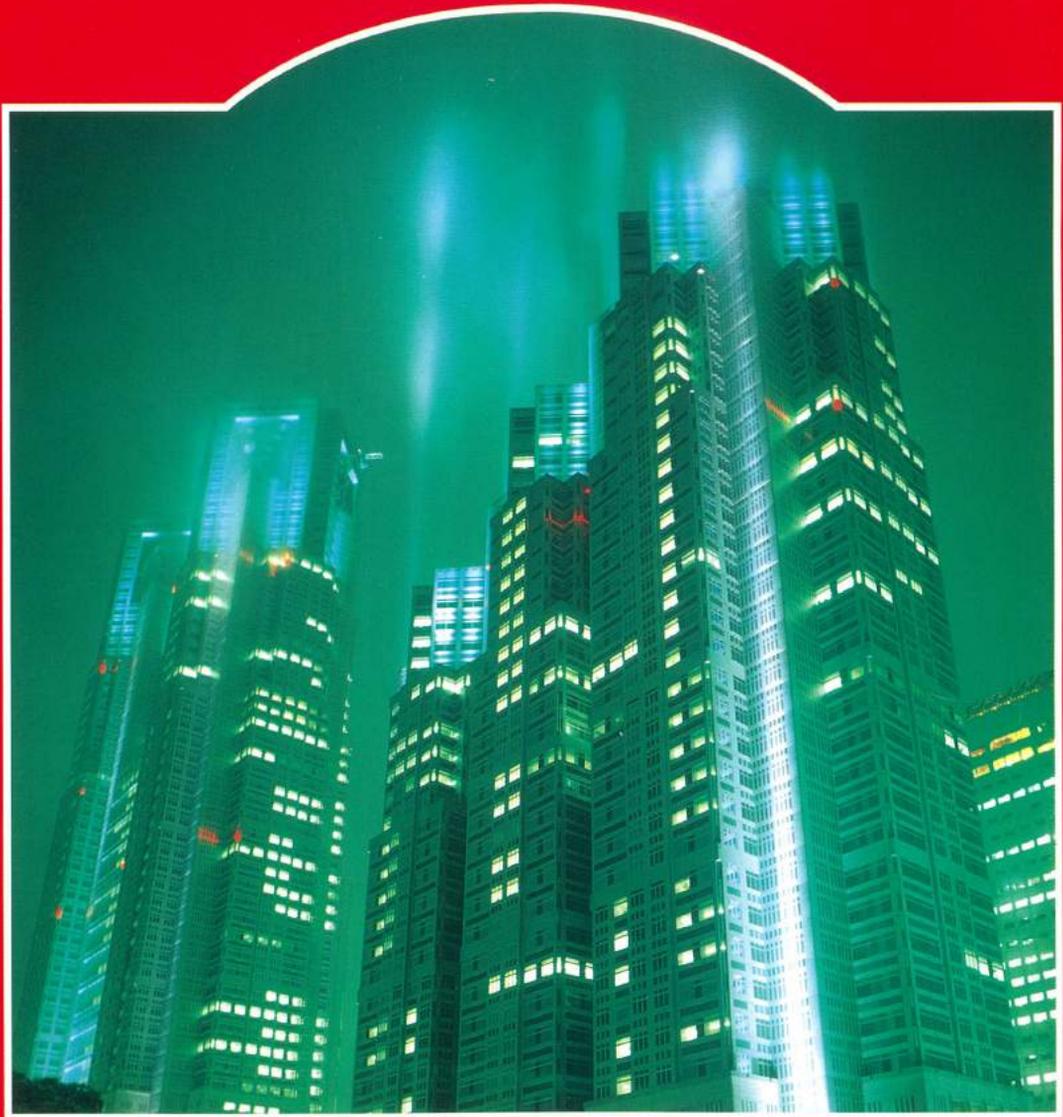


改訂3版

# FM TOWNS

## テクニカルデータブック

千葉憲昭 著



アスキー出版局





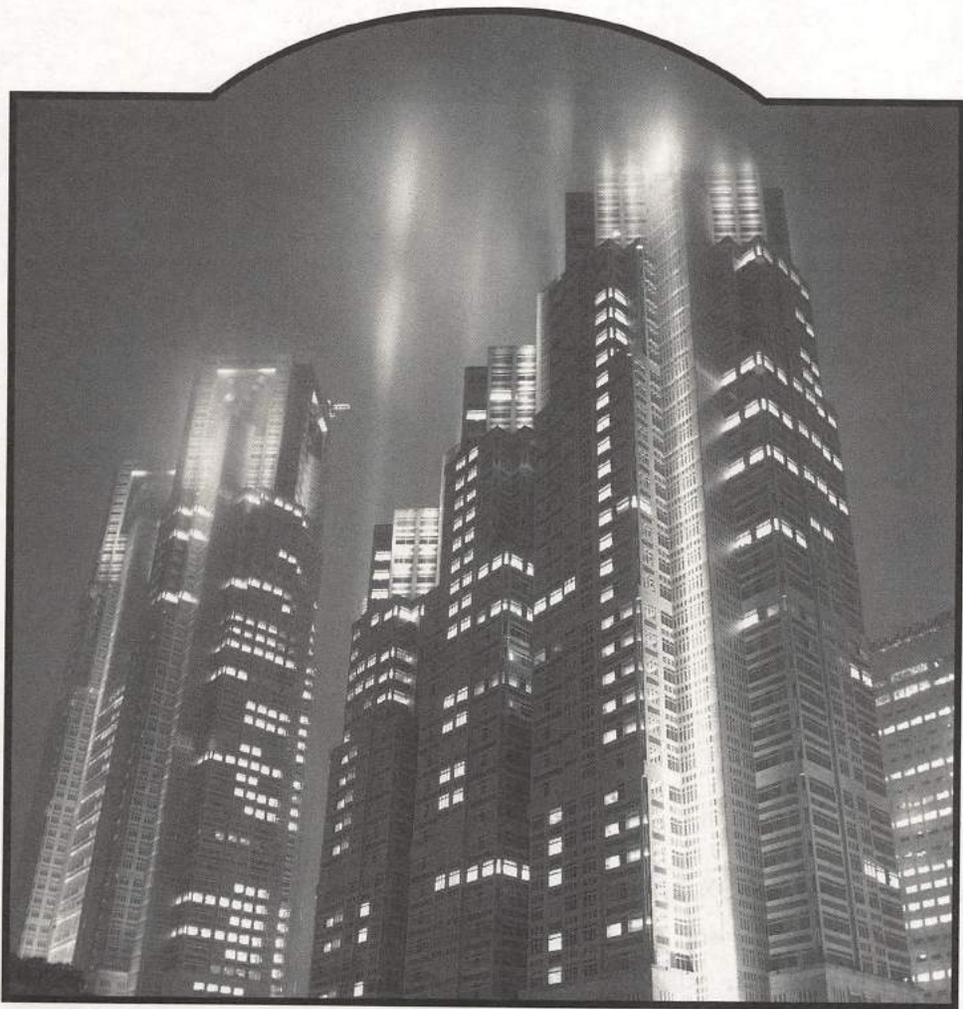


改訂3版

# FM TOWNS

## テクニカルデータブック

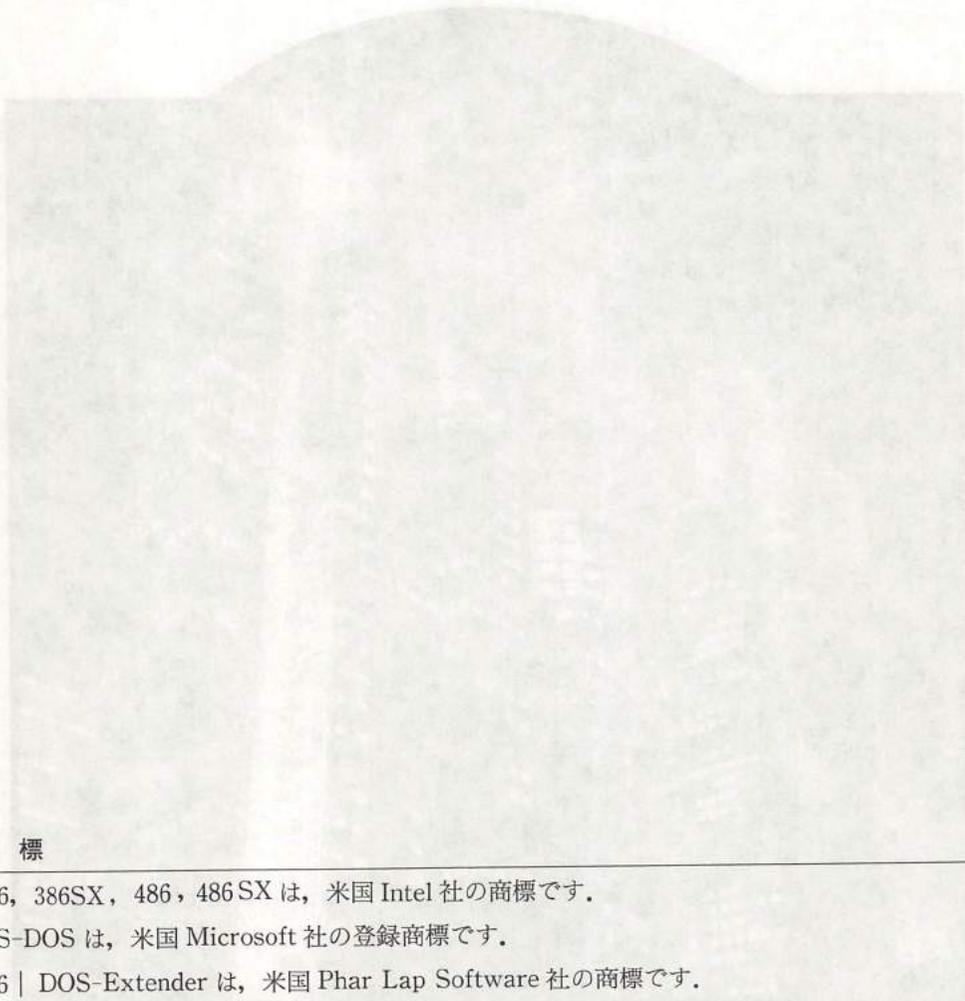
千葉憲昭 著



アスキー出版局



昔 部 家 業 干



商 標

386, 386SX, 486, 486SX は, 米国 Intel 社の商標です.

MS-DOS は, 米国 Microsoft 社の登録商標です.

386 | DOS-Extender は, 米国 Phar Lap Software 社の商標です.

その他の名称等は一般に各開発メーカーの商標です.

同 出 一 千 八 七

# はじめに

1981年のFM8に始まる富士通のFMシリーズのパソコンは、翌年ホビー系(FM7)とビジネス系(FM11)に分化しました。とりわけFM7は大ヒットし、FMシリーズの大衆化に貢献しました。その後ホビー系は3.5インチFDを搭載してFM77(1984年)へと発展し、更にAV(オーディオ&ビジュアル)時代の幕開けと共にFM77AV(1985年)へと変貌をとげました。

これらのホビー系のパソコンは全て8ビット機でしたが、1989年に入り「パソコンが変わる。TOWNSが変える」のフレーズとともに、一挙に32ビットCPUを搭載したFM TOWNSが登場しました。

オーディオもビジュアルも、取り扱うデータ量が膨大なため、従来CPUのパワー不足が指摘されていたのですが、これにより大幅な改善が図られたことはいまでもありません。その上、音楽CDも再生できるCDドライブを使ったCD-ROM、高速グラフィックを意図した専用ハードの搭載など思い切った仕様は、新しいパソコンライフの到来を予感させるものです。

しかし、残念なことには、以前にも増して飛躍的に密度が濃くなったハードウェアについて、これまで十分に紹介した資料がなく、TOWNSを活用したくても出来なかったのが実態でした。

そこで、マニアやシステムハウス、ソフトウェアハウス必携のユーザ向けマニュアルとして本書が企画された訳ですが、執筆にあたって筆者はひとつの目標を設定しました。

それは、コンピュータの分野では、従来のマニュアルが仕様書の範囲を十分に脱しきれず、ユーザにとってわかりにくいものになりがちだったので、この際徹底的にこの壁を突き破ろうということでした。FMシリーズの節目にあたって、ハードウェアが刷新されたことは、まさしくこのような試みを実践する大きなチャンスであると考えたのです。

例えば、これまでのハードウェアのマニュアルでは、基本的な説明抜きでいきなり設計された結果のみが記述されることが殆どでしたが、本書ではハードウェアの説明は基礎から解説しています。システムハウスなどの専門家できえ、レポートリ以外のデバイスについては素人と同じになってしまうという実態からも、基礎的な説明を重視した訳です。とりわけFM TOWNSでは、80386やCD-ROMなど新しいデバイスが数多く使われているので、なおさらというべきでしょう。

もうひとつの本書の特長は、匿名の解析チームのご協力により、メーカーが公開していないアドレスマップ、ビットマップを掲載したことです。これらの資料は、システムハウスやソフトウェアハウスのみならず、マニアにとっても不可欠なものだけに、万難を排して掲載に漕ぎつけました。従って、これらについてはメーカーの保証範囲外のため、後継機種で予告なく変更されることがありますからご了解下さい。

また本書の第II部では、TOWNSOS上で利用できるBIOSを解説しました。一般に、個々のレジスタなどの設定によってハードウェアを駆使することは難しくても、BIOSを使えば簡単です。

なお、初代機以降のハードウェアの更新による追加機能については、巻末の付録でまとめて解説しています。また、BIOSについては現時点の最新バージョンの解説になっています。したがって、このBIOSの機能の中には、旧バージョンのBIOSでは使えないものも含まれているので注意してください。

本書を手掛かりとして、FM TOWNSの性能をフルに引き出したソフトやボードの開発が促進されれば、著者としてこれに勝る喜びはありません。

最後に、本書の企画を快諾していただき編集の労をとって頂いたアスキー出版局第三書籍編集部の皆様、側面から協力していただいた解析チームの皆様にお礼を申し上げます。

1994年5月 著者 千葉憲昭

## 本書を利用される場合の御注意

- 本書の第I部では、FM TOWNS(モデル1, モデル2)のハードウェアについて解説しています。なお、新しく追加された機種仕様変更点については、付録G～Oで解説しています。
- 本書の第II部では、FM TOWNSで利用できる最新のBIOS(FM TOWNS独自のBIOSとFMR-50と互換のBIOSの両方)について解説しています。
- FM TOWNSでは、モデルチェンジによりハードウェアの仕様が変更される場合を考慮して、BIOSレベルで互換性をとることになっています。このため、一般に流通することを目的としてプログラムを作成する場合には、I/Oデバイスを直接アクセスすることはできるだけ避け、BIOSまたは、C言語などを使って行うことが推奨されています。
- 本書の内容については可能な限り万全を期していますが、本書に記述されている事項は、特別な条件下では説明どおりに機能しない場合も考えられます。ハードウェア、ソフトウェアの作成にあたっては、十分に注意して下さい。
- 本書では、386を80386、486を80486と表現しています。

# 目次

|                      |     |
|----------------------|-----|
| はじめに .....           | (3) |
| 本書を利用される場合の御注意 ..... | (5) |

## 第I部 FM TOWNSのハードウェア

### 第1章 ハードウェアの概要 3

---

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 1.1 FM TOWNSの外観と仕様 .....   | 3  |
| 1.2 メモリマップとI/Oアドレス概要 ..... | 10 |
| 1.2.1 メモリマップ .....         | 10 |
| 1.2.2 I/Oマップ .....         | 11 |

### 第2章 80386CPUの基礎知識 23

---

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 2.1 80386CPUの特徴 .....                                  | 23 |
| 2.2 3種類の動作モード .....                                    | 25 |
| 2.3 レジスタ .....                                         | 26 |
| 2.3.1 レジスタの構成 .....                                    | 26 |
| 2.3.2 汎用レジスタ/セグメントレジスタ/インストラクションポ<br>インタ/フラグレジスタ ..... | 26 |
| 2.3.3 システムレジスタ .....                                   | 31 |
| 2.4 2進データをメモリに収容するときの注意点 .....                         | 34 |
| 2.5 仮想記憶と物理アドレスの生成 .....                               | 35 |
| 2.5.1 80386の仮想記憶の概念 .....                              | 35 |
| 2.5.2 仮想記憶管理と実アドレスへの変換 .....                           | 36 |
| 2.6 保護機能 .....                                         | 43 |
| 2.6.1 リング型保護 .....                                     | 43 |
| 2.6.2 タスク間保護 .....                                     | 44 |
| 2.6.3 タスク内での保護 .....                                   | 45 |
| 2.7 特権レベルの切り換えとゲート .....                               | 45 |
| 2.8 タスク間の移行 .....                                      | 48 |
| 2.9 割り込みと例外 .....                                      | 50 |
| 2.10 デバッグ機能 .....                                      | 52 |
| 2.11 プロテクトモードでの16ビットコードの実行 .....                       | 53 |

## 第3章 CPU近傍のデバイス 55

---

|       |                 |    |
|-------|-----------------|----|
| 3.1   | CPU近傍のデバイスの概要   | 55 |
| 3.1.1 | CPU近傍のデバイスとその仕様 | 55 |
| 3.2   | 割り込み            | 57 |
| 3.2.1 | PICの構造          | 57 |
| 3.2.2 | 割り込みの仕組み        | 58 |
| 3.2.3 | PICの制御          | 60 |
| 3.2.4 | 割り込み制御モード       | 66 |
| 3.3   | DMA転送           | 67 |
| 3.3.1 | DMACの割り当て       | 68 |
| 3.3.2 | DMACのレジスタ       | 69 |
| 3.4   | プログラマブルタイマ      | 76 |
| 3.4.1 | タイマの割り当てと注意     | 76 |
| 3.4.2 | PITのレジスタ        | 77 |
| 3.5   | リアルタイムクロック      | 82 |
| 3.5.1 | リアルタイムクロックの仕様   | 82 |
| 3.5.2 | RTC内部のレジスタ      | 82 |
| 3.5.3 | 閏年の選択           | 84 |
| 3.5.4 | RTCのレジスタの操作     | 85 |
| 3.5.5 | 分周回路のリセット       | 87 |
| 3.6   | その他のCPU近傍のレジスタ  | 87 |

## 第4章 表示システム 97

---

|       |                 |     |
|-------|-----------------|-----|
| 4.1   | 画面表示の概要         | 97  |
| 4.1.1 | 画面モードと表示機能      | 97  |
| 4.2   | 画面制御系のハードウェア概要  | 101 |
| 4.2.1 | CRT制御部          | 101 |
| 4.3   | VRAM            | 102 |
| 4.3.1 | VRAMとページ        | 102 |
| 4.3.2 | 画面レイアと画面の重ね合わせ  | 103 |
| 4.3.3 | VRAMの読み書き       | 106 |
| 4.3.4 | VRAMのアドレスマップ    | 108 |
| 4.3.5 | VRAMアクセス制御のレジスタ | 111 |
| 4.4   | スクロール           | 112 |
| 4.4.1 | 円筒スクロール         | 112 |
| 4.4.2 | 球面スクロール         | 114 |

|             |                                      |            |
|-------------|--------------------------------------|------------|
| <b>4.5</b>  | <b>パレット</b> .....                    | <b>114</b> |
| 4.5.1       | 色の表示方法 .....                         | 114        |
| 4.5.2       | パレットテーブル .....                       | 115        |
| 4.5.3       | アナログパレットレジスタ .....                   | 115        |
| <b>4.6</b>  | <b>スプライト</b> .....                   | <b>117</b> |
| 4.6.1       | スプライトの特徴 .....                       | 117        |
| 4.6.2       | スプライトの表示 .....                       | 117        |
| 4.6.3       | スプライトパターンメモリの構造と働き .....             | 119        |
| 4.6.4       | インデックス部の構成 .....                     | 120        |
| 4.6.5       | パターン部へのパターンデータの格納 .....              | 122        |
| 4.6.6       | 色テーブル部の構成 .....                      | 124        |
| 4.6.7       | スプライトの座標空間と表示範囲 .....                | 126        |
| 4.6.8       | 優先順位とマスク処理 .....                     | 127        |
| 4.6.9       | スプライト I/O コントローラ .....               | 128        |
| <b>4.7</b>  | <b>CRTC 周辺のハードウェアの仕組み</b> .....      | <b>131</b> |
| 4.7.1       | CRTC 周辺の概要 .....                     | 131        |
| 4.7.2       | ブラウン管の表示の仕組み .....                   | 132        |
| 4.7.3       | CRTC のレジスタとその設定例 .....               | 134        |
| 4.7.4       | CRTC の内部レジスタ .....                   | 141        |
| <b>4.8</b>  | <b>ビデオ出力制御部と関連レジスタ</b> .....         | <b>151</b> |
| 4.8.1       | ビデオ出力制御部の関連レジスタ .....                | 151        |
| <b>4.9</b>  | <b>FMR-50 互換の画面表示機能</b> .....        | <b>155</b> |
| 4.9.1       | FMR-50 互換の画面表示 .....                 | 155        |
| 4.9.2       | FMR-50 互換の VRAM のプレーンアクセス .....      | 156        |
| 4.9.3       | FMR-50 互換のパレットの指定 .....              | 156        |
| 4.9.4       | FMR-50 互換の文字表示 .....                 | 157        |
| 4.9.5       | FMR-50 互換モードに関連するレジスタ .....          | 157        |
| <b>4.10</b> | <b>表示システムのメモリマップと I/O アドレス</b> ..... | <b>161</b> |
| 4.10.1      | 表示システムのメモリマップ .....                  | 161        |
| 4.10.2      | 表示システムの I/O アドレスマップ .....            | 162        |
| <b>4.11</b> | <b>ビデオカード</b> .....                  | <b>163</b> |
| 4.11.1      | ビデオカードのハードウェア仕様 .....                | 163        |
| 4.11.2      | ビデオコンバート .....                       | 164        |
| 4.11.3      | スーパーインポーズ .....                      | 164        |
| 4.11.4      | ビデオデジタイズ .....                       | 165        |
| 4.11.5      | スーパーインポーズとビデオデジタイズ時のレジスタ設定 .....     | 166        |

## 第5章 オーディオシステム 169

---

|       |                        |     |
|-------|------------------------|-----|
| 5.1   | オーディオシステムの概要           | 169 |
| 5.1.1 | オーディオシステムの構成           | 169 |
| 5.2   | 電子ボリュームと減衰量設定について      | 172 |
| 5.2.1 | 電子ボリュームとチャンネル          | 172 |
| 5.2.2 | 電子ボリュームレジスタによる減衰量の制御   | 173 |
| 5.3   | PCM 音源                 | 176 |
| 5.3.1 | サンプリングの原理              | 176 |
| 5.3.2 | PCM 音源周辺のハードとその働き      | 176 |
| 5.3.3 | サンプリングの仕組み             | 177 |
| 5.3.4 | 再生の仕組み                 | 180 |
| 5.3.5 | チャンネルの選択と ON/OFF       | 187 |
| 5.3.6 | 波形メモリの読み出し時の割り込み処理     | 188 |
| 5.4   | FM 音源                  | 190 |
| 5.4.1 | スロット                   | 190 |
| 5.4.2 | スロットでの波形合成             | 191 |
| 5.4.3 | スロットの接続                | 195 |
| 5.4.4 | 音のゆらぎについて              | 197 |
| 5.4.5 | チャンネル3の特別な設定           | 197 |
| 5.4.6 | FM 音源の内部レジスタ           | 197 |
| 5.4.7 | FM 音源全体の制御にかかわる内部レジスタ  | 200 |
| 5.4.8 | スロット単位に設定する内部レジスタ      | 203 |
| 5.4.9 | チャンネル単位に設定する内部レジスタ     | 211 |
| 5.5   | LED の制御                | 214 |
| 5.5.1 | LED を制御する2つの系統         | 214 |
| 5.5.2 | LED の点灯状態              | 215 |
| 5.5.3 | LED 制御のレジスタ            | 216 |
| 5.6   | FM 音源, PCM 音源のミュートについて | 216 |

## 第6章 CD-ROMドライブ 217

---

|       |                  |     |
|-------|------------------|-----|
| 6.1   | CD-ROM のデータの格納形式 | 217 |
| 6.1.1 | セクタの並び方          | 217 |
| 6.1.2 | CD-ROM のフォーマット   | 218 |
| 6.1.3 | セクタのフォーマット       | 219 |

|                    |                            |            |
|--------------------|----------------------------|------------|
| 6.2                | CDドライブ制御の概要                | 220        |
| 6.2.1              | CDドライブ制御のメカニズム             | 220        |
| 6.2.2              | CDドライブ制御の流れ                | 221        |
| 6.3                | CDドライブ関係のレジスタ              | 223        |
| <b>第7章 各種のデバイス</b> |                            | <b>229</b> |
| 7.1                | キーボード                      | 229        |
| 7.1.1              | キーボードインタフェース概要             | 229        |
| 7.1.2              | キーボード制御のレジスタ               | 231        |
| 7.2                | TOWNS パッド                  | 238        |
| 7.2.1              | TOWNS パッドインタフェース概要         | 238        |
| 7.2.2              | TOWNS パッドのレジスタ             | 239        |
| 7.3                | TOWNS マウス                  | 240        |
| 7.3.1              | TOWNS マウスインタフェース概要         | 240        |
| 7.3.2              | TOWNS マウスのレジスタ             | 241        |
| 7.4                | プリンタ                       | 242        |
| 7.4.1              | プリンタインタフェース概要              | 242        |
| 7.4.2              | プリンタインタフェースのレジスタ           | 244        |
| 7.5                | フロッピーディスクドライブ              | 247        |
| 7.5.1              | ディスクドライブの仕様                | 247        |
| 7.5.2              | フロッピーディスクのフォーマット           | 248        |
| 7.5.3              | フロッピーディスクドライブの基本動作         | 251        |
| 7.5.4              | FDC のレジスタ                  | 252        |
| 7.5.5              | フロッピーディスクドライブ制御の信号線        | 259        |
| 7.5.6              | 増設ドライブについて                 | 261        |
| 7.6                | ハードディスク                    | 261        |
| 7.6.1              | ハードディスクの仕様                 | 261        |
| 7.6.2              | SCSI とは                    | 262        |
| 7.6.3              | ハードディスクのレジスタ               | 262        |
| 7.7                | RS-232C インタフェース            | 264        |
| 7.7.1              | RS-232C コネクタと内蔵モデムのコネクタ    | 264        |
| 7.7.2              | RS-232C コントローラの仕様          | 264        |
| 7.7.3              | RS-232C インタフェースの信号線とその働き   | 265        |
| 7.7.4              | RS-232C インタフェースの制御に関わるレジスタ | 266        |

## 第II部 FM TOWNSのBIOS

|                                        |            |
|----------------------------------------|------------|
| <b>第1章 BIOSの概要</b>                     | <b>279</b> |
| 1.1 FM TOWNSのBIOS                      | 279        |
| 1.2 TOWNS OS上で使用できる2系統のBIOS            | 280        |
| 1.3 BIOSとハードウェアの関係                     | 281        |
| 1.4 TOWNS OS上のプログラム実行環境と80386のプログラムの実行 | 281        |
| 1.5 BIOSを使用するための手順                     | 283        |
| 1.6 BIOSリファレンスの見方                      | 289        |
| <b>第2章 グラフィックBIOS</b>                  | <b>291</b> |
| 2.1 グラフィックBIOS一覧                       | 291        |
| 2.2 グラフィックBIOSの基本機能と用語                 | 293        |
| 2.3 グラフィックBIOSオペレーションの共通事項             | 298        |
| 2.4 グラフィックBIOSリファレンス                   | 299        |
| <b>第3章 スプライトBIOS</b>                   | <b>365</b> |
| 3.1 スプライトBIOS一覧                        | 365        |
| 3.2 スプライトBIOSの基本機能と用語                  | 366        |
| 3.3 スプライトBIOSリファレンス                    | 368        |
| <b>第4章 マウスBIOS</b>                     | <b>377</b> |
| 4.1 マウスBIOS一覧                          | 377        |
| 4.2 マウスBIOSリファレンス                      | 379        |
| <b>第5章 フォントBIOS</b>                    | <b>397</b> |
| 5.1 フォントBIOS一覧                         | 397        |
| 5.2 フォントBIOSリファレンス                     | 398        |
| <b>第6章 サウンドBIOS</b>                    | <b>401</b> |
| 6.1 サウンドBIOSの位置づけ                      | 401        |

|       |                            |     |
|-------|----------------------------|-----|
| 6.2   | サウンド BIOS 一覧               | 402 |
| 6.3   | サウンド BIOS の基本機能と用語         | 403 |
| 6.4   | サウンド BIOS オペレーションの共通事項     | 409 |
| 6.5   | サウンド BIOS リファレンス           | 410 |
| 6.6   | サウンド BIOS の拡張機能            | 437 |
| 6.6.1 | リビングバッファの働きとオーバーラン, アンダーラン | 437 |
| 6.6.2 | リビングバッファ管理テーブルとリビングバッファの容量 | 438 |
| 6.6.3 | 8ビットのみのサポート時の制約事項          | 439 |
| 6.6.4 | サウンド BIOS 拡張機能一覧           | 440 |
| 6.6.5 | エラーコード一覧                   | 440 |
| 6.7   | サウンド BIOS 拡張機能リファレンス       | 441 |

## 第7章 CD-ROM BIOS 455

---

|     |                          |     |
|-----|--------------------------|-----|
| 7.1 | CD-ROM BIOS 一覧           | 455 |
| 7.2 | CD-ROM BIOS オペレーションの共通事項 | 457 |
| 7.3 | CD-ROM BIOS リファレンス       | 459 |

## 第8章 キーボード BIOS 475

---

|     |                     |     |
|-----|---------------------|-----|
| 8.1 | キーボード BIOS の概要      | 475 |
| 8.2 | キーボード BIOS 一覧       | 476 |
| 8.3 | キーボード BIOS の基本機能と用語 | 476 |
| 8.4 | キーボード BIOS リファレンス   | 481 |

## 第9章 ディスク BIOS 497

---

|     |                        |     |
|-----|------------------------|-----|
| 9.1 | ディスク BIOS 一覧           | 497 |
| 9.2 | ディスク BIOS オペレーションの共通事項 | 498 |
| 9.3 | ディスク BIOS リファレンス       | 501 |

## 第10章 プリンタ BIOS 511

---

|      |                  |     |
|------|------------------|-----|
| 10.1 | プリンタ BIOS 一覧     | 511 |
| 10.2 | プリンタ BIOS リファレンス | 512 |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| <b>第 11 章 時計をサポートする BIOS</b>      | <b>515</b> |
| 11.1 時計をサポートする BIOS 一覧            | 515        |
| 11.2 時計をサポートする BIOS リファレンス        | 517        |
| <b>第 12 章 RS-232C BIOS</b>        | <b>525</b> |
| 12.1 RS-232C BIOS 一覧              | 525        |
| 12.2 RS-232C BIOS リファレンス          | 527        |
| <b>第 13 章 ブザー BIOS</b>            | <b>547</b> |
| 13.1 ブザー BIOS 一覧                  | 547        |
| 13.2 ブザー BIOS リファレンス              | 548        |
| <b>第 14 章 割り込み管理 BIOS</b>         | <b>551</b> |
| 14.1 割り込み管理 BIOS の概要              | 551        |
| 14.2 割り込み管理 BIOS 一覧               | 553        |
| 14.3 割り込み管理 BIOS リファレンス           | 554        |
| <b>第 15 章 サービスルーチンと拡張サービスルーチン</b> | <b>559</b> |
| 15.1 サービスルーチン, 拡張サービスルーチン一覧       | 559        |
| 15.2 サービスルーチン, 拡張サービスルーチンリファレンス   | 560        |
| <b>第 16 章 システム情報 BIOS</b>         | <b>571</b> |
| 16.1 システム情報 BIOS 一覧               | 571        |
| 16.2 システム情報 BIOS リファレンス           | 573        |
| <b>第 17 章 音源割り込み管理 BIOS</b>       | <b>595</b> |
| 17.1 音源割り込み管理 BIOS の概要            | 595        |
| 17.2 音源割り込み管理 BIOS 一覧             | 597        |
| 17.3 音源割り込み管理 BIOS リファレンス         | 598        |

## 第18章 MIDI マネージャBIOS 605

|        |                           |     |
|--------|---------------------------|-----|
| 18.1   | MIDI マネージャBIOS の概要        | 605 |
| 18.2   | MIDI マネージャBIOS の組み込み      | 606 |
| 18.3   | MIDI マネージャBIOS の呼び出し      | 606 |
| 18.4   | MIDI と EUPHONY について       | 607 |
| 18.4.1 | MIDI ポート                  | 607 |
| 18.4.2 | 標準 MIDI ファイル準拠フォーマット      | 607 |
| 18.4.3 | EUP ファイルフォーマット            | 609 |
| 18.5   | MIDI マネージャ関連 C ソースライブラリ定義 | 612 |
| 18.5.1 | 型宣言                       | 612 |
| 18.5.2 | 構造体                       | 612 |
| 18.6   | MIDI マネージャBIOS 一覧         | 622 |
| 18.7   | MIDI マネージャBIOS リファレンス     | 623 |

## 付 録

### 付録A 各種コネクタの仕様とピン配置 649

|      |                    |     |
|------|--------------------|-----|
| A.1  | キーボードコネクタ          | 649 |
| A.2  | パッド&マウスコネクタ        | 649 |
| A.3  | RS-232C コネクタ       | 650 |
| A.4  | プリンタコネクタ           | 651 |
| A.5  | フロッピコネクタ           | 652 |
| A.6  | アナログ RGB コネクタ      | 653 |
| A.7  | 拡張 RAM モジュールコネクタ   | 654 |
| A.8  | ビデオカードコネクタ         | 661 |
| A.9  | SCSI コネクタ          | 662 |
| A.10 | I/O 拡張ユニットスロットコネクタ | 663 |

### 付録B サンプルプログラム 668

|     |            |     |
|-----|------------|-----|
| B.1 | CD 演奏プログラム | 668 |
| B.2 | 描画プログラム    | 671 |

|            |                                      |            |
|------------|--------------------------------------|------------|
| <b>付録C</b> | <b>ネイティブBIOSのサンプルプログラム</b>           | <b>673</b> |
| C.1        | 共通ファイルサンプル                           | 674        |
| C.2        | グラフィックBIOSサンプル                       | 677        |
| C.3        | スプライトBIOSサンプル                        | 693        |
| C.4        | マウスBIOSサンプル                          | 695        |
| C.5        | フォントBIOSサンプル                         | 708        |
| C.6        | サウンドBIOSサンプル                         | 710        |
| C.7        | システム情報BIOSサンプル                       | 733        |
| C.8        | 拡張サウンドBIOSサンプル                       | 740        |
| C.9        | 音源割り込み管理BIOSサンプル                     | 752        |
| <b>付録D</b> | <b>コード表</b>                          | <b>759</b> |
| D.1        | ASCII (7ビット) コード表                    | 759        |
| D.2        | JIS (8ビット) コード表                      | 760        |
| D.3        | 特殊キーコード表                             | 760        |
| <b>付録E</b> | <b>80486CPUの概要</b>                   | <b>761</b> |
| E.1        | 80486の強化ポイント                         | 761        |
| E.2        | ソフトの不適合対策ヒント                         | 767        |
| <b>付録F</b> | <b>FM TOWNSの製品系列</b>                 | <b>768</b> |
| <b>付録G</b> | <b>FM TOWNS 1F,2F,1H,2Hの仕様変更</b>     | <b>771</b> |
| <b>付録H</b> | <b>FM TOWNS 10F,20F,40H,80Hの仕様変更</b> | <b>777</b> |
| <b>付録I</b> | <b>FM TOWNS II UXの仕様変更</b>           | <b>781</b> |

|     |                                    |     |
|-----|------------------------------------|-----|
| 付録J | FM TOWNS II CXの仕様変更                | 791 |
| 付録K | FM TOWNS II UGの仕様変更                | 798 |
| 付録L | FM TOWNS II HGの仕様変更                | 804 |
| 付録M | FM TOWNS II HRの仕様変更                | 812 |
| 付録N | FM TOWNS II URの仕様変更                | 817 |
| 付録O | FM TOWNS II ME,MA,MX,MF,Freshの仕様変更 | 822 |
| 索引  | .....                              | 849 |

# BIOSファンクション目次

## グラフィックBIOS 20H

|                     |     |                      |     |
|---------------------|-----|----------------------|-----|
| 初期化 00H             | 299 | デジタイズが面取り込み位置の補正 1EH | 330 |
| 仮想画面の設定 01H         | 300 | 全画面の消去 20H           | 331 |
| 表示開始位置の設定 02H       | 305 | 画面の消去 21H            | 331 |
| ビューポートの設定 03H       | 308 | ドットデータの読み出し 22H      | 332 |
| パレットレジスタの設定 04H     | 309 | ドットデータの書き込み 23H      | 333 |
| 書き込みページの指定 05H      | 310 | ドットデータの読み出し1 24H     | 334 |
| 表示ページの指定 06H        | 311 | ドットデータの書き込み1 25H     | 335 |
| 描画色の設定 07H          | 312 | ドットデータの読み出し2 26H     | 336 |
| 描画色の設定1 08H         | 313 | ドットデータの書き込み2 27H     | 337 |
| 混色比率の設定 09H         | 314 | グラフィックカーソル 28H       | 338 |
| 描画モードの設定 0AH        | 315 | マスクデータの書き込み 29H      | 339 |
| 線分パターンの設定 0BH       | 316 | 全画面スクロール 2AH         | 341 |
| 面塗りモードの設定 0CH       | 317 | 部分画面スクロール 2BH        | 342 |
| ハッチングパターンの設定 0DH    | 318 | 領域の設定 2CH            | 343 |
| タイルパターンの設定 0EH      | 319 | 画面の複写 2DH            | 344 |
| 画面マスク領域の設定 0FH      | 320 | 画面の回転 2EH            | 345 |
| 画面マスクの設定 10H        | 320 | 画面ぼかし 2FH            | 346 |
| ペンの設定 11H           | 321 | ポイント 40H             | 347 |
| ペンの太さの設定 12H        | 322 | 連続線分 41H             | 347 |
| ペンの形状の設定 13H        | 323 | 不連続線分 42H            | 348 |
| マスクビットの設定 14H       | 323 | 多角形 43H              | 349 |
| 文字方向の設定 15H         | 323 | 回転多角形 44H            | 349 |
| 文字表示方向の設定 16H       | 324 | 三角形 45H              | 350 |
| 文字間空白の設定 17H        | 325 | 矩形 46H               | 351 |
| 文字拡大率の設定 18H        | 325 | 円 47H                | 351 |
| 字体の設定 19H           | 326 | 円弧 48H               | 352 |
| スーパーインポーズの設定 1AH    | 327 | 扇形 49H               | 353 |
| デジタイズの設定 1BH        | 327 | 楕円 4AH               | 353 |
| 解像度ハンドルによる仮想画面の設定   |     | 楕円弧 4BH              | 354 |
| 1CH                 | 328 | 楕扇形 4CH              | 355 |
| グラフィック描画スタック領域の動的変更 |     | ペイント1 4DH            | 356 |
| 1DH                 | 329 |                      |     |

|            |     |             |     |
|------------|-----|-------------|-----|
| ペイント 2 4EH | 356 | 文字列 1 62H   | 360 |
| ポイント識別 4FH | 357 | 追加文字列 1 63H | 361 |
| 弓形 1 50H   | 357 | 文字列 2 64H   | 361 |
| 弓形 2 51H   | 358 | 追加文字列 2 65H | 362 |
| 文字列 60H    | 359 | 任意文字表示 66H  | 363 |
| 追加文字列 61H  | 360 |             |     |

### スプライト BIOS 60H

|                 |     |                 |     |
|-----------------|-----|-----------------|-----|
| 初期化 00H         | 368 | アトリビュート設定 05H   | 373 |
| 画面の表示 01H       | 369 | 移動指定 06H        | 374 |
| スプライトの定義 02H    | 370 | オフセット指定 07H     | 375 |
| パレットブロックの設定 03H | 371 | アトリビュート読み出し 08H | 376 |
| 位置指定 04H        | 372 |                 |     |

### マウス BIOS 40H

|                   |     |                             |     |
|-------------------|-----|-----------------------------|-----|
| 動作開始 00H          | 379 | パルス数/画素比の設定 0CH             | 389 |
| 動作終了 01H          | 380 | 仮想画面の設定 0DH                 | 389 |
| 表示/消去 02H         | 380 | 書き込みページの設定 0EH              | 390 |
| 位置とボタンの読み取り 03H   | 380 | 表示色の設定 0FH                  | 390 |
| 位置の設定 04H         | 381 | タイルパターンの設定 10H              | 391 |
| ボタンの押下情報の読み取り 05H | 381 | 水平消去範囲指定 11H                | 392 |
| ボタンの開放情報の読み取り 06H | 382 | 垂直消去範囲指定 12H                | 393 |
| 水平移動範囲指定 07H      | 383 | ボタン左右入れ換え状態の設定 13H          | 394 |
| 垂直移動範囲指定 08H      | 384 | 加速度検出状態の設定 14H              | 394 |
| 形状の設定 09H         | 384 | 解像度ハンドルによるマウスの仮想画面設定<br>15H | 395 |
| 移動距離の読み取り 0AH     | 386 |                             |     |
| サブルーチンの登録 0BH     | 387 |                             |     |

### フォント BIOS A0H

|                   |     |                         |     |
|-------------------|-----|-------------------------|-----|
| ANK フォントの読み出し 00H | 398 | シフト JIS から JIS への変換 02H | 400 |
| 漢字フォントの読み出し 01H   | 399 | JIS からシフト JIS への変換 03H  | 400 |

## サウンド BIOS 80H

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ドライバの初期化 00H .....410</p> <p>キー ON 01H .....411</p> <p>キー OFF 02H .....412</p> <p>出力先指定 03H .....413</p> <p>音色変更 04H .....413</p> <p>音色データの書き込み 05H .....414</p> <p>音色データの読み出し 06H .....414</p> <p>ピッチベンド 07H .....415</p> <p>ボリューム変更 08H .....415</p> <p>発音の強制停止 09H .....416</p> <p>音声モード PCM 再生アドレスの読み取り<br/>0AH .....416</p> <p>FM 音源ステータスレジスタの読み出し<br/>10H .....410</p> <p>FM 音源1 バイト出力 11H .....417</p> <p>FM 音源1 バイト入力 12H .....418</p> <p>FM 音源レジスタの書き込み 13H .....418</p> <p>FM 音源レジスタの読み出し 14H .....419</p> <p>タイマ A コントロール1 15H .....419</p> <p>タイマ B コントロール1 16H .....420</p> <p>タイマ A コントロール2 17H .....421</p> <p>タイマ B コントロール2 18H .....421</p> <p>ハード LFO の設定 19H .....422</p> <p>PCM メモリ転送 20H .....422</p> <p>音声モードチャンネルの設定 21H .....423</p> | <p>サウンドの登録 22H .....424</p> <p>サウンドの削除 23H .....425</p> <p>PCM サンプリング開始 24H .....425</p> <p>音声モード PCM 再生 25H .....426</p> <p>PCM サンプリング中断 26H .....427</p> <p>音声モード PCM 再生中断 27H .....427</p> <p>音声モード PCM 再生状態参照 28H .....427</p> <p>PCM 音源の強制停止 29H .....428</p> <p>PCM メモリ→メインメモリ転送 2AH .....428</p> <p>PCM メモリ→PCM メモリ転送 2BH .....429</p> <p>PCM メモリ転送2 2CH .....429</p> <p>高品位音声モード PCM 再生 2EH .....430</p> <p>FM 音源のみの初期化 30H .....430</p> <p>FM 音源レジスタの書き込み 31H .....431</p> <p>パッド入力1 40H .....431</p> <p>パッド入力2 41H .....432</p> <p>パッド出力 42H .....432</p> <p>電子ボリューム設定 43H .....433</p> <p>電子ボリューム初期化 44H .....433</p> <p>電子ボリューム設定読み出し 45H .....434</p> <p>電子ボリュームミュート 46H .....434</p> <p>電子ボリューム全ミュート 49H .....435</p> <p>エンベロープ割り込みエントリ 50H .....435</p> <p>音声モード割り込みエントリ 51H .....436</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## サウンド BIOS 拡張機能 80H

|                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>拡張機能の初期化 60H .....441</p> <p>拡張機能の終了 61H .....441</p> <p>録音/再生状態の初期化 63H .....442</p> <p>再生音量のミュート 64H .....442</p> <p>再生音量の設定 65H .....443</p> <p>再生音量の取得 66H .....443</p> | <p>録音/再生機能のサポート状態の取得<br/>67H .....444</p> <p>録音/再生状態の取得 68H .....445</p> <p>WAVE ファイルの情報の設定 69H .....445</p> <p>WAVE ファイルの情報の取得 6AH .....446</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                      |     |                          |     |
|------------------------------------------------------|-----|--------------------------|-----|
| リビングバッファ管理テーブル作成 6BH<br>.....                        | 447 | 録音強制終了 72H .....         | 451 |
| リビングバッファ管理テーブルおよびリピン<br>グバッファアドレスの取得/設定 6CH<br>..... | 448 | 録音データ格納アドレスの取得 73H ..... | 451 |
| 録音前準備 70H .....                                      | 448 | 再生前準備 78H .....          | 451 |
| 録音開始 71H .....                                       | 450 | 再生開始 79H .....           | 453 |
|                                                      |     | 再生強制終了 7AH .....         | 453 |
|                                                      |     | 再生データアドレスの取得 7BH .....   | 454 |

### CD-ROM BIOS INT 93H

|                                      |     |                                             |     |
|--------------------------------------|-----|---------------------------------------------|-----|
| ドライブモードの設定 00H .....                 | 459 | 15H .....                                   | 465 |
| ドライブモードの読み取り 01H .....               | 460 | 音楽演奏スタート 50H .....                          | 466 |
| ドライブステータス情報の読み取り 02H<br>.....        | 460 | 音楽演奏スタート (リピート機能) <拡張><br>50H .....         | 467 |
| シリンダ0へのシーク 03H .....                 | 461 | 音楽演奏スタート (回数指定のあるリピート<br>機能) <拡張> 50H ..... | 468 |
| 指定位置へのシーク (論理セクタ指定)<br>04H .....     | 462 | 音楽演奏情報の読み取り 51H .....                       | 468 |
| データの読み取り (論理セクタ指定) 05H<br>.....      | 462 | 音楽演奏ストップ 52H .....                          | 469 |
| データの読み取り (論理セクタ指定) <拡張><br>05H ..... | 463 | CD ドライブ停止時間の設定<拡張> 52H<br>.....             | 470 |
| 指定位置へのシーク (時間指定) 14H .....           | 464 | 音楽演奏状態の読み取り 53H .....                       | 470 |
| データの読み取り (時間指定) 15H .....            | 464 | CD 情報の読み取り 54H .....                        | 472 |
| データの読み取り (時間指定) <拡張><br>.....        |     | 音楽演奏一時停止 55H .....                          | 473 |
|                                      |     | 音楽演奏一時停止解除 56H .....                        | 474 |

### キーボード BIOS INT 90H

|                        |     |                                   |     |
|------------------------|-----|-----------------------------------|-----|
| 初期化 00H .....          | 481 | 文字の読み出し 09H .....                 | 487 |
| バッファリング機能の設定 01H ..... | 481 | マトリクス入力 0AH .....                 | 490 |
| コード系の設定 02H .....      | 482 | 入力文字列の追加 0BH .....                | 491 |
| コード系の読み取り 03H .....    | 483 | PF キー割り込み処理ルーチンの登録 0CH<br>.....   | 492 |
| キーボードロックの制御 04H .....  | 484 | PF キー割り込み処理ルーチンの読み取り<br>0DH ..... | 494 |
| クリック音の制御 05H .....     | 484 | キー割り当て 0EH .....                  | 495 |
| バッファのクリア 06H .....     | 484 | キー割り当て状態の読み取り 0FH .....           | 496 |
| 入力のチェック 07H .....      | 485 |                                   |     |
| シフトキー状態の読み取り 08H ..... | 487 |                                   |     |

### ディスク BIOS INT 93H

|                           |     |                             |     |
|---------------------------|-----|-----------------------------|-----|
| ドライブモードの設定 (FD) 00H       | 501 | データの書き込み (FD) 06H           | 506 |
| ドライブモードの取り出し (FD) 01H     | 502 | データの書き込み (HD) 06H           | 507 |
| ドライブステータス情報の取り出し (FD) 02H | 503 | セクタの検査 (FD) 07H             | 507 |
| シリンダ0へのシーク (FD) 03H       | 504 | セクタの検査 (HD) 07H             | 508 |
| シリンダ0へのシーク (HD) 03H       | 504 | ハードディスクコントローラのリセット (HD) 08H | 508 |
| シーク (FD) 04H              | 505 | セクタ ID の取り出し (FD) 09H       | 509 |
| データの読み出し (FD) 05H         | 505 | トラックのフォーマット (FD) 0AH        | 510 |
| データの読み出し (HD) 05H         | 506 | 詳細エラー情報の取り出し (HD) 0DH       | 510 |

### プリンタ BIOS INT 94H

|                 |     |
|-----------------|-----|
| プリンタ状態の読み取り 00H | 512 |
| 1文字出力 01H       | 513 |
| 文字列出力 02H       | 514 |

### カレンダー時計 BIOS INT 96H

|                |     |
|----------------|-----|
| 日付/時刻の設定 00H   | 517 |
| 日付/時刻の読み取り 01H | 518 |

### タイマ管理 BIOS INT 97H

|                    |     |
|--------------------|-----|
| タイマの登録 00H         | 519 |
| タイマの取り消し 01H       | 520 |
| タイマのカウント値の読み取り 02H | 521 |

### 時計管理 BIOS INT 98H

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 指定時刻の割り込み処理の登録 00H   | 522 |
| 指定時刻の割り込み処理の取り消し 01H | 524 |

### RS-232C BIOS INT 9BH

|                |     |                  |     |
|----------------|-----|------------------|-----|
| シリアルポートの検出 00H | 527 | 通信パラメータの設定 03H   | 529 |
| 回線オープン 01H     | 528 | 通信パラメータの読み取り 04H | 535 |
| 回線クローズ 02H     | 528 |                  |     |

|                    |                    |     |
|--------------------|--------------------|-----|
| 受信バッファ内有効データ数の読み取り | ブレイク信号の送付 0BH      | 542 |
| 05H                | 拡張割り込みの設定 0CH      | 543 |
| データの受信 06H         | 拡張割り込みの読み取り 0DH    | 544 |
| データの送信 07H         | 拡張 DTR 信号の保持設定 0EH | 545 |
| シリアルポートの制御 08H     | XOFF 受信のクリア 0FH    | 545 |
| ステータス情報の読み取り 09H   | 送信バッファ内有効データ数の読み取り |     |
| 受信バッファの初期化 0AH     | 10H                | 546 |

### ブザー BIOS INT 9EH

|                         |     |                       |     |
|-------------------------|-----|-----------------------|-----|
| ブザー ON 00H              | 548 | ブザー情報の読み取り 1 04H      | 549 |
| ブザー OFF 01H             | 548 | ブザー ON(周波数, 指定時間) 05H | 550 |
| ブザー ON(一定時間) 02H        | 548 | ブザー情報の読み取り 2 06H      | 550 |
| ブザー ON(カウンタ数, 指定時間) 03H |     |                       |     |

### 割り込み管理 BIOS INT AEH

|                      |     |     |                      |     |
|----------------------|-----|-----|----------------------|-----|
| 割り込みデータブロックアドレスの登録   | 00H | 554 | 割り込み許可データの書き込み 02H   | 556 |
| 割り込みデータブロックアドレスの取り出し | 01H | 555 | 割り込み許可データの取り出し 03H   | 557 |
|                      |     |     | 割り込みデータブロックテーブルの取り出し |     |
|                      |     |     | 04H                  | 558 |

### サービスルーチン INT AFH

|                         |     |                           |     |
|-------------------------|-----|---------------------------|-----|
| JIS からシフト JIS への変換 00H  | 560 | JIS からシフト JIS への変換 2 03H  | 561 |
| シフト JIS から JIS への変換 01H | 560 | シフト JIS から JIS への変換 2 04H | 562 |
| CPU のタイプの読み取り 02H       | 561 | 機器情報の読み取り 05H             | 562 |

### 拡張サービスルーチン INT 8EH

|                     |     |
|---------------------|-----|
| システム情報の取得 00H       | 565 |
| カットシートフィーダ制御の設定 01H | 570 |

## システム情報 BIOS 1COH

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 仮想画面の読み取り 01H .....573<br>書き込みページの読み取り 02H .....573<br>表示ページの読み取り 03H .....574<br>表示開始位置の読み取り 04H .....574<br>パレットレジスタの読み取り 05H .....575<br>画面モードに関する情報の取得 0AH .....576<br>現在の表示画面サイズの取得 0BH .....576<br>表示/消去状態の読み取り 11H .....577<br>水平移動範囲の読み取り 12H .....577<br>垂直移動範囲の読み取り 13H .....578<br>サブルーチンの読み取り 14H .....578<br>バルス数/画素比の読み取り 15H .....579<br>仮想画面の読み取り 16H .....579<br>書き込みページの読み取り 17H .....580<br>ボタン左右入れ換え状態の読み取り 18H<br>.....580<br>加速度検出状態の読み取り 19H .....580<br>動作状態の読み取り 1AH .....581 | 電子ボリュームの設定状態読み取り 21H581<br>電子ボリュームミュート設定状態の読み取り<br>22H .....582<br>現在登録されている全サウンド ID の取得<br>23H .....583<br>音声モード使用チャンネル数の取得 24H 584<br>割り込み管理システム情報の設定 30H 584<br>割り込み管理システム情報の取得 31H 585<br>パラメータによる解像度ハンドルの取得<br>40H .....586<br>ページ指定による解像度の取得 41H ...587<br>ピクセル(色数)による解像度の取得 42H<br>.....588<br>画面モード番号による解像度ハンドルの取得<br>43H .....589<br>表示設定可能ページの取得 44H .....590<br>パレット有効ビットの取得 45H .....591<br>VRAM 有効ビットの取得 46H .....593 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 音源割り込み管理 BIOS 1A0H

|                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| マウス対応割り込み処理の登録 01H<br>.....598<br>マウス対応割り込み処理の登録解除 02H<br>.....599<br>サウンド対応割り込み処理の登録 03H<br>.....599<br>サウンド対応割り込み処理の登録解除<br>04H .....600 | マウス割り込み動作回数の取得 05H ...601<br>.....601<br>割り込み処理と割り出し処理の登録解除<br>07H .....601<br>割り込み処理と割り出し処理の登録状態の取<br>得 08H .....602<br>マウス用/サウンド用割り込み処理の登録状<br>態の取得 09H .....603 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## MIDI マネージャ BIOS COH

|                                   |                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| MIDI マネージャのオープン 00H.....623       | SMPTE 開始位置の設定 21H.....635          |
| MIDI マネージャのクローズ 01H.....623       | SMPTE 同期精度の設定 22H.....636          |
| MIDI MANCTRL 情報の取得 02H ...624     | S-MPU 内部時間の設定 23H.....637          |
| RS-MIDI ルーチンの登録 03H .....624      | 実時間から SMPTE 時間への変換 24H<br>.....637 |
| RS-MIDI ルーチンの解除 04H .....625      | SMPTE 時間から実時間への変換 25H<br>.....638  |
| 割り込み処理用エントリ 05H .....625          | リモートモードの設定 26H .....638            |
| 割り出し処理用エントリ 06H .....626          | 同期信号出力の設定 27H .....639             |
| ユーザーコールバックルーチンの登録 07H<br>.....626 | メトロノームの設定 28H .....639             |
| ユーザーコールバックルーチンの取得 08H<br>.....627 | アサインマップの設定 30H .....640            |
| ユーザーコールバックルーチンの解除 09H<br>.....627 | アサインマップの取得 31H .....640            |
| MIDI データ出力 0AH .....628           | アサインフィルタの設定 32H .....641           |
| 演奏の開始 10H .....628                | アサインフィルタの取得 33H .....641           |
| 演奏の終了 11H .....629                | 出力ポートマップの設定 34H .....642           |
| 演奏の一時中断 12H .....629              | 出力ポートマップの取得 35H .....642           |
| 演奏の再開 13H .....630                | 入力ポートマップの設定 36H .....642           |
| 演奏モードの設定 14H .....630             | 入力ポートマップの取得 37H .....643           |
| 演奏位置の取得 16H .....631              | 内蔵音源の初期化 40H .....643              |
| テンポの設定 17H .....632               | 内蔵音源の MIDI データ出力 41H.....643       |
| テンポの取得 18H .....632               | 内蔵音源の MIDI チャネルの設定 42H<br>.....644 |
| 相対テンポの設定 19H .....633             | 内蔵音源の MIDI チャネルの取得 43H<br>.....644 |
| 相対テンポの取得 1AH .....633             | 内蔵音源のマスターボリュームの設定 44H<br>.....644  |
| EUP データ相対テンポの設定 1BH ...633        | 内蔵音源のマスターボリュームの取得 45H<br>.....645  |
| EUP データ相対テンポの取得 1CH ...634        |                                    |
| ステップモードの進行 1DH.....634            |                                    |
| 同期モードの設定 20H .....635             |                                    |

# 第 I 部

## FM TOWNSのハードウェア

ハードウェアの概要

80386CPU の基礎知識

CPU 近傍のデバイス

表示システム

オーディオシステム

CD-ROMドライブ

各種のデバイス



# 第 1 章

## ハードウェアの概要

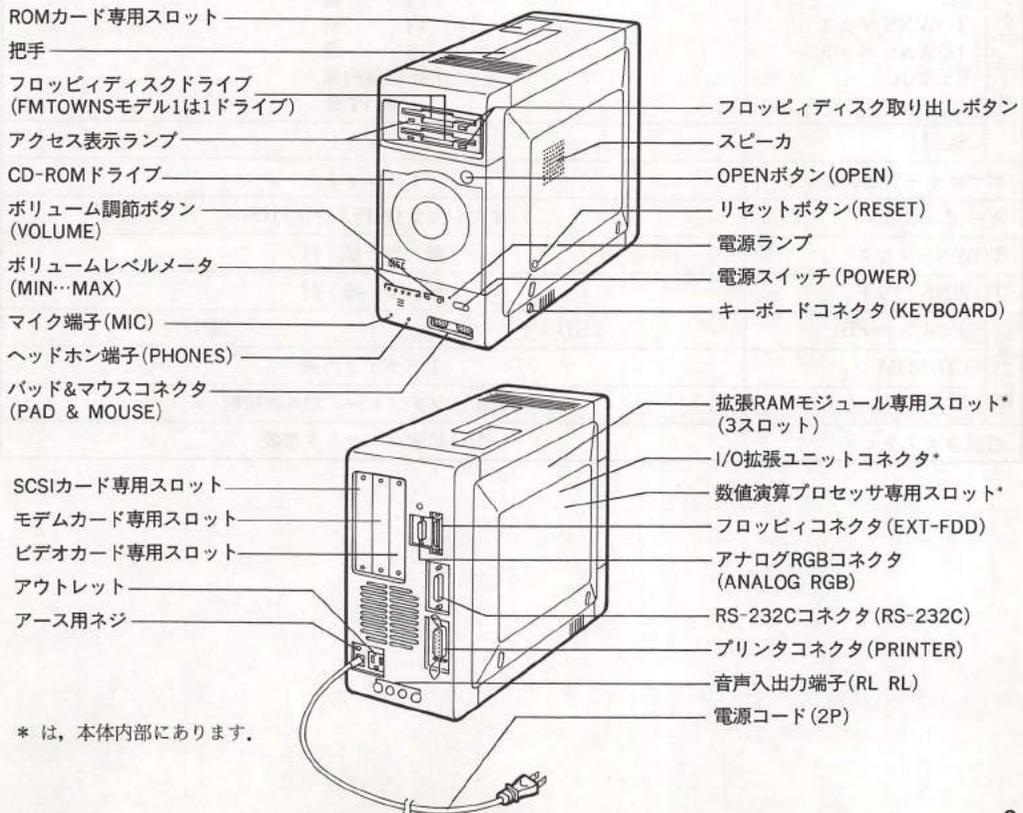
この章では、FM TOWNS 本体と付属機器の外観と仕様、およびメモリマップと I/O インタフェースの概要について解説します。

各部の詳細については、次章以降を参照してください。

### 1.1 FM TOWNS の外観と仕様

FM TOWNS 本体の外観と各部の名称を図 I-1-1 に、仕様を表 I-1-1 に示します。

#### ▼図 I-1-1 FM TOWNS の外観と各部の名称

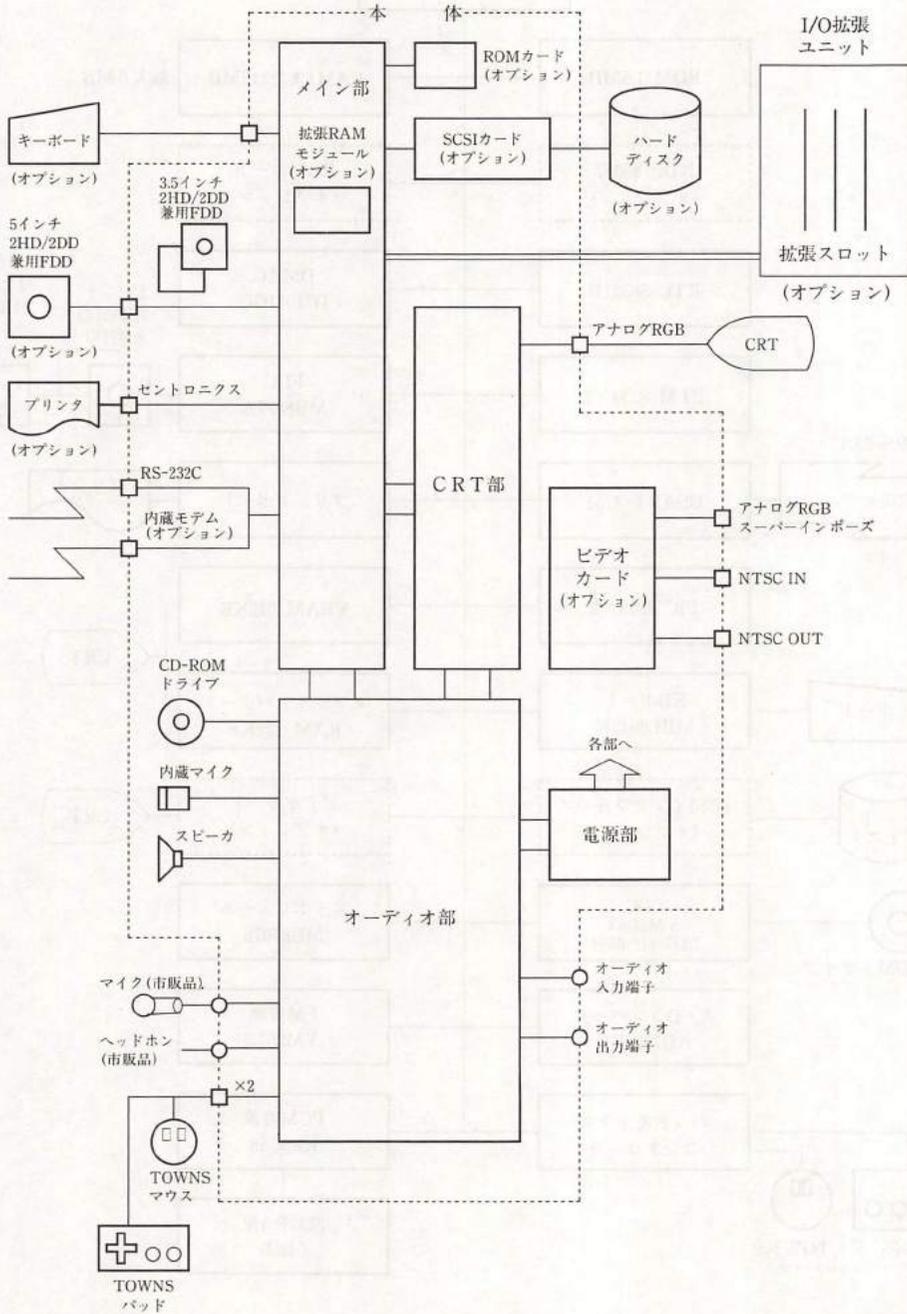


▼表 I-1-1 FM-TOWNS の仕様

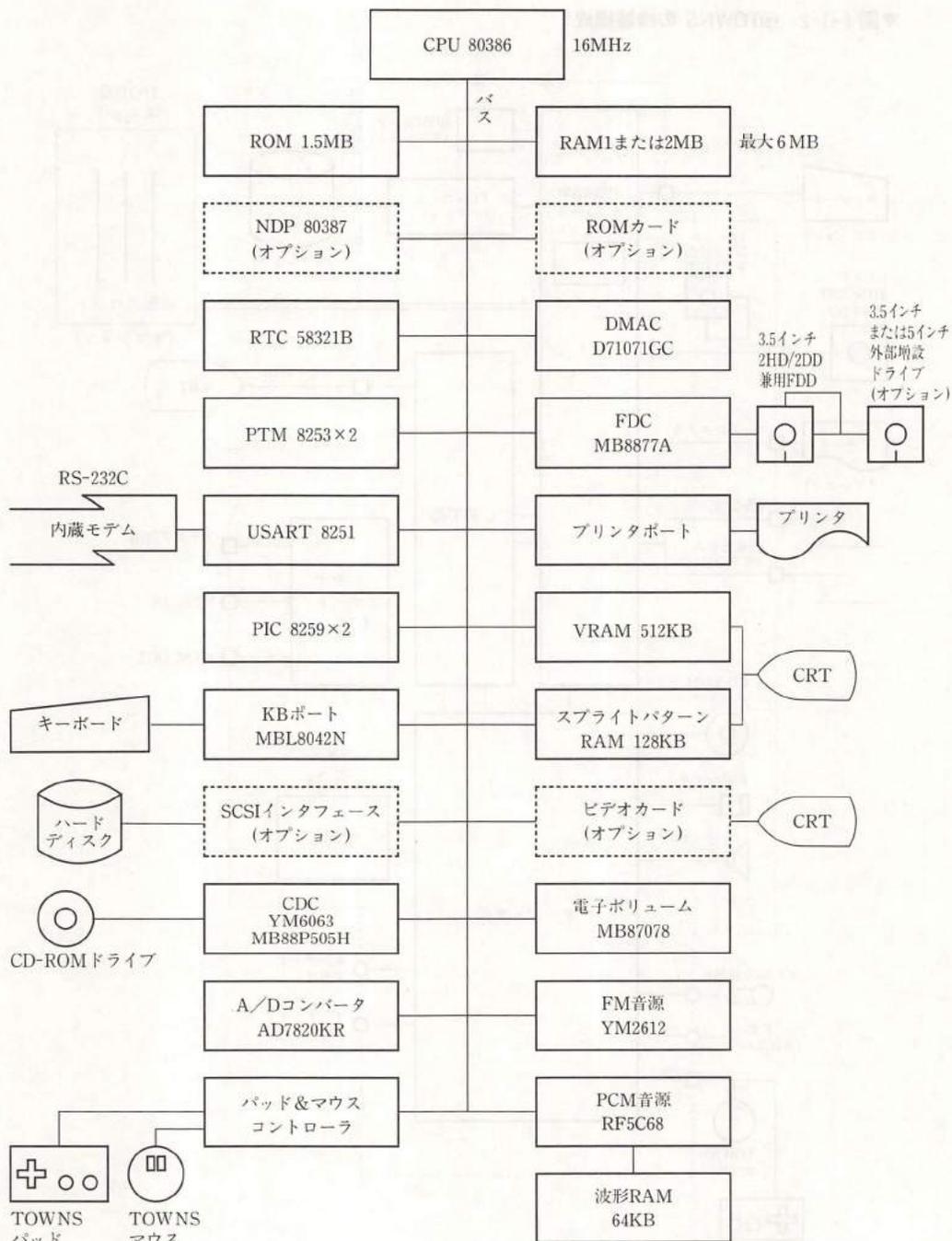
| 項目                                | 仕様                                                                                             |                                                  |       |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------|
|                                   | モデル 1                                                                                          | モデル 2                                            |       |
| CPU<br>数値演算プロセッサ                  | 80386 (16MHz)<br>オプション (80387)                                                                 |                                                  |       |
| システム ROM<br>OS-ROM<br>ROM カードスロット | 256KB<br>512KB<br>1 スロット                                                                       |                                                  |       |
| メイン RAM<br>VRAM<br>スプライト RAM      | 1MB (32ビット)<br>512KB (32ビット)<br>128KB (16ビット)                                                  | 2MB (32ビット)<br>512KB (32ビット)<br>128KB (16ビット)    |       |
| グラフィックス                           | 640×480ピクセル, 256/1677万色 1面または16/4096色 2面<br>320×240ピクセル, 32768色 2面<br>360×240ピクセル, 32768色 2面など |                                                  |       |
| 漢字 ROM<br>辞書 ROM<br>CMOS-RAM      | JIS 第1, 2水準<br>8KB                                                                             | 256KB<br>512KB<br>バッテリバックアップ                     |       |
| PCM 用波形 RAM                       | 64KB                                                                                           |                                                  |       |
| 音源                                | OPLL (FM 音源 6声)<br>PCM 8声                                                                      |                                                  |       |
| 内蔵モデム                             | オプション                                                                                          |                                                  |       |
| 時計機能                              | バッテリバックアップ                                                                                     |                                                  |       |
| インタフェース                           | CRT<br>FD<br>TOWNS マウス<br>TOWNS パッド<br>RS-232C<br>セントロニクス                                      | アナログ RGB 内蔵<br>内蔵<br>内蔵<br>内蔵<br>1 回線内蔵<br>1 個内蔵 |       |
|                                   | SCSI                                                                                           | オプション                                            |       |
| ビデオカード用スロット                       | 1 スロット                                                                                         |                                                  |       |
| キーボード                             | オプション (親指シフト/JIS)                                                                              |                                                  |       |
| TOWNS マウス                         | 標準 添付                                                                                          |                                                  |       |
| TOWNS パッド                         | 標準 添付                                                                                          |                                                  |       |
| 補助記憶                              | 3.5インチ FD                                                                                      | 2HD×1                                            | 2HD×2 |
|                                   | CD-ROM                                                                                         | 1 ドライブ内蔵                                         |       |
|                                   | ハードディスク                                                                                        | SCSI インタフェースで外部接続                                |       |
| 拡張コネクタ                            | I/O 拡張ユニットを接続                                                                                  |                                                  |       |

本体の機器構成を図 I-1-2に、ブロック図を図 I-1-3に示します。各種コントローラについては、3章以降で詳細に説明します。

▼図 I-1-2 FM Towns の機器構成



▼図 I-1-3 FM TOWNSのブロック図



注) サウンドシステムの詳細なブロック図は、第5章を参照してください。

### ● CPU

FM-TOWNS の CPU には、AV 機能を強化するため、大量のデータを高速に処理することができる 16MHz の 80386 が採用されています。

また、オプションの 80387 数値演算プロセッサを本体に装着すると、数値計算を高速に処理できます。80387 は、本体内部の数値演算プロセッサ専用スロットに装着します。

### ● RAM

出荷時に、ユーザープログラムで利用できるメイン RAM として、モデル 1 は 1MB、モデル 2 は 2MB を搭載しています。その外に、VRAM として 512KB、スプライト用の RAM が 128KB、PCM 音源の波形格納用の RAM 64KB があります。

また、オプションの拡張 RAM モジュール (増設メモリ) を、本体内部の拡張 RAM モジュール専用スロットに取り付けると、6MB までメモリを拡張することができます。

### ● ROM

システム用のメモリが 256KB、OS-ROM が 512KB、内蔵されています。その外、漢字 ROM 256KB、辞書 ROM 512KB、バッテリーバックアップされた CMOS-RAM 8KB が内蔵されています。また、本体上部の ROM スロットに、立ち上げ時に自動起動するプログラムを書き込んだ ROM カードを挿入することができます。

### ● キーボード

キーボードは、オプションで JIS キーボードと親指シフトキーボードがあり、それぞれ、テンキーがないものとテンキー付きのものを選択することができます。キーボードインタフェースは、シリアルインタフェース仕様で、FMR-50 と互換性があります。

### ● TOWNS パッド / TOWNS マウス

入力装置として、パッドとインテリジェントマウスが標準装備されています。これまでの FMR シリーズのものと異なる仕様のものであるため、TOWNS パッド、TOWNS マウスと呼んでいます。

### ● フロッピーディスクドライブ (内蔵 / 増設)

3.5 インチ 2HD/2DD 兼用タイプのもので、内蔵されています。モデル 2 では 2 台内蔵しています。モデル 1 では 1 台内蔵していますが、オプションの内蔵マイクロ FD ドライブを取り付けることにより、内蔵ドライブを 2 台にできます。

さらに外付けで、5 インチの 2HD/2DD 兼用タイプの FDD ユニットの 1 台接続できます。

### ●CD-ROMドライブ

読み込み専用の外部補助記憶装置として使われます。CD-ROMは540MBの容量があります。通常のオーディオ用のCDプレーヤとしても使用でき、この場合には、音声はCRTオーディオ部を経由して外部に出力されます。

### ●CRT / アナログRGB出力

高速スプライト、32768色同時表示、16777216色(以後、本書では1677万色と略記する)から256色選択などの高機能なグラフィック表示システムに対応して、ディスプレイの表示方式はアナログRGB方式となっています。

### ●オーディオ関係

音源として、PCM音源(ステレオ同時8音)、FM音源(ステレオ同時6音)があります。また、種々の入出力端子を備えており、電子楽器やAV機器を接続することができます。音源の信号と入力した信号をソフトウェアで音量調整し、ミキシングして出力することができます。

#### 内蔵マイクロフォン

本体にマイクが内蔵されており、モノラルで音声を入力できます。

#### マイク端子

外部マイクを接続するマイク端子です。ステレオマイクも使用できますが、入力経路は1チャンネル分のみのため入力音声は左右が混合されたモノラルとなります。

#### 内蔵スピーカ

モニタ用としてスピーカ1個が内蔵されています。再生される音は左右の音声は混合されたものとなります。

#### ヘッドホン端子

左右2チャンネルの音声出力が出ており、ヘッドホンを接続するとステレオで聞くことができます。

#### 音声入出力端子

アンプやカセットデッキ、ビデオデッキ、電子楽器などを接続することができます。

### ●セントロニクスインタフェース(プリンタインタフェース)

主にプリンタを接続する、パソコンの標準的なインタフェースです。このポートは、8ビットのパラレル(並列)インタフェースで、出力専用です。

### ● RS-232C インタフェース

パソコンのインタフェースとして標準的な RS-232C ポートを内蔵しています。RS-232C ポートはシリアルインタフェースで、双方向の通信が可能です。

FMTOWNS には、この外に専用のモデムカードを挿入できるスロットがあり、ここにも、RS-232C ポートの信号線が出ています。同時に使用できるのはどちらか一方のみです。

### ●スロット

FMTOWNS の背面には、モデムカード、ビデオカード、SCSI カードを装着するための、専用スロットがあります。また、上部には ROM カードを挿入する専用スロットがあります。

### SCSI カード

SCSI インタフェースのハードディスクユニットなどが接続できるカードです。

### モデムカード

専用スロットに装着すると内蔵のモデムとなり、電話回線を通じた信号のやり取りが可能になります。

### ビデオカード

ビデオ入出力端子を備えており、ビデオカメラ、VTR などが接続できるようになり、ビデオデジタイズ、テロップなどさまざまな機能が利用できます。

### ● I/O 拡張ユニット

拡張ユニットには、拡張スロットが3スロット用意されており、拡張カードを装着することによって、FMTOWNS のシステムをさらに拡張することができます。I/O 拡張ユニットには、RS-232C カード (RS-232C ポートが本体付属のものだけでは足りない場合)、MIDI カードなどが接続できます。

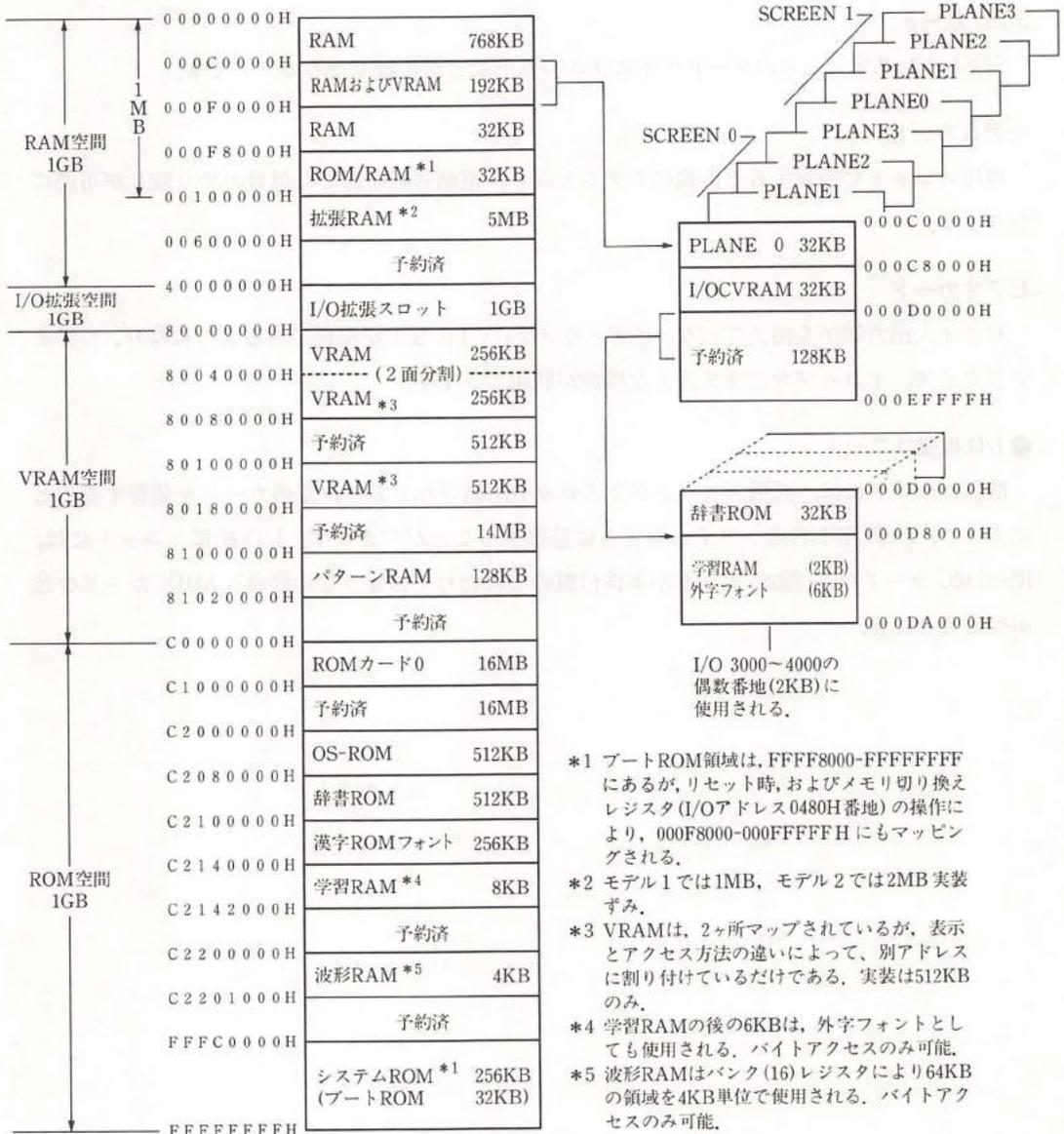
# 1.2 メモリマップとI/Oアドレス概要

ここでは、FM TOWNSのメモリマップとI/Oアドレスの一覧を示します。

## 1.2.1 メモリマップ

図I-1-4に、メモリマップを示します。

▼図I-1-4 メモリマップ



- \*1 ブートROM領域は、FFFF8000-FFFFFFFにあるが、リセット時、およびメモリ切り換えレジスタ(I/Oアドレス0480H番地)の操作により、000F8000-000FFFFFFHにもマッピングされる。
- \*2 モデル1では1MB、モデル2では2MB実装済み。
- \*3 VRAMは、2ヶ所マップされているが、表示とアクセス方法の違いによって、別アドレスに割り付けているだけである。実装は512KBのみ。
- \*4 学習RAMの後の6KBは、外字フォントとしても使用される。バイトアクセスのみ可能。
- \*5 波形RAMはバンク(16)レジスタにより64KBの領域を4KB単位で使用される。バイトアクセスのみ可能。

## 1.2.2 I/O マップ

I/O インタフェースはCPUと入出力装置(CRT、キーボード、CD-ROMなど)とがデータをやりとりする際の仲介の役目をしています。CPUは直接入出力装置に読み書きすることはできず、入出力装置に対してデータの読み書きを行う際には、その入出力装置に割り当てられたI/Oインタフェースを経由して行います。

各種入出力装置は、さまざまな制御用のLSIなどによって構成されています。I/Oインタフェースに書き込みを行うということは、このような制御用のLSIのレジスタなどへの書き込みを行うということを意味します。

CPUにI/Oインタフェースを接続する方式には、メモリマップドI/OとアイソレーテッドI/Oの2種類があります。

### ●メモリマップドI/O

メモリの中の特定の番地をI/Oアドレスとして使用するもので、CPUに6809を使用している8ビット機(ホビー系FMシリーズ)などで採用されています。

### ●アイソレーテッドI/O

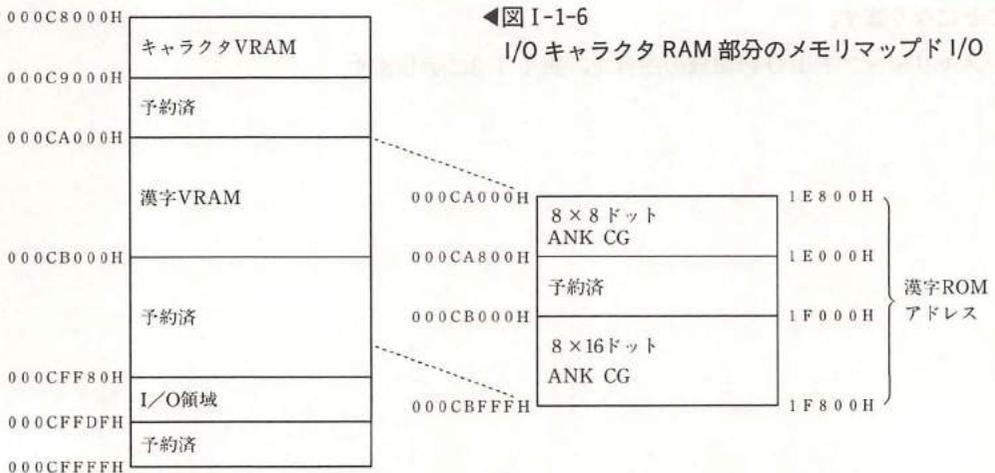
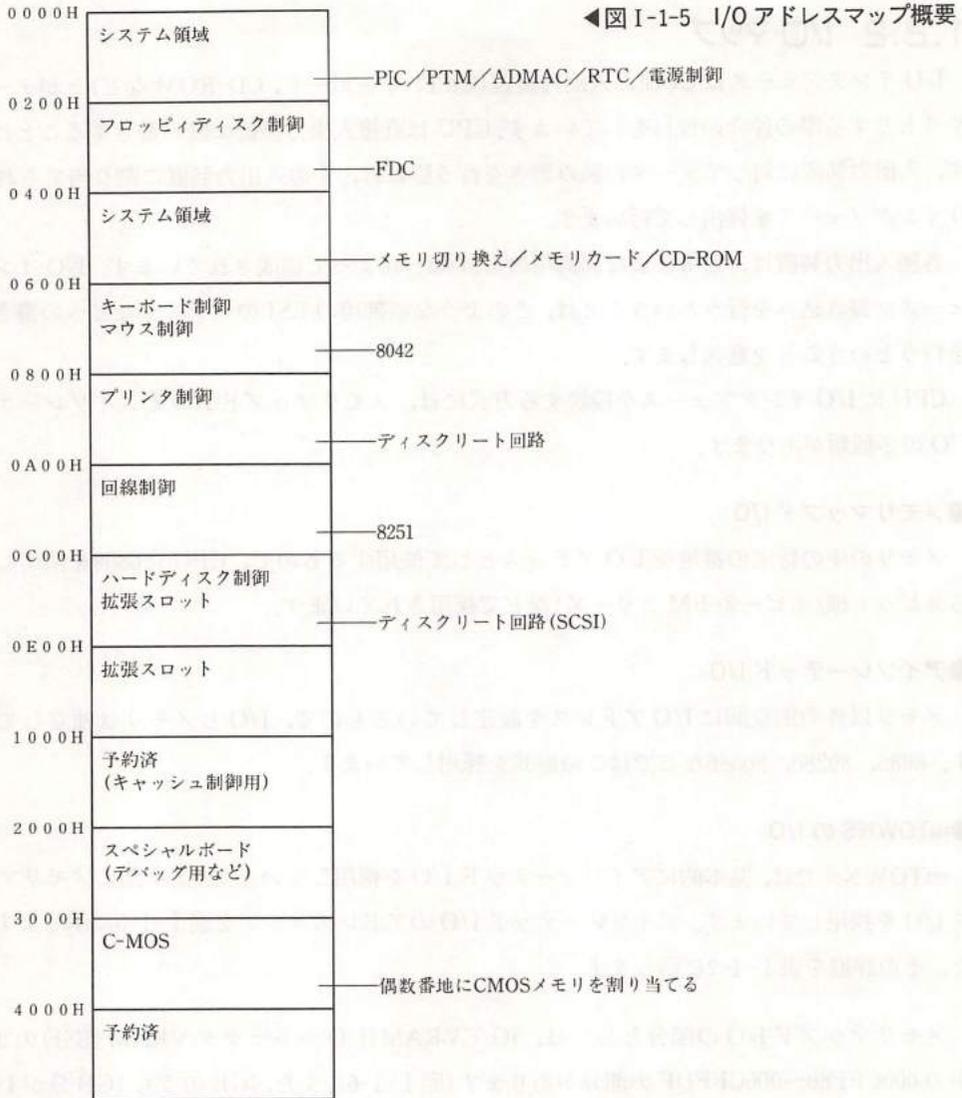
メモリ以外の別空間にI/Oアドレスを設定しているもので、I/Oとメモリは独立しています。8086、80286、80386などではこの形式を採用しています。

### ●FM TOWNSのI/O

FM TOWNSでは、基本的にアイソレーテッドI/Oを採用していますが、一部にメモリマップドI/Oを採用しています。アイソレーテッドI/Oのアドレスマップを図I-1-5に示します。また、その詳細を表I-1-2に示します。

メモリマップドI/Oの部分としては、IO/CVRAM(I/OキャラクタVRAM部分)の32KB中の000CFF80~000CFFDFの部分があります(図I-1-6)。また、4GBのうち1GB分がI/Oの拡張スロット用に当てられており、デバイスの拡張時には、この空間をI/O用として使用することになります。

メモリマップドI/Oの領域の内容を、表I-1-3に示します。



▼表 I-1-2 I/O アドレスマップ表(アイソレーテッド I/O)

| I/O<br>アドレス | レジスタ名                       | R/W | ビット構成      |            |            |            |            |      |      |     | Word<br>/ Byte | 備考                     | 参照       |                        |          |
|-------------|-----------------------------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------|------|-----|----------------|------------------------|----------|------------------------|----------|
|             |                             |     | 7          | 6          | 5          | 4          | 3          | 2    | 1    | 0   |                |                        |          |                        |          |
| 0000        | インタラプトリクエスト<br>レジスタ (マスタ側)  | R   | IR7        | IR6        | IR5        | IR4        | IR3        | IR2  | IR1  | IR0 | B              | PIC<br>(8259A)<br>マスタ  | 表 I-3-2  |                        |          |
|             | インタラプトサービスレ<br>ジスタ (マスタ側)   | R   | IS7        | IS6        | IS5        | IS4        | IS3        | IS2  | IS1  | IS0 |                |                        | 表 I-3-3  |                        |          |
|             | 動作コマンドワード 2<br>(マスタ側)       | W   | R          | SL         | EOI        | 0          | 0          | L2   | L1   | 0   |                |                        | 表 I-3-12 |                        |          |
|             | 動作コマンドワード 3<br>(マスタ側)       | W   | 0          | ESMM       | SMM        | 0          | 1          | P    | PR   | RIS |                |                        | 表 I-3-13 |                        |          |
|             | 初期化コマンドワード 1<br>(マスタ側)      | W   | A7         | A6         | A5         | 1          | LTIM       | ADI  | SNGL | IC4 |                |                        | 表 I-3-7  |                        |          |
| 0002        | インタラプトマスクレジ<br>スタ (マスタ側)    | R   | IR7        | IR6        | IR5        | IR4        | IR3        | IR2  | IR1  | IR0 |                |                        | B        | PIC<br>(8259A)<br>マスタ  | 表 I-3-4  |
|             | 動作コマンドワード 1<br>(マスタ側)       | W   | M7         | M6         | M5         | M4         | M3         | M2   | M1   | M0  |                |                        |          |                        | 表 I-3-11 |
|             | 初期化コマンドワード 2<br>(マスタ側)      | W   | A15/<br>T7 | A14/<br>T6 | A13/<br>T5 | A12/<br>T4 | A11/<br>T3 | A10  | A9   | A8  |                |                        |          |                        | 表 I-3-8  |
|             | 初期化コマンドワード 3<br>(マスタ側)      | W   | S7         | S6         | S5         | S4         | S3         | S2   | S1   | S0  |                |                        |          |                        | 表 I-3-9  |
|             | 初期化コマンドワード 4<br>(マスタ側)      | W   | 0          | 0          | 0          | SFNM       | BUF        | M/S  | AEOI | μPM |                |                        |          |                        | 表 I-3-10 |
| 0010        | インタラプトリクエスト<br>レジスタ (スレーブ側) | R   | IR7        | IR6        | IR5        | IR4        | IR3        | IR2  | IR1  | IR0 | B              | PIC<br>(8259A)<br>スレーブ |          |                        | 表 I-3-2  |
|             | インタラプトサービスレ<br>ジスタ (スレーブ側)  | R   | IS7        | IS6        | IS5        | IS4        | IS3        | IS2  | IS1  | IS0 |                |                        |          |                        | 表 I-3-3  |
|             | 動作コマンドワード 2<br>(スレーブ側)      | W   | R          | SL         | EOI        | 0          | 0          | L2   | L1   | L0  |                |                        |          |                        | 表 I-3-12 |
|             | 動作コマンドワード 3<br>(スレーブ側)      | W   | 0          | ESMM       | SMM        | 0          | 1          | P    | PR   | RIS |                |                        |          |                        | 表 I-3-13 |
|             | 初期化コマンドワード 1<br>(スレーブ側)     | W   | A7         | A6         | A5         | 1          | LTIM       | ADI  | SNGL | IC4 |                |                        |          |                        | 表 I-3-7  |
| 0012        | インタラプトマスクレジスタ<br>(スレーブ側)    | R   | IR15       | IR14       | IR13       | IR12       | IR11       | IR10 | IR9  | IR8 |                |                        | B        | PIC<br>(8259A)<br>スレーブ | 表 I-3-4  |
|             | 動作コマンドワード 1<br>(スレーブ側)      | W   | M15        | M14        | M13        | M12        | M11        | M10  | M9   | M8  |                |                        |          |                        | 表 I-3-11 |
|             | 初期化コマンドワード 2<br>(スレーブ側)     | W   | A15/<br>T7 | A14/<br>T6 | A13/<br>T5 | A12/<br>T4 | A11/<br>T3 | A10  | A9   | A8  |                |                        |          |                        | 表 I-3-8  |
|             | 初期化コマンドワード 3<br>(スレーブ側)     | W   | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | ID2  | ID1  | ID0 |                |                        |          |                        | 表 I-3-9  |
|             | 初期化コマンドワード 4<br>(スレーブ側)     | W   | 0          | 0          | 0          | SFNM       | BUF        | M/S  | AEOI | μPM |                |                        |          |                        | 表 I-3-10 |

| I/O アドレス | レジスタ名                         | R/W | ビット構成                      |                               |      |       |         |         |           |            | Word / Byte | 備考          | 参照       |
|----------|-------------------------------|-----|----------------------------|-------------------------------|------|-------|---------|---------|-----------|------------|-------------|-------------|----------|
|          |                               |     | 7                          | 6                             | 5    | 4     | 3       | 2       | 1         | 0          |             |             |          |
| 0020     | リセット要因レジスタ                    | R   | 不定                         |                               |      |       |         |         | SHUT DOWN | SOFT       | B           |             | 表 I-3-34 |
|          | ソフトリセット、NMI ベクタ プロテクト、ソフト電源制御 | W   | WR PROT                    | POW OFF                       | 0    | 0     | 0       | 0       | 0         | RST        |             |             | 表 I-3-35 |
| 0022     | 電源制御レジスタ                      | W   | 0                          | POW OFF                       | 0    | 0     | 0       | 0       | 0         | 0          | B           |             | 表 I-3-36 |
| 0030     | CPU 識別レジスタ                    | R   | MACHINE-ID                 |                               |      |       | CPU-ID  |         |           |            | B/W         |             | 表 I-3-37 |
|          |                               |     | ID7                        | ID6                           | ID5  | ID4   | ID3     | ID2     | ID1       | ID0        |             |             |          |
| 0031     |                               | R   | MACHINE-ID                 |                               |      |       |         |         |           |            |             |             |          |
|          |                               |     | ID15                       | ID14                          | ID13 | ID12  | ID11    | ID10    | ID9       | ID8        |             |             |          |
| 0032     | シリアル ROM 制御レジスタ               | R   | ID                         | ID                            | 不定   |       |         |         |           | ID DATA    | B           |             | 表 I-3-38 |
|          |                               | W   | RESET                      | CLK                           | CS   | ID    | 0       | 0       | 0         | 0          |             |             |          |
| 0040     | タイマカウントレジスタ PIT1              | R/W | タイマ#0 (インターバルタイマ 307.2kHz) |                               |      |       |         |         |           |            | B           | PIT1 (8253) | 表 I-3-25 |
|          |                               |     | D7                         | D6                            | D5   | D4    | D3      | D2      | D1        | D0         |             |             |          |
| 0042     |                               |     | R/W                        | タイマ#1 (I/O 制御用 307.2kHz)      |      |       |         |         |           |            |             |             |          |
|          |                               |     | D7                         | D6                            | D5   | D4    | D3      | D2      | D1        | D0         |             |             |          |
| 0044     |                               | R/W | タイマ#2 (サウンド 307.2kHz)      |                               |      |       |         |         |           |            | B           |             |          |
|          |                               |     | D7                         | D6                            | D5   | D4    | D3      | D2      | D1        | D0         |             |             |          |
| 0046     | コントロールレジスタ 1 PIT1(#0 ~ #2)    | W   | SC1                        | SC0                           | RL1  | RL0   | M2      | M1      | M0        | BCD        | B           |             | 表 I-3-27 |
| 0050     | タイマカウントレジスタ PIT2              | R/W | タイマ#3 (予約済)                |                               |      |       |         |         |           |            | B           | PIT2 (8253) | 表 I-3-25 |
|          |                               |     |                            | D7                            | D6   | D5    | D4      | D3      | D2        | D1         |             |             |          |
| 0052     |                               |     | R/W                        | タイマ#4 (ポーレートジェネレータ 1.2299kHz) |      |       |         |         |           |            |             |             |          |
|          |                               |     | D7                         | D6                            | D5   | D4    | D3      | D2      | D1        | D0         |             |             |          |
| 0054     |                               | R/W | タイマ#5 (予約済)                |                               |      |       |         |         |           |            | B           |             |          |
|          |                               |     | D7                         | D6                            | D5   | D4    | D3      | D2      | D1        | D0         |             |             |          |
| 0056     | コントロールレジスタ 2 PIT2(#3 ~ #5)    | W   | SC1                        | SC0                           | RL1  | RL0   | M2      | M1      | M0        | BCD        | B           |             | 表 I-3-27 |
| 0060     | 割り込み要因レジスタ                    | R   | 不定                         |                               |      | SOUND | TM1 MSK | TM0 MSK | TM OUT1   | TM OUT0    | B           |             | 表 I-3-29 |
|          | 割り込み制御レジスタ                    | W   | TM0 CLR                    | 0                             | 0    | 0     | 0       | SOUND   | TM1 MSK   | TM0 MSK    | B           |             | 表 I-3-28 |
| 0070     | RTC データレジスタ                   | R   | READY                      | 不定                            |      |       |         |         |           |            | B           | RTC インタフェース | 表 I-3-32 |
|          |                               | W   | 0                          | 0                             | 0    | 0     | D3      | D2      | D1        | D0         | B           |             |          |
| 0080     | RTC コマンドレジスタ                  | W   | CHP SELECT                 | 0                             | 0    | 0     | 0       | READ    | WRITE     | ADRS WRITE | B           |             | 表 I-3-33 |
| 00A0     | イニシャライズレジスタ                   | W   | 0                          | 0                             | 0    | 0     | 0       | 0       | 16B       | RES        | B           | DMAC        | 表 I-3-14 |

| I/O<br>アドレス | レジスタ名          | R/W | ビット構成   |     |      |      |                |       |      |      | Word<br>/ Byte | 備考   | 参照       |          |
|-------------|----------------|-----|---------|-----|------|------|----------------|-------|------|------|----------------|------|----------|----------|
|             |                |     | 7       | 6   | 5    | 4    | 3              | 2     | 1    | 0    |                |      |          |          |
| 00A1        | チャンネルレジスタ      | R   | 不定      |     |      |      | BASE           | SELCH |      |      |                | B    |          | 表 I-3-15 |
|             |                | W   | 0       | 0   | 0    | 0    | 0              | BASE  | SEL3 | SEL2 | SEL1           | SEL0 |          |          |
| 00A2        | カウントレジスタ(下位)   | R/W | C7      | C6  | C5   | C4   | C3             | C2    | C1   | C0   | B/W            |      | 表 I-3-16 |          |
| 00A3        | カウントレジスタ(上位)   | R/W | C15     | C14 | C13  | C12  | C11            | C10   | C9   | C8   |                |      |          |          |
| 00A4        | アドレスレジスタ(下位)   | R/W | A7      | A6  | A5   | A4   | A3             | A2    | A1   | A0   | B/W            |      | 表 I-3-17 |          |
| 00A5        | アドレスレジスタ(中位)   | R/W | A15     | A14 | A13  | A12  | A11            | A10   | A9   | A8   |                |      |          |          |
| 00A6        | アドレスレジスタ(上位)   | R/W | A23     | A22 | A21  | A20  | A19            | A18   | A17  | A16  |                |      |          |          |
| 00A7        | アドレスレジスタ(最上位)  | R/W | A31     | A30 | A29  | A28  | A27            | A26   | A25  | A24  |                |      |          |          |
| 00A8        | デバイスコントロールレジスタ | R/W | AKL     | RQL | EXW  | ROT  | CMP            | DDMA  | AHLD | MTM  | W              | DMAC | 表 I-3-18 |          |
| 00A9        |                | R   | 不定      |     |      |      |                |       |      | WEV  | BHLD           | W    |          |          |
| 00AA        | モードコントロールレジスタ  | R   | TMODE   |     | ADIR | AUTI | TDIR           |       | 不定   | W/B  | B              |      | 表 I-3-19 |          |
|             |                | W   | MD1     | MD0 |      |      | DIR1           | DIR2  |      |      |                |      |          | 0        |
| 00AB        | ステータスレジスタ      | R   | REQUEST |     |      |      | TERMINAL COUNT |       |      |      | B              |      | 表 I-3-20 |          |
|             |                | W   | RQ3     | RQ2 | RQ1  | RQ0  | TC3            | TC2   | TC1  | TC0  |                |      |          |          |
| 00AC        | テンポラリレジスタ(下位)  | R   | T7      | T6  | T5   | T4   | T3             | T2    | T1   | T0   | B              |      | 表 I-3-21 |          |
| 00AD        | テンポラリレジスタ(上位)  | R   | T15     | T14 | T13  | T12  | T11            | T10   | T9   | T8   |                |      |          |          |
| 00AE        | リクエストレジスタ      | R   | 不定      |     |      |      | SRQ3           | SRQ2  | SRQ1 | SRQ0 | B              |      | 表 I-3-22 |          |
|             |                | W   | 0       | 0   | 0    | 0    | 0              | 0     | 0    | 0    |                |      |          |          |
| 00AF        | マスクレジスタ        | R   | 不定      |     |      |      | M3             | M2    | M1   | M0   | B              |      | 表 I-3-23 |          |
|             |                | W   | 0       | 0   | 0    | 0    | 0              | 0     | 0    | 0    |                |      |          |          |
| 00B0        | イニシャライズレジスタ    | W   | 0       | 0   | 0    | 0    | 0              | 0     | 16B  | RES  | B              |      | 表 I-3-14 |          |
| 00B1        | チャンネルレジスタ      | R   | 不定      |     |      |      | BASE           | SELCH |      |      |                | B    |          | 表 I-3-15 |
|             |                | W   | 0       | 0   | 0    | 0    | 0              | BASE  | SEL3 | SEL2 | SEL1           | SEL0 |          |          |
| 00B2        | カウントレジスタ(下位)   | R/W | C7      | C6  | C5   | C4   | C3             | C2    | C1   | C0   | B/W            |      | 表 I-3-16 |          |
| 00B3        | カウントレジスタ(上位)   | R/W | C15     | C14 | C13  | C12  | C11            | C10   | C9   | C8   |                |      |          |          |

| I/O<br>アドレス | レジスタ名          | R/W | ビット構成            |       |              |       |                   |            |        |            | Word<br>/ Byte    | 備考      | 参照      |
|-------------|----------------|-----|------------------|-------|--------------|-------|-------------------|------------|--------|------------|-------------------|---------|---------|
|             |                |     | 7                | 6     | 5            | 4     | 3                 | 2          | 1      | 0          |                   |         |         |
| 00B4        | アドレスレジスタ(下位)   | R/W | A7               | A6    | A5           | A4    | A3                | A2         | A1     | A0         | B/W               |         | 表I-3-17 |
| 00B5        | アドレスレジスタ(中位)   | R/W | A15              | A14   | A13          | A12   | A11               | A10        | A9     | A8         |                   |         |         |
| 00B6        | アドレスレジスタ(上位)   | R/W | A23              | A22   | A21          | A20   | A19               | A18        | A17    | A16        |                   |         |         |
| 00B7        | アドレスレジスタ(最上位)  | R/W | A31              | A30   | A29          | A28   | A27               | A26        | A25    | A24        |                   |         |         |
| 00B8        | デバイスコントロールレジスタ | R/W | AKL              | RQL   | EXW          | ROT   | CMP               | DDMA       | AHLD   | MTM        | W                 | 拡張DMAC  | 表I-3-18 |
| 00B9        |                | R   | 不定               |       |              |       |                   |            | WEV    | BHLD       | W                 |         |         |
| 00BA        | モードコントロールレジスタ  | R   | TMODE<br>MD1 MD0 |       | ADIR<br>AUTI |       | TDIR<br>DIR1 DIR2 |            | 不定     |            | W/B               | B       | 表I-3-19 |
|             |                | W   | TMODE<br>MD1 MD0 |       | ADIR<br>AUTI |       | TDIR<br>DIR1 DIR2 |            | 0      |            |                   |         |         |
| 00BB        | ステータスレジスタ      | R   | REQUEST          |       |              |       | TERMINAL COUNT    |            |        |            | B                 | 表I-3-20 |         |
|             |                |     | RQ3              | RQ2   | RQ1          | RQ0   | TC3               | TC2        | TC1    | TC0        |                   |         |         |
| 00BC        | テンポラリレジスタ(下位)  | R   | T7               | T6    | T5           | T4    | T3                | T2         | T1     | T0         | B                 | 表I-3-21 |         |
| 00BD        | テンポラリレジスタ(上位)  | R   | T15              | T14   | T13          | T12   | T11               | T10        | T9     | T8         |                   |         |         |
| 00BE        | リクエストレジスタ      | R   | 不定               |       |              |       | SRQ3              | SRQ2       | SRQ1   | SRQ0       | B                 | 表I-3-22 |         |
|             |                | W   | 0                | 0     | 0            | 0     |                   |            |        |            |                   |         |         |
| 00BF        | マスクレジスタ        | R   | 不定               |       |              |       | M3                | M2         | M1     | M0         | B                 | 表I-3-23 |         |
|             |                | W   | 0                | 0     | 0            | 0     |                   |            |        |            |                   |         |         |
| 0200        | ステータスレジスタ      | R   | D7               | D6    | D5           | D4    | D3                | D2         | D1     | D0         | B                 | 表I-7-24 |         |
|             | コマンドレジスタ       | W   | D7               | D6    | D5           | D4    | D3                | D2         | D1     | D0         |                   | 表I-7-23 |         |
| 0202        | トラックレジスタ       | R/W | D7               | D6    | D5           | D4    | D3                | D2         | D1     | D0         | FDC<br>(8877A)    | 表I-7-25 |         |
| 0204        | セクタレジスタ        | R/W | D7               | D6    | D5           | D4    | D3                | D2         | D1     | D0         |                   |         |         |
| 0206        | データレジスタ        | R/W | D7               | D6    | D5           | D4    | D3                | D2         | D1     | D0         |                   |         |         |
| 0208        | ドライブステータスレジスタ  | R   | 不定               |       |              |       |                   |            | 3.5FDD | FREADY     | 1                 | B       | 表I-7-26 |
|             | ドライブコントロールレジスタ | W   | 0                | 0     | CLK<br>SEL   | MOTOR | 0                 | HD1<br>SEL | DDEN   | IRQ<br>MSK | FD<br>インタ<br>フェース |         | 表I-7-27 |
| 020C        | ドライブセレクトレジスタ   | W   | 0                | HISPD | 0            | INUSE | DSL3              | DSL2       | DSL1   | DSL0       | B                 | 表I-7-28 |         |

| I/O<br>アドレス       | レジスタ名                     | R/W | ビット構成  |      |      |              |      |           |      |                        | Word<br>/ Byte | 備考          | 参照                    |         |
|-------------------|---------------------------|-----|--------|------|------|--------------|------|-----------|------|------------------------|----------------|-------------|-----------------------|---------|
|                   |                           |     | 7      | 6    | 5    | 4            | 3    | 2         | 1    | 0                      |                |             |                       |         |
| 020E              | ドライブスイッチレジスタ              | R/W | 0      | 0    | 0    | 0            | 0    | 0         | 0    | 0                      | DRV<br>CHG     | B           | FD インタフェース            | 表I-7-29 |
| 0400              | システムステータスレジスタ             | R   | 不定     |      |      |              |      |           |      |                        | 解像度            | B           |                       | 表I-3-39 |
| 0402              | 予約済                       |     |        |      |      |              |      |           |      |                        |                |             |                       |         |
| 0404              | システムステータスレジスタ             | R   | MAIN   | 不定   |      |              |      |           |      |                        |                | B           | VRAM,<br>RAM 切り換えレジスタ | 表I-3-39 |
|                   |                           | W   | MEM    | 0    | 0    | 0            | 0    | 0         | 0    | 0                      | 0              |             |                       |         |
| 0406<br>～<br>043E | 予約済                       |     |        |      |      |              |      |           |      |                        |                |             |                       |         |
| 0440              | アドレスレジスタ                  | W   | 0      | 0    | 0    | RA4          | RA3  | RA2       | RA1  | RA0                    | B              |             |                       |         |
| 0442              | データレジスタ(下位)               | W   | RD7    | RD6  | RD5  | RD4          | RD3  | RD2       | RD1  | RD0                    | W/B            | CRTC        | 表I-4-24               |         |
| 0443              | データレジスタ(上位)               | W   | RD15   | RD14 | RD13 | RD12         | RD11 | RD10      | RD9  | RD8                    | W/B            |             |                       |         |
| 0448              | アドレスレジスタ                  | W   | 0      | 0    | 0    | 0            | 0    | 0         | RA1  | RA0                    | B              | ビデオ出力コントローラ |                       | 表I-4-37 |
| 044A              | データレジスタ                   | W   | RD7    | RD6  | RD5  | RD4          | RD3  | RD2       | RD1  | RD0                    | B              |             |                       |         |
| 044C              | デジタルパレット<br>モディファイフラグレジスタ | R   | DPMD   | 不定   |      |              |      | SPD0      | PAGE | B                      | FMR<br>互換      | 表I-4-38     |                       |         |
| 0450              | アドレスレジスタ                  | R   | 不定     |      |      |              | RA2  | RA1       | RA0  | B                      | スプライトコントローラ    | 表I-4-16     |                       |         |
|                   |                           | W   | 0      | 0    | 0    | 0            | 0    |           |      |                        |                |             |                       |         |
| 0452              | データレジスタ                   | R/W | RD7    | RD6  | RD5  | RD4          | RD3  | RD2       | RD1  | RD0                    | B              |             |                       |         |
| 0458              | アドレスレジスタ                  | R   | 不定     |      |      |              | RA1  | RA0       | B    | VRAM<br>アクセス<br>コントローラ | 表I-4-5         |             |                       |         |
|                   |                           | W   | 0      | 0    | 0    | 0            | 0    | 0         |      |                        |                |             |                       |         |
| 045A              | データレジスタ(下位)               | R/W | RD7    | RD6  | RD5  | RD4          | RD3  | RD2       | RD1  | RD0                    | W/B            |             |                       |         |
| 045B              | データレジスタ(上位)               | R/W | RD15   | RD14 | RD13 | RD12         | RD11 | RD10      | RD9  | RD8                    |                |             |                       |         |
| 0480              | メモリ切り換えレジスタ               | R   | 不定     |      |      |              | RAM  | 辞書<br>ROM | B    | 表I-3-40                |                |             |                       |         |
|                   |                           | W   | 0      | 0    | 0    | 0            | 0    | 0         |      |                        |                |             |                       |         |
| 0484              | 辞書 ROM                    | R   | 不定     |      |      |              | DBK3 | DBK2      | DBK1 | DBK0                   | B              | 表I-3-41     |                       |         |
|                   |                           | W   | 0      | 0    | 0    | 0            |      |           |      |                        |                |             |                       |         |
| 0486<br>～<br>0488 | 予約済                       |     |        |      |      |              |      |           |      |                        |                |             |                       |         |
| 048A              | メモ리카ードステータス               | R   | CHANGE | 不定   | RED  | YELLOW (RDY) | CD-0 | CD-1      | WP   | B                      | 表I-3-42        |             |                       |         |
| 048C<br>～<br>04BE | 予約済                       |     |        |      |      |              |      |           |      |                        |                |             |                       |         |

| I/O<br>アドレス | レジスタ名             | R/W | ビット構成                |                |                |                |                |                |                |                | Word<br>/ Byte | 備考                  | 参照       |
|-------------|-------------------|-----|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|----------|
|             |                   |     | 7                    | 6              | 5              | 4              | 3              | 2              | 1              | 0              |                |                     |          |
| 04C0        | マスタステータスレジスタ      | R   | SIRQ                 | DEI            | STSF           | DTSF           | 不定             |                | SRQ            | DRY            | B              |                     | 表 I-6-2  |
|             | マスタコントロールレジスタ     | W   | SMIC                 | DEIC           | 0              | 0              | 0              | SRST           | SMIM           | DEIM           |                |                     | 表 I-6-1  |
| 04C2        | ステータスレジスタ         | R   | D7                   | D6             | D5             | D4             | D3             | D2             | D1             | D0             | B              |                     | 表 I-6-5  |
|             | コマンドレジスタ          | W   | TYPE                 | IRQ            | STATUS         | COMMAND CODE   |                |                |                |                |                |                     | 表 I-6-3  |
| 04C4        | データレジスタ           | R   | D7                   | D6             | D5             | D4             | D3             | D2             | D1             | D0             | B              | CDC                 | 表 I-6-7  |
|             | パラメータレジスタ         | W   | D7                   | D6             | D5             | D4             | D3             | D2             | D1             | D0             |                |                     | 表 I-6-4  |
| 04C6        | 転送制御レジスタ          | W   | 0                    | 0              | 0              | DTS            | STS            | 0              | 0              | 0              | B              |                     | 表 I-6-6  |
| 04CC        | CD サブコードステータスレジスタ | R   | 不定                   |                |                |                |                |                | OVER<br>RUN    | SUBC<br>DATR   | B              |                     | 表 I-6-8  |
| 04CD        | CD サブコードデータレジスタ   | R   | SUBC<br>P-DATA       | SUBC<br>Q-DATA | SUBC<br>R-DATA | SUBC<br>S-DATA | SUBC<br>T-DATA | SUBC<br>U-DATA | SUBC<br>V-DATA | SUBC<br>W-DATA | B              |                     | 表 I-6-9  |
| 04D0        | パッド 1 入力レジスタ      | R   | 不定                   | COM            | TRIG2          | TRIG1          | RIGHT1         | LEFT           | BACK           | FWD            | B              | パッドイン<br>タフューズ      | 表 I-7-9  |
| 04D2        | パッド 2 入力レジスタ      | R   | 不定                   | COM            | TRIG2          | TRIG1          | RIGHT1         | LEFT           | BACK           | FWD            | B              |                     |          |
| 04D5        | FM・PCM ミュートレジスタ   | R   | 不定                   |                |                |                |                |                | FM<br>MUTE     | PCM<br>MUTE    | B              | ミュート<br>レジスタ        | 表 I-5-43 |
|             |                   | W   | 0                    | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |                |                |                |                     |          |
| 04D6        | パッド出力レジスタ         | W   | 0                    | 0              | JOY2<br>COM    | JOY1<br>COM    | JOY2<br>TRIG2  | JOY1<br>TRIG1  | JOY1<br>TROC2  | JOY1<br>TRIG1  | B              | パッドイン<br>タフューズ      | 表 I-7-10 |
| 04D8        | ステータスレジスタ         | R   | BUSY                 | 不定             |                |                |                |                | FLAG<br>B      | FLAG<br>A      | B              |                     |          |
|             | アドレスレジスタ 0        | W   | タイマ, チャネル 1~3 アドレス   |                |                |                |                |                |                |                |                |                     |          |
| 04DA        | データレジスタ 0         | W   | タイマ, チャネル 1~3 ライトデータ |                |                |                |                |                |                |                | B              | FM 音源<br>(YM2612)   | 表 I-5-21 |
|             |                   |     | D7                   | D6             | D5             | D4             | D3             | D2             | D1             | D0             |                |                     |          |
| 04DC        | アドレスレジスタ 1        | W   | チャネル 4~6 アドレス        |                |                |                |                |                |                |                | B              |                     |          |
|             |                   |     | A7                   | A6             | A5             | A4             | A3             | A2             | A1             | A0             |                |                     |          |
| 04DE        | データレジスタ 1         | W   | チャネル 4~6 ライトデータ      |                |                |                |                |                |                |                | B              |                     |          |
|             |                   |     | D7                   | D6             | D5             | D4             | D3             | D2             | D1             | D0             |                |                     |          |
| 04E0        | ボリューム 1 DATA レジスタ | R   | 不定                   |                | D5             | D4             | D3             | D2             | D1             | D0             | B              |                     |          |
|             |                   | W   | 0                    | 0              |                |                |                |                |                |                |                |                     |          |
| 04E1        | ボリューム 1 COM レジスタ  | R   | 不定                   |                |                | C32            | C0             | EN             | CH1            | CH0            | B              | 電子ボリ<br>ュームレ<br>ジスタ | 表 I-5-1  |
|             |                   | W   | 0                    | 0              | 0              |                |                |                |                |                |                |                     |          |
| 04E2        | ボリューム 2 DATA レジスタ | R   | 不定                   |                | D5             | D4             | D3             | D2             | D1             | D0             | B              |                     |          |
|             |                   | W   | 0                    | 0              |                |                |                |                |                |                |                |                     |          |
| 04E3        | ボリューム 2 COM レジスタ  | R   | 不定                   |                |                | C32            | C0             | EN             | CH1            | CH0            | B              |                     |          |
|             |                   | W   | 0                    | 0              | 0              |                |                |                |                |                |                |                     |          |

| I/O<br>アドレス       | レジスタ名                   | R/W    | ビット構成       |      |      |      |          |            |            |               | Word<br>/ Byte | 備考                 | 参照       |
|-------------------|-------------------------|--------|-------------|------|------|------|----------|------------|------------|---------------|----------------|--------------------|----------|
|                   |                         |        | 7           | 6    | 5    | 4    | 3        | 2          | 1          | 0             |                |                    |          |
| 04E7              | AD サンプルング<br>データレジスタ    | R      | SD7         | SD6  | SD5  | SD4  | SD3      | SD2        | SD1        | SD0           | B              | AD<br>コンバータ        | 表 I-5-4  |
| 04E8              | AD サンプルング<br>フラグレジスタ    | R<br>W | 不定          |      |      |      |          |            |            | サンプリング<br>フラグ | B              |                    | 表 I-5-5  |
| 04E9              | INT13<br>割り込み要因レジスタ     | R      | 不定          |      |      |      | PCM      | 不定         |            | FM            | B              |                    | 表 I-5-17 |
| 04EA              | PCM<br>割り込みマスクレジスタ      | R/W    | M7          | M6   | M5   | M4   | M3       | M2         | M1         | M0            | B              | PCM 音源             | 表 I-5-14 |
| 04EB              | PCM 割り込みレジスタ            | R      | IF7         | IF6  | IF5  | IF4  | IF3      | IF2        | IF1        | IF0           | B              |                    | 表 I-5-15 |
| 04EC              | オーディオレジスタ               | R<br>W | LOFF        | MUTE | 不定   |      |          |            |            |               | B              |                    | 表 I-5-42 |
| 04F0              | ENV データレジスタ             | W      | ENV         |      |      |      |          |            |            |               | B              |                    | 表 I-5-10 |
| 04F1              | PAN データレジスタ             | W      | RIGHT       |      |      |      | LEFT     |            |            |               | B              |                    | 表 I-5-11 |
|                   |                         |        | PAN3        | PAN2 | PAN1 | PAN0 | PAN3     | PAN2       | PAN1       | PAN0          |                |                    |          |
| 04F2              | FDL データレジスタ             | W      | D7          | D6   | D5   | D4   | D3       | D2         | D1         | D0            | B              |                    | 表 I-5-8  |
| 04F3              | FDH データレジスタ             | W      | D7          | D6   | D5   | D4   | D3       | D2         | D1         | D0            | B              | PCM 音源<br>(RF5C68) |          |
| 04F4              | LSL データレジスタ             | W      | AD7         | AD6  | AD5  | AD4  | AD3      | AD2        | AD1        | AD0           | B              |                    | 表 I-5-9  |
| 04F5              | LSH データレジスタ             | W      | AD15        | AD14 | AD13 | AD12 | AD11     | AD10       | AD9        | AD8           | B              |                    |          |
| 04F6              | ST データレジスタ              | W      | AD15        | AD14 | AD13 | AD12 | AD11     | AD10       | AD9        | AD8           | B              |                    | 表 I-5-7  |
| 04F7              | コントロールレジスタ              | W      | ON/<br>OFF  | MOD  | 0    | 0    | WB3<br>0 | WB2<br>CB2 | WB1<br>CB1 | WB0<br>CB0    | B              |                    | 表 I-5-12 |
| 04F8              | チャンネル ON/<br>OFF レジスタ   | W      | CH8         | CH7  | CH6  | CH5  | CH4      | CH3        | CH2        | CH1           | B              |                    | 表 I-5-13 |
| 0500<br>~<br>0502 | 予約済                     |        |             |      |      |      |          |            |            |               |                |                    |          |
| 05C0              | NMI マスクレジスタ             | R      | 不定          |      |      |      | BNMI     | 不定         |            |               | B              |                    | 表 I-3-43 |
|                   |                         | W      | 0           | 0    | 0    | 0    |          | 0          | 0          | 0             |                |                    |          |
| 05C2              | NMI ステータスレジスタ           | R      | 不定          |      |      |      | BNMI     | 不定         |            |               | B              |                    | 表 I-3-44 |
| 05C4<br>~<br>05C6 | 予約済                     |        |             |      |      |      |          |            |            |               |                |                    |          |
| 05C8              | TVRAM 書き込み<br>レジスタ      | R      | MD          | 不定   |      |      |          |            |            | B             |                | 表 I-3-45           |          |
| 05CA              | VSYNC 割り込み原因<br>クリアレジスタ | W      | WRITE → クリア |      |      |      |          |            |            | B             |                | 表 I-3-46           |          |

| I/O<br>アドレス       | レジスタ名                   | R/W | ビット構成 |               |            |            |      |            |            |            | Word<br>/<br>Byte | 備考                   | 参照      |                        |          |
|-------------------|-------------------------|-----|-------|---------------|------------|------------|------|------------|------------|------------|-------------------|----------------------|---------|------------------------|----------|
|                   |                         |     | 7     | 6             | 5          | 4          | 3    | 2          | 1          | 0          |                   |                      |         |                        |          |
| 05CC<br>～<br>05D0 | 予約済                     |     |       |               |            |            |      |            |            |            |                   |                      |         |                        |          |
| 05E0<br>～<br>05FE | 予約済                     |     |       |               |            |            |      |            |            |            |                   |                      |         |                        |          |
| 0600              | キーボードデータレジスタ            | R   | D7    | D6            | D5         | D4         | D3   | D2         | D1         | D0         | B                 |                      | 表 I-7-4 |                        |          |
|                   | 8042 データレジスタ            | W   | D7    | D6            | D5         | D4         | D3   | D2         | D1         | D0         | B                 |                      | 表 I-7-6 |                        |          |
| 0602              | ステータスレジスタ               | R   | ST7   | ST6           | ST5        | ST4        | F1   | F0         | IBF        | OBF        | B                 | キーボード<br>インタ<br>フェース | 表 I-7-5 |                        |          |
|                   | コマンドレジスタ                | W   | D7    | D6            | D5         | D4         | D3   | D2         | D1         | D0         | B                 |                      | 表 I-7-2 |                        |          |
| 0604              | 割り込み要因フラグ<br>レジスタ       | R   | 不定    |               |            |            |      | NMI        | KBINT      |            |                   | B                    |         | 表 I-7-7                |          |
|                   | 割り込み制御レジスタ              | W   | 0     | 0             | 0          | 0          | 0    | 0          | 0          | KBMSK      |                   |                      | B       | 表 I-7-8                |          |
| 0800              | ステータスレジスタ 1             | R   | BUSY  | PE            | FUSE       | THSN       | POW  | ACK        | FAULT      | PREADY     |                   |                      | B       | 表 I-7-14               |          |
|                   | データレジスタ                 | W   | D7    | D6            | D5         | D4         | D3   | D2         | D1         | D0         |                   |                      | B       | 表 I-7-13               |          |
| 0802              | ステータスレジスタ 2             | R   | 不定    |               |            |            | SLCT | RINF3      | RINF2      | RINF1      |                   |                      | B       | プリンタ<br>インタ<br>フェース    | 表 I-7-15 |
|                   | コントロールレジスタ              | W   | 0     | 0             | 0          | 0          | 0    | EX<br>PRM  | IN<br>PRM  | DMA        |                   |                      | B       | 表 I-7-17               |          |
| 0804              | 割り込み制御レジスタ              | W   | 0     | 0             | 0          | 0          | 0    | 0          | ACK<br>MSK | FLT<br>MSK |                   |                      | B       | 表 I-7-16               |          |
| 0A00              | 受信データレジスタ               | R   | D7    | D6            | D5         | D4         | D3   | D2         | D1         | D0         |                   |                      | B       | 表 I-7-39               |          |
|                   | 送信データレジスタ               | W   |       |               |            |            |      |            |            |            |                   |                      |         |                        |          |
| 0A02              | ステータスレジスタ 1             | R   | DSR   | SYNDET<br>/BD | FE         | OE         | PE   | TxE        | RxRDY      | TxRDY      |                   |                      | B       | USART<br>(8251)        | 表 I-7-38 |
|                   | 同期モードレジスタ               | W   | SCS   | ESD           | EP         | PEN        | L2   | L1         | 0          | 0          |                   |                      | B       |                        | 表 I-7-36 |
|                   | 非同期モードレジスタ              | W   | S2    | S1            | EP         | PEN        | L2   | L1         | B2         | B1         |                   |                      | B       |                        | 表 I-7-35 |
|                   | コマンドレジスタ                | W   | EH    | IR            | RTS        | ERR<br>RST | SBRK | RxEN       | DTR        | TxE        |                   |                      | B       |                        | 表 I-7-37 |
| 0A04              | ステータスレジスタ 2             | R   | 不定    |               |            |            | DSR  | CD         | CS         | CI         |                   |                      | B       | 表 I-7-40               |          |
| 0A06              | 割り込み要因レジスタ              | R   | 不定    |               |            |            |      | CI         | CS         | RSINT      |                   |                      | B       | RS-232C<br>インタ<br>フェース | 表 I-7-41 |
| 0A08              | 割り込み制御/クロック<br>切り換えレジスタ | W   | TxC   | RxC           | EXT<br>DTR | CI         | CS   | SYN<br>DET | RxRDY      | TxRDY      |                   |                      | B       | 表 I-7-42               |          |

| I/O<br>アドレス | レジスタ名                | R/W | ビット構成 |       |        |     |                 |                 |                 |                 | Word<br>/<br>Byte | 備考                     | 参照      |
|-------------|----------------------|-----|-------|-------|--------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------------------|---------|
|             |                      |     | 7     | 6     | 5      | 4   | 3               | 2               | 1               | 0               |                   |                        |         |
| 0A0A        | モデム制御レジスタ            | R   | ENBL  | MODEM | MODBNS | 不定  |                 |                 |                 |                 | B                 | RS-232C<br>インタ<br>フェース | 表I-7-43 |
|             |                      | W   |       |       | 0      | 0   | 0               | 0               | 0               |                 |                   |                        |         |
| 0C30        | データレジスタ              | R/W | D7    | D6    | D5     | D4  | D3              | D2              | D1              | D0              | B                 |                        | 表I-7-33 |
| 0C32        | ステータスレジスタ            | R   | REQ   | I/O   | MSG    | C/D | BUSY            | 不定              | INT             | PERR            | B                 | SCSI<br>インタ<br>フェース    | 表I-7-32 |
|             | コントロールレジスタ           | W   | WEN   | IMSK  | 0      | ATN | 0               | SEL             | DMAE            | RST             | B                 |                        | 表I-7-31 |
| FD90        | アナログパレットコード          | R/W | P7    | P6    | P5     | P4  | P3              | P2              | P1              | P0              | B                 |                        |         |
| FD92        | 青色のパレットデータ           | R/W | BL7   | BL6   | BL5    | BL4 | BL3             | BL2             | BL1             | BL0             | B                 | アナログ<br>パレット<br>レジスタ   | 表I-4-6  |
| FD94        | 赤色のパレットデータ           | R/W | RL7   | RL6   | RL5    | RL4 | RL3             | RL2             | RL1             | RL0             | B                 |                        |         |
| FD96        | 緑色のパレットデータ           | R/W | GL7   | GL6   | GL5    | GL4 | GL3             | GL2             | GL1             | GL0             | B                 |                        |         |
| FD98        | パレットデータ 0            | R   | 不定    |       |        |     | C3              | C2              | C1              | C0              | B                 | デジタル<br>パレット<br>レジスタ   | 表I-4-40 |
|             |                      | W   | 0     | 0     | 0      | 0   |                 |                 |                 |                 |                   |                        |         |
| FD99        | パレットデータ 1            | R   | 不定    |       |        |     | C3              | C2              | C1              | C0              | B                 |                        |         |
|             |                      | W   | 0     | 0     | 0      | 0   |                 |                 |                 |                 |                   |                        |         |
| FD9A        | パレットデータ 2            | R   | 不定    |       |        |     | C3              | C2              | C1              | C0              | B                 |                        |         |
|             |                      | W   | 0     | 0     | 0      | 0   |                 |                 |                 |                 |                   |                        |         |
| FD9B        | パレットデータ 3            | R   | 不定    |       |        |     | C3              | C2              | C1              | C0              | B                 |                        |         |
|             |                      | W   | 0     | 0     | 0      | 0   |                 |                 |                 |                 |                   |                        |         |
| FD9C        | パレットデータ 4            | R   | 不定    |       |        |     | C3              | C2              | C1              | C0              | B                 |                        |         |
|             |                      | W   | 0     | 0     | 0      | 0   |                 |                 |                 |                 |                   |                        |         |
| FD9D        | パレットデータ 5            | R   | 不定    |       |        |     | C3              | C2              | C1              | C0              | B                 |                        |         |
|             |                      | W   | 0     | 0     | 0      | 0   |                 |                 |                 |                 |                   |                        |         |
| FD9E        | パレットデータ 6            | R   | 不定    |       |        |     | C3              | C2              | C1              | C0              | B                 |                        |         |
|             |                      | W   | 0     | 0     | 0      | 0   |                 |                 |                 |                 |                   |                        |         |
| FD9F        | パレットデータ 7            | R   | 不定    |       |        |     | C3              | C2              | C1              | C0              | B                 |                        |         |
|             |                      | W   | 0     | 0     | 0      | 0   |                 |                 |                 |                 |                   |                        |         |
| FDA0        | SUB ステータスレジスタ        | R   | 不定    |       |        |     |                 |                 | HSYNC           | VSYNC           | B                 | FMR<br>互換              | 表I-4-45 |
|             | CRT 出力コントロ<br>ールレジスタ | W   | 0     | 0     | 0      | 0   | 画面レイア0<br>COLOR | 画面レイア1<br>GREEN | 画面レイア0<br>COLOR | 画面レイア1<br>GREEN | B                 |                        | 表I-4-39 |

▼表 I-1-3 I/O アドレスマップ表(メモリマップド I/O)

| I/O アドレス                                                                 | レジスタ名                            | R/W | ビット構成                    |      |               |                    |                |      |      |       | Word / Byte | 備考        | 参照        |          |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----|--------------------------|------|---------------|--------------------|----------------|------|------|-------|-------------|-----------|-----------|----------|
|                                                                          |                                  |     | 7                        | 6    | 5             | 4                  | 3              | 2    | 1    | 0     |             |           |           |          |
| 000C<br>FF80                                                             | MIX レジスタ                         | R   | 不定                       |      | CURSOR<br>LSB | 不定                 | WIDTH          | 不定   |      |       | B           | ダミー       | 表 I-4-42  |          |
|                                                                          |                                  | W   | 0                        | 0    |               | 0                  |                | 0    | 0    | 0     |             |           |           |          |
| 000C<br>FF81                                                             | グラフィック VRAM<br>更新モードレジスタ         | R   | READOUT CNTRL            |      | 不定            |                    | RAM SELECT BIT |      |      |       | B           | FMR<br>互換 | 表 I-4-43  |          |
|                                                                          |                                  |     | RC2                      | RC1  |               |                    | RAM4           | RAM3 | RAM2 | RAM1  |             |           |           |          |
|                                                                          |                                  | W   | READOUT CNTRL            |      | 0             | 0                  | RAM SELECT BIT |      |      |       |             |           |           |          |
|                                                                          |                                  |     | RC2                      | RC1  |               |                    | RAM4           | RAM3 | RAM2 | RAM1  |             |           |           |          |
| 000C<br>FF82                                                             | グラフィック VRAM<br>ディスプレイモード<br>レジスタ | R   | 不定                       |      |               |                    |                |      |      |       | B           | FMR<br>互換 | 表 I-4-41  |          |
|                                                                          |                                  | W   | 0                        | 1    | RAM           | PAGE SELECT<br>PS2 | 0              | RAM3 | RAM2 | RAM1  |             |           |           |          |
| 000C<br>FF83                                                             | グラフィック VRAM<br>ページセレクトレジスタ       | R   | 不定                       |      |               | PAGE SELECT<br>PS2 | 0              | 不定   |      |       |             | B         | FMR<br>互換 | 表 I-4-44 |
|                                                                          |                                  | W   | 0                        | 0    | 0             | PAGE SELECT<br>PS2 | 0              | 0    | 0    | 0     |             |           |           |          |
| 000C<br>FF84                                                             | FIRQ レジスタ                        | R   | 0                        | 不定   |               |                    |                |      |      |       |             | B         | 予備        | 表 I-3-47 |
| 000C<br>FF86                                                             | STATUS レジスタ                      | R   | HSYNSC                   | 不定   | 1             | 不定                 | VSYSN          | 不定   |      |       |             | B         | FMR<br>互換 | 表 I-4-46 |
| 000C<br>FF88<br>~<br>000C<br>FF8F                                        | 予約済                              |     |                          |      |               |                    |                |      |      |       |             |           |           |          |
| 000C<br>FF94<br><br>000C<br>FF95<br><br>000C<br>FF96<br><br>000C<br>FF97 | 漢字 CG<br>アクセスレジスタ                | R   | L2CG                     | 不定   |               |                    |                |      |      |       | B           | 表 I-3-48  |           |          |
|                                                                          |                                  | W   | KC15                     | KC14 | KC13          | KC12               | KC11           | KC10 | KC9  | KC8   | B           |           |           |          |
|                                                                          |                                  | W   | KC7                      | KC6  | KC5           | KC4                | KC3            | KC2  | KC1  | KC0   | B           |           |           |          |
|                                                                          |                                  | R/W | D15                      | D14  | D13           | D12                | D11            | D10  | D9   | D8    | B           |           |           |          |
|                                                                          |                                  | R/W | D7                       | D6   | D5            | D4                 | D3             | D2   | D1   | D0    | B           |           |           |          |
| 000C<br>FF98                                                             | ブザー制御レジスタ                        | R/W | Read → ON<br>Write → OFF |      |               |                    |                |      |      |       | B           |           | 表 I-3-49  |          |
| 000C<br>FF99                                                             | 漢字 VRAM レジスタ                     | W   | 0                        | 0    | 0             | 0                  | 0              | 0    | 0    | ANKCG | B           |           | 表 I-3-50  |          |
| 000C<br>FFA0                                                             | 論理演算レジスタ                         | R   | ESTART                   |      |               |                    |                |      |      |       |             | B         |           | 表 I-3-51 |
| 000C<br>FFA1<br>~<br>000C<br>FFB5                                        | 予約済                              |     |                          |      |               |                    |                |      |      |       |             |           |           |          |

# 第 2 章

## 80386CPUの基礎知識

この章では、FM TOWNS に採用されている 80386CPU の概要を説明します。80386は、広大なメモリ空間を扱える高速な CPU です。また、マルチタスク OS を強く意識して設計されており、従来の CPU と比べ、OS を作成する際に有用な機能が大幅に拡張されています。

章の前半では、ソフトウェアで参照できるレジスタについて、その種類や特徴などを説明します。

後半では、80386を特徴づけているアドレス生成機構と記憶保護機構などを扱います。この部分は、OS に関する内容が多いので、OS 上で動作するアプリケーションプログラムなどを作成するにはほとんど無縁ですが、FM TOWNS の基本 OS である TOWNSOS でどのような処理が行われているかを理解する手助けにはなることと思います。

なお、80386CPU は非常に強力な(機能の豊富な)CPU であり、この紙幅では全体を詳細に述べることはできません。詳しい知識が必要な場合は、80386CPU の解説書を参照してください。

### 2.1 80386CPU の特徴

この節では、80386CPU の特徴を、いくつかの側面に集約して述べます。

#### ●32ビットの汎用レジスタとデータバス

80386CPU は、32ビットの汎用レジスタとデータバスを持っています。ここでいうビット数とは、同時にアクセスできるデータ長を指すもので、4バイト分のデータを一度に読み書きできることを意味します。これにより、従来は何度にも分けて行っていた処理が1度で済むようになり、それだけ処理は高速になっています。

#### ●従来の CPU の機能を継承しながら機能を拡張

80386の前身となった、8086、80186、80286などの CPU は、いずれも16ビット CPU で、データバスのサイズも80386の半分しかありません。これらの CPU は、基本的に1MBのアドレス空間を64KB単位に分割して管理するアーキテクチャになっており、これがグラフィックス表示

の際の高速描画や、多くのメモリを必要とするオーディオデータを扱う際の障害になっていました。80386は、このような障害を取り除き、かつ従来のCPUの機能も内包しています。

### ●広大なアドレス空間をサポート

80386では、4GB(ギガバイト)の連続したアドレス空間(プロテクトモード時)が実現されており、前述の障害を解決しています。さらに、仮想アドレスという概念も採用し、64TB(テラバイト)のアドレス空間も扱えるようになりました(仮想アドレスは80286から採用されていますが、80286の仮想アドレス空間は1GBです)。

ただし、この場合の仮想アドレスは、アドレスバス上のアドレス空間まで拡張するものではありません。複数のプログラムが同一のアドレス空間を使用する際に、これらを分散させるように働く点に注意が必要です。この概念については、この章の後半で詳しく説明します。

### ●マルチタスク、マルチユーザーのOSを考えたCPU

80386は、複数のプログラムを同時に実行するための機能を備えており、時分割によって、マルチタスクを実行するTSS(タイムシェアリングシステム)にも対応できるようになっています。

マルチタスクは、見かけ上複数プログラムが同時に実行されているように見えますが、実際はCPUが個々のプログラムを順次切り換えて実行しているにすぎません。80386は、タスクを高速に切り換える機能をハードウェアで持っています。

### ●メモリの保護をするハードウェア

マルチタスクでは、複数のプログラムが並行して実行できればそれでよいということではなく、個々のプログラムが独立して実行されなければなりません。言い換えると、あるプログラムが暴走するなどの不都合な動作をしても、他のプログラムに影響が及ぶようでは困ります。

このために、80386では、タスク間でお互いの領域を犯すことのないように、記憶保護を行っています(タスク間保護)。また、タスクを4段階の階層(特権レベル)に分け、例えばOS部分は特権レベル0(最高の優先度)、その他は優先度に応じて特権レベル1~3に差別化することで、優先度の低い側のタスクからは、優先度の高い側のタスクのメモリをアクセスすることを禁止しています(リング型保護)。また、リング型保護では、特権レベル0でなければ使用できない命令(特権命令)もあります。上位側のプログラムは下位の側を管理しなければならないので、下位の側で不都合があっても上位側に影響しないようにするわけです。

### ●処理の高速化

CPUの内部機能は、いくつかのユニットに分かれており、命令を実行する段階の1つを担当しています。各ユニットは、処理の結果を隣のユニットに渡すとともに、次の命令の処理にかかります。このようなパイプライン処理により、各ユニットが休みなく動作することができ、処理速度が速くなります。

また、キャッシュは、アクセスしたメモリブロックの内容をCPU内部に保存するもので、メモリのアクセス回数を低減する働きがあります。

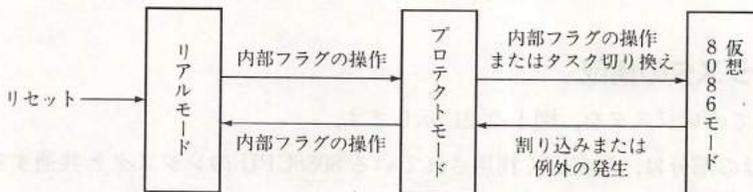
### ●デバッグ機能

デバッグに必要な機能を、ハードウェア化して内蔵しています。シングルステップ実行と、4ヶ所までのブレークポイントを設定することができ、ブレークポイントは、命令だけではなく、データにも設定できます。

## 2.2 3種類の動作モード

80386は、最も基本的な「プロテクトモード(ネイティブモード)」, 8086などとの互換性を確保するための「リアルモード」と「仮想8086モード」の3種類の動作モードがあります。これらのモードの関係を図I-2-1に示します。

▼図 I-2-1 80386の3つのモードの切り換え



### ●リアルモード

80386は、リセットすると、最初にリアルモードになります。このモードは、8086と互換性があります。ただし、仮想記憶、記憶保護、マルチタスク制御は行われません。

FM TOWNSの電源をONに(またはリセット)したときに起動されるTOWNSOSは、まずこのモードで起動し、次にプロテクトモードに移ります。

### ●プロテクトモード

プロテクトモードは、80386のすべての機能を発揮するモードです。リアルモードからプロテクトモードに切り換えるには、コントロールレジスタ(後述)のフラグを操作します。通常、この操作はOSが行います。プロテクトモードでは、仮想記憶、記憶保護、マルチタスク制御がサポートされます。このモードは、80286のプロテクトモードも包括しているので、80286のプログラムも動かすことができます。

TOWNSOSでの、ユーザーのプログラムは、このモードで働きます。

### ●仮想8086モード

プロテクトモードでは、複数のタスクを実行することができ、その1つとして8086のプログラムを動かすことができます。

仮想8086モードは、プロテクトモード下で8086のプログラムを動かすためのモードです。プロテクトモードの他のタスク(80286, 80386のプログラム)と混在することができます。また、複数の仮想8086モードのタスクを実行することもできます。このモードは、プロテクトモードの保護優先度の最下位(特権レベル3, 後述)に置かれており、8086, 80186用のソフトウェアは、修正なしで動作します。

なお、TOWNSOSは基本的にシングルタスクのOSなので、このモードを使用していません。

## 2.3 レジスタ

80386内部のレジスタは、8086/88, 80186/188, 80286との互換性を保つために、これらのCPUのレジスタを拡張した形で設計されています。

この節では、これらのレジスタの構成と各レジスタの機能を説明します。

### 2.3.1 レジスタの構成

80386のすべてのレジスタを、図I-2-2に示します。

図のあみかけの部分は、現在広く利用されている8086CPUのレジスタと共通する部分です。多くのレジスタが、16ビットから32ビットに拡張されていることが分かります。また、「システムレジスタ」と呼ばれる一群のレジスタが追加されています。システムレジスタは、通常は、OSがシステムを管理するために使用するレジスタです。

アプリケーションプログラムに関連するレジスタは、汎用レジスタ、セグメントレジスタ、インストラクションポインタ、フラグレジスタです。

以下で、各レジスタの種別ごとに説明を行います。

### 2.3.2 汎用レジスタ/セグメントレジスタ/インストラクションポインタ/フラグレジスタ

#### ●汎用レジスタ

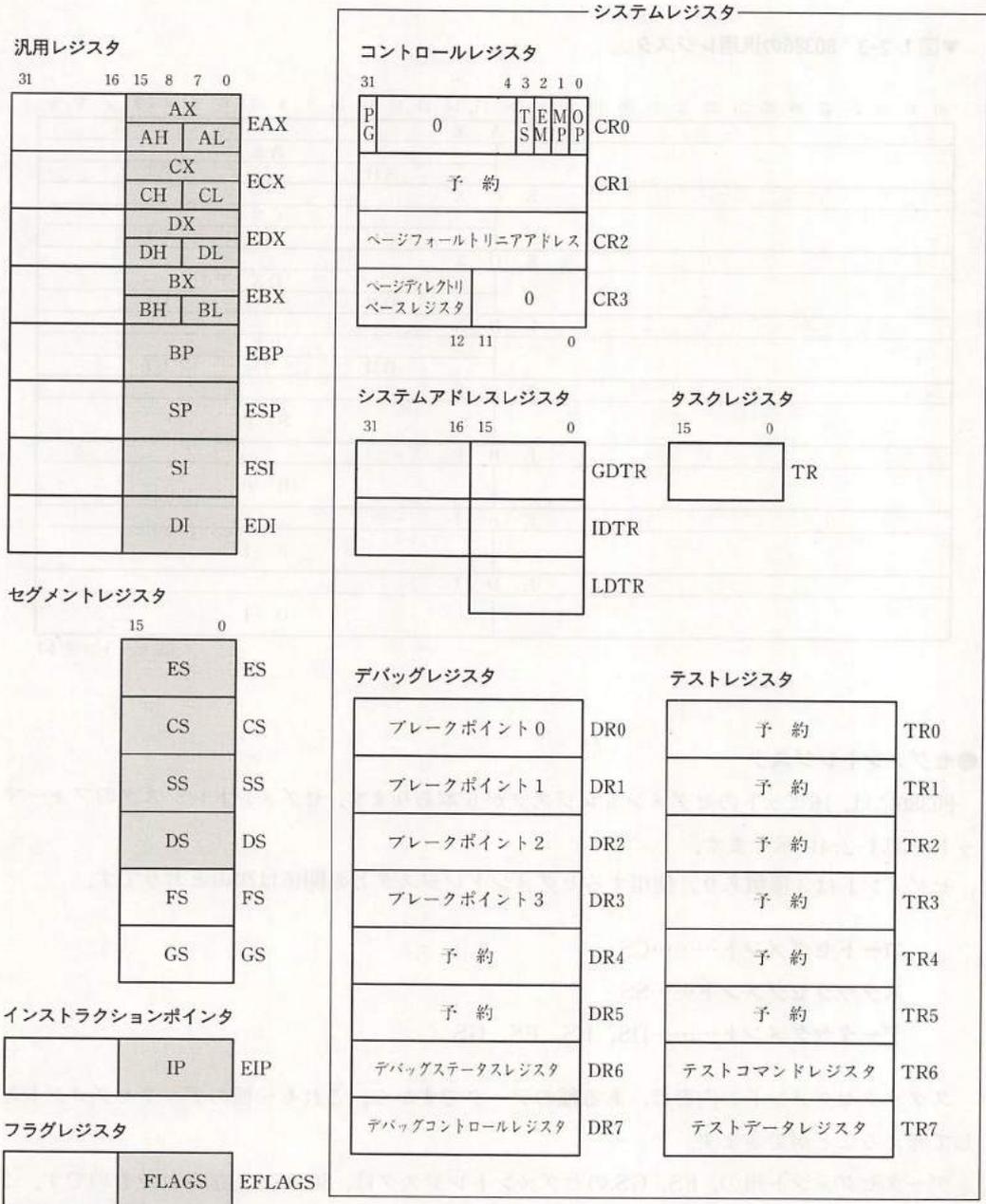
80386には、32ビットの汎用レジスタが8本あります。汎用レジスタのフォーマットを図I-2-3に示します。

8086, 80286などのCPUには、AX, CX, DX, BX, SP, BP, SI, DIの各16ビットの汎用レジスタがありました。80386は、これらに対応して、EAX, ECX, EDX, EBX, ESP, EBP, ESI, EDIの32ビットの汎用レジスタを持っています。各レジスタ名が“E”で始まって

いることに注目してください。

これらのレジスタを32ビットで扱うときは、“E××”のように呼びます。先頭の“E”を除いて、2文字のレジスタ名で扱うと(AX, DIのように)、従来どおりの16ビットレジスタとしてアクセスすることができます。

▼図 I-2-2 80386の全レジスタ構成



さらに、AX, CX, DX, BXの各レジスタは、8ビット単位でもアクセスできます。この場合は、例えば、AXレジスタの上位8ビットをAH、下位8ビットをALのようにアクセスします。

ところで、従来のCPUでは“汎用レジスタ”といっても、実際には個別に役割が決められていて、専用レジスタの域を出ませんでした。これに対して、80386の拡張された32ビット汎用レジスタは文字どおり、四則演算にもアドレス修飾用のメモリポインタとしても使用できます。

▼図 I-2-3 80386の汎用レジスタ

|       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| 31    | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15  | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7   | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| E A X |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | A X |    |    |    |    |    |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |
|       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | A H |    |    |    |    |    |   |   | A L |   |   |   |   |   |   |   |
| E C X |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | C X |    |    |    |    |    |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |
|       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | C H |    |    |    |    |    |   |   | C L |   |   |   |   |   |   |   |
| E D X |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | D X |    |    |    |    |    |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |
|       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | D H |    |    |    |    |    |   |   | D L |   |   |   |   |   |   |   |
| E B X |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | B X |    |    |    |    |    |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |
|       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | B H |    |    |    |    |    |   |   | B L |   |   |   |   |   |   |   |
| E S P |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | S P |    |    |    |    |    |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |
| E B P |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | B P |    |    |    |    |    |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |
| E S I |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | S I |    |    |    |    |    |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |
| E D I |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | D I |    |    |    |    |    |   |   |     |   |   |   |   |   |   |   |

(32ビット×8本)

●セグメントレジスタ

80386には、16ビットのセグメントレジスタが6本あります。セグメントレジスタのフォーマットを図I-2-4に示します。

セグメントは3種類あり、使用するセグメントレジスタとの関係は次のとおりです。

- コードセグメント……………CS
- スタックセグメント………SS
- データセグメント……………DS, ES, FS, GS

スタックセグメントの内容は、ある種のデータですから、これも一種のデータセグメントとして考えることができます。

データセグメント用の、FS, GSのセグメントレジスタは、80386で追加されたものです。これにより、80386では、4種類のデータ領域を同時に扱うことができます。

セグメントレジスタの働きは、80386の動作モードによって異なります。

リアルモードと仮想8086モードでは、セグメントレジスタ中の値は16倍(4ビット左シフト)され、命令のオペランドなどで与えられるオフセット値と加算されて、実アドレスを計算するために使用されます。このようすを、図I-2-5に示します。

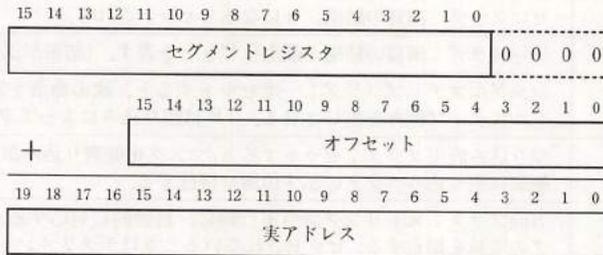
プロテクトモードでは、セグメントレジスタは、後述の「セグメントディスクリプタテーブル」という、セグメントを管理する表の項目を指すセレクト値を持ちます。

▼図I-2-4 80386のセグメントレジスタ

|    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |  |
|    |    |    |    |    |    |   |   | C | S |   |   |   |   |   |   |  |
|    |    |    |    |    |    |   |   | D | S |   |   |   |   |   |   |  |
|    |    |    |    |    |    |   |   | S | S |   |   |   |   |   |   |  |
|    |    |    |    |    |    |   |   | E | S |   |   |   |   |   |   |  |
|    |    |    |    |    |    |   |   | F | S |   |   |   |   |   |   |  |
|    |    |    |    |    |    |   |   | G | S |   |   |   |   |   |   |  |

(16ビット×6本)

▼図I-2-5 リアルモード、仮想8086モードでのセグメントレジスタの動作

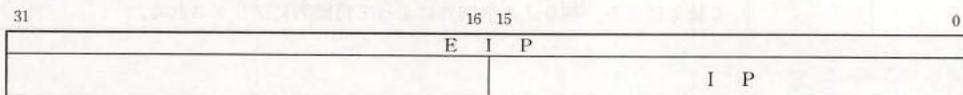


●インストラクションポインタ(命令ポインタ)

インストラクションポインタは、次に実行する命令(インストラクション)のアドレスを指しています。インストラクションポインタのフォーマットを図I-2-6に示します。

命令ポインタの0～15ビットは、汎用レジスタと同様に、従来のCPUに対応するものです。この部分だけを、IPと呼びます

▼図I-2-6 80386のインストラクションポインタ

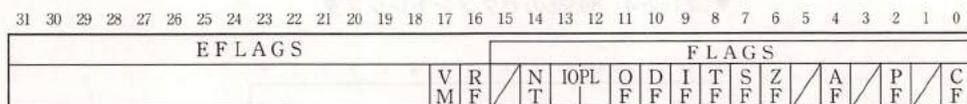


## ●フラグレジスタ

フラグレジスタは、演算結果やCPUの状態などを参照/設定するビットの集まりです。フラグレジスタのフォーマットを図I-2-7に、各フラグの意味を、表I-2-1に示します。

フラグレジスタの0～15ビットは、従来のCPUに対応するものです。この部分だけを、FLAGSと呼びます。

▼図I-2-7 80386のフラグレジスタ



▼表I-2-1 フラグレジスタの各ビットの意味

| ビット位置 | 名前   | 機能                                                                                                                                           |
|-------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0     | CF   | キャリーフラグ：演算の結果、最上位ビットでキャリーやボローが生じたときにセットされる。                                                                                                  |
| 2     | PF   | パリティフラグ：演算の結果、下位8ビットに偶数個の1があるときにセットされる。                                                                                                      |
| 4     | AF   | 補助キャリーフラグ：演算の結果、ビット3でキャリーやボローが生じたときにセットされる。                                                                                                  |
| 6     | ZF   | ゼロフラグ：演算の結果、0になるとセットされる。                                                                                                                     |
| 7     | SF   | 符号フラグ：演算の結果の最上位ビットを表す。(結果が正なら0、負なら1)                                                                                                         |
| 8     | TF   | シングルステップフラグ：一度セットすると、次の命令を実行するごとにシングルステップ例外を生じさせる。TFは割り込みによってクリアされる。                                                                         |
| 9     | IF   | 割り込み許可フラグ：セットすると、マスク可能割り込みが生じたとき、CPUの制御は割り込みベクタの示す位置に移行する。                                                                                   |
| 10    | DF   | 方向フラグ：ストリング命令実行時に、自動的に対応するインデックスレジスタの増減を指定する。セットされているときはデクリメントを行い、クリアされているとインクリメントを行う。                                                       |
| 11    | OF   | オーバーフローフラグ：符号付演算でオーバーフローが生じたとき、つまり結果がディスティネーションに入りきらないときにセットされる。                                                                             |
| 12～13 | IOPL | I/O特権レベル：I/Oデバイスに対して階層構造のプロテクトを働かせるとき、そのレベルを設定する。                                                                                            |
| 14    | NT   | ネステッドタスクフラグ：タスクの下にネストされたタスクがあるときセットされる。                                                                                                      |
| 16    | RF   | レジャーフラグ：命令の実行が終了しているかどうかを示し、ページフォルトにより実行を完了していないときにセットされる。                                                                                   |
| 17    | VM   | 仮想モードフラグ：仮想8086モードに移行するためのフラグ。プロテクトモードまたはページプロテクトモードのときセットすると、仮想8086モードに移行する。セットするにはIRET命令の実行、またはプロテクトモードでのタスク切り換えによる。割り込みや例外によって自動的にクリアされる。 |

### 2.3.3 システムレジスタ

#### ●コントロールレジスタ

コントロールレジスタは、CPUの動作モードやページング機構を、OSが制御するために用意されたものです。80386には、32ビットのコントロールレジスタが4本(CR0~CR3)あります。CR0は動作モードと数値演算プロセッサの種類と接続の有無の制御、CR2とCR3はページングの制御に使用します。CR1は、現在のところ使われていません。

コントロールレジスタのフォーマットを図I-2-8に示します。図中の“予約済”の部分は、ユーザーは使用できず、仕様も公開されていません。

CR0の各ビットの意味を、表I-2-2に示します。

▼図I-2-8 80386のコントロールレジスタ

|   |                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   | 31                     | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | CR0                    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| P | 予 約 済                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   | T | E | M | P | E |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| G |                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | CR1                    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | 予 約 済                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | CR2                    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | ページフォールトリニアアドレス        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | CR3                    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | ページディレクトリベースレジスタ(PDBR) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

(32ビット×4本)

▼表I-2-2 CR0のビットの意味

| 名称 | 意 味                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PG | ページングのイネーブル/ディセーブルを行う。<br>1 = ページング機能のイネーブル<br>0 = ページング機能のディセーブル                                      |
| TS | タスクスイッチが発生したことを示すビット。<br>1 = タスクスイッチが発生した<br>0 = タスクスイッチが発生していない<br>このビットが1のままにESC命令を実行すると、トラップ7が発生する。 |
| EM | ESC命令でトラップを発生するか、プロセッサへ送るかを決める。<br>1 = トラップを発生(トラップ7)<br>0 = プロセッサと通信する                                |
| MP | TSビットと関連して使われ、MP=1、TS=1でESC命令とWAIT命令の両方でトラップ7が発生する。                                                    |
| PE | セグメントベースのプロテクション機能のイネーブル/ディセーブルをする。<br>1 = イネーブル<br>0 = ディセーブル(リアルモード)                                 |

PG, PE ビットは、組み合わせによって CPU の動作を規定します。組み合わせを、表 I-2-3 に示します。両ビットが 0 の場合はリアルモードで(起動時)、両ビットが 1 の場合に、80386 は全力を発揮します。プロテクトモードで、ページングを使用しないことはできますが(PG=0, PE=1)、リアルモードでのページングの使用(PG=1, PE=0)はできません。

CR2, CR3 は、ページング処理のためのレジスタです。

CR2 には、ページング動作の失敗(ページフォールト)時に、原因となった処理ルーチンのリニアアドレスが格納されます。これはページング処理のエラーハンドラで利用できます。

CR3 は、ページング処理で使用されるページディレクトリのベースアドレスを保持します。80386 では、1 ページが 4KB に固定されているので、このレジスタの下位 12 ビットは常に 0 です。

ページング処理に関しては、「2.5.2 仮想記憶管理と実アドレスへの変換」に解説があります。

▼表 I-2-3 PG, PE ビットと動作モード

| PG | PE | 動作モード             |
|----|----|-------------------|
| 0  | 0  | リアルモード            |
| 0  | 1  | プロテクトモード(ページングなし) |
| 1  | 0  | 使用せず              |
| 1  | 1  | プロテクトモード(ページングあり) |

### ●システムアドレスレジスタ

4 本のシステムアドレスレジスタは、セグメント処理によるアドレス生成や、タスクの切り換えなどのために使用されるレジスタです。

システムアドレスレジスタのフォーマットを、図 I-2-9 に示します。

80386 は、アドレス生成時のセグメント処理に、ディスクリプタテーブルと呼ばれるデータテーブルを参照します。このテーブルの各項目は「ディスクリプタ」と呼ばれ、各種セグメントの属性、サイズ、先頭アドレスを含んでいます。ディスクリプタやセグメント処理に関しては、「2.5.2 仮想記憶管理と実アドレスへの変換」に解説があります。

図中の「セクタ」とは、テーブル中の項目(ディスクリプタ)を指す番号です。「ベース」はセグメントの先頭アドレス、「リミット」はセグメントのサイズです。

それぞれのレジスタは、次のような働きをします。

GDTR は、GDT(グローバルディスクリプタテーブル)のベースアドレスとリミットを規定します。GDT は、どのタスクからも参照できるディスクリプタのテーブルです。

LDTR は、LDT(ローカルディスクリプタテーブル)のセクタ(番号)を保持します。LDT は、タスクごとの固有のディスクリプタテーブルで、他のタスクからは参照できません。

IDTR は、IDT(インタラプトディスクリプタテーブル)のベースアドレスのリミットを規定

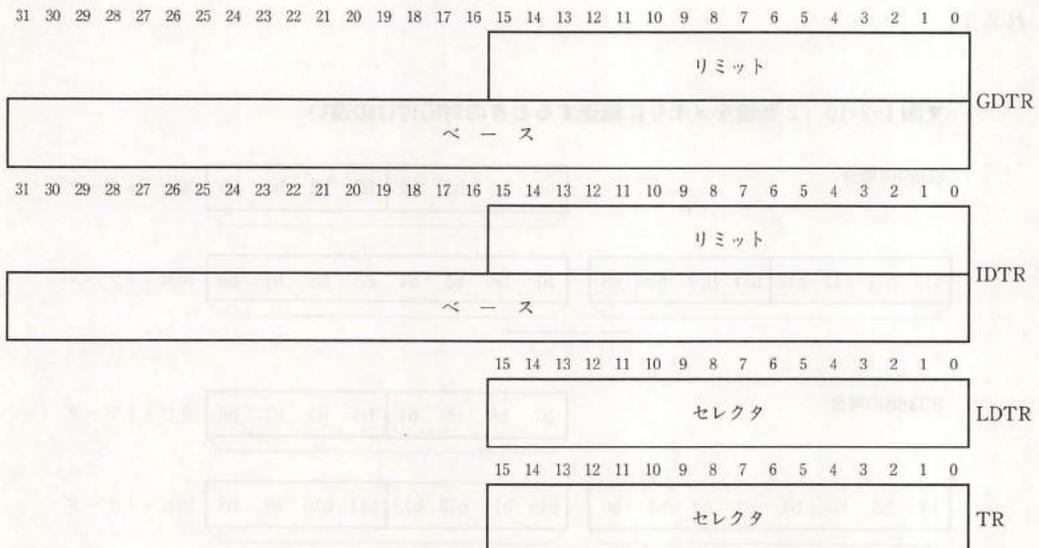
します。IDTは、割り込みや例外の発生時に参照されるディスクリプタテーブルです。

TRは、TSS(タスクステートセグメント)へのセクタを設定するものです。TSSは、タスク切り換え時にレジスタなどの状態を保存し、再度そのタスクに制御がもどったときに復元できるようにするためのものです。

TSSは、各タスクに固有のデータ構造体で、タスクの属性やレジスタの待避領域などからなります。したがって、個々のタスクについて1つずつ存在します。

なお、TSS(タスクステートセグメント)という語は、インテル社の造語です。広く使用されている「タイムシェアリングシステム」の略語ではないので注意してください。

#### ▼図 I-2-9 80386のシステムアドレスレジスタ



#### ●デバッグレジスタ

80386は、デバッグ機能をハードウェア化して内蔵しています。デバッグに関するレジスタには、デバッグレジスタが8本(DR0~DR7)あります。ブレイクポイントのアドレスは、4ヶ所まで設定でき、DR0~DR3に設定します。

#### ●テストレジスタ

80386は、ページング処理の高速化のためのキャッシュ(TLB)を内蔵していますが、その状態を調べるためのレジスタです。テストレジスタは、7本(TR0~TR7)ありますが、TR0~TR5はインテルによって予約されています。TR6がテストレジスタ、TR7がテストデータレジスタとして使われます。

## 2.4 2進データをメモリに収容するときの注意点

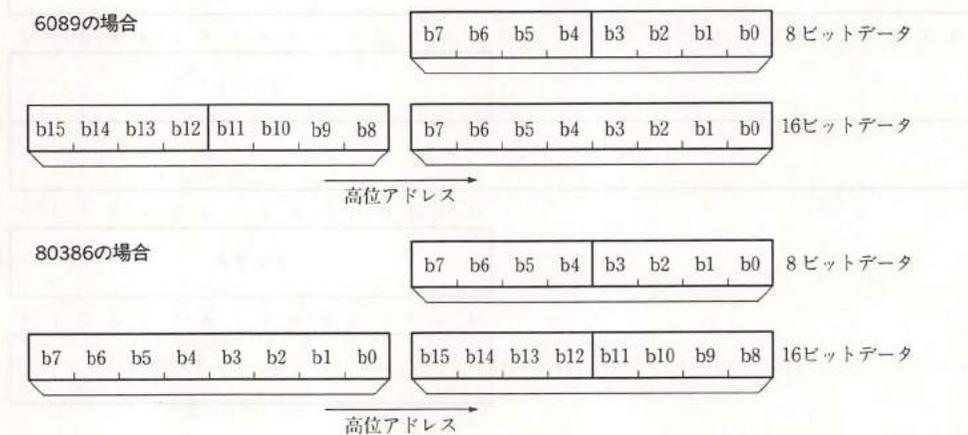
ここでは、FM-7など6809CPUに慣れた読者のために、80386CPUのデータバス上でのビットの対応について説明します。

6809などのモトローラ系のCPUでは、データバスとレジスタの各ビット値の対応は、完全にストレートですが、インテル系のCPUの場合、8ビット(1バイト)単位の逆順になっています。このようすを、図I-2-10に示します。

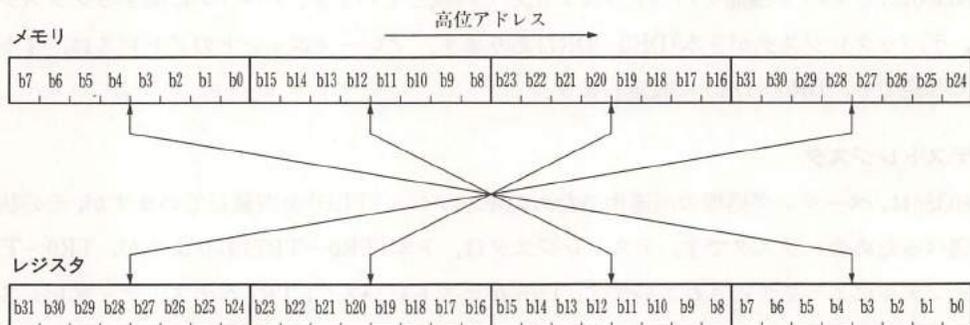
これは、インテル社が4004CPU(4ビットのCPU)を開発後、8ビットに拡張するとき、拡張部分を後ろに付け足したのがそのまま習わしになってしまったためと思われる。

このため80386では、32ビットデータは、図I-2-11のような対応づけによって、バスに出力されます。

▼図I-2-10 2進値をメモリに転送するときの対応付けの違い



▼図I-2-11 32ビットデータを転送するときのレジスタとメモリのビット対応



## 2.5 仮想記憶と物理アドレスの生成

### 2.5.1 80386の仮想記憶の概念

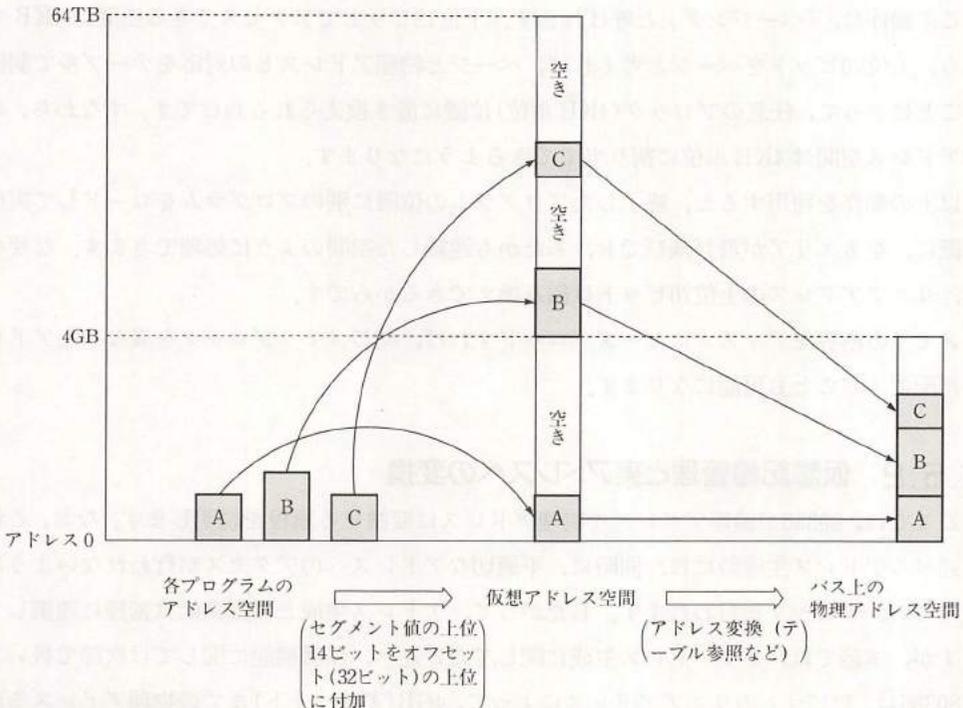
一般に、仮想記憶といえは、アプリケーションプログラムに対して、バスのアドレス空間を拡張する手法と考えがちです。たしかに、8ビットCPUの時代は、その目的で仮想記憶が利用されることが多かったようです。しかし、80386では少し違って、マルチタスクや記憶保護と大きくかかわっています。

複数のプログラムが並行して実行される時、あるプログラムがメモリにロードされるアドレスは、そのときのシステムの状況、いわば偶然に左右されます。すなわち、同時に実行される他のプログラムのサイズによって、その位置は変化します。言い換えると、個々のプログラムは、ロードアドレスに依存せずに行うことができるようであればなりません。

また、個々のプログラムは、お互いに無関係に動作するのが原則ですから、終了する時点もそれぞれ異なります。終了したプログラムが使用していたアドレス空間は解放されて、別のプログラムに割り当てられなければなりません。そのためには、メモリの管理が容易でなければならないのです。

80386の仮想記憶の考え方を、図I-2-12に示します。

▼図I-2-12 80386の仮想記憶の概念



通常、80386では、個々のプログラムは、アドレス空間の低い位置を設定して作成します。そして、実行段階ではセグメントレジスタ(その中のアドレス情報14ビット)をプログラムの番号のようにして使用し、オフセットの32ビットと併せて46ビットの仮想アドレス空間(64TB)を作ります。この処理は、「セグメンテーション」と呼ばれます。こうすると、全部のプログラムが、オフセット0番地から始まっていますが、仮想アドレス空間では大きく離れていますから、衝突する心配がなくなります。したがって、論理アドレス空間は広くても、現実にはすき間だらけで運用されます。

この方法は、一見、面倒なようですが、プログラムを作成する際に、実際にロードするアドレスを意識しなくても済みます。

しかし、このようなアドレス空間は、あくまでも仮のものです。実際にCPUが直接アクセスできるバス上の空間が32ビットのアドレス線によるものである以上、4GBの枠の中で「タライ回し」せざるをえません。

そこで、仮想アドレス値を基に、テーブルを参照し、バス上の物理空間に変換します。このとき、テーブルを参照する前に、46ビットの仮想アドレス値を32ビットに圧縮します。この段階での32ビットアドレス値を、「中間リニアアドレス」といいます。

中間リニアアドレスは、上位20ビットと下位12ビットに分割されます。上位のビットは、テーブル参照に使用され、変換値に置き換えられてから、アドレスバスに出力されます。いわば、アドレスの「組み換え」が行われるわけです。下位の値は、そのままアドレスバスに出力されます。

この操作は、「ページング」と呼ばれます。下位12ビットでアクセスできる空間は4KBですから、上位20ビットをページと考えれば、ページと物理アドレスとの対応をテーブルで制御することによって、任意のブロック(4KB単位)位置に置き換えられるわけです。すなわち、4GBのアドレス空間は4KB単位に割り当てできるようになります。

以上の動作を利用すると、終了したプログラムの位置に別のプログラムをロードして実行する際に、空きエリアが飛び飛びでも、あたかも連続した空間のように処理できます。なぜならば、リニアアドレスの上位20ビットは組み換えできるからです。

メモリの内容をディスクにセーブ/ロードすれば、同じメモリブロックを異なったアドレスに再配置することも可能になります。

## 2.5.2 仮想記憶管理と実アドレスへの変換

ここでは、80386が論理アドレスを物理アドレスに変換する過程を説明します。なお、これから述べるアドレス生成時には、同時に、不適切なアドレスへのアクセスが行われないようにするための、チェックが行われます。したがって、アドレス生成と保護機能は密接に連携していますが、本節では、まずアドレス生成に関してだけ述べ、保護機能に関しては次節で扱います。

80386は、32ビットのリニアアドレスによって、4GB(ギガバイト)までの物理アドレスを直接

アクセスできます。さらに、仮想記憶管理を使用すれば、64TB(テラバイト)までの論理アドレスに対応することができます。ただし、論理アドレスはあくまでもCPU内部でのアドレスです。バスによってアクセスされる物理アドレス(32ビット)の総和が実際に有効な領域のサイズとなります。

アドレス生成の流れの概略を、図I-2-13に示します。

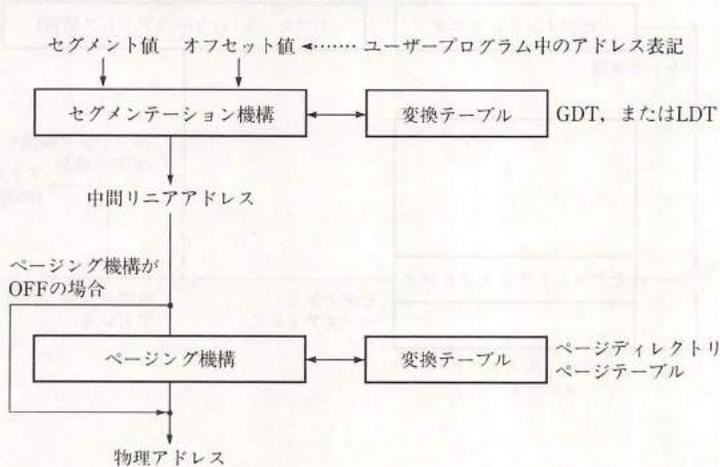
論理アドレスは、CPUの「セグメンテーション機構」によって、「中間リニアアドレス」に変換されます。変換に際しては、変換テーブル(GDT, またはLDT)が使用されます。中間リニアアドレスは、32ビットの幅です。

中間リニアアドレスは、さらに「ページング機構」によって最終的な「物理アドレス」に変換されます。この変換に際しては、2種類の変換テーブル(ページディレクトリ, ページテーブル)が使用されます。

TOWNSOSは、セグメンテーション機構とページング機構の両方を利用しています。

なお、ページング機構は、ソフトウェアによってバイパス(OFF)できるので、セグメンテーション機構だけを利用することも可能です。この場合には、中間リニアアドレスがそのまま物理アドレスになります。

▼図I-2-13 80386のアドレス生成の流れ



### ●セグメンテーション機構

プログラム中でのアドレスは、「セグメント」と「オフセット」によって表記されています。これらは、まずセグメンテーション機構によって処理されます。この機構の動作は、CPUの動作モードによって異なりますが、ここではFM TOWNSの動作しているプロテクトモードに関して述べます。

プロテクトモードでは、セグメントは「ディスクリプタテーブル」と呼ばれる表によって管

理されています。ディスクリプタテーブルには、個々のセグメントを管理する「ディスクリプタ」が格納されています。セグメントレジスタの内容は、テーブル中の何番目のディスクリプタを使用するかを指し示すインデックスであり、「セクタ」と呼ばれます。

この過程の概略を、図 I-2-14 に示します。

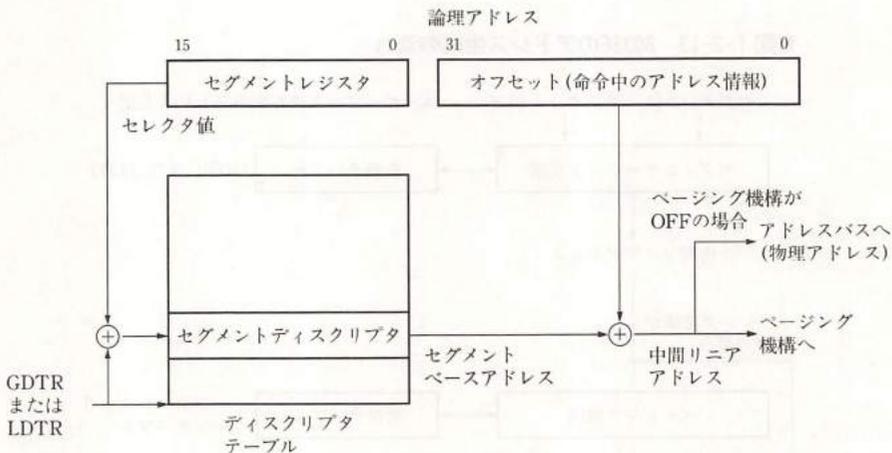
セクタの構成を図 I-2-15 に示します。

図 I-2-16 に、ディスクリプタの構成を示します。このディスクリプタを集めた表が、ディスクリプタテーブルです。ディスクリプタテーブルには、グローバルディスクリプタテーブル (GDT) と、ローカルディスクリプタテーブル (LDT) の 2 種類がありますが、構成は同一です。

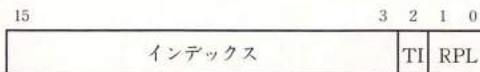
ベースアドレスとリミットが、分散して記録されているのは、80286 との互換性を保持するためです。

GDT は、システム上に 1 つだけ存在するディスクリプタテーブルです。GDT によって管理されるセグメントには、OS の各種サービスルーチンや、割り込みハンドラ用のテーブルなどを置きます。

▼図 I-2-14 プロテクトモードのセグメント処理



▼図 I-2-15 セクタ



インデックス (13ビット) : ディスクリプタテーブル中のディスクリプタを指し示す番号。

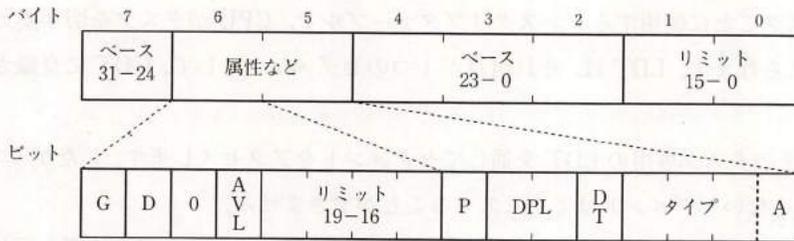
TI (Table Indicator) : GDTかLDTのどちらをアクセスするかを示す。

0=GDT

1=LDT

RPL (Requestor's Privilege Level) : 要求特権レベル。保護機能によって使用される。

▼図 I-2-16 ディスクリプタ



- ベースアドレス(32ビット)** : そのセグメントの先頭アドレス、中間リニアアドレスで設定する。
- リミット(20ビット)** : そのセグメントのオフセットの最大値(上限値または下限値)を保持する。保護に用いる。値の単位は1バイトまたは4KBで、後述のGビットで指定する。
- G(Granularity)** : リミット設定単位、リミットの単位を1バイト/4KBのいずれにするかを指定する。  
0 = 1バイト単位  
1 = 4KB単位
- D(Default)** : 80286のプロテクトモードとの互換性の有無を指定する。  
0 = 互換性あり、アドレスとオペランドのデフォルトのサイズが、80286のプロテクトモードと同じように行われる。  
1 = 互換性なし、デフォルトは32ビットのアドレスと32ビットと8ビットのオペランドになる。
- AVL(Available to Software)** : ユーザープログラムに解放されている。このビットはCPUに、何ら影響を与えない。
- P(Present)** : そのセグメントが、現在、物理メモリ上に存在しているか否かを表す。CPUは、P=0のセグメントがアクセスされると、例外が発生する。OSの例外ハンドラは、補助記憶装置(ハードディスク)から、そのセグメントをロードするなどし、その後このビットを1にする。  
0 = 無効、存在していない。  
1 = 有効、存在している。
- DPL(Descriptor Privilege Level)** : セグメントの特権レベル、保護機能によって使用される。
- DT(Descriptor Type)** : セグメントの種類を指定  
0 = システムセグメント、またはゲート  
1 = メモリセグメント
- タイプ** : アクセスタイプなどの指定。  
0 = リードのみ可能なデータセグメント  
1 = リード/ライト可能なデータセグメント  
2 = リードのみ可能な下方伸長型データセグメント  
3 = リード/ライト可能な下方伸長型データセグメント  
4 = 実行のみ可能なコードセグメント  
5 = リード/実行可能なコードセグメント  
6 = 実行のみ可能な適応型コードセグメント\*  
7 = リード/実行可能なコードセグメント\*  
\*では、特権レベルのチェックが省略される。
- A(Access)** : アクセスビット、そのセグメントがアクセスされると、このビットがセットされる。OSで定期的にこのビットをテストしクリアすることで、そのセグメントの使用頻度を調べることができ、使用頻度の低いセグメントをディスクに待避するように、OSをデザインできる。

CPUのシステムレジスタの1つであるGDTRは、このGDTのアドレスを保持するレジスタです。GDTRの値は、システムの起動時にOSによって設定されます。

LDTは、タスクごとに使用するディスクリプタテーブルで、CPUがタスクを切り換えるとLDTも切り換えられます。LDTは、それ自身が1つのセグメントとして、GDTに登録されています。

各タスクは、そのタスク専用のLDTを通してセグメントをアクセスします。したがって、そこに登録されていないセグメントはアクセスすることができません。

CPUのシステムレジスタの1つであるLDTRは、このLDTのGDT上での位置を示しています。

セグメントの処理では、ディスクリプタテーブルの参照が必要ですが、頻繁に参照が行われるとメモリアクセスが多くなり、実行速度が遅くなります。そこで、80386では、セグメントレジスタごとに、4バイトのキャッシュを用意して、ディスクリプタ(4バイト)をCPU内に保持するようにしています。このため、キャッシュによってディスクリプタを切り換えずに済む場合には、メモリアクセスが不要となります。

### ●ページング機構

ページング機構では、論理アドレス空間は、一定の大きさの「ページ」に分割されて管理されます。1ページの大きさを一定にすることによって、論理アドレスをできるだけ無駄なくギッシリと物理アドレス空間に割り当てることができます。

80386の扱う1ページの大きさは4KBで、64TBの論理アドレス空間は、16M(メガ)個のページに分割されます。16M個のページは、ページテーブルディレクトリとページテーブルという、2種類のテーブルによって管理されます。

セグメンテーション機構で生成された中間リニアアドレスは、次のようなページング機構によって、最終的な物理アドレスに変換されます。その過程を、図I-2-17に模式化して示します。

ページング処理では、前述の中間リニアアドレス(32ビット)が10+10+12ビットの形で3分割され、次の3段階の手続きが行われます。

1. 第1の手続きでは、リニアアドレス上位10ビットをインデックスとして用い、ページテーブルディレクトリ(図I-2-18)を参照して、次に引くページテーブルのベースアドレスを取得します。

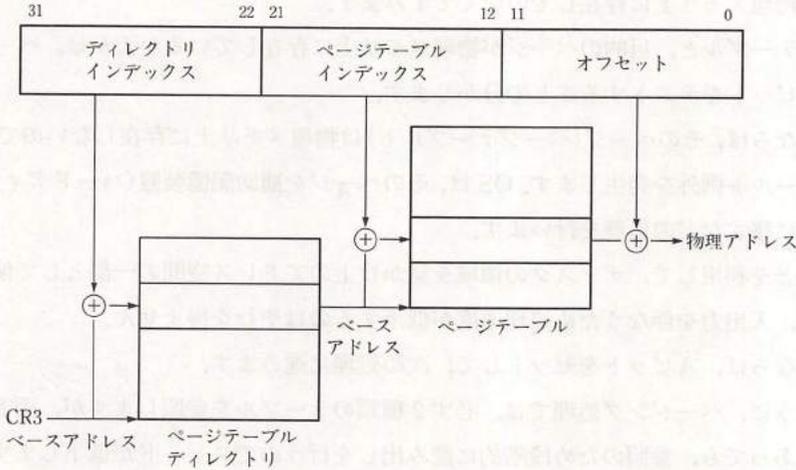
ページテーブルディレクトリの物理アドレスは、CR3の上位20ビットに格納されています。20ビットで済むのは、1ページのサイズが、4KBに固定されているためです。ページテーブルディレクトリは、すべてのページを管理する根本となるテーブルで、必ず物理メモリ上に存在していなければなりません。

ページテーブルディレクトリ中の各項目は、32ビットの長さです。

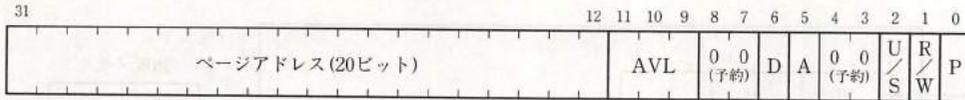
2. 第2の手続きでは、このページテーブルディレクトリと同じフォーマットのページテーブルを参照し、中間リニアアドレスの中ほどの10ビットにより、位置決めしてページアドレスを読み出します。

3. 最後の手続きで、目的のページのベースアドレスに、中間リニアアドレスの下位12ビットをオフセットとして加算すると、最終的な物理アドレスが得られます。

▼図 I-2-17 ページング処理の概念



▼図 I-2-18 ページテーブルディレクトリ



- P (Present)** : 該当するページが、物理メモリ上に存在しているか否かを示す。  
 0 = 存在していない  
 1 = 存在している  
 0の場合には、CPUはページフォルトエラーを通知する例外を発生する。この場合には、1~31ビットは、ソフトウェア(OS)が利用できるAVL(Software Available)と見なされる。
- ページアドレス(20ビット)** : 次に参照するページテーブルが、何ページ目にあるかを示す。ページの長さは、4KBに決まっているので、20ビットあればよい。
- R/W (Read/Write)** : ページ単位の保護に関するビット。  
 0 = リードのみ可能なページ  
 1 = リード/ライトともに可能なページ
- U/S (User/Superuser)** : そのページを使用しているユーザーのレベルを表す。ページレベルでの保護。  
 0 = スーパーユーザー  
 1 = ユーザー  
 特権レベルが3のコードは、U/S=0のページにアクセスできない。  
 U/S=1のページへは、R/Wの設定に従ったアクセスが可能。  
 特権レベル2~0のコードは、アクセスの制限を受けない。
- A (Accessed)** : そのページへのアクセスがあった場合に、CPUがセットする。
- D (Dirty)** : そのページへ書き込みが行われると、そのページに関するページテーブル中のエントリのこのビットが、CPUによってセットされる(クリアすることはない)。
- AVL (Software Available)** : このビットは、CPUに何ら影響を与えない。ソフトウェアで利用することができる。

仮想記憶で扱える64TBを、4KBのページに分割すると、2の20乗ページになります。1つのページの管理に4バイトのデータが必要ですから、ページの管理だけで最大4MBのデータが必要になります。これほどの管理データを物理メモリ上に保持するのは、現実的ではありません。

そのために、80386では、ページの管理をページディレクトリとページテーブルという、2つのテーブルに分けて行っています。第1のテーブル(ページディレクトリ)は物理メモリ上に存在していなければなりません。第2のテーブル(ページテーブル)はそれ自身がページなので、必ずしも物理メモリ上に存在していません。

ページテーブルと、目的のページが物理メモリ上に存在しているか否かは、ページディレクトリのPビットをテストすることで分かります。

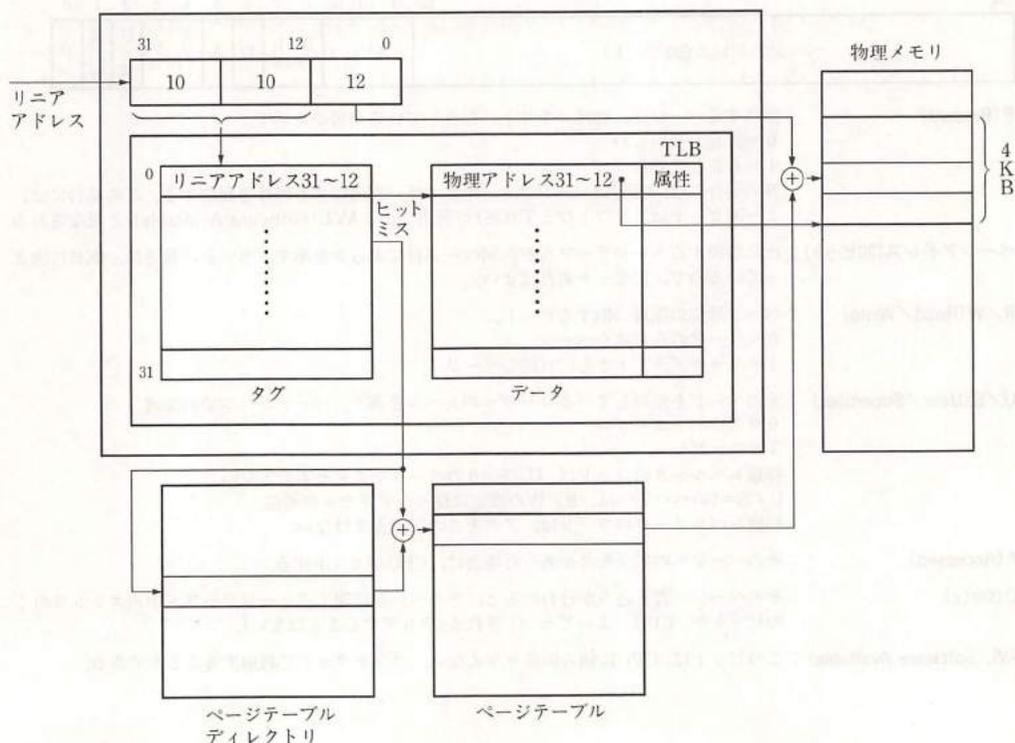
P=0ならば、そのページ(ページテーブルも)は物理メモリ上に存在しないので、CPUはページフォルト例外を発生します。OSは、そのページを補助記憶装置(ハードディスク)から物理メモリに移すなどの処理を行います。

このことを利用して、ディスクの領域を見かけ上のアドレス空間の一部として使うことができますが、入出力を伴うため処理速度が低下するのはやむを得ません。

P=1ならば、Aビットをセットして、次の処理に進みます。

このように、ページング処理では、必ず2種類のテーブルを参照しますが、両者とも物理メモリ上にあっても、参照のため段階的に読み出しを行うのでスピードが低下します。

▼図 I-2-19 中間リニアアドレスから物理アドレスへの変換



そこで、80386は高速化を計るために、ページング処理用のバッファを内部に備えています。これは、トランスレーションルックアサイドバッファ(TLB)と呼ばれ、最近アクセスした32個までのページテーブル項目を格納しています。

TLBも含めたページングの概念を、図 I-2-19に示します。

## 2.6 保護機能

80386の記憶保護は、4段階の特権レベルからなる「リング型保護」と、タスク間相互の影響を排除する「タスク間保護」の両面から行われています。前者は上下方向の保護、後者は横方向の保護といってもよいでしょう。

### 2.6.1 リング型保護

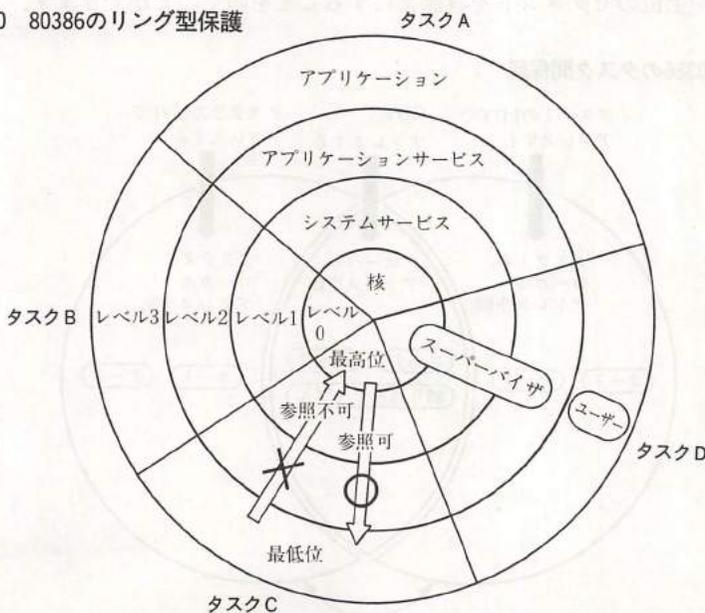
リング型保護は、タスクに「特権レベル」という順位を設け、この特権レベルによってメモリアクセスや実行できる命令を制限する方式の保護です。

リング型保護の概念を、図 I-2-20に示します。

80386では、特権レベルは4レベルあります。特権レベル0が最高の優先度を持ち、特権レベル3が最も優先度の低いレベルです。上位の特権レベルから下位のメモリは参照できますが、その反対はできません。このチェックは、CPUが論理アドレスから物理アドレスを生成する際に、同時に行われます。

リング型保護の形態としては、メモリアクセスに関する保護だけでなく、実行を制限する「特権命令」があります。

▼図 I-2-20 80386のリング型保護



特権命令とは、特権レベル0だけに許される命令です。CPUの制御などの重要な命令は、OSにしか実行を許さないようにし、下位のレベルのプログラムで使用させないようにするもので、これも他のタスクに影響を及ぼす可能性のある動作を排除するものです。

リング型保護は、マルチタスクOSでは重要な機能です。タスクに割り当てるメモリの管理テーブルのようなシステムに重要なデータへは、特権レベルの高いOSでなければアクセスできないようにし、普通のプログラム(ユーザープログラムやアプリケーションプログラム)が暴走しても、システムに重大な被害が及ばないようにデザインされます。

なお、CPUは4レベルの特権レベルを用意していますが、OSのデザインの仕方によって、すべてを利用する必要はありません。OSを特権レベル0とし、普通のプログラムの特権レベル3として、2レベルだけを利用するOSもあります。シングルタスクのOSであれば、特権レベル0だけで動作するデザインも考えられます。

## 2.6.2 タスク間保護

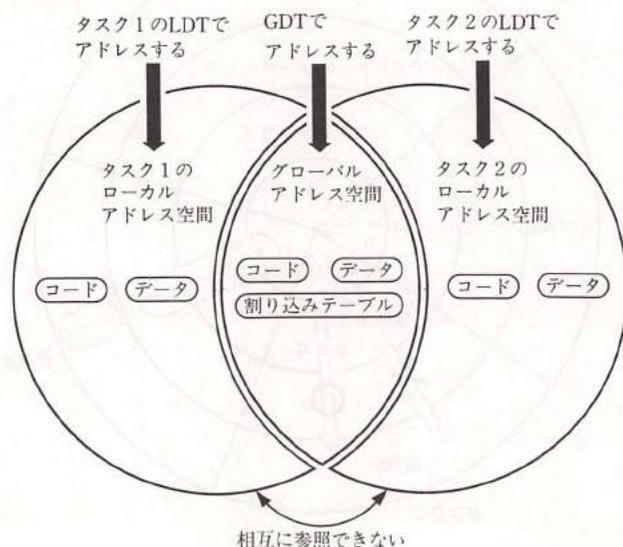
タスク間保護は、特権レベルの同じタスク同士でも、あるタスクの影響が他へ及ばないようにするための保護です。いわば、リング保護が上下方向なのに対し、これは横方向への保護策です。

タスク間保護は、タスクごとに固有のLDTを持つことによって行います。この概念を図I-2-21に示します。セグメントを管理するLDTのディスクリプタには、セグメントのサイズが格納されており、このセグメントリミット(サイズ)を越える参照を阻止することによって、他のタスクのセグメント領域を侵害しないようにするものです。

このチェックも、CPUのアドレス生成時に同時に行われます。

これらの記憶保護によって、マルチタスク動作時に、あるタスクまたはセグメントのトラブルが他のタスクや上位のセグメントを巻添えにすることを防ぐことができます。

▼図I-2-21 80386のタスク間保護



### 2.6.3 タスク内での保護

80386は、同一タスク内でセグメントとページに対するアクセスを制限する、「アクセスライト」という保護機能も提供しています。アクセスライトは、次のように設定できます。これに違反すると、プロテクションエラーとなり、一般にOSに制御がもどされます。

#### ●セグメント

コードセグメント：リード可能／不可能

データセグメント：リード可能／不可能

#### ●ページ(特権レベル3のみ)

リードオンリー／リード・ライト可能

特権レベル0～2でのページのアクセスライトは、常にリード・ライト可能となっています。

## 2.7 特権レベルの切り換えとゲート

リング型保護やタスクの切り換えに際しては、例えば、特権レベルの低いアプリケーションプログラムが、特権レベルの高いOSのサービスを受ける(OSの機能を利用する)ようなときに、特権レベルを切り換える手段が必要になります。しかし、普通のジャンプ命令やコール命令では、特権レベルの異なるプログラムへ制御を移すことはできません。

▼表 I-2-4 特殊ディスクリプター一覧

| TYPE | 種 別             |
|------|-----------------|
| 0    | 未使用             |
| 1    | 待ち状態の 286TSS    |
| 2    | ローカルディスクリプタテーブル |
| 3    | 実行中の 286TSS     |
| 4    | 286コールゲート       |
| 5    | タスクゲート          |
| 6    | 286割り込みゲート      |
| 7    | 286トラップゲート      |
| 8    | 未使用             |
| 9    | 待ち状態の 386TSS    |
| 10   | 未使用             |
| 11   | 実行中の 386TSS     |
| 12   | 386コールゲート       |
| 13   | 未使用             |
| 14   | 386割り込みゲート      |
| 15   | 386トラップゲート      |

80386では、記憶保護のリングやタスクを乗り越えることのできる機能として、「ゲート」が用意されています。ゲートは、特殊ディスクリプタの1つです。80386のすべての特殊ディスクリプタを、表I-2-4に示します。

ゲートには、次の4種類があります。

- コールゲート……高い特権レベルに移行
- タスクゲート……他のタスクに移行
- 割り込みゲート…割り込みハンドラに移行
- トラップゲート…例外ハンドラに移行

これらのゲートの中で、特権レベル間の移行には、コールゲートが使われます。

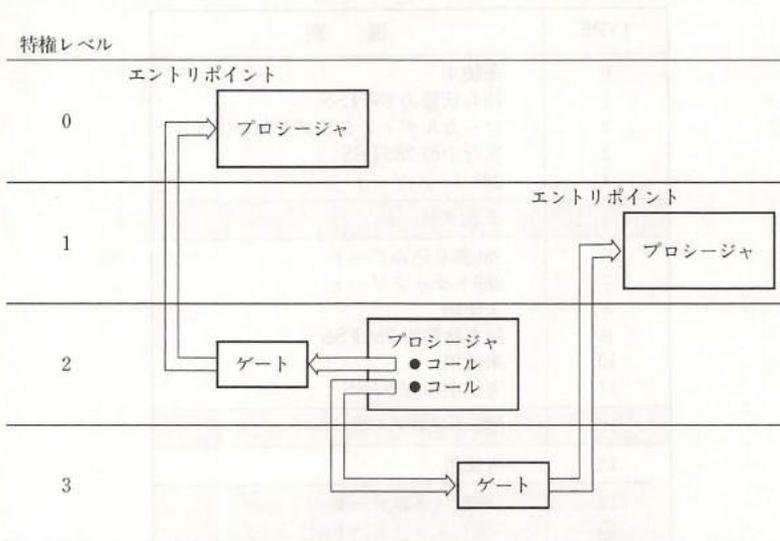
ひとつのタスクを、異なった特権レベルのプログラム群によって、構成することもできます。

ゲートの使用法は、コール命令のセクタでコールゲートを参照し、それによって目的のプロシージャ(プログラム内ブロック)を呼び出します。言い換えると、コールゲートの内容から飛び先のアドレス(プロシージャのエントリポイント)を組み立てます。

この関係の特権レベルの移行という観点からとらえると、図I-2-22のようになり、飛び先アドレスの生成という観点から説明すると、図I-2-23のようになります。

80386は、特権レベルごとにスタックを用意しています。特権レベルの切り換え時には、このスタックを介して、特権レベル間でデータが受け渡しされます。移行の際は、旧特権レベルで使用していたスタック関連のレジスタ(SS, ESP)の値を、新特権レベル側のスタックへとセーブします。新スタックには、さらに、旧特権レベルのスタックから、コールゲートの属性で指

▼図I-2-22 コールゲートを使用した上位特権レベルへの移行

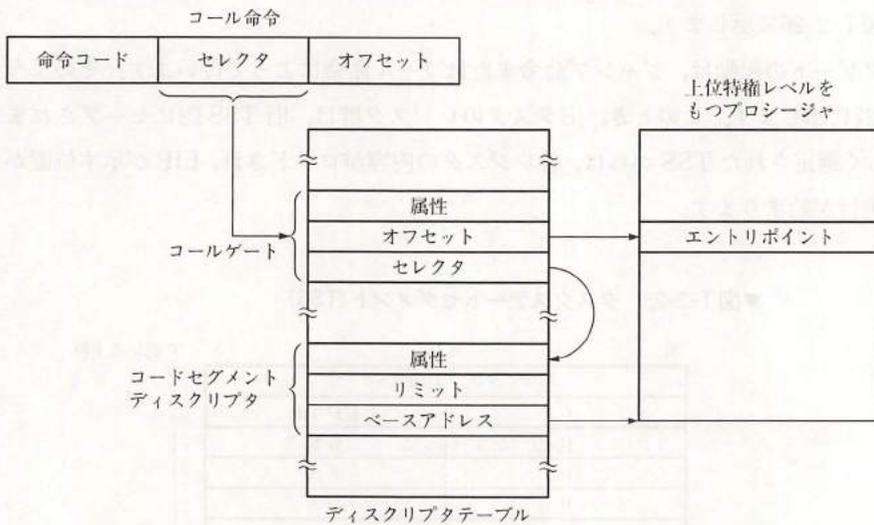


定されたワード数のパラメータもコピーされ、最後に旧特権レベルのEIPがセーブされます。スタックの構成を、図I-2-24に示します。

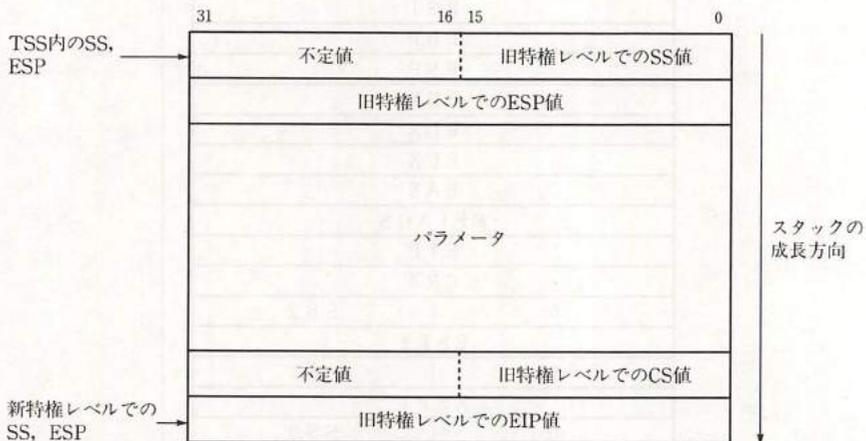
このようなスタックによって、元の特権レベルへ復帰するときにタスクを復元できます。

復帰時には、RET n 命令(nは、スタック上のパラメータのバイト数)を使用すると、新特権レベルに残っているパラメータを破棄してリターンします。このときEIPは元の値に復元され、スタックポインタ(SS, ESP)がもどされ、旧特権レベルにコピーされたパラメータも破棄されます。EIPが復元されることによって、コール命令の次の命令から実行が再開されます。

▼図 I-2-23 コールゲートによる飛び先アドレスの生成



▼図 I-2-24 より高い特権レベルに移行した直後のスタック



## 2.8 タスク間の移行

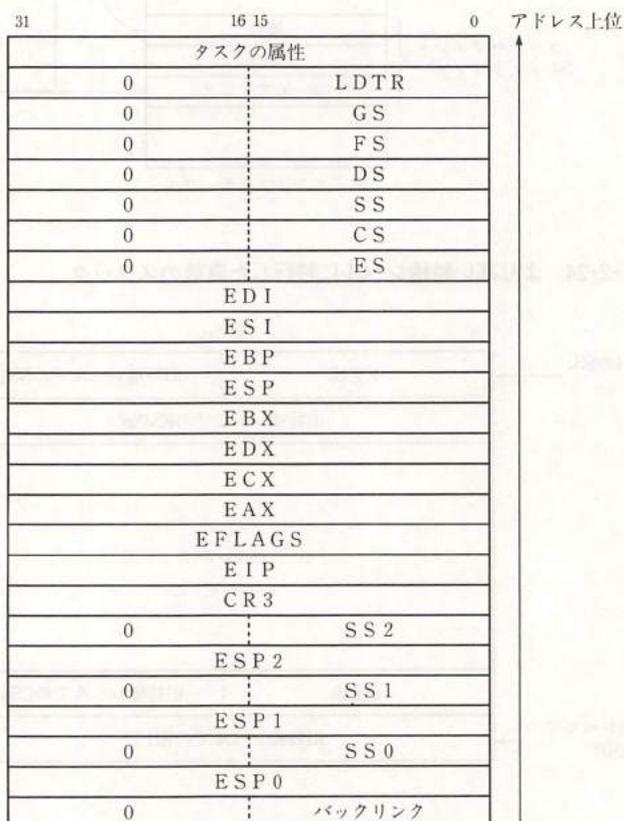
マルチタスク環境でタスクを切り換える際には、各タスクのレジスタの値などの情報を保存しておかなければ、そのタスクを再開できなくなってしまいます。

80386の各タスクは、タスクごとに、実行情報を格納する「タスクステートセグメント(TSS)」を持っています。TSSには、タスクの属性、レジスタ群の値、バックリンクが保存されます。TSSの構成を、図I-2-25に示します。

タスクへの切り換えには、「タスクゲート」を使用します。タスクゲートによってTSSディスクリプタを参照し、新しいTSSを選定することによってタスクが切り換えられます。この概念を、図I-2-26に示します。

タスクゲートの起動は、ジャンプ命令またはコール命令によって行います。そのようすを、図I-2-27に示します。このとき、旧タスクのレジスタ群は、旧TSS内にセーブされます。また、新しく選定されたTSSからは、各レジスタの内容がロードされ、EIPが示す位置から新タスクの実行が始まります。

▼図I-2-25 タスクステートセグメント(TSS)

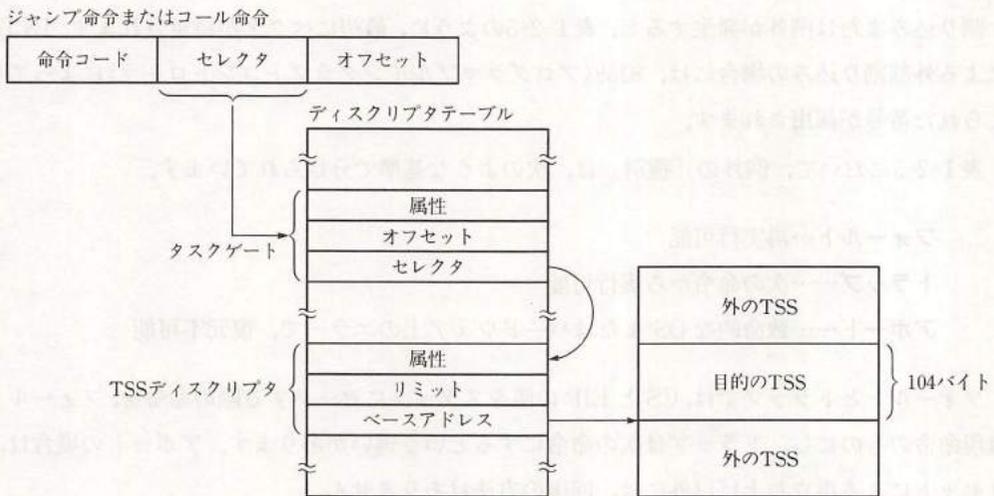


合計104バイト

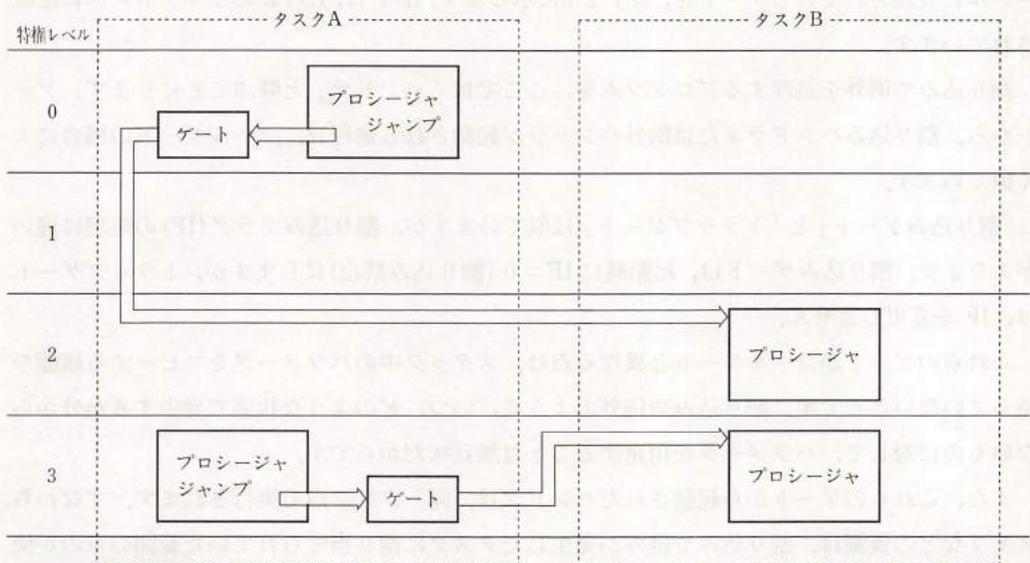
タスクの切り換えには、もっと高速な方法もあります。それは、TSS ディスクリプタを直接指すセレクタを使用して、ジャンプまたはコール命令を実行する方法です。ただし、この方法では、切り換え先のタスクが限定されます。

いずれの方法でも、タスクの切り換えはハードウェアによって行われるため、時間の損失は最小限ですみます。特に、後者のタスクゲートを使用しない方法では、タスクの切り換えに要する時間は、 $17\mu$  秒ですみます。

▼図 I-2-26 タスクゲートによる新 TSS の参照



▼図 I-2-27 タスクゲートの起動とタスクの移行



## 2.9 割り込みと例外

現在実行中のタスクを中断して、別のタスクを起動するきっかけには、「割り込み」と「例外」があります。両者の違いは、原因が周辺デバイスで発生するか、CPU内部で発生するかという点です。割り込みは、周辺デバイスがCPUに対して処理を要求するときに発生します。例外は、命令の実行中に何らかの異常や特定の状態が検出されると発生します。これらが発生すると、現在実行中のタスクが自動的に中断され、発生要因が特定された後、異常などを排除する処理が行われます。

割り込みまたは例外が発生すると、表I-2-5のように、最初にベクタが特定されます。INTRによる外部割り込みの場合には、8259(プログラマブルインタラプトコントローラ)によって与えられた番号が採用されます。

表I-2-5において、例外の「種別」は、次のような基準で分けられています。

フォールト…再実行可能

トラップ……次の命令から実行可能

アボート……致命的なOSまたはハードウェア上のエラーで、復元不可能

フォールトとトラップでは、CSとEIPの値をスタックにセーブする際の命令を、フォールトは現命令のものにし、トラップは次の命令にするという違いがあります。アボートの場合は、リセットによる再立ち上げ以外には、回復の方法はありません。

ベクタ番号が特定されると、80386は、この値をインタラプトディスクリプタテーブル(IDT)のインデックスとして使用し、このテーブルに登録されているゲートの1つを起動します。テーブルに登録されているゲートを、表I-2-6に示します。IDTは、IDTRの示すアドレスに配置されています。

割り込みや例外を処理するプログラムを、ここでは「ハンドラ」と呼ぶことにします。ゲートから、割り込みハンドラまたは例外ハンドラが起動される過程は、コールゲートの場合によく似ています。

「割り込みゲート」と「トラップゲート」は似ていますが、割り込みフラグ(IF)の処理に違いがあります。割り込みゲートは、起動時にIF=0(割り込み禁止)にしますが、トラップゲートは、IFを変更しません。

これらのゲートがコールゲートと異なる点は、スタック中のパラメータをコピーする機能を持っていないことです。割り込みや例外のように、いつ、どのような状態で発生するか分からないものに対して、パラメータを用意することは無意味だからです。

また、これらのゲートから起動されたハンドラは、同一タスク内で実行されます。すなわち、メモリなどの資源は、割り込みや例外が発生したタスクに割り当てられていた範囲のものが使

用できます。

一方、タスクゲートでの割り込みフラグの処理は、TSS中のIFフラグの状態によります。また、タスクゲートで起動されたハンドラは別タスクとなります。元のタスクのメモリなどを参照することができなくなるので注意が必要です。

▼表 I-2-5 割り込みと例外対応のベクタ

| ベクタ     | 種 別          | 例 外 状 態             |
|---------|--------------|---------------------|
| 0       | フォールト        | 除算エラー               |
| 1       | トラップ/フォールト*1 | デバッグ例外              |
| 2       | 割り込み         | NMI 割り込み            |
| 3       | トラップ         | ソフトウェアブレイクポイント      |
| 4       | フォールト        | オーバーフロー             |
| 5       | フォールト        | 配列境界チェック            |
| 6       | フォールト        | 無効オペコード             |
| 7       | フォールト        | コプロセッサ不在            |
| 8       | アボート         | システムエラー             |
| 10      | フォールト        | 無効 TSS              |
| 11      | フォールト        | セグメント不在             |
| 12      | フォールト        | スタックオーバーフロー/アンダーフロー |
| 13      | フォールト        | 一般プロテクション例外         |
| 14      | フォールト        | ページ不在               |
| 16      | フォールト        | コプロセッサエラー           |
| 0~255*2 | 割り込み         | INTR による割り込み        |

\* 1 「2.10 デバッグ機能」を参照のこと。

\* 2 INTR のベクタは通常8259Aから受け取る。8259Aが出力するベクタはプログラマブルになっており、ソフトウェアで設定する。

▼表 I-2-6 割り込み、または例外時の処理で使用されるゲート

| 型       | ハンドラの型 | ゲート通過後の割り込みの許可/禁止              |
|---------|--------|--------------------------------|
| 割り込みゲート | プロシージャ | 禁止 (IF = 0)                    |
| トラップゲート | プロシージャ | 変化なし、IF の値は割り込み、または例外発生以前の値を保持 |
| タスクゲート  | タ ス ク  | TSS 中の IF フラグによる               |

## 2.10 デバッグ機能

80386は、デバッグのために、シングルステップ実行とブレイクポイント機能を、ハードウェア化して内蔵しています。

デバッグ機能に関するデバッグレジスタには、DR0～DR7があります。デバッグレジスタの内容を、図 I-2-28に示します。これらのレジスタをアクセスするためには、特権レベルが 0 となっていることが必要です。

▼図 I-2-28 80386のデバッグレジスタ

| 31                    | 15 | 0 |     |
|-----------------------|----|---|-----|
| ブレイクポイント0 (中間リニアアドレス) |    |   | DR0 |
| ブレイクポイント1 (中間リニアアドレス) |    |   | DR1 |
| ブレイクポイント2 (中間リニアアドレス) |    |   | DR2 |
| ブレイクポイント3 (中間リニアアドレス) |    |   | DR3 |
| インテルによって予約済           |    |   | DR4 |
| インテルによって予約済           |    |   | DR5 |
| デバッグステータスレジスタ         |    |   | DR6 |
| デバッグコントロールレジスタ        |    |   | DR7 |

デバッグのための例外ハンドラは、ベクタ番号 1 の例外によって起動され、トラップゲートを使用します。タスクゲートでは、タスクが切り換えられてしまうために、ターゲットプログラムの状況が参照できなくなります。また、割り込みゲートでは、割り込みのマスクのために、周辺装置を駆動するのが困難になるなどの支障が生じてしまいます。

シングルステップ実行によるデバッグでは、プログラムを完全にモニタすることができます。シングルステップ実行を行うためには、EFLAGS(フラグレジスタ)のTF(トレースフラグ)を 1 にします。これによって、CPU は、命令を 1 つ実行するたびに例外を発生するようになります。ただし、例外ハンドラは、リターンするまで連続的に実行されます。もし、例外ハンドラまでもシングルステップ実行されると、收拾がつかなくなるだけでなく、ステップ実行の目的からも外れてしまいます。

ブレイクポイントは、4 個まで、ブレイク条件とともに設定できます。

ブレイクポイントのアドレスは、DR0～DR3 に、32ビットのリニアアドレスで設定します。ブレイク条件は、ブレイクポイントごとに、アクセスのタイプとモニタするデータの長さを、DR7(デバッグコントロールレジスタ)に設定します。

アクセスのタイプとしては、次の 3 種類の 1 つを選択できます。

- ・命令実行時のみに例外が発生する。
- ・データ書き込み時のみに例外が発生する。
- ・データ読み込み時、またはデータ書き込み時に例外が発生する。

モニタするデータの長さは、ブレイク範囲とか、ブレイクポイントのサイズとも呼ばれるものです。設定したブレイクポイントのアドレスから、1, 2, 4バイト(いずれかを選択)の範囲のメモリがアクセスされると、例外が発生します。

例外が発生すると、DR6(デバッグステータスレジスタ)のブレイクポイントに対応したフラグが立ちます。例外ハンドラは、このレジスタを参照することによって、どのブレイクポイントで例外が発生したか特定することができます。DR6には、シングルステップ実行時の例外発生、タスク切り換え時の例外発生を通知するフラグもあります。

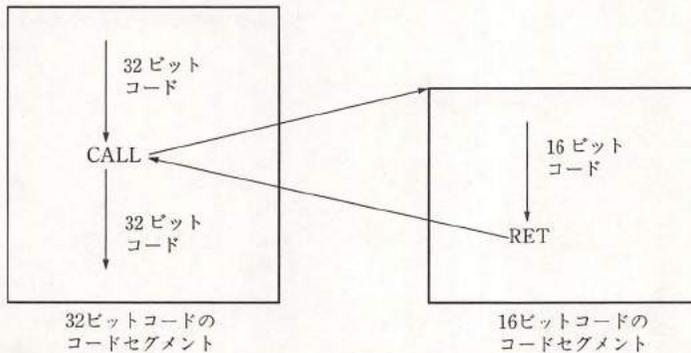
また、マルチタスク環境では、タスクごとにブレイクポイントを設定できなければなりません。TSSのタスク属性のデバッグフラグを1にしておくと、タスク切り換え時にも例外が発生するようになります。この例外によって、タスク切り換え時に、デバッグレジスタの内容を書き換えることができます。

## 2.11 プロテクトモードでの16ビットコードの実行

80386では、プロテクトモードでも、16ビットコードを実行できる機能があります。具体的には、コードセグメントディスクリプタの属性フィールドのDビットを0にすると、16ビットコードで実行することができます。D=1のとき、本来の32ビットコードで働くようになっているわけです。

したがって、セグメント単位で、16ビット/32ビットコードの選択を行うことができ、混在させることも可能です。このようすを、図I-2-29に示します。

▼図I-2-29 16ビットコードと32ビットコードセグメントの混在



ただし、80386のプロテクトモードでは、セグメントレジスタの動作が8086とは異なるために、そのままでは8086のオブジェクトレベルでの互換性を得ることはできません。この問題を解決するために、80386では「仮想8086モード」がサポートされています。

プロテクトモードから仮想8086モードに切り換えるには、EFLAGS(フラグレジスタ)中のVMを1にします。VMの操作には、特権レベルが0であることが必要で、スタックに待避されたEFLAGSの部分、またはTSS中のEFLAGS部分を重ね書きすることによって切り換えることができます。なお、VMを1にすると、16ビットコードで実行されます。

いったん仮想8086モードになると、フラグレジスタ(EFLAGS)は、下位8ビットのEFLAGSの部分しか参照できなくなります。VMはEFLAGSの上位8ビット中にありますから、仮想8086モード上のタスク自身がVMを書き換えて、プロテクトモードにもどることはできなくなります。

しかし、仮想8086モードはプロテクトモードの一部として動作しますから、例外や外部割り込みの発生によって、自動的にプロテクトモードにもどることができます。

仮想8086モードは、常に特権レベル3に置かれます。したがって、オブジェクトレベルで8086と互換性があるといっても、特権命令であるI/O命令を使用すると例外が発生します。このときのハンドラを特権レベル0に置き、I/O処理部分をプロテクトモード側でシミュレートするといった程度の補足は必要です。



# 第 3 章

## CPU近傍のデバイス

FM TOWNS の CPU の近傍には、CPU と周辺装置とのインタフェースを補助するデバイスなどがあります。その中でも重要な働きをしている割り込み関係、DMA 関係、タイマとクロック関係のデバイスについて解説します。また、章の終わりでは、CPU 近傍に配置されている各種のレジスタについても解説します。

### 3.1 CPU 近傍のデバイスの概要

この節では、各デバイスの仕様を簡単に説明します。詳しい説明は、次節以降を参照してください。

#### 3.1.1 CPU 近傍のデバイスとその仕様

表 I-3-1 に、FM TOWNS の CPU 近傍のデバイスと仕様を示します。

##### ● CPU と NDP (数値演算プロセッサ)

CPU は 80386 で、クロック周波数は 16MHz で動作します。

NDP (数値演算プロセッサ) はオプションで、80387 数値演算プロセッサカードによって増設します。

##### ● RAM と ROM

RAM は、最大 6MB まで増設できます。FM TOWNS の出荷時には、モデル 1 は 1MB、モデル 2 は 2MB 実装されています。増設には、拡張 RAM モジュールを使用します。1MB のモジュールと、2MB のモジュールの 2 種類があり、1MB または 2MB 単位で増設できます。

ROM 領域には、システム立ち上げ時の起動プログラムや BIOS、漢字 ROM などが含まれます。そのほかに、増設 ROM スロットには、システム起動直後に自動実行するプログラムを書いた ROM カードが挿入できます。ROM カードが実装されていると、起動直後にはこの ROM に制御が渡されます。

●割り込み

15種類の割り込みが使用できます。また、割り込みコントローラとして、8259A相当モジュールが使われています。

なお、強制割り込みのNMIは、通常の割り込みのようにマスク(割り込みを禁止)することはできません。キーボードからのNMIを働かせる際に使用されます。

●DMA

CPUを経由しないバス上のデータ転送をDMA転送といいます。フロッピーディスク、プリンタ、SCSIインタフェース、CD-ROMドライブなどでは、DMA転送が可能です。DMAコントローラには71071が使われています。

●その他

タイマやクロックなどのデバイスや、その他の制御を行うためのレジスタが搭載されています。これらの詳細についても解説します。

▼表 I-3-1 CPU近傍の仕様

| 項目           | 仕様                                         | 項目     | 仕様                                                                  |
|--------------|--------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------|
| CPU          | 80386 16MHz<br>NDP(80387)使用可能              | NMI    | RAS機能(キーボード)<br>I/O拡張ユニット*                                          |
| RAM          | 容量1MB(モデル1)、2MB(モデル2)<br>最大6MB(オプションによる増設) | DMAC   | 71071<br>チャンネル 用途<br>0 FPD制御<br>1 SCSI制御<br>2 プリンタ制御<br>3 CD-ROM制御* |
| ROM          | 容量1.5MB                                    |        |                                                                     |
| 割り込み         | 8259相当モジュール×2                              | 拡張DMAC | 71071<br>チャンネル 用途<br>0 拡張スロット*<br>1 予約済*<br>2 予約済*<br>3 予約済*        |
|              | レベル 用途                                     |        |                                                                     |
|              | 0 タイマ                                      |        |                                                                     |
|              | 1 キーボード                                    |        |                                                                     |
|              | 2 RS-232C                                  |        |                                                                     |
|              | 3 拡張RS-232C                                |        |                                                                     |
|              | 4 I/O拡張ユニット                                |        |                                                                     |
|              | 5 I/O拡張ユニット                                |        |                                                                     |
|              | 6 FPD制御                                    |        |                                                                     |
|              | 8 SCSI制御                                   |        |                                                                     |
|              | 9 CD-ROM*                                  |        |                                                                     |
|              | 10 I/O拡張ユニット*                              |        |                                                                     |
|              | 11 VSYNC*                                  |        |                                                                     |
|              | 12 プリンタ制御                                  |        |                                                                     |
|              | 13 FM, PCM*                                |        |                                                                     |
| 14 I/O拡張ユニット |                                            |        |                                                                     |
| 15 予約済       |                                            |        |                                                                     |

\*のついているものは、FMRと異なる部分

## 3.2 割り込み

割り込みとは、CPUの工作中に特別な事象が発生した場合、ハードウェアでこれを検出し、CPUの仕事を中断させて別の仕事をさせることをいいます。

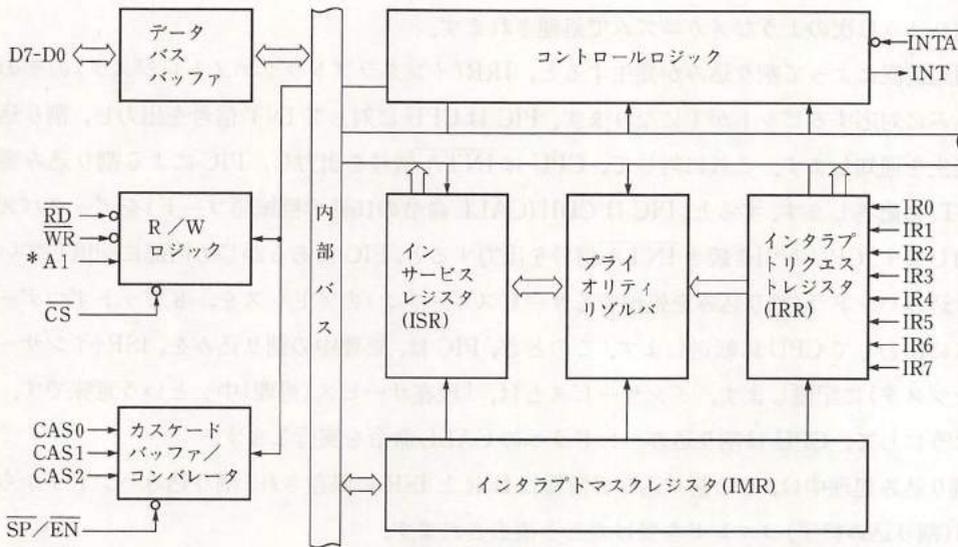
割り込みが起こると、CPUはそれまでの仕事を中断し割り込みハンドラへ制御を移します。FM TOWNSでは、周辺装置から発生する外部割り込みの制御に、8259A相当のPIC(Programmable Interrupt Controller)モジュールが使用されており、15種類の割り込みをサポートしています。

この節では、PICの構造と割り込みの仕組みについて説明します。

### 3.2.1 PICの構造

8259A相当のPICモジュールの内部ブロック構成を、図I-3-1に示します。

▼図I-3-1 PICのブロック構成



\* A1 PIC本来のピン名はA0であるが、FM TOWNSではA1として使っている。

#### ●割り込みの数

1個のPICには、8本の割り込みライン(IR0-7)があり、8種類の周辺装置からの割り込みを受け付けることができます。

FM TOWNSでは、2個のPICを連結して使用しています。16本の割り込みラインのうち、1本の割り込みラインをPIC同士の連結用に用いるので、割り込みの数は合計15本までとなります。

### ●割り込みの優先順位

各 PIC の 8 本の割り込みラインには、優先順位をつけることができます。また、2 個の PIC には優先順位があります。優先度の高い PIC をマスタ(主)、低い PIC をスレーブ(従)と呼びます。こうして、15個の割り込みで優先順位をつけて処理することができます。

割り込みの処理には何とおりかの方法がありますが、各割り込みで優先順位をつけて使うのが標準的であり、これを割り込み優先順モード(フリーネステッドモード)といいます。

PIC は、初期化コマンド(ICW, 後述)で設定した直後は、このモードになっています。

## 3.2.2 割り込みの仕組み

PIC による割り込みの制御の仕組みを、最も標準的である割り込み優先順モードの場合について説明します。

PIC の内部には、割り込みを制御している重要なレジスタとして、IRR(表 I-3-2)、ISR(表 I-3-3)、IMR(表 I-3-4)があります。

以下に、各レジスタの用途(役割)と、割り込み処理の流れの概要を、ブロック構成図にもとづいて説明します。

割り込みは次のようなメカニズムで処理されます。

周辺装置によって割り込みが発生すると、IRR(インタラプトリクエストレジスタ)のその割り込みに対応するビットが 1 になります。PIC は CPU に対して INT 信号を出力し、割り込みの発生を通知します。これに対して、CPU は  $\overline{INTA}$  信号を出力し、PIC による割り込み要求(INT)に応答します。すると、PIC は CDH(CALL 命令の16進の機械語コード)をデータバスに出力します。CPU が引き続き  $\overline{INTA}$  信号を出力すると、PIC はあらかじめ内部に記憶していた割り込みハンドラ(割り込みを処理するサービスルーチン)のアドレスを、8 ビットずつデータバスに出力して CPU に転送します。このとき、PIC は、処理中の割り込みを、ISR(インサービスレジスタ)に記憶します。インサービスとは、「現在サービス(処理)中」という意味です。このようにして、CPU は割り込みハンドラへの CALL 命令を実行します。

割り込み処理中は、その割り込みの情報は IRR と ISR に保存され、割り込みハンドラからの EOI(割り込み終了)コマンドを受けたとき消去されます。

なお、割り込み処理中に他の割り込みが発生すれば IRR にそれが記憶されます。この場合、現在、行われている割り込みと、新しい割り込みの優先度が比べられ、新しい割り込みの優先度が高い場合には、現在進行中の割り込み処理を中断して、新しい割り込みの処理を行います。

ただし、割り込み処理中には、他の割り込みを受け付けないようにすることもできます。それには、IMR(インタラプトマスクレジスタ)の各割り込みに対応するビットを 1 に設定します(フラグを立てる)。

プライオリティリゾルバ(プライオリティ決定回路)は、常時、IRR と ISR と IMR の状態を調べ、発生した割り込み(IRR)と処理中の割り込みのレベル(ISR)とマスクの状況(IMR)に従って、処理すべき割り込みを決めています。

▼表 I-3-2 IRR (インタラプトリクエストレジスタ)

| I/Oアドレス | レジスタ名                  | R/W | 7             | 6             | 5             | 4             | 3             | 2             | 1             | 0             |
|---------|------------------------|-----|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0000H   | インタラプトリクエストレジスタ (マスタ側) | R   | IR7<br>(SINT) | IR6<br>(INT6) | IR5<br>(INT5) | IR4<br>(INT4) | IR3<br>(INT3) | IR2<br>(INT2) | IR1<br>(INT1) | IR0<br>(INT0) |

IR7-0(bit7-0) : SINT, INT6-0から割り込み要求が発生した場合、そのすべての割り込みレベルを該当するビットに記憶する。

SINTはスレーブ側からの割り込みを示す。  
INT6-0はハードウェアからの割り込み要因を示す。

| I/Oアドレス | レジスタ名                   | R/W | 7              | 6              | 5              | 4              | 3              | 2              | 1             | 0             |
|---------|-------------------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| 0010H   | インタラプトリクエストレジスタ (スレーブ側) | R   | IR7<br>(INT15) | IR6<br>(INT14) | IR5<br>(INT13) | IR4<br>(INT12) | IR3<br>(INT11) | IR2<br>(INT10) | IR1<br>(INT9) | IR0<br>(INT8) |

IR7-0(bit7-0) : INT15-8から割り込み要求が発生した場合、そのすべての割り込みレベルを該当するビットに記憶する。

INT15-8はハードウェアからの割り込み要因を示す。

▼表 I-3-3 ISR (インサースビスレジスタ)

| I/Oアドレス | レジスタ名              | R/W | 7             | 6             | 5             | 4             | 3             | 2             | 1             | 0             |
|---------|--------------------|-----|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0000H   | インサースビスレジスタ (マスタ側) | R   | IS7<br>(SINT) | IS6<br>(INT6) | IS5<br>(INT5) | IS4<br>(INT4) | IS3<br>(INT3) | IS2<br>(INT2) | IS1<br>(INT1) | IS0<br>(INT0) |

IS7-0(bit7-0) : SINT, INT6-0の内、現在サービス中である割り込みレベルを該当するビットに記憶する。

SINTはスレーブ側からの割り込みを示す。  
INT6-0はハードウェアからの割り込み要因を示す。

| I/Oアドレス | レジスタ名               | R/W | 7              | 6              | 5              | 4              | 3              | 2              | 1             | 0             |
|---------|---------------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| 0010H   | インサースビスレジスタ (スレーブ側) | R   | IS7<br>(INT15) | IS6<br>(INT14) | IS5<br>(INT13) | IS4<br>(INT12) | IS3<br>(INT11) | IS2<br>(INT10) | IS1<br>(INT9) | IS0<br>(INT8) |

IS7-0(bit7-0) : INT15-8の内、現在サービス中である割り込みレベルを該当するビットに記憶する。

INT15-8はハードウェアからの割り込み要因を示す。

▼表 I-3-4 IMR (インタラプトマスクレジスタ)

| I/Oアドレス | レジスタ名                 | R/W | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1   | 0   |
|---------|-----------------------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 0002H   | インタラプトマスクレジスタ (マスタ側)  | R   | IR7  | IR6  | IR5  | IR4  | IR3  | IR2  | IR1 | IR0 |
| 0012H   | インタラプトマスクレジスタ (スレーブ側) | R   | IR15 | IR14 | IR13 | IR12 | IR11 | IR10 | IR9 | IR8 |

IR15-0 : 割り込みマスクの状態を示す。  
0 = 許可  
1 = 禁止

### 3.2.3 PICの制御

PICの制御は、前に述べたIRR, ISR, IMRの各レジスタとICW(初期化コマンドワード), OCW(動作コマンドワード)を使って行います。

IRR, ISR, IMRの各レジスタの内容の読み出し, ICW, OCWの書き込みは, I/Oアドレス上で, CPUから行います。

IMRへの書き出しは, OCWへの書き込みを通じて, 間接的に行われます。なお, IRR, ISRの書き出しは, 割り込み時と割り込み終了時に行われます。

レジスタの内容の読み出し, コマンドワードの書き込みといった, PICの基本操作には, A1, D4, D3,  $\overline{RD}$ ,  $\overline{WR}$ ,  $\overline{CS}$ の信号が関係しています。これらの信号と操作の関係を表I-3-5に示します。

▼表I-3-5 8259Aの基本オペレーション

| オペレーションモード | 内 容                                  | A1 | D4 | D3 | $\overline{RD}$ | $\overline{WR}$ | $\overline{CS}$ |
|------------|--------------------------------------|----|----|----|-----------------|-----------------|-----------------|
| 読み出し       | IRR, ISR → データバス*1                   | 0  |    |    | 0               | 1               | 0               |
|            | IMR → データバス                          | 1  |    |    | 0               | 1               | 0               |
| 書き込み       | データバス → OCW2                         | 0  | 0  | 0  | 1               | 0               | 0               |
|            | データバス → OCW3                         | 0  | 0  | 1  | 1               | 0               | 0               |
|            | データバス → ICW1                         | 0  | 1  | ×  | 1               | 0               | 0               |
|            | データバス → OCW1, ICW2*2, ICW3*2, ICW4*2 | 1  | ×  | ×  | 1               | 0               | 0               |
| ディセーブル     | データバス → 切り離し                         | ×  | ×  | ×  | 1               | 1               | 0               |
|            | データバス → 切り離し                         | ×  | ×  | ×  | ×               | ×               | 1               |

\*1 リードオペレーションに先立ち, IRRとISRのうちどれを読み出すかを, 動作コマンドワード3(OCW3)で指定する。

\*2 初期化コマンドワード(ICW)は, PICに内蔵のシーケンスロジックによって, 適当な順番で行われる。

A1の値は, I/Oアドレスと関係しています。A1の値とマスタ, スレーブの2つのPICをアクセスする場合のI/Oアドレスの関係は, 表I-3-6のようになります。

▼表I-3-6 I/OアドレスとPICのA1との対応

| I/Oアドレス |       | 8259<br>A1 |
|---------|-------|------------|
| マスタ     | スレーブ  |            |
| 0000H   | 0010H | 0          |
| 0002H   | 0012H | 1          |

なお,  $\overline{CS}$ の値は, 該当PICをアクセスすると0になります。

### ● ICW を使った PIC の初期化

PIC を使う前には、まず、初期化コマンドワード (ICW) によって PIC の初期化をしなければなりません。

初期化コマンドには、ICW1 (表 I-3-7)、ICW2 (表 I-3-8)、ICW3 (表 I-3-9)、ICW4 (表 I-3-10) があります。

図 I-3-2 に、それらの ICW を使用して初期化を行う手順を示します。FM TOWNS は 2 個の PIC を搭載しているため、ICW1、ICW2、ICW4 の外に、ICW3 も使用します。

表 I-3-10 中の高優先度割り込みモード (スペシャルフリーネステッドモード) は、スレーブ側の割り込み処理中に、スレーブ側の別な高優先度割り込みを可能にするモードです。このモードを指定するときはマスタ側のみ ICW4 の SFNM を 1 にします。また、バッファードモードとはハードウェアのバッファを制御するモードで、FM TOWNS では必ず 1 にセットします。

初期状態は、ICW1~ICW4 で設定する値によって変わります。

ICW1~ICW4 は、必ずこの順序で書き込まなければならない、任意の ICW だけを書き込むことはできません。したがって、ICW のいずれか 1 つを書き換えたいときでも、ICW1 から ICW4 までの設定を行う必要があります。

なお、ICW1 を書き込んだ時点で、IRR と ISR はクリアされ、フリーネステッドモードに初期化されます。このとき、レジスタ読み出しコマンドにおける IRR と ISR の選択は IRR に初期化されます。

▼表 I-3-7 ICW1 (初期化コマンドワード 1)

| I/Oアドレス | レジスタ名                   | R/W | 7   | 6   | 5   | 4 | 3    | 2   | 1    | 0   |
|---------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|---|------|-----|------|-----|
| 0000H   | 初期化コマンドワード 1<br>(マスタ側)  | W   | A7  | A6  | A5  | 1 | LTIM | ADI | SNGL | IC4 |
| 0010H   | 初期化コマンドワード 1<br>(スレーブ側) | W   | (0) | (0) | (0) |   | (1)  | (0) | (0)  | (1) |

A7-5 (bit7-5) : 80386 の場合無視される。  
0 = 固定

LTIM (bit3) : IR 入力のトリガモードを設定する。  
1 = レベルトリガモード (固定)

ADI (bit2) : 80386 の場合無視される。  
0 = 固定

SNGL (bit1) : PIC を 1 個使用するか複数個使用する (カスケードモード) かの指定を行う。  
0 = カスケードモード (固定)

IC4 (bit0) : ICW4 が 必要か否かの設定を行う。  
1 = 必要 (固定)

▼表 I-3-8 ICW2 (初期化コマンドワード2)

| I/Oアドレス | レジスタ名                  | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0002H   | 初期化コマンドワード2<br>(マスタ側)  | W   | A15 | A14 | A13 | A12 | A11 | A10 | A9  | A8  |
| 0012H   | 初期化コマンドワード2<br>(スレーブ側) | W   | T7  | T6  | T5  | T4  | T3  | (0) | (0) | (0) |

A15/T7-A11/T3 : 割り込みベクタアドレスの設定を行う。  
(bit7-3)

A10-8(bit2-0) : 80386の場合無視される。  
0 = 固定

▼表 I-3-9 ICW3 (初期化コマンドワード3)

| I/Oアドレス | レジスタ名                 | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0002H   | 初期化コマンドワード3<br>(マスタ側) | W   | S7  | S6  | S5  | S4  | S3  | S2  | S1  | S0  |
|         |                       |     | (1) | (0) | (0) | (0) | (0) | (0) | (0) | (0) |

S7-0(bit7-0) : 対応するIR入力(IR0-7)にスレーブを接続するか否かを設定する。  
1 = スレーブを接続する(固定)

| I/Oアドレス | レジスタ名                  | R/W | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2          | 1          | 0          |
|---------|------------------------|-----|---|---|---|---|---|------------|------------|------------|
| 0012H   | 初期化コマンドワード3<br>(スレーブ側) | W   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ID2<br>(1) | ID1<br>(1) | ID0<br>(1) |

A7-5(bit7-3) : 80386の場合無視される。  
0 = 固定

ID2-0(bit2-0) : スレーブ側の識別番号(7を設定)。

▼表 I-3-10 ICW4 (初期化コマンドワード4)

| I/Oアドレス | レジスタ名                  | R/W | 7 | 6 | 5 | 4    | 3          | 2   | 1    | 0               |
|---------|------------------------|-----|---|---|---|------|------------|-----|------|-----------------|
| 0002H   | 初期化コマンドワード4<br>(マスタ側)  | W   |   |   |   |      |            |     |      |                 |
| 0012H   | 初期化コマンドワード4<br>(スレーブ側) | W   | 0 | 0 | 0 | SFNM | BUF<br>(1) | M/S | AEOI | $\mu$ PM<br>(1) |

SFNM(bit4) : スペシャルフリーネステッドモードの設定を行う。  
0 = フリーネステッドモード  
1 = スペシャルフリーネステッドモード

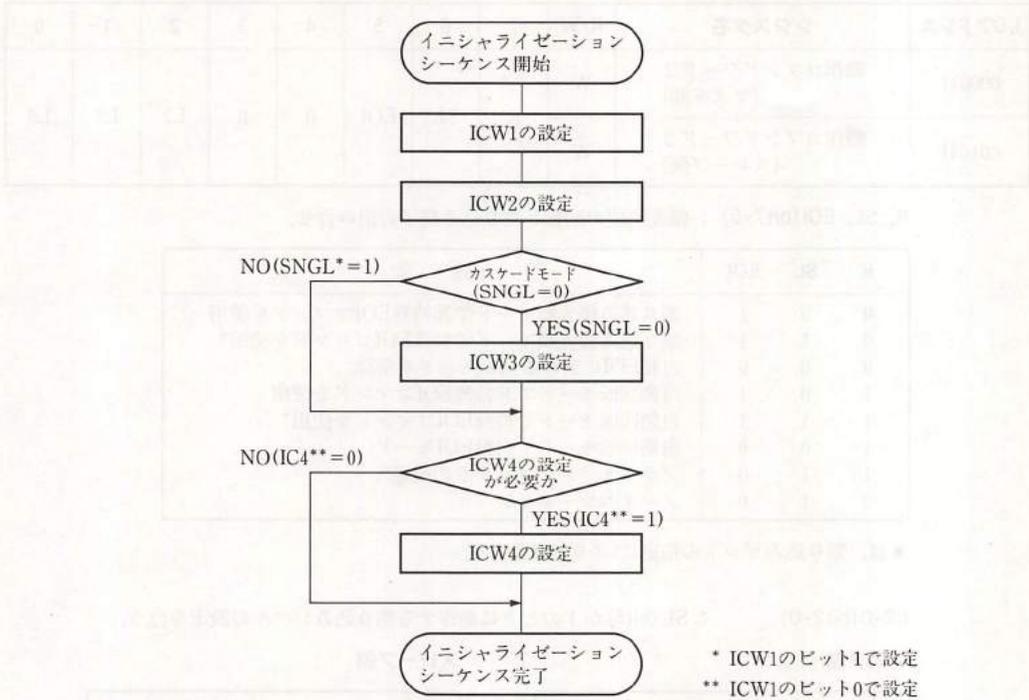
BUF(bit3) : バッファードモードの設定を行う。  
1 = バッファードモード(固定)

M/S(bit2) : バッファードモードにおける、マスタかスレーブかの設定を行う。  
0 = スレーブ  
1 = マスタ

AEOI(bit1) : 割り込み自動終了モードの設定を行う。  
0 = 自動EOI以外のモード  
1 = 自動EOIモード

$\mu$ PM(bit0) : CPUモードの設定を行う。  
1 = 80386モード(固定)

▼図 I-3-2 イニシャライゼーションシーケンス



● OCW を使った PIC の動作制御

OCW には、OCW1(表 I-3-11)、OCW2(表 I-3-12)、OCW3(表 I-3-13)の3種類があります。OCW1～OCW3の書き込みは、I/OのアドレスとD3の信号によって区別し、設定や変更を必要とするものだけを書き込むことができます。なお、OCWの表の説明の中には、これまでに説明していないモードもありますが、それらは後で説明します。

▼表 I-3-11 OCW1 (動作コマンドワード1)

| I/Oアドレス | レジスタ名                 | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1  | 0  |
|---------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| 0002H   | 動作コマンドワード1<br>(マスタ側)  | W   | M7  | M6  | M5  | M4  | M3  | M2  | M1 | M0 |
| 0012H   | 動作コマンドワード1<br>(スレーブ側) | W   | M15 | M14 | M13 | M12 | M11 | M10 | M9 | M8 |

M15-0(bit7-0) : 割り込み要求に対する許可、禁止の設定を行う。  
0 = 許可  
1 = 禁止

▼表 I-3-12 OCW2 (動作コマンドワード 2)

| I/Oアドレス | レジスタ名                  | R/W | 7 | 6  | 5   | 4 | 3 | 2  | 1  | 0  |
|---------|------------------------|-----|---|----|-----|---|---|----|----|----|
| 0000H   | 動作コマンドワード 2<br>(マスタ側)  | W   |   |    |     |   |   |    |    |    |
| 0010H   | 動作コマンドワード 2<br>(スレーブ側) | W   | R | SL | EOI | 0 | 0 | L2 | L1 | L0 |

R, SL, EOI(bit7-5) : 優先順位の回転と割り込み終了の組み合わせ.

| R | SL | EOI | 機 能                      |
|---|----|-----|--------------------------|
| 0 | 0  | 1   | 割り込み優先順モードで非特殊EOIコマンドを使用 |
| 0 | 1  | 1   | 割り込み優先順モードで特殊EOIコマンドを使用* |
| 0 | 0  | 0   | 自動EOIにおける回転モードを解除        |
| 1 | 0  | 1   | 自動回転モードで非特殊EOIコマンドを使用    |
| 1 | 1  | 1   | 自動回転モードで特殊EOIコマンドを使用*    |
| 1 | 0  | 0   | 自動回転モードで自動EOIモード         |
| 1 | 1  | 0   | プライオリティコマンドの設定*          |
| 0 | 1  | 0   | ノーオペレーション                |

\*は、割り込みビットの指定にL2-0を使用する。

L2-0(bit2-0) : SL(bit6)が1のときに動作する割り込みレベルの設定を行う。

マスタ側

スレーブ側

| L2 | L1 | L0 | 割り込みレベル  |
|----|----|----|----------|
| 0  | 0  | 0  | 0        |
| 0  | 0  | 1  | 1        |
| 0  | 1  | 0  | 2        |
| 0  | 1  | 1  | 3        |
| 1  | 0  | 0  | 4        |
| 1  | 0  | 1  | 5        |
| 1  | 1  | 0  | 6        |
| 1  | 1  | 1  | 7 (SINT) |

| L2 | L1 | L0 | 割り込みレベル |
|----|----|----|---------|
| 0  | 0  | 0  | 8       |
| 0  | 0  | 1  | 9       |
| 0  | 1  | 0  | 10      |
| 0  | 1  | 1  | 11      |
| 1  | 0  | 0  | 12      |
| 1  | 0  | 1  | 13      |
| 1  | 1  | 0  | 14      |
| 1  | 1  | 1  | 15      |

SINTはスレーブ側からの割り込みを示す。

▼表 I-3-13 OCW3 (動作コマンドワード3)

| I/Oアドレス | レジスタ名                 | R/W | 7 | 6    | 5   | 4 | 3 | 2 | 1  | 0   |
|---------|-----------------------|-----|---|------|-----|---|---|---|----|-----|
| 0000H   | 動作コマンドワード3<br>(マスタ側)  | W   | 0 | ESMM | SMM | 0 | 1 | P | PR | RIS |
| 0010H   | 動作コマンドワード3<br>(スレーブ側) | W   |   |      |     |   |   |   |    |     |

ESMM, SMM (bit6, 5) : 2つのビットの組み合わせによって、スペシャルマスクモードのコントロールを行う。

| ESMM | SMM | 機 能                            |
|------|-----|--------------------------------|
| 0    | 0   | 何もしない(ESMMが0のため)               |
| 0    | 1   |                                |
| 1    | 0   | スペシャルマスクモードを解除し、ノーマルマスクモードにもどる |
| 1    | 1   | スペシャルマスクモードに設定                 |

P(bit2) : CPUによるハードウェア割り込みを使用せず、ソフトウェアポーリングによる割り込み処理を行う場合に設定する。  
 ポールコマンドモードを使用するときには、事前にCPUの割り込みを禁止しておくこと。

0 = ポールコマンドモードを使用しない。  
 1 = ポールコマンドモードを使用する。

PR, RIS(bit1, 0) : 2つのビットの組み合わせによって、レジスタ読み出しコマンドの設定を行う。

| PR | RIS | 機 能                |
|----|-----|--------------------|
| 0  | 0   | 何もしない<br>(PRが0のため) |
| 0  | 1   |                    |
| 1  | 0   | IRRの読み出しの指定        |
| 1  | 1   | ISRの読み出しの指定        |

### 3.2.4 割り込み制御モード

割り込みの制御には、これまで、説明してきた割り込み優先順モードを含め、さまざまなモードがあります。

#### ●割り込み優先順モード

PIC は、ICW で初期設定した直後には、割り込み優先順モードになっています。このモードでは、IR0 が最も優先度が高く、IR1、IR2……と、番号が大きくなるほど優先度が低くなります。

割り込みは、80386CPU にハンドラ対応アドレスが出力される段階で、ISR の該当ビットに記憶されていますが、割り込み処理の終了後には、クリアする(0にする)必要があります。そのためには、割り込みハンドラは、処理の終了時に、マスタとスレーブ両方に対して、OCW2 に書き込みを行って、EOI を1にしなければなりません。EOI(End Of Interrupt)のことを割り込み終了コマンドといいます。特殊EOIコマンドと非特殊EOIコマンド(後述)の2種類があり、どちらかを選択できます。また、終了コマンドを必要としない自動EOIモード(後述)にすることもできます。

#### ●自動回転モード

優先度を均等にしたいときには、割り込み優先順モードに代えて、自動回転モードを利用します。このモードでは、受け付けられた割り込みの優先度は、割り込みハンドラの起動後に最低の優先度に下げられます。したがって、他の割り込みが連続して発生する場合には、それらの処理が終了しないとその割り込み処理ができないことになります。

自動回転モードでの割り込み終了時の処理は、EOIコマンド(後述)と、自動EOIモード(後述)による終了のどちらかを選択できます。

#### ●割り込み終了コマンドの種類

EOIコマンドは、OCW2のSLによって、2種類の働きをします。

| SLビット | 意味         |
|-------|------------|
| 0     | 非特殊EOIコマンド |
| 1     | 特殊EOIコマンド  |

非特殊EOIコマンドでは、最高優先順位の割り込みのISRの該当ビットがクリアされます。特殊EOIコマンドでは、L0~L2で指定された、特定のビットがクリアされます。

#### ●自動EOIモード

EOIコマンドの手続きが面倒な場合には、自動EOIモードを利用することができます。

このモードを使用するには、初期化する際に、ICW4のAOEI(ビット1)を1にしておきます。

自動 EOI モードでは、割り込みに対応する ISR のビットがセットされないで、EOI コマンドは不必要です。ただし、割り込みの処理中に再度割り込みを受け付けてしまうことがあるので、タイミングに十分注意しなければなりません。また、このモードは、マスタのみに使用でき、スレーブには使用できません。

なお、OCW2 のプライオリティコマンドは、処理済みの割り込みの優先順位を最低に落すことにより、後続の順位を上げるのに使われます。

#### ●スペシャルマスクモード

IMR は、IRR に対するマスクとして働き、割り込みに対応するビットをマスクすることにより割り込みを起こさないようにするものでした。しかし、このモードでは、ISR に対するマスクとして働きます。すなわち、現在処理中の割り込みに対して、より優先度が低い割り込みが起こった場合にも、後続の割り込みを可能にします。

この機能を使うには、ISR をセットしている割り込みに対応する IMR のビットをセットして、OCW3 でスペシャルマスクモードに移ります。

#### ●その他のモード

OCW3 のポールコマンドモードは、CPU に対する割り込みを使わないときのためのモードで、CPU が PIC の内容を監視し続けなければならないため、FM TOWNS では現実的ではありません。

## 3.3 DMA 転送

CPU を経由せずに、周辺装置とメモリの間で直接データの転送を行うことを、DMA (Direct Memory Access) といいます。

DMAC (DMA Controller) によるメモリアクセスは、CPU の MOV 命令によるメモリアクセスと同様に、あるデバイス (例えばディスクドライブ) から読み出したデータを、そのままメモリに次々と並べていくといった処理を行うのに使用されます。

同じ処理は、もちろん CPU でも行うことができますが、多量のデータを転送するような単調な処理は DMA を使って行うようにすると、CPU は外の作業をすることができるようになります。また、周辺デバイスの中には、CPU による処理では追いつかないほど高速な転送を行うものがあり、このような場合にも、DMA 転送を使います。

FM TOWNS では、DMAC に 71071 が使用されています。

この節では、DMAC の構造と DMA 転送の仕組みについて解説します。

### 3.3.1 DMAC の割り当て

71071 は、4 チャンネルの DMA を並行して行うことができます。ただし、任意の一時点についてみれば、同時にバスを使用できるのは、DMAC の 4 つのチャンネルと CPU 中のいずれか 1 つです。なお、各チャンネルの割り当ては、表 I-3-1 に示したとおりです。

71071 はいろいろな機能を持っていますが、実際にパソコン上で使用される際には、CPU の補助的な役割を果たすものとして、機能を制限して使用するよう設計されることが多いものです。FM TOWNS でも、71071 の機能の中で使用禁止となっている部分があるので注意が必要です。

#### ●動作概略

DMAC は、CPU などの DMA 転送要求信号によって動作を開始します。ソースとなるデバイス(例えばディスクドライブ)からデータを 1 バイト(または 1 ワード)読み込み、それをデスティネーションとなるデバイス(例えばメモリ)に書き込んで、1 回分の処理を終えます。このとき、転送されるデータは CPU を経由しません。

読み書きするメモリの先頭アドレスは、あらかじめ DMAC アドレスレジスタに設定しておき、DMA 転送をする回数を、カウントレジスタに設定しておきます。DMA の 4 チャンネルのうちどのチャンネルに関するレジスタの設定を行うかは、チャンネルレジスタで選択します。

CPU を使って設定を行うのはここまでです。実際のデータ転送は DMAC が、その内部のレジスタの値を使用しながら行います。例えば、2 バイトずつ転送する場合には、DMAC は内部のアドレスレジスタの値を 2 ずつ加算しながら、カウントレジスタに設定された回数だけ DMA 転送を行います。

#### ●拡張 DMAC(00B0H~00BFH)

拡張 DMAC は、I/O 拡張ユニットによりサポートされます。

レジスタの割り付けは、00B0H~00BFH で、内部 DMAC の 00A0H~00AF に対応します。

### 3.3.2 DMACのレジスタ

DMACには、各チャンネルに共通したレジスタと、各チャンネルごとに設定するレジスタがあります。

各チャンネルに共通したレジスタには、次のようなものがあります。

|                |                    |
|----------------|--------------------|
| イニシャライズレジスタ    | DMACの初期化とバスサイズの指定  |
| デバイスコントロールレジスタ | DMACの動作モードの設定      |
| ステータスレジスタ      | DMA要求の有無とDMAの終了の保持 |
| リクエストレジスタ      | ソフトウェアによるDMA要求     |
| マスクレジスタ        | ハードウェアからのDMA要求のマスク |

各チャンネルごとに設定するレジスタには、次のようなものがあります。

|                  |               |
|------------------|---------------|
| チャンネルレジスタ        | アクセスするレジスタの指定 |
| ベース/カレントカウンタレジスタ | DMA転送の回数設定    |
| ベース/カレントアドレスレジスタ | DMA転送アドレス設定   |
| モードコントロールレジスタ    | チャンネルごとのモード設定 |

DMACには、上記の他にテンポラリレジスタがありますが、FM TOWNSでは使用できません。

以下に、各レジスタの詳細を説明します。

#### ●イニシャライズレジスタ

DMACを使用する際には、最初にイニシャライズレジスタ(表I-3-14)を設定してから、その他のレジスタを設定します。

イニシャライズレジスタの設定は、DMACの初期化と、バスのアクセスサイズを決める働きをします。このレジスタは8ビットで書き込みを行います。

▼表 I-3-14 イニシャライズレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1   | 0   |
|---------|-------------|-----|---|---|---|---|---|---|-----|-----|
| 00A0H   | イニシャライズレジスタ | W   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16B | RES |

16B(bit1) : DMACのI/Oバス幅の指定を行う。このビットは、DMACの他のレジスタのアクセスに先立って1にセットしなければならない。  
1=16ビットバス(固定)

RES(bit0) : DMACをリセットする。このビットは初期化後自動的にクリアされる。  
1=リセットON

## ●チャンネルレジスタ

次に、チャンネルレジスタ(表I-3-15)を設定します。これは、以後、どのチャンネルのどのレジスタに対してアクセスを行うかを指定するものです。チャンネルレジスタは、書き込みと読み出しでフォーマットが異なるので、注意を要します。BASEに関しては、カウントレジスタとアドレスレジスタの項で説明します。

▼表I-3-15 チャンネルレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2    | 1     | 0   |
|---------|-----------|-----|---|---|---|---|---|------|-------|-----|
| 00A1H   | チャンネルレジスタ | W   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | BASE | SELCH |     |
|         |           |     |   |   |   |   |   |      | SL1   | SL0 |

BASE(bit2) : アドレス/カウントレジスタのベースレジスタ/カレントレジスタのいずれをアクセスするかを指定する。

0 = リード時-カレントレジスタ

ライト時-ベース/カレントレジスタ

1 = ベースレジスタ

通常このビットは0を指定する。

SELCH(bit1-0) : アクセスするチャンネルを指定する。DMACにモード/アドレス/バイト数を設定する場合には、必ず指定しなければならない。

| SL1 | SL0 | チャンネル  |
|-----|-----|--------|
| 0   | 0   | チャンネル0 |
| 0   | 1   | チャンネル1 |
| 1   | 0   | チャンネル2 |
| 1   | 1   | チャンネル3 |

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7  | 6 | 5 | 4    | 3     | 2    | 1    | 0    |
|---------|-----------|-----|----|---|---|------|-------|------|------|------|
| 00A1H   | チャンネルレジスタ | R   | 不定 |   |   | BASE | SELCH |      |      |      |
|         |           |     |    |   |   |      | SEL3  | SEL2 | SEL1 | SEL0 |

BASE(bit2) : アドレス/カウントレジスタのベースレジスタ/カレントレジスタの現在の選択状態を示す。

0 = リード時-カレントレジスタ

ライト時-ベース/カレントレジスタ

1 = ベースレジスタ

SELCH(bit3-0) : 現在選択されているチャンネルを示す。ビット3-0チャンネルが3~0に対応している。

| SELCH    | チャンネル  |
|----------|--------|
| SEL0 = 1 | チャンネル0 |
| SEL1 = 1 | チャンネル1 |
| SEL2 = 1 | チャンネル2 |
| SEL3 = 1 | チャンネル3 |

### ●カウントレジスタ

カウントレジスタ(表 I-3-16)は、DMA 転送を繰り返す回数を保持するレジスタです。カウントレジスタは、各チャンネルごとに、ベースカウントレジスタとカレントカウントレジスタの2本があります。CPU が設定するのは、ベースカウントレジスタで、DMA 転送を繰り返す回数を格納します。カレントカウントレジスタは、おもに DMA 転送中に DMAC が使用するものです。通常の初期化(オートイニシャライズ)時には、ベースカウントレジスタ値がカレントカウントレジスタに転送され、1回 DMA を行うごとに、値が1ずつ減らされ、0に達したときに処理が終了します。CPU から、どちらのカウントレジスタをアクセスするかは、チャンネルレジスタの BASE ビットで指定します。

カウントレジスタの長さは2バイト(16ビット)あり、64KBまで連続してDMA転送できます。

これらのレジスタの内容は、ベース/カレントとも、読み/書き共通です。初期化レジスタで16ビットバスサイズが選択されているときには、2バイトのレジスタを一度にアクセスすることができます。

▼表 I-3-16 カウントレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名            | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1  | 0  |
|---------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| 00A2H   | カウントレジスタ<br>(下位) | R/W | C7  | C6  | C5  | C4  | C3  | C2  | C1 | C0 |
| 00A3H   | カウントレジスタ<br>(上位) | R/W | C15 | C14 | C13 | C12 | C11 | C10 | C9 | C8 |

C15-0 : DMA転送を行うバイト数を指定する。

## ●アドレスレジスタ

アドレスレジスタ(表 I-3-17)は、DMA 転送をするメモリのアドレスを保持します。アドレスレジスタは、各チャンネルごとに、ベースアドレスレジスタとカレントアドレスレジスタの2本があります。CPUが設定するのは、ベースアドレスレジスタで、DMA 転送でデータを読み書きする先頭のアドレス(開始アドレス)を格納します。カレントアドレスレジスタは、おもにDMA 転送中にDMACが使用するもので、現在、読み書きしているアドレスを保持しています。通常の初期化(オートイニシャライズ)時には、ベースアドレスレジスタ値がカレントアドレスレジスタに転送され、1回DMAを行うごとに、±1(8ビット時)または±2(16ビット時)ずつ自動的に増減されます。なお、ここでの8ビット、16ビットとは、バスサイズではなく、後述のモードコントロールレジスタで指定するデータ幅です。CPUからどちらのアドレスレジスタをアクセスするかは、チャンネルレジスタのBASEビットで指定します。

アドレスレジスタの長さは4バイト(32ビット)で、4GB中の任意のアドレスを指定できます。アドレスレジスタの下位3バイトはDMACに内蔵されており、最上位バイトは外付けレジスタです。下位3バイトは連続して増減されますが、A23からA24への桁上がりは行われません。したがって、16MB以上の転送にはアドレスの桁上がり(下がり)は、ソフトウェアで行う必要があります。レジスタの内容は、ベース/カレントとも、読み/書き共通です。

また、最上位バイトのアドレスレジスタは、1つしかなく、ベースとカレントで兼用しているので注意が必要です。

▼表 I-3-17 アドレスレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名             | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 00A4H   | アドレスレジスタ<br>(下位)  | R/W | A7  | A6  | A5  | A4  | A3  | A2  | A1  | A0  |
| 00A5H   | アドレスレジスタ<br>(中位)  | R/W | A15 | A14 | A13 | A12 | A11 | A10 | A9  | A8  |
| 00A6H   | アドレスレジスタ<br>(上位)  | R/W | A23 | A22 | A21 | A20 | A19 | A18 | A17 | A16 |
| 00A7H   | アドレスレジスタ<br>(最上位) | R/W | A31 | A30 | A29 | A28 | A27 | A26 | A25 | A24 |

A31-0

: DMA転送の開始アドレス(4GB空間)を指定する。  
A31-24は外付けレジスタで、A23からA24への桁上がりは行われず、したがって、16MB境界をまたいでの転送は回り込みを起こすので、注意すること。

## ●デバイスコントロールレジスタ

デバイスコントロールレジスタ(表 I-3-18)は、各チャンネルに共通したデバイス全体のモードの設定を行うレジスタです。

FM TOWNS では、設計上の制約から、このレジスタの多くのビット値は固定されています。設定が可能なビットは DDMA だけで、このビットは DMA 動作の許可/禁止を制御します。

▼表 I-3-18 デバイスコントロールレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名          | R/W | 7          | 6          | 5          | 4          | 3          | 2    | 1           | 0          |
|---------|----------------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------|-------------|------------|
| 00A8H   | デバイスコントロールレジスタ | R/W | AKL<br>(0) | RQL<br>(0) | EXW<br>(1) | ROT<br>(0) | CMP<br>(0) | DDMA | AHLD<br>(0) | MTM<br>(0) |

- AKL (bit7) : DMAAKのアクティブレベルを指定する。  
0 = アクティブロー(固定)
- RQL (bit6) : DMARQのアクティブレベルを指定する。  
0 = アクティブハイ(固定)
- EXW (bit5) : 書き込みの場合のモードを指定する。  
1 = 拡張書き込み(固定)
- ROT (bit4) : 優先順位の制御方法を指定する。  
0 = 固定優先順位(固定)
- CMP (bit3) : DMAサイクルのタイミング制御の方法を指定する。  
0 = 通常タイミング(固定)
- DDMA (bit2) : DMA動作を禁止する。  
0 = DMA動作許可  
1 = DMA動作禁止
- AHLD (bit1) : メモリ-メモリ転送の場合にチャンネル0のアドレスを固定とする。メモリ-メモリ転送は使用禁止のため、このビットは0に固定する。
- MTM (bit0) : メモリ-メモリ転送を許可するかどうかを指定する。  
0 = メモリ-メモリ転送禁止(固定)

| I/Oアドレス | レジスタ名          | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1          | 0           |
|---------|----------------|-----|-----|---|---|---|---|---|------------|-------------|
| 00A9H   | デバイスコントロールレジスタ | R   | 不 定 |   |   |   |   |   | WEV<br>(0) | BHLD<br>(0) |
|         |                | W   | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |            |             |

- WEV (bit1) : ペリファイ転送時のWAITの許可を指定する。  
0 = ペリファイ転送時のWAIT禁止(固定)
- BHLD (bit0) : DMA転送バスモードを指定する。  
0 = バスリリースモード(固定)

●モードコントロールレジスタ

モードコントロールレジスタ(表 I-3-19)は、チャンネルごとに動作モードを指定するレジスタです。

モードコントロールレジスタ中の TMODE は、デマンドモードとシングルモードを切り換えるものです。

デマンドモードでは、DMAC が DMA 要求を受け続けている間、連続して繰り返し DMA 転送を行い、転送が終了するまでバスを解放しません。一方、シングルモードでは、1バイト(または2バイト)単位でバスを解放しながら DMA 転送を行います。

▼表 I-3-19 モードコントロールレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7     | 6   | 5    | 4    | 3    | 2    | 1  | 0   |
|---------|---------------|-----|-------|-----|------|------|------|------|----|-----|
| 00AAH   | モードコントロールレジスタ | R   | TMODE |     | ADIR | AUTI | TDIR |      | 不定 | W/B |
|         |               |     | MD1   | MD0 |      |      | DIR1 | DIR2 |    |     |
|         |               | W   | TMODE |     |      |      | TDIR |      | 0  |     |
|         |               |     | MD1   | MD0 |      |      | DIR1 | DIR2 |    |     |

TMODE(bit7-6) : DMA転送モードを指定する。

| MD1 | MD0 | 転送モード          |
|-----|-----|----------------|
| 0   | 0   | デマンドモード        |
| 0   | 1   | シングルモード        |
| 1   | 0   | ブロックモード(使用禁止)  |
| 1   | 1   | カスケードモード(使用禁止) |

ADIR(bit5) : アドレスカウンタのインクリメント/デクリメントを指定する。  
 0 = アドレスインクリメント  
 1 = アドレスデクリメント

AUTI(bit4) : オートイニシャライズを行うかどうかを指定する。  
 0 = オートイニシャライズを行わない。  
 1 = オートイニシャライズを行う。

TDIR(bit3-2) : DMA転送の転送方向を指定する。

| DIR1 | DIR0 | 転送モード             |
|------|------|-------------------|
| 0    | 0    | ペリファイ転送(使用禁止)     |
| 0    | 1    | I/O ⇒ メモリ転送       |
| 1    | 0    | メモリ ⇒ I/O 転送      |
| 1    | 1    | メモリ ⇒ メモリ転送(使用禁止) |

W/B(bit0) : DMA転送のデータ幅を指定する。  
 0 = バイト転送  
 1 = ワード転送

## ●ステータスレジスタ

ステータスレジスタ(表 I-3-20)は、DMA 要求信号の有無と転送が終了しているかどうかを保持するレジスタです。

▼表 I-3-20 ステータスレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7       | 6   | 5   | 4   | 3              | 2   | 1   | 0   |
|---------|-----------|-----|---------|-----|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|
| 00ABH   | ステータスレジスタ | R   | REQUEST |     |     |     | TERMINAL COUNT |     |     |     |
|         |           |     | RQ3     | RQ2 | RQ1 | RQ0 | TC3            | TC2 | TC1 | TC0 |

RQ3-0(bit7-4) : DMA要求信号の状態を示す。RQ3-0が、チャンネル3~0に対応する。  
0 = DMA要求なし  
1 = DMA要求あり

TC3-0(bit3-0) : DMA転送が指定されたバイト数終了したかどうかを示す。このビットはリードするとクリアされる。TC3-0がチャンネル3~0に対応する。  
1 = ターミナル カウント状態。

## ●テンポラリレジスタ

テンポラリレジスタ(表 I-3-21)は、メモリからメモリへの転送の中継に使用されますが、FM TOWNS ではこの機能は使っていません。

▼表 I-3-21 テンポラリレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名             | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1  | 0  |
|---------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| 00ACH   | テンポラリレジスタ<br>(下位) | R   | T7  | T6  | T5  | T4  | T3  | T2  | T1 | T0 |
| 00ADH   | テンポラリレジスタ<br>(上位) | R   | T15 | T14 | T13 | T12 | T11 | T10 | T9 | T8 |

このレジスタは使用しない。

## ●リクエストレジスタ

リクエストレジスタ(表 I-3-22)は、ソフトウェアから DMA 要求を発するのためのレジスタです。すなわち、ソフトウェアがこのレジスタ中のチャンネルに対応したビットをセットすると、DMAC にそのチャンネルの DMA 要求が伝わります。

▼表 I-3-22 リクエストレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------|-----------|-----|-----|---|---|---|------|------|------|------|
| 00AEH   | リクエストレジスタ | R   | 不 定 |   |   |   | SRQ3 | SRQ2 | SRQ1 | SRQ0 |
|         |           | W   | 0   | 0 | 0 | 0 |      |      |      |      |

SRQ3-0(bit3-0) : ソフトウェアによるDMA要求。SRQ3-0がチャンネル3~0に対応。  
0 = DMA要求リセット  
1 = DMA要求セット

● マスクレジスタ

マスクレジスタ(表 I-3-23)は、ハードウェアからの DMA 要求を受け付けるか否かを設定するレジスタです。各チャンネルに対応するビットをセットすると、そのチャンネルのハードウェアからの DMA 要求信号がマスクされます。

なお、DMAC のセットに際しては、該当チャンネルについてマスクしておいて行わないと誤動作するおそれがあります。

▼表 I-3-23 マスクレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名   | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|---------|-----|-----|---|---|---|----|----|----|----|
| 00AFH   | マスクレジスタ | R   | 不 定 |   |   |   | M3 | M2 | M1 | M0 |
|         |         | W   | 0   | 0 | 0 | 0 |    |    |    |    |

M3-0(bit3-0) : DMA要求信号のマスクビットであり、M3-0がチャンネル3~0に対応する。  
 0=DMA要求をマスクしない  
 1=DMA要求信号をマスクする

## 3.4 プログラマブルタイマ

プログラマブルタイマ(PIT)は、入力された一定の周波数のクロックパルスを数えるカウンタで、カウント値がタイムアウトする(指定値に達する)と、割り込みを発生したり、パルスを出力する働きをします。

PIT は、一定の時間間隔で割り込みを発生させることを利用して、インターバルタイマとして使うことができます。ソフトウェアは、この割り込みを利用して、タスクの切り換えなどを行うことができます。また、一定の時間間隔でパルスを発生することを利用して、RS-232C のボーレートの制御では、ボーレートジェネレータとなります。

FM TOWNS では、PIT に、8253相当のモジュールを使用しています。

この節では、8253の構造とその働きの仕組みについて、解説します。

### 3.4.1 タイマの割り当てと注意

1個の8253には、3チャンネルの独立したタイマ(カウンタ)が内蔵されており、FM TOWNS では、この PIT を 2 個使用しています。ただし、チャンネル 3, 5 は予約されているので、使用できるのは 4 チャンネルです。各チャンネルの用途と入力クロックの周波数を、表 I-3-24 に示します。

▼表 I-3-24 タイマ各チャネルの仕様

| 項目           | 仕様                             |                |
|--------------|--------------------------------|----------------|
| タイマ          | 8253×2                         |                |
| チャネル<br>割り当て | チャネル                           | 用途             |
|              | 0                              | ソフト(インターバルタイマ) |
|              | 1                              | I/O制御用         |
|              | 2                              | サウンド           |
|              | 3                              | 予約済            |
|              | 4                              | ポーレートジェネレータ    |
| カウント<br>クロック | チャネル                           | カウントクロック       |
|              | 0                              | 307.2KHz       |
|              | 1                              | 307.2KHz       |
|              | 2                              | 307.2KHz       |
|              | 3                              | —————          |
|              | 4                              | 1.2288MHz      |
| 5            | —————                          |                |
| 割り込み         | チャネル0, 1のみタイムアウトによる<br>割り込み可能。 |                |

FM TOWNS では、8253の動作モードのうち、チャネル0, 2, 3ではモード3, チャネル1はモード0を使用しています。このモードの設定は、設計上固定されているので、変更することはできません。

また、割り込みの発生に使用できるのは、チャネルの0, 1だけです。

PIT1, PIT2を連続してアクセスするときは、1.3 $\mu$ s以上、間をおいてください。

いずれのタイマもゲート入力によるカウント制御はできません。

チャネル0では、設定した周期で割り込み要因レジスタ(後述)のタイムアウトフラグ(TMOUT0)がセットされるので割り込み処理ルーチンでは、このフラグをリセットします。すなわち、割り込み制御レジスタ(後述)のTM0CLRに1を書くようにしてください。

### 3.4.2 PITのレジスタ

PITには、次のようなレジスタがあります。

|             |       |               |
|-------------|-------|---------------|
| タイマカウントレジスタ | …………… | カウント値(時間)の設定  |
| コントロールレジスタ  | …………… | PITの動作モードを指定  |
| 割り込み制御レジスタ  | …………… | 割り込みの発生の許可/禁止 |
| 割り込み要因レジスタ  | …………… | 割り込みの状況       |

次に、各レジスタの詳細を説明します。

●タイマカウントレジスタ

タイマカウントレジスタ(表 I-3-25)には、各チャンネルごとに、入力クロックのカウンタ値を設定します。タイマカウントレジスタは、それぞれ16ビットです。

このレジスタに設定した値までカウンタが進むとタイムアウトになり、割り込みなどが発生します。

チャンネル 4 は、RS-232C 専用のポーレートジェネレータで、8251の分周比とポーレートによって設定値が決まっています。チャンネル 4 のタイマカウントレジスタの設定値を、表 I-3-26 に示します。なお、RS-232C に関しては、第 I 部第 7 章に詳しい解説があります。

▼表 I-3-25 タイマカウントレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7      | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |      |
|---------|-------------|-----|--------|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 0040H   | タイマカウントレジスタ | R/W | タイマ #0 |   |   |   |   |   |   |   | PIT1 |
| 0042H   |             | R/W | タイマ #1 |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0044H   |             | R/W | タイマ #2 |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0050H   |             | R/W | タイマ #3 |   |   |   |   |   |   |   | PIT2 |
| 0052H   |             | R/W | タイマ #4 |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0054H   |             | R/W | タイマ #5 |   |   |   |   |   |   |   |      |

0～5のチャンネルのタイマにカウンタ値を設定する。

▼表 I-3-26 ポーレートジェネレータに設定するカウンタ値

| モード                   | 同 期       |         | 非 同 期 |     | カウンタ値     |
|-----------------------|-----------|---------|-------|-----|-----------|
|                       | 1/1       | 1/16    | 1/64  |     |           |
| ポ<br>ー<br>レ<br>ー<br>ト | 7 5       |         |       |     | 1 6 3 8 4 |
|                       | 1 5 0     |         |       |     | 8 1 9 2   |
|                       | 3 0 0     |         |       |     | 4 0 9 6   |
|                       | 6 0 0     |         |       |     | 2 0 4 8   |
|                       | 1 2 0 0   | 7 5     |       |     | 1 0 2 4   |
|                       | 2 4 0 0   | 1 5 0   |       |     | 5 1 2     |
|                       | 4 8 0 0   | 3 0 0   | 7 5   |     | 2 5 6     |
|                       | 9 6 0 0   | 6 0 0   | 1 5 0 |     | 1 2 8     |
|                       | 1 9 2 0 0 | 1 2 0 0 | 3 0 0 |     | 6 4       |
|                       |           | 2 4 0 0 | 6 0 0 |     | 3 2       |
|                       | 4 8 0 0   | 1 2 0 0 |       | 1 6 |           |
|                       | 9 6 0 0   | 2 4 0 0 |       | 8   |           |
|                       | 1 9 2 0 0 | 4 8 0 0 |       | 4   |           |

●コントロールレジスタ

コントロールレジスタ(表 I-3-27)は、各チャンネルに対して、動作モードなどを設定するものです。

チャンネルの指定は、SC1-0の2ビットで行いますが、2個のPITは、I/Oアドレスが異なっているので注意してください。チャンネル0～2はI/Oアドレス0046Hでアクセスし、チャンネル3～5はI/Oアドレス0056Hでアクセスします。

RL1-0のビットは、タイマカウント値を読み出す際の動作およびカウンタラッチ(カウント値の保持)を設定します。タイマカウントは2バイトなので、同じI/Oアドレスから、上位バイトのみ、下位バイトのみ、または連続して読み込みます。

▼表 I-3-27 コントロールレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名                      | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3  | 2  | 1  | 0   |
|---------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|
| 0046H   | コントロールレジスタ<br>PIT1 (#0～#2) | W   | SC1 | SC0 | RL1 | RL0 | M2 | M1 | M0 | BCD |
| 0056H   | コントロールレジスタ<br>PIT2 (#3～#5) | W   |     |     |     |     |    |    |    |     |

SC1-0(bit7-6) : タイマを選択する。

| I/Oアドレス         | SC1 | SC0 | チャンネル |
|-----------------|-----|-----|-------|
| 0046H<br>(PIT1) | 0   | 0   | 0     |
|                 | 0   | 1   | 1     |
|                 | 1   | 0   | 2     |
| 0056H<br>(PIT2) | 0   | 0   | 3     |
|                 | 0   | 1   | 4     |
|                 | 1   | 0   | 5     |

RL1-0(bit5-4) : カウントレジスタにロードするカウント数、およびリードするカウントデータのバイト長またはカウンタラッチ動作の指定を行う。

| RL1 | RL0 | 機能                   |
|-----|-----|----------------------|
| 0   | 0   | カウンタラッチ              |
| 0   | 1   | 下位バイトリード/ライト         |
| 1   | 0   | 上位バイトリード/ライト         |
| 1   | 1   | 下位バイト、上位バイト連続リード/ライト |

M2-0(bit3-1) : タイマの動作モードを指定する。

| M2 | M1 | M0 | モード設定 |
|----|----|----|-------|
| 0  | 0  | 0  | モード0  |
| 0  | 0  | 1  | モード1  |
| ×  | 1  | 0  | モード2  |
| ×  | 1  | 1  | モード3  |
| 1  | 0  | 0  | モード4  |
| 1  | 0  | 1  | モード5  |

BCD(bit0) : カウント形式を指定する。  
 0 = バイナリカウント(16桁)  
 1 = BCDカウント(4桁)

M2-0はタイマの動作モードの指定です。FM TOWNSでは、チャンネルによってモードが固定されているので、必ずこの値を指定します。各モードの詳細については長くなるので、本書では省略します。詳しい解説が必要な場合は、8253のマニュアル等を参照してください。

BCDビットは、カウント形式を指定します。0をセットするとバイナリ(2進)カウントを行い、1をセットすると2進化10進(BCD)でカウントします。BCDでは、4ビット単位に10進の1桁に対応します。BCDカウントは、バイナリカウントに比べて、最大カウント数が小さい点に注意が必要です。

### ●割り込み制御レジスタ

割り込み制御レジスタ(表I-3-28)には、チャンネル0と1について、タイムアウト時の割り込みの禁止/許可の外に、タイマ#0について割り込み要因レジスタのタイムアウトフラグをクリアする機能(TM0CLR)があります。

TM0CLRは、タイムアウトフラグをクリアする際に1を書き込みますが、クリア後は、このビットも消されてしまいます。したがって、ソフトウェアで0にする必要はありません。

また、このレジスタのSOUNDは、サウンド出力のON/OFFに使用されています。

▼表 I-3-28 割り込み制御レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7          | 6 | 5 | 4 | 3 | 2     | 1          | 0          |
|---------|------------|-----|------------|---|---|---|---|-------|------------|------------|
| 0060H   | 割り込み制御レジスタ | W   | TM0<br>CLR | 0 | 0 | 0 | 0 | SOUND | TM1<br>MSK | TM0<br>MSK |

TM0CLR(bit7) : タイマ#0のタイムアウトフラグ(TMOUT0)をクリアする。  
1=TMOUT0を0とする。(その後TM0CLRを0にもどす必要はない)

SOUND(bit2) : サウンド出力を制御する。  
0=サウンド出力をOFFにする  
1=サウンド出力をONにする

TM1MSK(bit1) : タイマ#1のタイムアウトによる割り込みを制御する。  
0=割り込み禁止  
1=割り込み許可

TM0MSK(bit0) : タイマ#0のタイムアウトによる割り込みを制御する。  
0=割り込み禁止  
1=割り込み許可

## ●割り込み要因レジスタ

割り込み要因レジスタ(表 I-3-29)は、割り込み制御レジスタの設定状況と、タイムアウトの状況を示します。

SOUND, TM1MSK, TM0MSK は、割り込み制御レジスタの設定状況を反映しています。

TMOUT1, TMOUT0 は、タイマ#1, 0 のタイムアウト状態を反映しています。これらのビットは、いずれも1のときタイムアウトが発生したことを示します。

これらのビットをクリアする方法は、次のとおりです。

TMOUT0 は、前述のように TM0CLR ビットに1を書き込みます。

TMOUT1 はタイマカウントレジスタ#0 にカウント値を書き込むことによって、自動的にクリアされます。

これは、インターバルタイマ(チャンネル0)が一定間隔で動作するのに対し、I/O 制御のタイムアウト(チャンネル1)は、デバイスによって設定時間が異なり、その都度、タイマカウントレジスタの書き換えを必要とするためです。

▼表 I-3-29 割り込み要因レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7   | 6 | 5 | 4     | 3          | 2          | 1          | 0          |
|---------|------------|-----|-----|---|---|-------|------------|------------|------------|------------|
| 0060H   | 割り込み要因レジスタ | R   | 不 定 |   |   | SOUND | TM1<br>MSK | TM0<br>MSK | TM<br>OUT1 | TM<br>OUT0 |

- SOUND(bit4) : 割り込み制御レジスタのSOUNDビットの状態を示す。
- TM1MSK(bit3) : 割り込み制御レジスタのTM1MSKビットの状態を示す。
- TM0MSK(bit2) : 割り込み制御レジスタのTM0MSKビットの状態を示す。
- TMOUT1(bit1) : タイマ#1のタイムアウトを示す。  
0 = カウント中  
1 = タイムアウト  
TMOUT1 = 1 かつ TM1MSK = 1 ならば、CPU に対し割り込みをかける。  
カウント数のセットにより、このビットは0になる。
- TMOUT0(bit0) : タイマ#0がタイムアウトになったことを示す。  
0 = カウント中  
1 = タイムアウト  
TMOUT0 = 1 かつ TM0MSK = 1 ならば、CPU に対し割り込みをかける。  
TM0CLRに1を書くと、このビットは0になる。

## 3.5 リアルタイムクロック

リアルタイムクロック (RTC) は、年月日と時分秒の両方を管理する「時計」です。この節では、リアルタイムクロックの構造と働きの仕組みについて解説します。

### 3.5.1 リアルタイムクロックの仕様

リアルタイムクロックの仕様を、表 I-3-30 に示します。

FM TOWNS の RTC には、従来の FM シリーズの各機種と同じ 58321B が使用されています。NiCd 電池によってバックアップされており、フル充電では約 3 カ月間バックアップされます。

▼表 I-3-30 リアルタイムクロックの仕様

| 項目          | 仕様                                     |
|-------------|----------------------------------------|
| LSI         | RTC58321B                              |
| バッテリーバックアップ | NiCd バッテリーにより可能<br>フル充電時 3 ヶ月間バックアップ可能 |
| 表示データ       | 毎月日時分秒                                 |

### 3.5.2 RTC 内部のレジスタ

RTC の内部には、アドレスレジスタと、数多くの 4 ビットのカウンタがあります。アドレスレジスタは、CPU からカウンタをアクセスする際に、使用されます。

カウンタは、時刻値に対応するもので、1 秒の位、10 秒の位、……、1 年の位、10 年の位を保持しています。これらのカウンタの値は、時間が進むにしたがって、刻々と変わります。データレジスタへの書き込みは、年月日や時分秒の値のセット、読み出しは現在値を取得することになります。その内容を表 I-3-31 に示します。

RTC では、水晶発振による原クロックの周波数を分周回路で数えながら、1 秒ごとのクロックパルスを生成しています。

この分周回路とカウンタの関係を、図 I-3-3 に示します。秒クロックは、1 秒のレジスタと連結していますが、1 秒の位の繰り上がりは、分、時、日、曜、月、年のレジスタに影響を及ぼすことがあります。RTC は、必要に応じて各レジスタの内容を書き換えるために、1 秒のクロックの発生直後は、CPU からレジスタに書き込みを行うことはできません。

RTC は、1 秒のクロックに合わせて、図 I-3-4 のようなビジー信号を出しています。RTC レジスタに書き込みを行うときは、ビジー状態でないことを確かめた上で書き込みを開始します。また、書き込み中にビジー状態になったときには、書き込み失敗と見なして再度書き込みを行う必要があります。

時刻データの書き込み中にビジーが発生した場合に、厳密さを要求するなら、再び1秒の位からセットし直すべきです。例えば、「29秒」を設定するために、「9」を書き込んだ直後にビジーが発生すると、1秒の位は「0」になってしまい、そのまま「2」を書き込むと、RTCの内容は「20」秒になってしまいます。

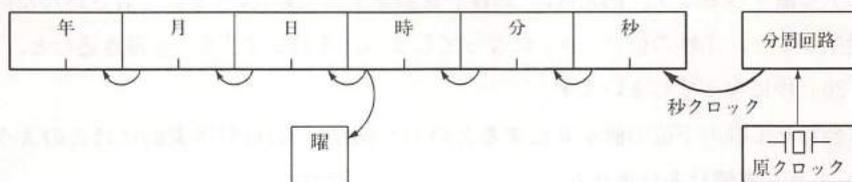
時報に合わせて秒の下位の値を0にするといった操作であれば(現実的にはこのような操作が多い)、あまり支障はありません。

▼表 I-3-31 RTC内部のデータレジスタ一覧表

| 内 部<br>カウンタ | アド<br>レス       | ビット表現          |                |                |                | データ            |                |                |                | カウン<br>ト<br>値   | 備 考                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|-----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|
|             |                | D <sub>3</sub> | D <sub>2</sub> | D <sub>1</sub> | D <sub>0</sub> | D <sub>3</sub> | D <sub>2</sub> | D <sub>1</sub> | D <sub>0</sub> |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| S1(秒)       | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | *              | *              | *              | *              | 0~9             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| S10(10秒)    | 1              | 0              | 0              | 0              | 1              |                | *              | *              | *              | 0~5             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| M11(分)      | 2              | 0              | 0              | 1              | 0              | *              | *              | *              | *              | 0~9             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| M110(10分)   | 3              | 0              | 0              | 1              | 1              |                | *              | *              | *              | 0~5             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| H1(時)       | 4              | 0              | 1              | 0              | 0              | *              | *              | *              | *              | 0~9             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| H10(10時)    | 5              | 0              | 1              | 0              | 1              | * <sup>1</sup> | *              | *              | *              | 0~1<br>/<br>0~2 | D <sub>2</sub> =1にてPM, D <sub>2</sub> =0でAM, D <sub>3</sub> =1にて24H計時, D <sub>3</sub> =0で12H計時, D <sub>3</sub> =1をWRITEするとD <sub>2</sub> のビットはIC内部でリセットされ常に0となる。                                                                                                                                                                                                                          |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| W(曜)        | 6              | 0              | 1              | 1              | 0              |                | *              | *              | *              | 0~6             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| D1(日)       | 7              | 0              | 1              | 1              | 1              | *              | *              | *              | *              | 0~9             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| D10(10日)    | 8              | 1              | 0              | 0              | 0              | * <sup>2</sup> | * <sup>2</sup> | *              | *              | 0~3             | D10桁のD <sub>3</sub> とD <sub>2</sub> ビットは閏年のセレクト用ビット                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| M01(月)      | 9              | 1              | 0              | 0              | 1              | *              | *              | *              | *              | 0~9             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| M010(10月)   | A              | 1              | 0              | 1              | 0              |                |                |                | *              | 0~1             | <table border="1"> <thead> <tr> <th>暦</th> <th>D<sub>3</sub></th> <th>D<sub>2</sub></th> <th>年を4で割った端数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>西暦/平成暦</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>昭和暦</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>予備</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>予備</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> | 暦 | D <sub>3</sub> | D <sub>2</sub> | 年を4で割った端数 | 西暦/平成暦 | 0 | 0 | 0 | 昭和暦 | 0 | 1 | 3 | 予備 | 1 | 0 | 2 | 予備 | 1 | 1 | 1 |
| 暦           | D <sub>3</sub> | D <sub>2</sub> | 年を4で割った端数      |                |                |                |                |                |                |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| 西暦/平成暦      | 0              | 0              | 0              |                |                |                |                |                |                |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| 昭和暦         | 0              | 1              | 3              |                |                |                |                |                |                |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| 予備          | 1              | 0              | 2              |                |                |                |                |                |                |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| 予備          | 1              | 1              | 1              |                |                |                |                |                |                |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| Y1(年)       | B              | 1              | 0              | 1              | 1              | *              | *              | *              | *              | 0~9             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
| Y10(10年)    | C              | 1              | 1              | 0              | 0              | *              | *              | *              | *              | 0~9             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
|             | D              | 1              | 1              | 0              | 1              |                |                |                |                |                 | 1/2 <sup>16</sup> 分周段後5分とBUSY回路をリセットするためのセレクト、アドレスレジスタにこのコードをラッチし、WRITEを1にするとリセットがかかる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |
|             | E<br>/<br>F    | 1              | 1              | 1              | 0<br>/<br>1    |                |                |                |                |                 | 基準信号を得るためのセレクト、アドレスレジスタにこのコードをラッチしREADを1にすると、D <sub>0</sub> ~D <sub>3</sub> に基準信号が出力される。                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |                |                |           |        |   |   |   |     |   |   |   |    |   |   |   |    |   |   |   |

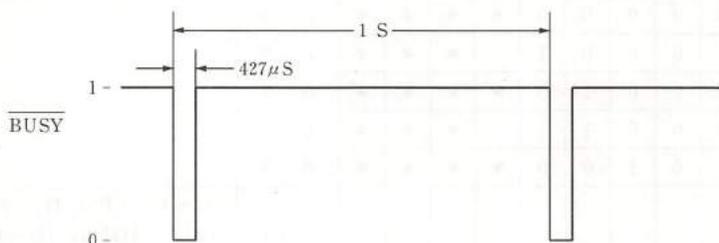
- 注) ・データ入力の空欄は対応ビットなし、READを行うと0レベルが出力され、WRITEを行うとビットがないので記憶されない。  
 ・\*<sup>1</sup>印のビットは12H/24Hセレクト用、\*<sup>2</sup>印のビットは閏年のセレクト用ビット、この3ビットについてもREAD/WRITEが可能。  
 ・アドレス入力はD<sub>0</sub>~D<sub>3</sub>がバスラインに信号を入れてADDRESS・WRITEを入れるとアドレスレジスタにアドレス情報がラッチされる。

▼図 I-3-3 分周回路とカウンタの関係



秒の位に桁上がりが発生すると、上位の項目のすべてに波及する可能性がある。

▼図 I-3-4 RTCのビジー信号



0のときビジーを表す。

### 3.5.3 閏年の選択

RTCには、閏年に対応できるように、4年に1度、2月29日を表示する機能が用意されています。閏年か否かの判断は、年の数字を4で割った剰余(端数)で行います。0~3のどの端数のときに閏年とするかは、日の10の位のレジスタのD2, D3(これらのビットは空いている)で指定します。この方法により、西暦や元号にも柔軟に対応しています。

「西暦」および元号「平成」を使用するときは、年の剰余が0の年が閏年なので、00を指定します。例えば、西暦1992年、1996年……や、平成4, 8年などは閏年です。元号「昭和」を使用するときには、剰余が3の年が閏年なので10を指定すればよいことになります。ただし、400年に3回の平年調整については、考慮されていないので注意が必要です。

### 3.5.4 RTC のレジスタの操作

CPU から RTC の内部レジスタをアクセスするときには、RTC データレジスタ(表 I-3-32)と、RTC コマンドレジスタ(表 I-3-33)を使用します。

まず、RTC データレジスタにアクセスしたい内部レジスタのアドレス(番号)を書き込み、次にその内部レジスタをアクセスします。このとき、RTC コマンドレジスタで、リード/ライトなどの選択をします。

▼表 I-3-32 RTCデータレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7     | 6   | 5 | 4 | 3 | 2  | 1  | 0  |    |
|---------|------------|-----|-------|-----|---|---|---|----|----|----|----|
| 0070H   | RTCデータレジスタ | R   | READY | 不 定 |   |   |   | D3 | D2 | D1 | D0 |
|         |            | W   | 0     | 0   | 0 | 0 |   |    |    |    |    |

- READY (bit7) : RTCが時刻の更新を行っているときにこのビットが0になる。時刻の更新は1秒ごとに行われ、この間(約430 $\mu$ s)はRTCへの読み書きはできない。RTCレジスタの読み書きはREADYが1であることを確認してから244 $\mu$ s以内に行う必要がある。244 $\mu$ s以内に終了しない場合は、再度READYが1になったことを確認してから、読み書きを行う。
- D3-0 (bit3-0) : RTCへ対してのレジスタ番号、時刻データをセットする。(Write時) RTCから時刻データを読み出す。(Read時)

▼表 I-3-33 RTCコマンドレジスタ

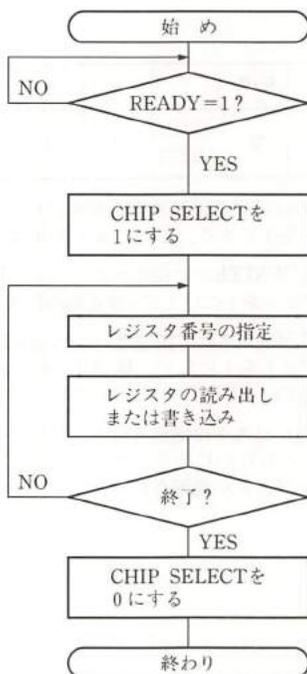
| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7           | 6 | 5 | 4 | 3 | 2    | 1     | 0          |
|---------|-------------|-----|-------------|---|---|---|---|------|-------|------------|
| 0080H   | RTCコマンドレジスタ | W   | CHIP SELECT | 0 | 0 | 0 | 0 | READ | WRITE | ADRS WRITE |

- CHIP SELECT (bit7) : RTCのレジスタの読み書きおよびレジスタ番号を指定するときには、このビットを1にする。このビットを0にすると、他のコマンドは無効になる。
- READ (bit2) : ADRS WRITEにて指定されているRTCレジスタよりデータを読み込む。このビットを1にしてデータを読み込み、再びこのビットを0にもどすこと。
- WRITE (bit1) : ADRS WRITEにて指定されているRTCレジスタにデータを書き込む。このビットを1にして、再び0にもどすことによりADRS WRITEにて指定されているRTCレジスタにデータを書き込む。
- ADRS WRITE (bit0) : RTCのレジスタの指定を行う。このビットを1にして再び0にもどすことにより、あらかじめデータレジスタに書き込まれているレジスタ番号のRTCレジスタが指定される。

RTCの内部レジスタをアクセスする手順のフローチャートを、図I-3-5に示します。  
以下に、アクセスする手順を、フローチャートに沿って説明します。

- ①RTCのレディ状態を、RTCデータレジスタのビット7で確かめます。このビットが1であれば、RTCはアクセスできる状態です。
- ②RTCコマンドレジスタに80Hを書き込みます。
- ③RTCデータレジスタに、RTCの内部レジスタの番号(アドレス)を書き込みます。  
RTCコマンドレジスタに81H(ADRS WRITE)を書き込み(RTC内部アドレスレジスタの設定)、続けて80Hを書き込みます。
- ④RTC内部のレジスタをアクセスします。  
RTCの内部レジスタのデータを読み出すときは、RTCコマンドレジスタに84Hを書き込み、2マイクロ秒以上待ってからRTCデータレジスタを読み出します。さらに、RTCコマンドレジスタに00Hを書き込みます。  
RTCの内部レジスタにデータを書き込むときは、RTCデータレジスタに、設定したい値を書き込み、RTCコマンドレジスタに82Hを書き込み、2マイクロ秒以上待ってから、RTCコマンドレジスタに80Hを書き込みます。
- ⑤複数のRTC内部のレジスタをアクセスする場合は③～④の処理を繰り返し、終了であればRTCコマンドレジスタに00Hを書き込みます。

▼図I-3-5 RTCレジスタの読み書き



### 3.5.5 分周回路のリセット

RTC 内部のレジスタの13(0DH)番に書き込みを行うと(データは何でもよい),分周回路がリセットされて0にもどります。したがって,その後,約1秒間は,RTCがレディ状態になることはありません。RTCにデータを書き込む際には,この方法を利用すると書き込みの失敗を避けることができます。

## 3.6 その他のCPU近傍のレジスタ

この節では,CPU近傍に配置されている,補助的なレジスタについて説明します。これらのレジスタは,既存のデバイスとは異なり,独自に設計されたものです。

### ●リセット要因レジスタ

リセット要因レジスタ(表I-3-34)は,リセットが発生したときに,その原因を示すものです。システムソフトウェアの起動直後に参照して,起動時の処理に反映させるのに使用します。

なお,本体の電源投入時,またはリセットスイッチを押してシステムリセットをしたときには,このレジスタの各ビットは0になります。

▼表I-3-34 リセット要因レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1            | 0    |
|---------|------------|-----|-----|---|---|---|---|---|--------------|------|
| 0020H   | リセット要因レジスタ | R   | 不 定 |   |   |   |   |   | SHUT<br>DOWN | SOFT |

SHUTDOWN(bit1) : シャットダウン(CPUによる異常検出)によるリセットが発生したことを示す。このビットはリードすることによりオフにされる。  
1=シャットダウンリセット

SOFT(bit0) : ソフトウェアによるリセットが発生したことを示す。このビットはリードすることによりオフにされる。  
1=ソフトウェアリセット

シャットダウンリセット,ソフトウェアリセットともにCPUとNDPにのみリセットがかかる。パワーオンリセットおよびシステムリセット時はいずれのフラグも0になる。

## ●ソフトリセット、NMIベクタプロテクト、ソフト電源制御レジスタ

ソフトリセット、NMIベクタプロテクト、ソフト電源制御レジスタ(表I-3-35)のRSTは、ソフトリセットの指定で、このビットを1にすると、CPUと数値演算プロセッサ(NDP)がリセットされます。その後、リセットシーケンスが開始されるため、誤動作を防ぐために、RSTビットをセットした後はHALT命令でCPU待機状態にしておくことが望まれます。

WRPROTは、メモリのNMIベクタテーブルの内容にライトプロテクトをかけるときに、1にするビットです。

▼表I-3-35 ソフトリセット、NMIベクタプロテクト、ソフト電源制御レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名                       | R/W | 7          | 6          | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0   |
|---------|-----------------------------|-----|------------|------------|---|---|---|---|---|-----|
| 0020H   | ソフトリセット、NMIベクタプロテクト、ソフト電源制御 | W   | WR<br>PROT | POW<br>OFF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | RST |

WRPROT(bit7) : NMIベクタが格納されているメモリアドレスにライトプロテクトをかける。

パワーオンリセットおよびシステムリセット時は0になっている。

0 = NMIベクタライトイネーブル

1 = NMIベクタライトプロテクト

POWOFF(bit6) : ソフトウェアで電源をOFFにする。

1 = 電源OFF

RST(bit0) : ソフトウェアにより、CPUとNDPにリセットをかける。

1 = ソフトウェアリセットON

DMA転送中にリセットをかけてはならない。

リセット後、必ず0をライトすること。

リセットする際には、事前にPICの割り込みを禁止しておき、リセット後ただちにHALT命令を実行すること。

## ●電源制御レジスタ

電源制御レジスタ(表I-3-36)は、ソフトウェアで電源をオフにするためのレジスタです。

電源をオフにしたいときは、POWOFFビットに1を書き込みます。

▼表I-3-36 電源制御レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名    | R/W | 7 | 6          | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|----------|-----|---|------------|---|---|---|---|---|---|
| 0022H   | 電源制御レジスタ | W   | 0 | POW<br>OFF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

POWOFF(bit6) : ソフトウェアで電源をOFFにする。

1 = 電源OFF

## ● CPU 識別レジスタ

CPU 識別レジスタ(表 I-3-37)は、マシンの機種と CPU の種類を格納しています。

ここで、MACHINE-ID は機種を表わす13ビットのコード、CPU-ID は CPU の種類を表す3ビットのコードです。

FM TOWNS の場合機種の判定に当たっては、プログラムは最初に ID7-3 が0であることを確かめ、続いて ID15-9 が0、ID8 が1であることを調べます。さらに ID15-8 を調べると、FMR の場合には不定になっているので、誤った結果が得られることがあります。

▼表 I-3-37 CPU 識別レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7          | 6    | 5    | 4    | 3    | 2      | 1   | 0   |  |
|---------|------------|-----|------------|------|------|------|------|--------|-----|-----|--|
| 0030H   | CPU 識別レジスタ | R   | MACHINE-ID |      |      |      |      | CPU-ID |     |     |  |
|         |            |     | ID7        | ID6  | ID5  | ID4  | ID3  | ID2    | ID1 | ID0 |  |
| 0031H   |            | R   | MACHINE-ID |      |      |      |      |        |     |     |  |
|         |            |     | ID15       | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10   | ID9 | ID8 |  |

MACHINE-ID (bit15-3) : 装置の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| 装置        | ID15 | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10 | ID9 | ID8 | ID7 | ID6 | ID5 | ID4 | ID3 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| FMR-60/50 |      |      |      | 不    | 定    |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| FMR-50S   |      |      |      | 不    | 定    |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   |
| FMR-70    |      |      |      | 不    | 定    |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   |
| FM TOWNS  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

FM TOWNS の MACHINE-ID は、ID15-8 を使用し、ID7-3 が0 のとき有効である。

CPU-ID (bit2-0) : 使用 CPU の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| ID2 | ID1 | ID0 | CPU   |
|-----|-----|-----|-------|
| 0   | 0   | 0   | 80286 |
| 0   | 0   | 1   | 80386 |
| 0   | 1   | 0   | 予約済   |
| 0   | 1   | 1   | 予約済   |
| 1   | 0   | 0   | 予約済   |
| 1   | 0   | 1   | 予約済   |
| 1   | 1   | 0   | 予約済   |
| 1   | 1   | 1   | 予約済   |

●シリアルROM制御レジスタ

シリアルROMには機種名、製造番号などが書かれています。このシリアルROM制御レジスタ(表I-3-38)は、書き込みで読み出し制御を行い、読み出しでIDDATAビットから1ビットずつデータが取り出せます。

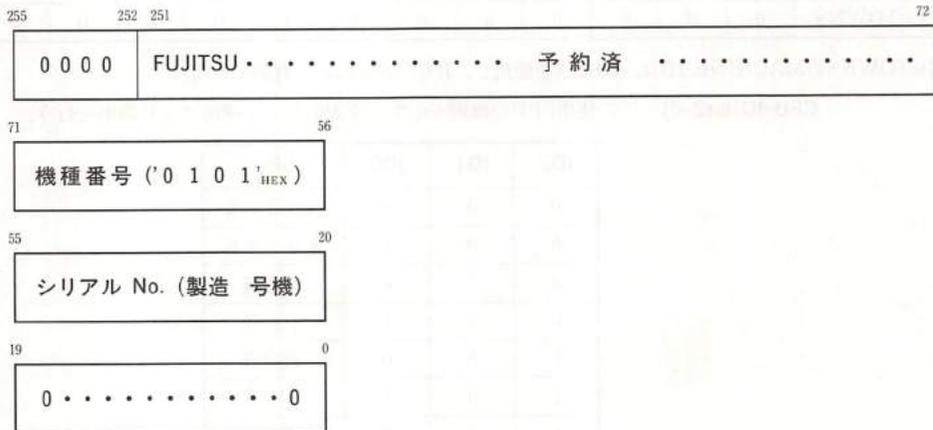
▼表I-3-38 シリアルROM制御レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名             | R/W | 7           | 6         | 5        | 4 | 3 | 2 | 1 | 0          |
|---------|-------------------|-----|-------------|-----------|----------|---|---|---|---|------------|
| 0032H   | シリアルROM<br>制御レジスタ | R   | ID<br>RESET | ID<br>CLK | 不 定      |   |   |   |   | ID<br>DATA |
|         |                   | W   |             |           | CS<br>ID | 0 | 0 | 0 | 0 | 0          |

- ID RESET (bit7) : チップセレクトがアクティブで、クロックが1のとき、このビットを0-1-0に変化させるとシリアルROM内のアドレスが0にもどる。
- ID CLK (bit6) : シリアルROM用クロック。チップセレクトがアクティブで、ID RESETが0のときにビットを0から1にすると、シリアルROMのアドレスが1つ進む。
- CS ID (bit5) : シリアルROMのチップセレクト。  
0 = アクティブ  
1 = インアクティブ
- ID DATA (bit0) : シリアルROM内のアドレスで示されたシリアルデータ。

256ビットのシリアルROMには、以下のフォーマットでデータが書かれている。

データフォーマット



データの内容

- アドレス 255~252 : 16進1桁0H固定
- アドレス 251~72 : 予約済(将来使用予定)  
アドレス 251~224は、FUJITSU(46H, 55H, 4AH, 49H, 54H, 53H, 55H)が入る。  
アドレス 223~72は、すべてFH。
- アドレス 71~56 : 機種番号 16進4桁 (FM TOWNSは0101H固定。)
- アドレス 55~20 : シリアルNo. 16進9桁 (表示文字 0~9, A~)
- アドレス 19~0 : 16進5桁 00000H 固定 (情報が書かれていることを表す。)

●システムステータスレジスタ

システムステータスレジスタ(表 I-3-39)は、ディスプレイの解像度の読み出しと、DMA 転送先のメモリの種類の設定を行います。

▼表 I-3-39 システムステータスレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |     |
|---------|---------------|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| 0400H   | システムステータスレジスタ | R   | 不 定 |   |   |   |   |   |   | 0 | 解像度 |

解像度(bit 0) : 中解像度と高解像度の判断を行う。  
0 = 固定(中解像度)

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7           | 6   | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|---------------|-----|-------------|-----|---|---|---|---|---|---|
| 0404H   | システムステータスレジスタ | R   | MAIN<br>MEM | 不 定 |   |   |   |   |   |   |
|         |               | W   |             | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

MAIN MEM(bit7) : メインメモリかVRAMかを選択します。  
リセット時、グラフィックVRAM  
0 = VRAM  
1 = メインメモリ

●メモリ切り換えレジスタ

メモリ切り換えレジスタ(表 I-3-40)は、アドレス F8000H~FFFFFFH を RAM/ROM のいずれに貼り付けるかの選択と、RAM にするか辞書・学習 RAM にするかを選択を行います。

▼表 I-3-40 メモリ切り換えレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0   |           |
|---------|-------------|-----|-----|---|---|---|---|---|---|-----|-----------|
| 0480H   | メモリ切り換えレジスタ | R   | 不 定 |   |   |   |   |   |   | RAM | 辞書<br>ROM |
|         |             | W   | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |   |     |           |

RAM(bit1) : 000F8000H~000FFFFFFHをRAM(32KB)または、ROM(32KB)にするかを選択する。  
0 = ブートROM  
1 = RAM

辞書ROM(bit0) : RAMにするか辞書・学習RAMにするかを選択する。  
0 = RAM  
1 = 辞書・学習RAM

## ●辞書レジスタ

辞書レジスタ(表 I-3-41)は、辞書 ROM のバンクを指定します。

▼表 I-3-41 辞書レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名 | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------|-------|-----|-----|---|---|---|------|------|------|------|
| 0484H   | 辞書ROM | R   | 不 定 |   |   |   | DBK3 | DBK2 | DBK1 | DBK0 |
|         |       | W   | 0   | 0 | 0 | 0 |      |      |      |      |

32KBで16バンク(512KB)ROMを扱うことができる。

| バンク    |             | DBK3 | DBK2 | DBK1 | DBK0 |
|--------|-------------|------|------|------|------|
| バンク 0  | 辞書ROMバンク 0  | 0    | 0    | 0    | 0    |
| バンク 1  | 辞書ROMバンク 1  | 0    | 0    | 0    | 1    |
| バンク 2  | 辞書ROMバンク 2  | 0    | 0    | 1    | 0    |
| バンク 3  | 辞書ROMバンク 3  | 0    | 0    | 1    | 1    |
| ⋮      | ⋮           | ⋮    | ⋮    | ⋮    | ⋮    |
| バンク 15 | 辞書ROMバンク 15 | 1    | 1    | 1    | 1    |

## ●メモ리카ードステータス

メモ리카ードステータス(表 I-3-42)は、メモ리카ード(ROM カードスロット 0)の抜き差しを監視するレジスタです。

すなわち、現在のカードの有無は CD-0-1 で参照できますが、抜き差しが行われたかどうかについても、CHANGE で調べることができます。CHANGE は、抜き差し動作で 1 にセットされ、参照のためステータスを読み出した直後に 0 にクリアされます。

また、バックアップ用のバッテリーの残量は、段階別に、

**RED** ……バックアップ不能(バックアップされたデータは保証されない)

**YELLOW** ……残りが少ない(交換を要す)

の各ビットで示されます。いずれかのビットが 1 になったときは、電池交換を含めて、なんらかの対応が必要になります。例えば、YELLOW の場合、電池交換の際には、バックアップ中のデータはディスクなどにセーブしておかないと消えてしまう点や、交換後にロードして復元を必要とすることなどへのソフトウェア上の対応がそれです。

メモ리카ードへのライトプロテクトは、WP で調べることができます。このビットが 0 ならば、書き込みが可能です。

▼表 I-3-42 メモリカードステータス

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7      | 6  | 5   | 4      | 3     | 2    | 1    | 0  |
|---------|-------------|-----|--------|----|-----|--------|-------|------|------|----|
| 048AH   | メモリカードステータス | R   | CHANGE | 不定 | RED | YELLOW | (RDY) | CD-0 | CD-1 | WP |

CHANGE (bit7) : メモリカード (ROMカードなど) の抜き差しが行われたことを示す。  
リードすることにより 0 になる。  
1 = 抜き差しが行われた

RED, YELLOW (bit5, 4) : バックアップ電池の残量を示す。  
REDはバックアップ電池の保証ができないことを示す。  
1 = 電池の容量がない  
YELLOWはバックアップ電池交換を示す。  
1 = 電池交換が必要

CD-0, 1 (bit2, 1) : カードの有無を示す。

| CD-1 | CD-0 | 機能    |
|------|------|-------|
| 0    | 0    | カードあり |
| 0    | 1    | 不完全挿入 |
| 1    | 0    | 不完全挿入 |
| 1    | 1    | カードなし |

WP (bit0) : メモリカードユニットの書き込み禁止を示す。  
0 = 書き込み可能  
1 = 書き込み禁止

(RDY) (bit3) : 未使用。  
(EEPROMを搭載するメモリカードユニットでEEPROMが書き込み可能状態であることを示す。  
0 = 書き込み不可  
1 = 書き込み可能)

### ●拡張 NMI 関係のレジスタ

拡張バスからの NMI に対応するレジスタとしては、NMI マスクレジスタ (表 I-3-43) と、NMI ステータスレジスタ (表 I-3-44) があります。

NMI マスクレジスタは、拡張バスからの NMI 要求をマスク (無視) するのに使用されます。このレジスタの BNMI が 0 のとき、拡張バスからの NMI がマスクされます。NMI (マスクできない割り込み) にマスクをかけるという、この設計仕様の意味するところは、通常はマスクし、必要のあるときのみイネーブル (受け付ける) にするということです。

NMI ステータスレジスタは、NMI の対応ハンドラが、拡張バスからの NMI かどうかを調べるためのレジスタです。このレジスタの BNMI は、拡張バスから NMI が発生したときに 1 になり、拡張していないときには常に 0 を保ちます。

▼表 I-3-43 NMIマスクレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3    | 2   | 1 | 0 |
|---------|------------|-----|-----|---|---|---|------|-----|---|---|
| 05C0H   | NMIマスクレジスタ | R   | 不 定 |   |   |   | BNMI | 不 定 |   |   |
|         |            | W   | 0   | 0 | 0 | 0 |      | 0   | 0 | 0 |

BNMI(bit3) : 拡張バスNMIマスクを示す。  
 0 = マスク  
 1 = イネーブル

▼表 I-3-44 NMIステータスレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3    | 2   | 1 | 0 |
|---------|--------------|-----|-----|---|---|---|------|-----|---|---|
| 05C2H   | NMIステータスレジスタ | R   | 不 定 |   |   |   | BNMI | 不 定 |   |   |

BNMI(bit3) : 拡張バスNMIを示す。  
 0 = なし  
 1 = あり

● TVRAM 書き込みレジスタ

TVRAM 書き込みレジスタ(表 I-3-45)は、テキスト VRAM 領域への書き込みを行ったかどうかを MD で示します。

▼表 I-3-45 TVRAM書き込みレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7  | 6   | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|---------------|-----|----|-----|---|---|---|---|---|---|
| 05C8H   | TVRAM書き込みレジスタ | R   | MD | 不 定 |   |   |   |   |   |   |

MD(bit7) : テキストVRAMの状態を示す。  
 リードすることにより0になる。  
 0 = テキストVRAMの書き込みを行わなかった  
 1 = テキストVRAMの書き込みを行った

● VSYNC 割り込み原因クリアレジスタ

VSYNC 割り込み原因クリアレジスタ(表 I-3-46)は、VSYNC 割り込みが発生したとき、割り込み対応ハンドラで VSYNC 割り込み要求を停止させるためのダミーレジスタです。

特にビットごとの意味はありませんが、このレジスタに書き込みを行うことで要求解除が行えます。

▼表 I-3-46 VSYNC割り込み原因クリアレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名                  | R/W | 7           | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|------------------------|-----|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 05CAH   | VSYNC<br>割り込み原因クリアレジスタ | W   | WRITE → クリア |   |   |   |   |   |   |   |

ダミーライトすることにより、VSYNC割り込み原因をクリアする。

● FIRQ レジスタ

FIRQ レジスタ(表 I-3-47)のビット7は、ライトペン割り込み要求フラグとしての役割がありますが、FM TOWNSではライトペンをサポートしていないので、常に0です。

▼表 I-3-47 FIRQレジスタ

| I/Oアドレス       | レジスタ名    | R/W | 7 | 6   | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------------|----------|-----|---|-----|---|---|---|---|---|---|
| 000C<br>FF84H | FIRQレジスタ | R   | 0 | 不 定 |   |   |   |   |   |   |

bit7 : ライトペン割り込み要求フラグ。  
FM TOWNSでは、サポートしていないので常に0。

●漢字 CG アクセスレジスタ

漢字 CG アクセスレジスタ(表 I-3-48)は、漢字 CG(キャラクタジェネレータ)の漢字フォントをリード/ライトするために使用します。

▼表 I-3-48 漢字CGアクセスレジスタ

| I/Oアドレス       | レジスタ名            | R/W | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1   | 0   |
|---------------|------------------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 000C<br>FF94H | 漢字CG<br>アクセスレジスタ | R   | L2CG | 不 定  |      |      |      |      |     |     |
|               |                  | W   | KC15 | KC14 | KC13 | KC12 | KC11 | KC10 | KC9 | KC8 |
| W             |                  | KC7 | KC6  | KC5  | KC4  | KC3  | KC2  | KC1  | KC0 |     |
| R/W           |                  | D15 | D14  | D13  | D12  | D11  | D10  | D9   | D8  |     |
| R/W           |                  | D7  | D6   | D5   | D4   | D3   | D2   | D1   | D0  |     |

L2CG(bit7) : 第2水準漢字CGの有無を示す。このビットは常に1(第2水準漢字CG有)を示す。

KC15-0 : アクセスする漢字のコードをJISコードで指定する。

D15-0 : 漢字CGのリード/ライトデータ。フォントデータはROWスキャンでリード/ライトでき、FF97番地のアクセスによってROWアドレスがインクリメントされる。  
FF95番地のアクセスによってROWアドレスがクリアされる。  
読み出すごとにROMの下位4ビットはカウントされる。

●ブザー制御レジスタ

ブザー制御レジスタ(表 I-3-49)は、ブザーを ON/OFF するために使用します。

▼表 I-3-49 ブザー制御レジスタ

| I/Oアドレス       | レジスタ名     | R/W | 7         | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------------|-----------|-----|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
| 000C<br>FF98H | ブザー制御レジスタ | R/W | READ→ON   |   |   |   |   |   |   |   |
|               |           |     | WRITE→OFF |   |   |   |   |   |   |   |

このレジスタをリードするとONになり、ライトするとOFFになる。

●漢字 VRAM レジスタ

漢字 VRAM レジスタ(表 I-3-50)は、漢字 VRAM と ANKCG のどちらをアクセスするかを決めるものです。

▼表 I-3-50 漢字VRAMレジスタ

| I/Oアドレス       | レジスタ名      | R/W | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0     |
|---------------|------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| 000C<br>FF99H | 漢字VRAMレジスタ | W   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ANKCG |

ANKCG(bit0) : 漢字VRAMとANKCGのどちらをアクセスするかを指定する。  
 0 = 漢字VRAMを選択する  
 1 = ANKCGを選択する

●論理演算レジスタ

論理演算レジスタ(表 I-3-51)のビットは、常に 0 に固定です。

▼表 I-3-51 論理演算レジスタ

| I/Oアドレス       | レジスタ名    | R/W | 7             | 6   | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------------|----------|-----|---------------|-----|---|---|---|---|---|---|
| 000C<br>FFA0H | 論理演算レジスタ | R   | ESTART<br>(0) | 不 定 |   |   |   |   |   |   |

ESTART(bit7) : 論理演算は、常に 0 固定である。

# 第 4 章

## 表示システム

この章では、FM TOWNS の複雑な画面表示が、ハードウェアでどのように行われているか、について解説します。

具体的には、画面の種類、VRAM の読み書き、パレット、スプライト、ディスプレイへの出力、スクロールなどの仕組みについて取り上げます。

### 4.1 画面表示の概要

FM TOWNS には優れた画面表示機能があり、解像度、同時表示色数の異なるさまざまな画面表示が可能です。基本的な画面表示のモードとしては、18種類の画面モードがあります。そしてスクロール、デジタイズ、スーパーインポーズ、スプライトなどが使用できるかどうかは、画面モードによります。この節では、画面表示の概要を解説します。表示機能の詳細については、次節以降を参照してください。

#### 4.1.1 画面モードと表示機能

表 I-4-1は、画面表示機能を画面モードごとに整理したものです。

##### ●画面モード

基本的な画面モードが18種類あります。

任意の画面モードにするには、各種のレジスタの設定が必要です。詳しくは「4.7.3 CRTIC のレジスタとその設定例」を参照してください。

▼表 I-4-1 画面モード一覧

| 画面モード番号 | 仮想画面     | 表示画面<br>(有効ピクセルサイズ) | 実際の表示領域                           | 同時表示色  | パレット           | 画面数 | スクロール          | CRT水平周波数             | スプライト | スーパーインポーズ | ビデオデジタイズ |
|---------|----------|---------------------|-----------------------------------|--------|----------------|-----|----------------|----------------------|-------|-----------|----------|
| 1       | 640×400  | 640×400             | 640×400<br>ノンインタレース<br>(FMR-50互換) | 16色    | 16/<br>4096色   | 2面  | なし             | 24.37KHz<br>アンダースキャン | 使用不可  | 使用不可      | 使用不可     |
| 2       |          | 640×200             | 640×200<br>ノンインタレース<br>(2度読み)     |        |                |     |                |                      |       |           |          |
| 3       | 1024×512 | 640×480<br>(縦横比1:1) | 640×480<br>ノンインタレース               |        |                |     |                |                      |       |           |          |
| 4       |          | 640×400             | 640×400<br>ノンインタレース               |        |                |     |                |                      |       |           |          |
| 5       | 256×512  | 256×256             | 256×256<br>ノンインタレース               | 32768色 | なし             |     | 円筒<br>(横方向制限付) | 31.47KHz<br>アンダースキャン | 使用可   |           |          |
| 6       |          | 256×256             | 256×256<br>ノンインタレース               |        |                |     |                |                      |       |           |          |
| 7       |          | 256×240             | 230×216<br>インタレース                 |        |                |     |                |                      |       |           |          |
| 8       |          | 256×240             | 230×216<br>インタレース                 |        |                |     |                |                      |       |           |          |
| 9       | 512×256  | 360×240             | 324×216<br>インタレース                 |        |                |     | 球面<br>(無制限)    | 15.73KHz<br>オーバースキャン | 使用不可  |           |          |
| 10      |          | 320×240             | 320×240<br>インタレース                 |        |                |     |                |                      |       |           |          |
| 11      |          | 320×240             | 288×216<br>ノンインタレース               |        |                |     |                |                      |       |           |          |
| 12      | 1024×512 | 640×480<br>(縦横比1:1) | 640×480<br>ノンインタレース               | 256色   | 256/<br>1677万色 | 1面  | 円筒<br>(横方向制限付) | 31.47KHz<br>アンダースキャン |       | 使用不可      | 使用不可     |
| 13      |          | 640×400             | 640×400<br>ノンインタレース               |        |                |     |                |                      |       |           |          |
| 14      |          | 720×480             | 648×432<br>インタレース                 |        |                |     |                |                      |       |           |          |
| 15      | 512×512  | 320×480<br>(縦横比2:1) | 320×480<br>ノンインタレース               | 32768色 | なし             |     |                | 31.47KHz<br>アンダースキャン | 使用不可  |           |          |
| 16      |          | 320×480<br>(縦横比2:1) | 288×432<br>インタレース                 |        |                |     |                |                      |       |           |          |
| 17      |          | 512×480             | 512×480<br>ノンインタレース               |        |                |     |                |                      |       |           |          |
| 18      |          | 512×480             | 512×432<br>インタレース                 |        |                |     |                |                      |       |           |          |

●仮想画面と表示画面

FM TOWNS ではビットマップによる画面表示を採用しています。ビットマップは、画像データを画素(ピクセル)単位でメモリ (VRAM) に格納するものです。文字の表示もこの方法で行っています。

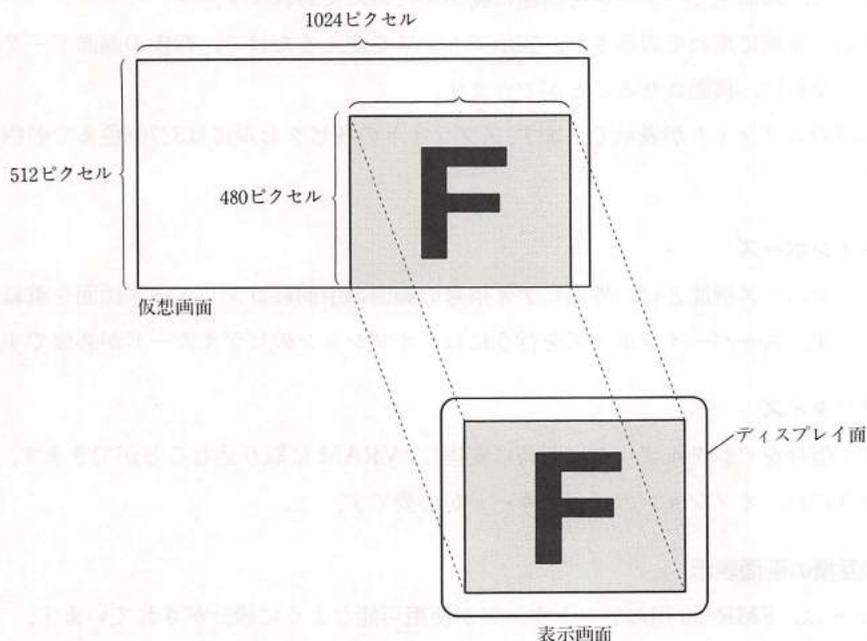
そして、画面の概念として、仮想画面と表示画面の2段階がハードウェアでサポートされています。VRAM と直接対応しているのが仮想画面で、この仮想画面の範囲からディスプレイ表示のために切り出した部分を、表示画面といいます。仮想画面と表示画面の関係は図 I-4-1 のようになります。

ディスプレイの表示には、アンダースキャンとオーバースキャンの2とおりがあります。アンダースキャンの場合は、表示画面のすべての範囲がディスプレイに表示されますが、オーバ

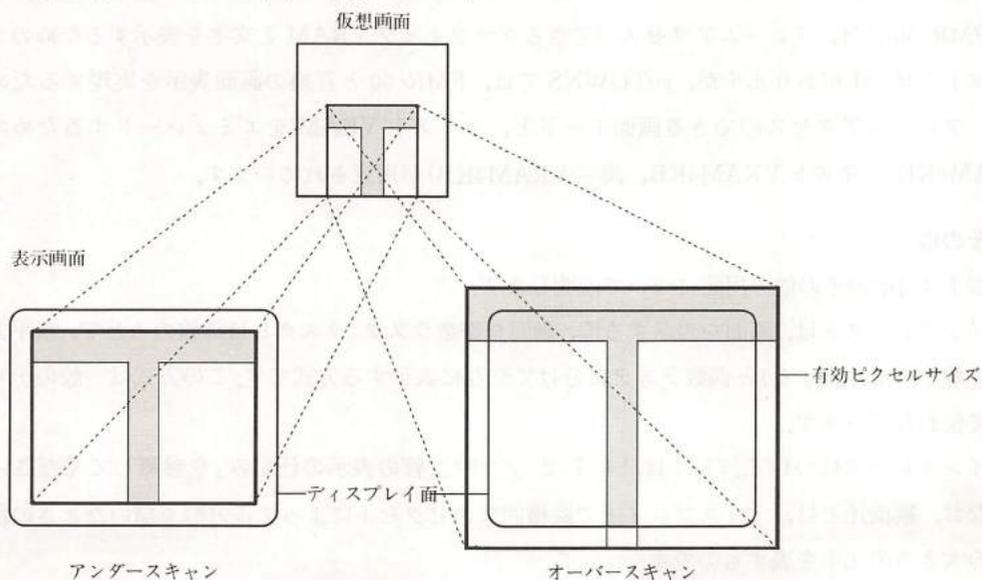
ースキャンの場合は、表示画面のうちの周辺部は実際には表示されません(図 I-4-2)。表示画面の周辺部を含めた範囲を有効ピクセルサイズといいます。

表示画面に表示されている仮想画面の範囲を変更すると、画面がスクロールします。FM TOWNS では円筒スクロールの他に、球面スクロール(後述)が可能です。また、2枚の仮想画面を重ねて表示させることもできます。

▼図 I-4-1 表示画面と仮想画面の関係(画面モード3の場合)



▼図 I-4-2 アンダースキャンとオーバースキャン



### ●同時表示色とパレット

画面に表示可能な色数は、表示する内容に合わせて選択できます。

例えば、32768色のモードは、自然画の表示に適しています。また、パレット機能を使うと、16色モードでは4096色中16色、256色モードでは1677万色中256色を選択できるので、微妙な色の差を表現することができます。

### ●スプライト

スプライトは、画面上でパターンを高速に動かすために使われます。

通常の画面の手前に重ねて表示され、表示アドレスを変えるだけで、背後の画面データを書き変えることなしに、移動させることができます。

最大1024個のスプライトが表示できます。スプライトの各ピクセルには32768色までの色が付けられます。

### ●スーパーインポーズ

スーパーインポーズ機能とは、外部ビデオ信号の画面の手前にコンピュータ画面を重ねて表示するものです。スーパーインポーズを行うには、オプションのビデオカードが必要です。

### ●ビデオデジタイズ

外部ビデオ信号をデジタルデータに即時に変換し、VRAMに取り込むことができます。デジタイズを行うには、オプションのビデオカードが必要です。

### ●FMR-50互換の画面表示

FM TOWNSは、FMR-50用のソフトウェアが使用可能なように設計がされています。

画面表示についても、FMR-50とみかけ上、同等の表示を行うためのハードウェア上の工夫がされています。

FMR-50には、フレームアクセスのできるグラフィックVRAMと文字を表示するためのテキストVRAMがありますが、FM TOWNSでは、FMR-50と互換の画面表示を実現するために、フレームアクセスのできる画面モードと、テキストVRAMをエミュレートするためのRAM8KB(テキストVRAM4KB、漢字VRAM4KB)が用意されています。

### ●その他

表I-4-1中のその他の用語について説明します。

インタレースとは、画面を表示する際、画面を奇数ラスタ(ラスタとは輝線のことで、水平方向の線1本に相当する)と偶数ラスタに分けて交互に表示する方式です。この方式は一般のテレビで使われています。

インタレースについて詳しくは、「4.7.2 ブラウン管の表示の仕組み」を参照してください。

なお、縦横比とは、ディスプレイ上で縦横同数のピクセルによって正方形を描いたときの縦横の大きさの比率を表すものです。

## 4.2 画面制御系のハードウェア概要

この節では、画面制御において重要な役割を果たしているCRT制御部の概要について説明します。

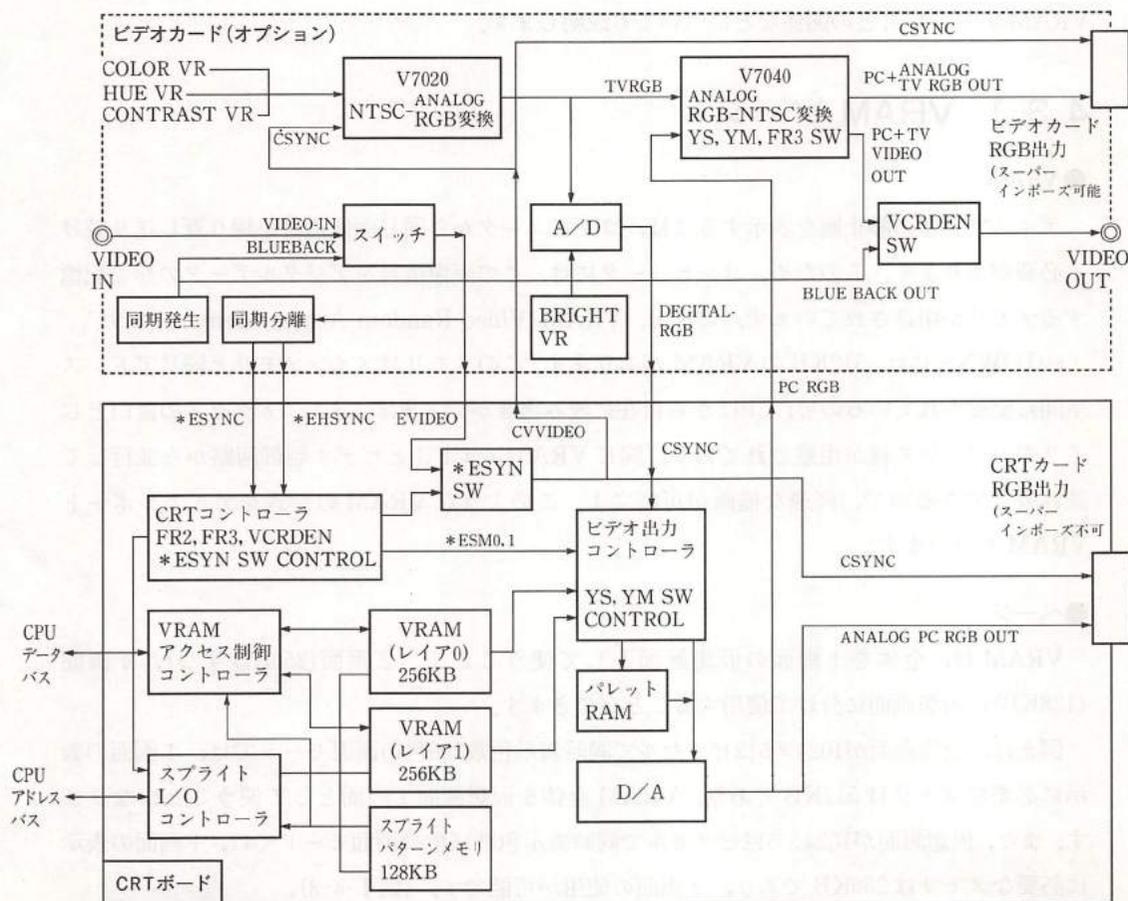
### 4.2.1 CRT制御部

画面制御系ブロック図を、図 I-4-3 に示します。

画面制御の中心的役割を担っているのがCRT制御部です。CRT制御部の最も大きな働きは、VRAMに書かれたデータをディスプレイに出力することです。

CRT制御部の出力は、ディスプレイに直接接続できるアナログRGB形式です。この出力は、コンピュータ画像のみを出力するもので、ビデオカードのアナログRGB出力と違ってスーパーインポーズした画像の出力はできません。

▼図 I-4-3 画面制御系ブロック図



CRT 制御部には、4 個の CRT 関係のコントローラがあります。

VRAM アクセス制御コントローラは、VRAM の読み書きを制御するものです。CRT コントローラは、ディスプレイ表示のタイミングを制御します。また、スプライト I/O コントローラはスプライト画面を制御し、ビデオ出力制御コントローラは、表示するビデオ信号の合成などの制御を行っています。

各コントローラには、VRAM、スプライトパターンメモリ、パレット RAM、D/A コンバータなどがつながっています。

それぞれの LSI を制御するために種々のレジスタが用意されており、CPU から I/O アクセスによって機能します。個々のレジスタの仕組みと働きについては、次節以降を参照してください。ビデオカードについては、「4.11 ビデオカード」を参照してください。

## 4.3 VRAM

この節では、VRAM がどのような方法で読み出されているかについて述べるとともに、VRAM のアドレスとの関係などについても説明します。

### 4.3.1 VRAM とページ

#### ● VRAM

ディスプレイに静止画を表示するには、コンピュータから同じ画像信号を繰り返し送り続ける必要があります。このため、コンピュータには、この画像信号をデジタルデータの形で記憶するメモリが用意されています。これが、VRAM (Video Random Access Memory) です。

FM-TOWNS には、512KB の VRAM があります。このメモリはメインメモリと同じアドレス空間に配置されているので、CPU から自在に読み書きができます。また、アクセスの窓口として 2 組のアドレス線が用意されており、同じ VRAM を CPU とビデオ制御回路から並行して読み書きできるので、高速な描画が可能です。このような VRAM の形式をデュアルポート VRAM といいます。

#### ● ページ

VRAM は、全体を 1 画面の仮想画面として使うことや、2 画面 (256KB ずつ)、4 画面 (128KB) の仮想画面に分けて使用することができます。

例えば、仮想画面が 1024×512 ピクセルで同時表示色数 256 色の画面モードでは、1 画面の表示に必要なメモリは 512KB であり、VRAM 全体を仮想画面 1 画面として使うこととなります。また、仮想画面が 1024×512 ピクセルで同時表示色数 16 色の画面モードでは、1 画面の表示に必要なメモリは 256KB であり、2 画面の使用が可能です。(図 I-4-3)。

VRAMの1画面をページといいます。2分割の場合、VRAMのアドレスの若い方から、ページ0～1になります。4分割の場合は、ページ0～3となります。

仮想画面の1画面あたりに必要なVRAMの大きさは、総ピクセル数×1ピクセル当たりのVRAMのビット数という式で求められますが、1ピクセル当たりのVRAMのビット数は同時表示色の数によって表I-4-2のようになります。

▼表 I-4-2 同時表示色数と1ピクセル当たりのVRAMのビット数

| 同時表示色数 | 1ピクセル当たりのVRAMのビット数      |
|--------|-------------------------|
| 16色    | 4ビット(2 <sup>4</sup> )   |
| 256色   | 8ビット(2 <sup>8</sup> )   |
| 32768色 | 16ビット(2 <sup>16</sup> ) |

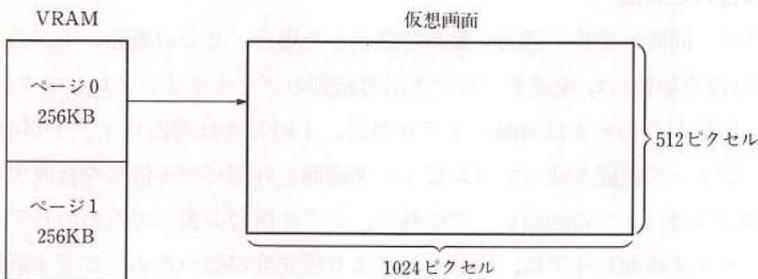
なお、32768色時には16ビット中の1ビットをスーパーインポーズ制御に使うため、色数を決めるビット数は15ビットです。

### 4.3.2 画面レイアと画面の重ね合わせ

FM Townsでは、VRAMの値をディスプレイに表示する際に、画面レイアという概念を 사용합니다。画面レイアは、いわば、“画面表示のためVRAMの層”です。

画面レイアは2個用意されており、それぞれを画面レイア0、画面レイア1と呼びます。これらの画面レイアにVRAMの各ページを割り当て、画面表示を行います(図I-4-4)。2個の画面レイアは重ねて表示することができ、優先度の高い方が手前に表示されます。

▼図 I-4-4 VRAMと仮想画面の関係(画面モード3、4の場合)



#### ●画面レイアとページの関係

VRAMのページと画面レイアの関係は次のようになります。

VRAM全体で画面1枚を表示する場合には、ページ0が画面レイア0に必ず割り当てられます。VRAMを2ページに分けて使用した場合には、ページ0が画面レイア0に、ページ1が画面レイア1に必ず割り当てられます(図I-4-5)。

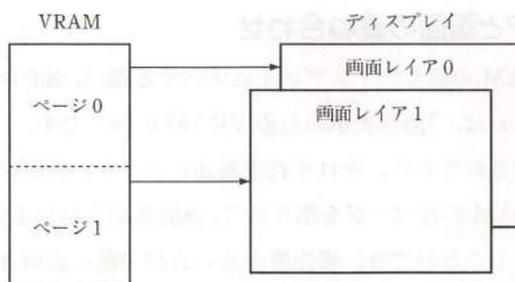
VRAMを4ページに分けて使用した場合(640×400ピクセルの画面)は、画面レイア0にページ0またはページ1が、画面レイア1にページ2またはページ3が割り当てられます。ただし、実際に表示されるのは、ページ0とページ1のどちらかと、ページ2とページ3のどちらかとなります。

さまざまな画面のステータスの設定は、画面レイアごとに可能ですから、異なった画面モードの画面を重ねて表示することができます。

4分割の場合、画面レイア0にページ0とページ1のどれを割り当てるか(どちらを表示するか)は後述のグラフィックVRAMディスプレイモードレジスタ(表I-4-41)によって決まります。また、アクセスページの切り替えはグラフィックVRAMページセレクトレジスタ(表I-4-44)によって行います。

画面レイア1は、CRTCのフレーム先頭アドレス1をページ2または、3の先頭アドレスに設定することによって、表示ページが決まります。

▼図I-4-5 画面レイアとページの関係



### ●画面の重ね合わせ順位

前述のように、同時に2枚の画面を重ねて表示した場合、2つの画面レイアのどちらを前面に表示するか(優先順位)は、後述するビデオ出力制御のプライオリティレジスタ(表I-4-37)に設定します。PRIが0のときは画面レイア0が前、1のときは画面レイア1が前となります。

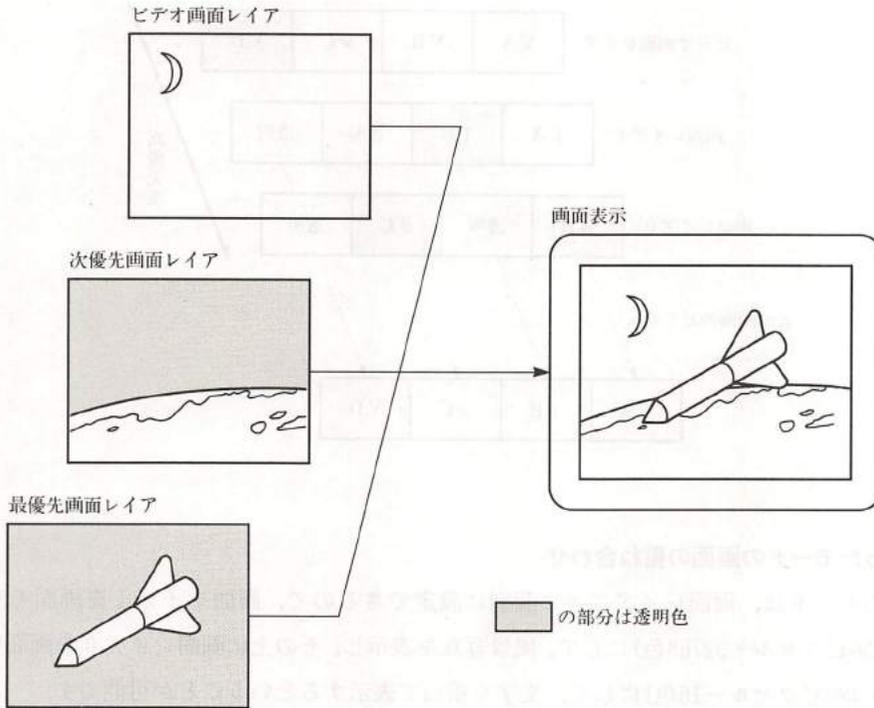
スーパーインポーズ機能を使ってコンピュータ画面と外部ビデオ信号を合成することもできます。この場合には、2つの画面レイアの他に、ビデオ信号の表示のためのビデオ画面レイアを使います。ビデオ画面レイアは、画面レイアより優先度が低いため、ビデオ画像は常にコンピュータの画像の背後に表示されます。

例えば、ロケットを描いたページを最優先画面レイアに、地球を描いたページを残りの画面レイアに、ビデオ画面レイアに宇宙と月の画像を割り当てると、ディスプレイには、宇宙空間で地球のまわりをロケットが飛んでいるようすが表示されます(図I-4-6)。

なお、表示されているコンピュータ画面が1画面の場合でも、スーパーインポーズは可能です。

スーパーインポーズについては、「4.11 ビデオカード」を参照してください。

▼図 I-4-6 複数画面レイアの合成例



## ●画面重ね合わせ時の透過処理

画面の色には透明色が設定できます。優先度の高い画面レイアの色が透明の場合には同じ座標上の優先度の低い画面レイアのドットの色が見えることとなります。

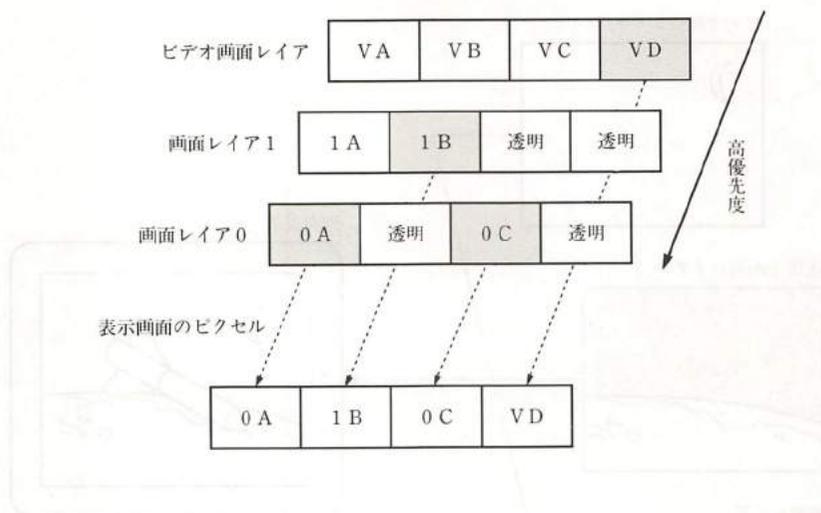
透明色とピクセルデータとの関係は、同時表示色数によって異なり、表 I-4-3 のようになります。

ビデオ画面も含めて図示したのが、図 I-4-7 です。透過の処理により、透明を除いて最も優先度の高い画面レイアのピクセルの色が表示されることとなります。

▼表 I-4-3 同時表示色数と透明色を表すピクセルデータの関係

| 同時表示色数        | 透明色を表すピクセルデータ   |
|---------------|-----------------|
| 32768色(16ビット) | 最上位ビット(ビット15)が1 |
| 256色(8ビット)    | ビット構成が 00000000 |
| 16色(4ビット)     | ビット構成が 0000     |

▼図 I-4-7 透過処理の概念(画面レイア0優先の場合)



●異なるモードの画面の重ね合わせ

画面のモードは、画面レイアごとに個別に設定できるので、画面レイア1を画面モード5 (256×256ピクセル-32768色)にして、風景写真を表示し、その上に画面レイア0を画面モード3 (640×480ピクセル-16色)にして、文字を重ねて表示することが可能です。

どの画面の重ね合わせが可能かどうかは、「4.7.3 CRTICのレジスタとその設定例」を参照してください。

### 4.3.3 VRAMの読み書き

VRAMの内容は、CPUから直接、読み書きすることができます。

ここでは、その仕組みについて解説します。

●CPUのレジスタ～VRAM間のデータ転送

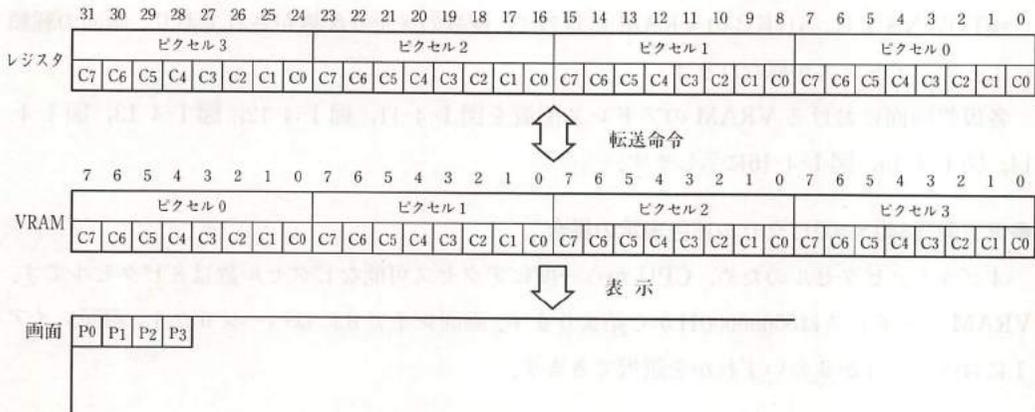
FM-TOWNSでは、VRAMのデータの並び順が32ビット転送命令に適した順になっており、1ピクセル当たりのビット数にかかわらず、画面のピクセルの並び順と逆の順でピクセル単位にレジスタに値を格納し、32ビット転送命令を実行すればいいようになっています。

この方法の採用により、ピクセルデータの高速度転送が可能です。32ビットにまとめられた複数のピクセルのことを、パックドピクセルと呼びます。

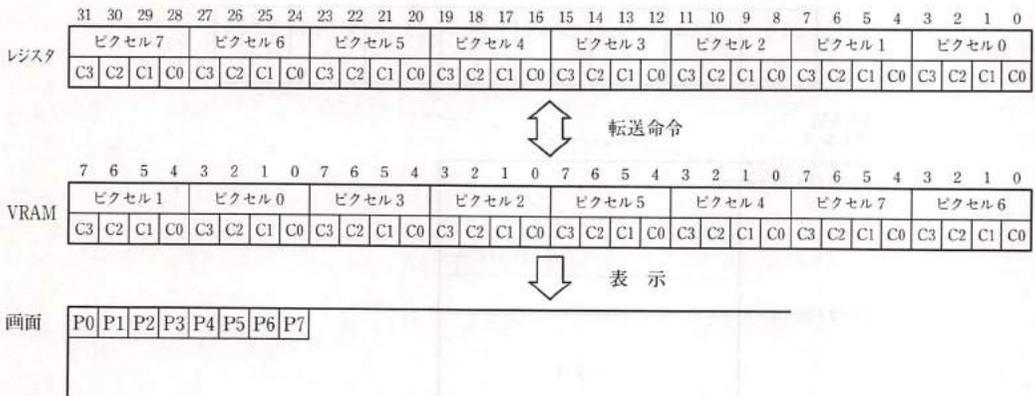
CPUのレジスタとVRAMおよび、画面の対応関係は、表示色数(ピクセル当たりのビット数)によって、図I-4-8、図I-4-9、図I-4-10のようになっています。

すなわち、レジスタとメモリ間の転送によって生ずるビットの並びの違いは表示の際に補正されます。

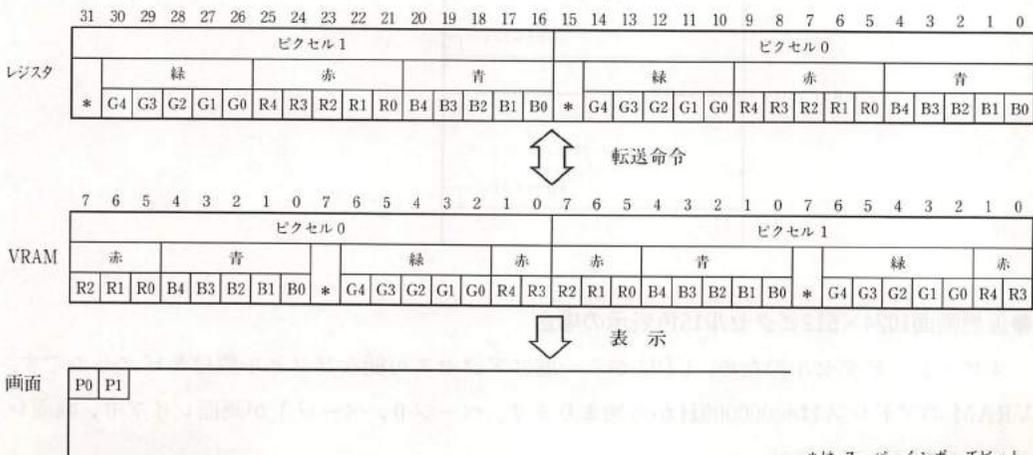
▼図 I-4-8 256色データ転送時のレジスタ，VRAM，画面表示



▼図 I-4-9 16色データ転送時のレジスタ，VRAM，画面表示



▼図 I-4-10 32768色データ転送時のレジスタ，VRAM，画面表示



\*は、スーパーインポーズビット。

### 4.3.4 VRAMのアドレスマップ

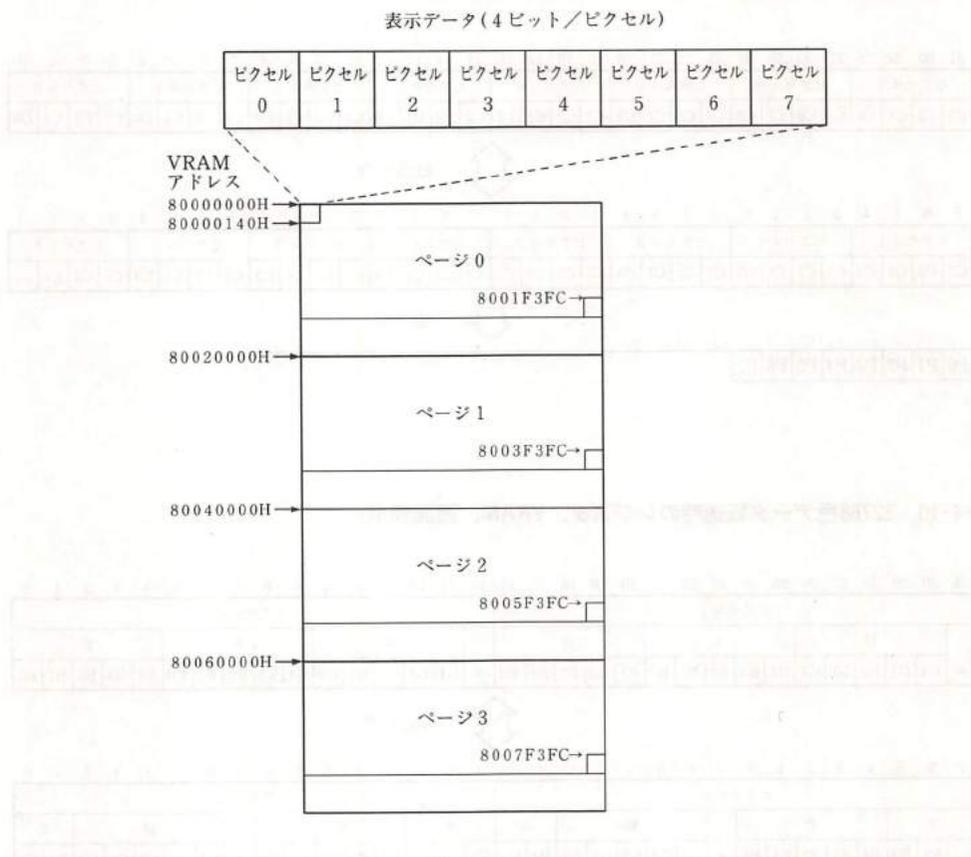
FMTOWNSでは、512KBのVRAMに対して、複数のメモリ配置がされており、画面の種類によって、アドレスが異なります。

各仮想画面におけるVRAMのアドレス配置を図I-4-11、図I-4-12、図I-4-13、図I-4-14、図I-4-15、図I-4-16に示します。

●仮想画面640×400ピクセル16色表示の場合

4ビット/ピクセルのため、CPUから一度にアクセス可能なピクセル数は8ピクセルです。VRAMのアドレスは80000000Hから始まります。画面レイア0にはページ0か1、画面レイア1にはページ2か3のいずれかを選択できます。

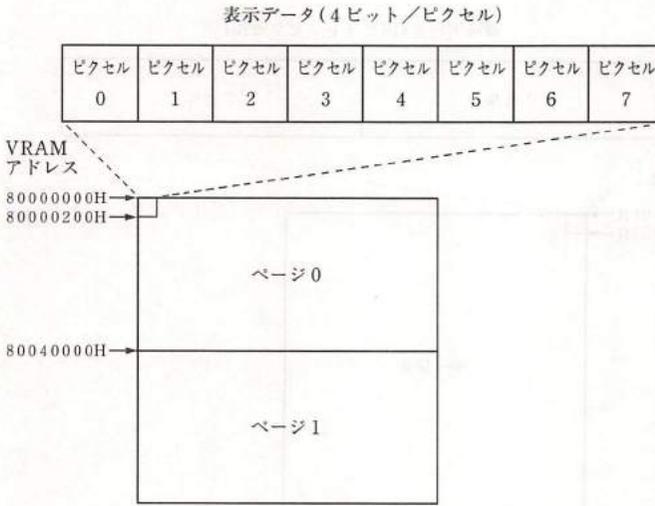
▼図I-4-11 仮想画面640×400ピクセル(16色表示)のVRAMアドレスマップ



●仮想画面1024×512ピクセル16色表示の場合

4ビット/ピクセルのため、CPUから一度にアクセス可能なピクセル数は8ピクセルです。VRAMのアドレスは80000000Hから始まります。ページ0、ページ1が画面レイア0、画面レイア1に対応しています。

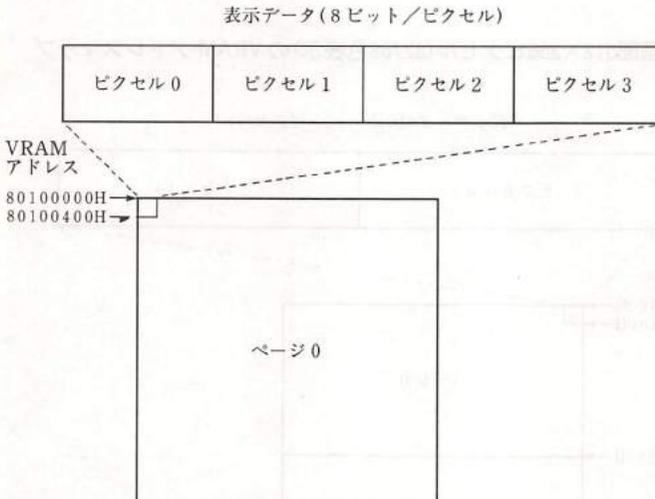
▼図 I-4-12 仮想画面1024×512ピクセル(16色表示)のVRAM アドレスマップ



●仮想画面1024×512ピクセル256色表示の場合

8ビット/ピクセルのため、CPUから一度にアクセス可能なピクセル数は4ピクセルです。VRAMのアドレスは80100000Hから始まります。1画面だけしか取れません。

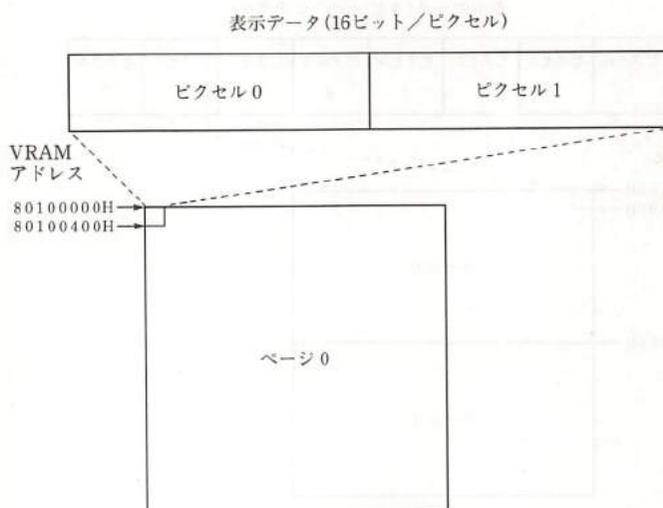
▼図 I-4-13 仮想画面1024×512ピクセル(256色表示)のVRAM アドレスマップ



●仮想画面512×512ピクセル32768色表示の場合

16ビット/ピクセルのため、CPUから一度にアクセス可能なピクセル数は2ピクセルです。VRAMのアドレスは80100000Hから始まります。1画面だけしか取れません。

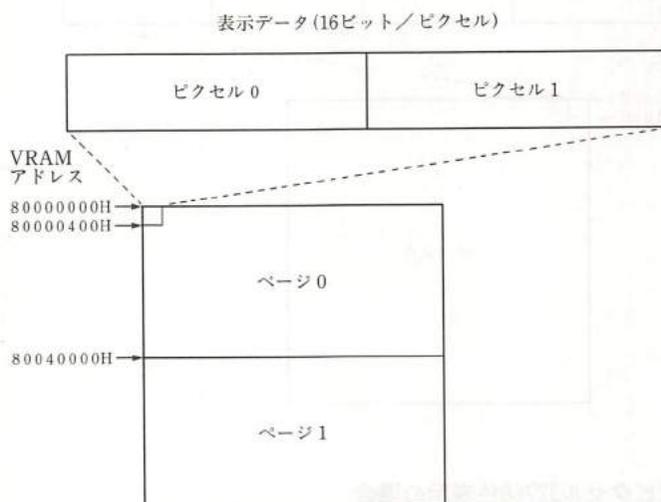
▼図 I-4-14 仮想画面512×512ピクセル(32768色表示)の VRAM アドレスマップ



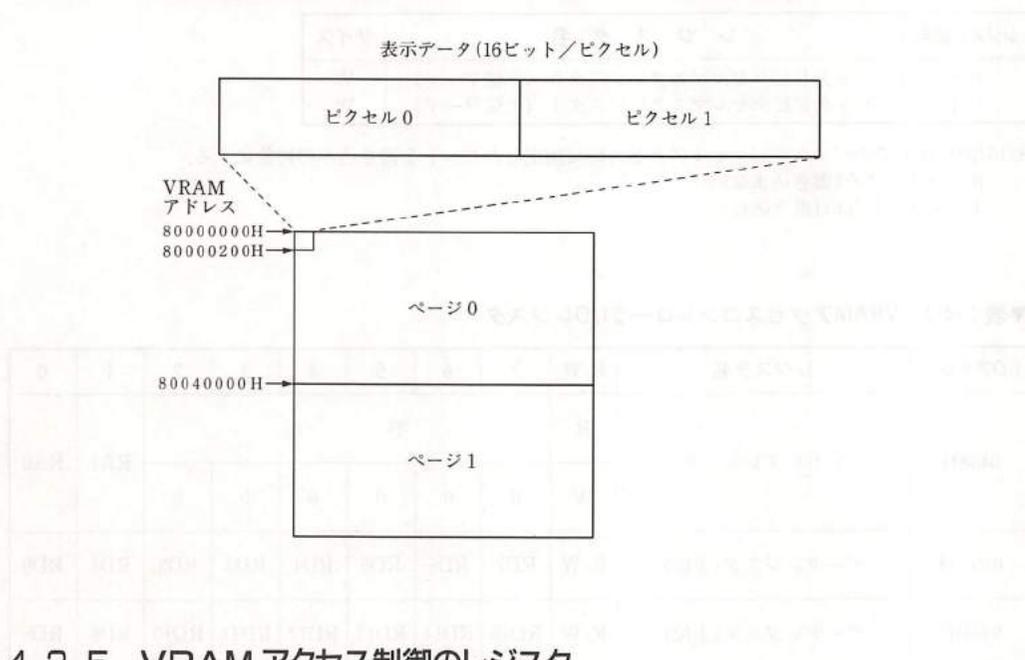
●仮想画面512×256ピクセル32768色表示と仮想画面256×512ピクセル32768色表示の場合

16ビット/ピクセルのため、CPU から一度にアクセス可能なピクセル数は2ピクセルです。VRAM のアドレスは80000000Hから始まります。ページ0、ページ1が画面レイア0、画面レイア1に対応しています。

▼図 I-4-15 仮想画面512×256ピクセル(32768色表示)の VRAM アドレスマップ



▼図 I-4-16 仮想画面256×512ピクセル(32768色表示)のVRAM アドレスマップ



### 4.3.5 VRAM アクセス制御のレジスタ

VRAM の読み書きの制御に関連するレジスタには次のようなものがあります。

バックドピクセルマスクレジスタ

MIX レジスタ

グラフィック VRAM 更新モードレジスタ

グラフィック VRAM ページセレクトレジスタ

このうち、後の3つはFMR-50 互換モードに関連するレジスタなので、「4.9 FMR-50 互換の画面表示機能」で説明し、ここでは、バックドピクセルマスクレジスタのみを説明します。

#### ●バックドピクセルマスクレジスタ 0, 1

バックドピクセルマスクレジスタ(表 I-4-4)は、CPU から VRAM に書き込みをする際に、ビット単位にマスクをするためのレジスタです。このレジスタの各ビットは、VRAM のピクセルのビット構成に対応させて該当ビットごとにマスク(書き込み阻止)の有無を指定します。マスクするビットは0、書き込むビットは1を設定します。このレジスタへの書き込みは、VRAM アクセスコントローラ I/O レジスタ(表 I-4-5)の0458H番地にレジスタ番号を、045AH 番地と045BH 番地にデータの下位と上位を設定することによって行います。

▼表 I-4-4 VRAMアクセスコントローラの内部レジスタ

| レジスタ番号 | レジスタ名                     | サイズ |
|--------|---------------------------|-----|
| 0 0    | パックドピクセルマスクレジスタ 0 (下位ワード) | W   |
| 0 1    | パックドピクセルマスクレジスタ 1 (上位ワード) | W   |

8/16/32ビットでのパックドピクセルアクセス時に指定したビットを書き込みの対象にする。  
 0 = マスクする (書き込まない)  
 1 = マスクしない (書き込む)

▼表 I-4-5 VRAMアクセスコントローラI/Oレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1   | 0   |     |
|---------|-------------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| 0458H   | アドレスレジスタ    | R   | 不 定  |      |      |      |      |      |     | RA1 | RA0 |
|         |             | W   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |     |     |     |
| 045AH   | データレジスタ(下位) | R/W | RD7  | RD6  | RD5  | RD4  | RD3  | RD2  | RD1 | RD0 |     |
| 045BH   | データレジスタ(上位) | R/W | RD15 | RD14 | RD13 | RD12 | RD11 | RD10 | RD9 | RD8 |     |

## 4.4 スクロール

FM TOWNS では、仮想画面中で表示範囲をずらすことにより、画面をスクロールさせることができます。円筒スクロールの他に、球面スクロールも可能です。この節では、スクロールの概念について説明します。なお、スクロールの設定は、表示アドレス設定関係のレジスタで行います。詳しくは、「4.7.4 CRTIC の内部レジスタ」を参照してください。

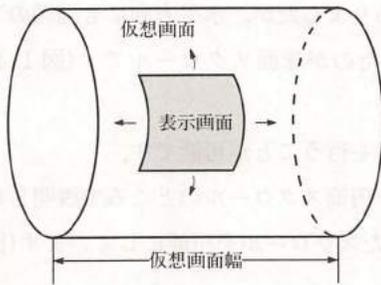
### 4.4.1 円筒スクロール

一般にパソコンのテキスト画面では、文字が画面いっぱいに表示されると、次の行を表示する前に画面全体が上に1行押し上げられ、画面のいちばん上の行は画面から見えなくなります。これを垂直スクロールといいます。

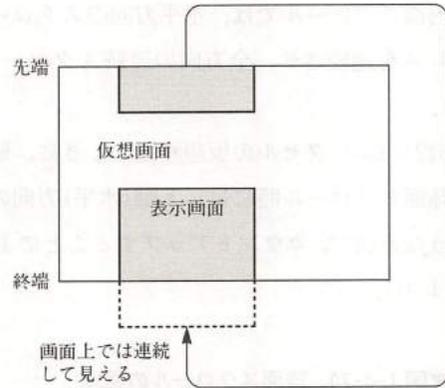
この場合、スクロールさせて見ている画面のメモリの先端と終端はつながっていませんが、先端と終端を論理的につなげると、画面上ではあたかもデータが連続しているように見えます。これを円筒スクロールといいます(図 I-4-17, 図 I-4-18)。

FM TOWNS では、仮想画面の中でディスプレイに表示されている部分(表示画面)を円筒スクロールさせることができます(640×400ピクセルの仮想画面では不可能)。

▼図 I-4-17 円筒スクロールの概念



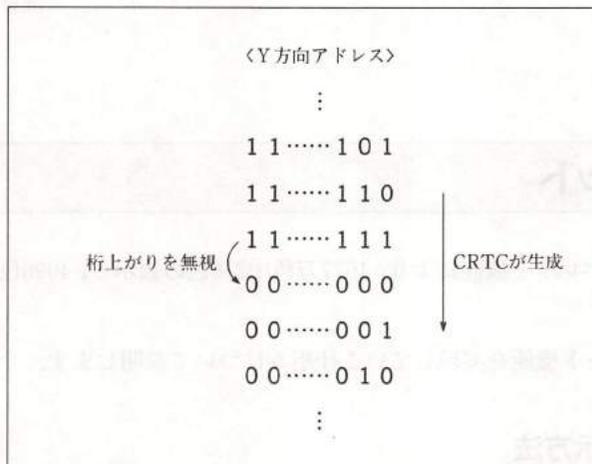
▼図 I-4-18 円筒スクロールの実際



画面表示は、CRTC(ディスプレイの表示を行っているコントローラ)が、VRAMの内容を読み取ることにより行われています。縦スクロールは、Y軸(垂直)方向のアドレスをカウントアップして実現しているのですが、アドレスの値が最下段(…111B)になったときに、1を加算したときの桁あがりを無視すればY軸方向のVRAMのアドレスは0となり、VRAMの先頭を指します。これが、円筒スクロールの原理です(図 I-4-19)。

なお、FM TOWNSの仮想画面はX軸(水平)方向にも広がりがあるので、円筒スクロール時にもその範囲内で水平スクロールを行うことができます。

▼図 I-4-19 不連続なアドレスが連続して扱える原理



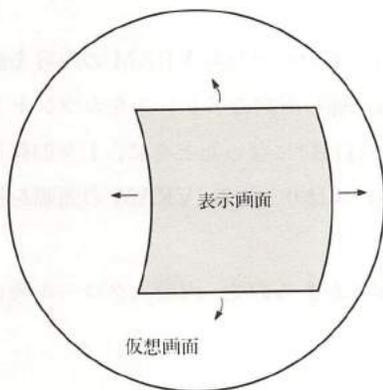
## 4.4.2 球面スクロール

円筒スクロールでは、水平方向のスクロールに制約がありましたが、水平方向にも両端のアドレスを連続させ、全方向の連続スクロールを可能にしたのが球面スクロールです(図 I-4-20)。

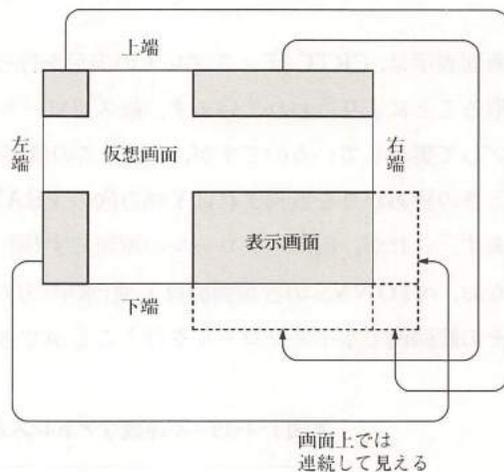
512×256ピクセルの仮想画面のときに、球面スクロールを行うことが可能です。

球面スクロール時には、X軸(水平)方向のアドレスも、円筒スクロールのところで説明したような方法で、カウントアップすることによって、連続したスクロールを可能にしています(図 I-4-21)。

▼図 I-4-20 球面スクロールの概念



▼図 I-4-21 球面スクロールの実際



## 4.5 パレット

FMTOWNSでは、パレット機能により、1677万色中256色の表示と、4096色中16色の表示を行うことができます。

この節では、パレット機能を実現している仕組みについて説明します。

### 4.5.1 色の表示方法

FMTOWNSでは、色の表示に際してパレット機能を使う場合と使わない場合があります。

パレットを使わない場合は、32768色を同時に表示することができます。この場合、仮想画面の1ピクセルのデータはVRAMの16ビットのデータと1対1で対応しており、16ビットのVRAMのデータそのものが色を表しています。

パレットを使う場合は、1677万色(RGB各8ビット)中256色表示と、4096色中16色表示のどちらかが可能です。

例えば、1677万色中256色表示の場合には、色を記憶できるメモリ領域が256個分用意されています。これをアナログパレットテーブルといいます。各パレットは24ビットの容量があり、RGB各8ビット(1677万色)のデータを格納できます。

画面表示の際に指定するのは色そのものではなく、このパレットの番号(0~255)です。この番号をパレットコードといいます。したがって、パレットを使う場合にVRAMに置かれているデータは色そのものの番号ではなく、パレットコードということになります。

## 4.5.2 パレットテーブル

パレットテーブルとは、パレットの色データを格納する領域です。FM TOWNSのパレットテーブルには、FM TOWNS本来のビットマップ制御用のアナログパレットとFMR-50互換用に使用されるデジタルパレットがあります。ここではアナログパレットの使い方について説明します。デジタルパレットレジスタについては、「4.9.3 FMR-50互換のパレットの指定」で解説します。

## 4.5.3 アナログパレットレジスタ

アナログパレットには、1677万色から選択した256色を格納する256色パレットと4096色から選択した16色を格納する16色パレットの2種類があります。

アナログパレットの読み書きは、アナログパレットレジスタ(表I-4-6)を通して行います。

このレジスタは、256色パレットと16色パレットの両方に対応しています。アナログパレットに対して色のデータを読み書きする際には、アナログパレットレジスタに対して、アナログパレットコード(VRAMに書き込まれている値)、青、赤、緑の順で行います。レジスタとパレットの関係を図I-4-22に示します。

▼表I-4-6 アナログパレットレジスタ

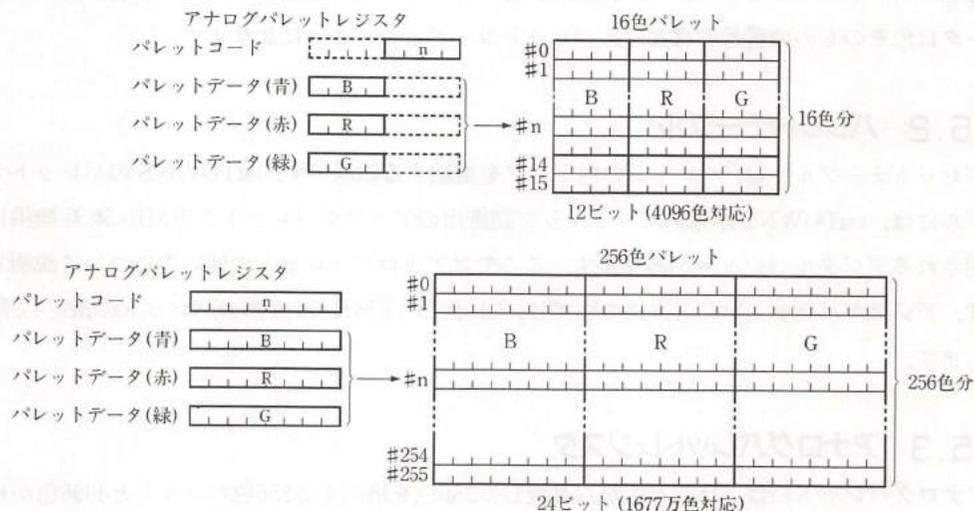
| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| FD90H   | アナログパレットコード | R/W | P7* | P6* | P5* | P4* | P3   | P2   | P1   | P0   |
| FD92H   | 青色のパレットデータ  | R/W | BL7 | BL6 | BL5 | BL4 | BL3* | BL2* | BL1* | BL0* |
| FD94H   | 赤色のパレットデータ  | R/W | RL7 | RL6 | RL5 | RL4 | RL3* | RL2* | RL1* | RL0* |
| FD96H   | 緑色のパレットデータ  | R/W | GL7 | GL6 | GL5 | GL4 | GL3* | GL2* | GL1* | GL0* |

\*はビデオ出力制御(0448H, 044AH, レジスタ番号01)のPLT1ビットが0の場合ライトでは0, リードでは不定。PLT1ビットが0の場合は全ビットR/W可能。

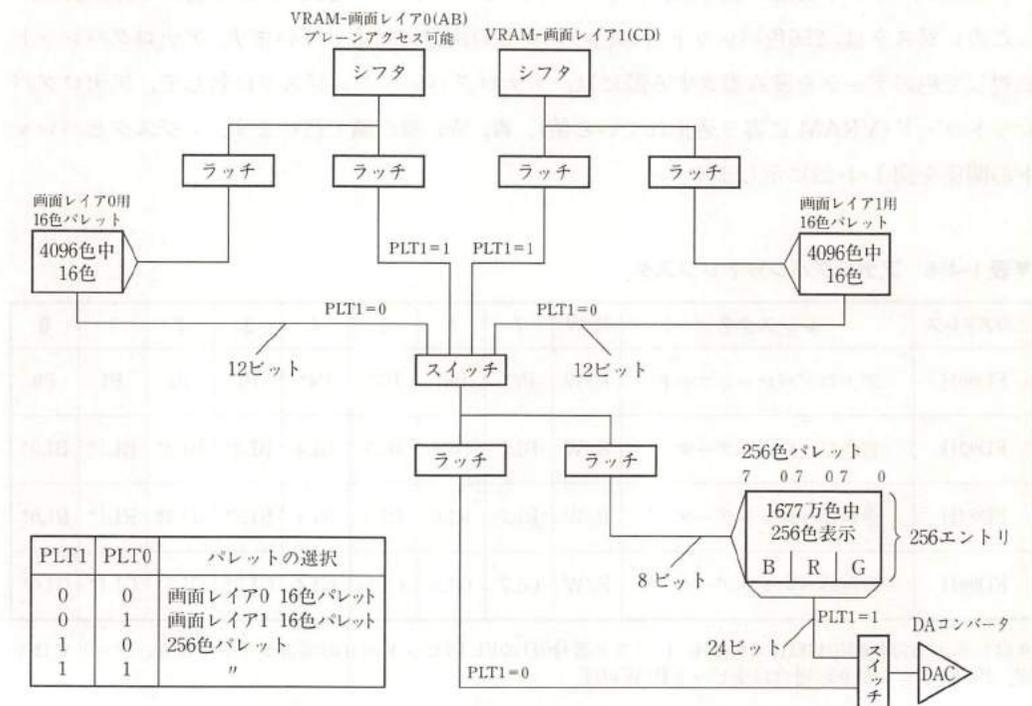
なお、アナログパレットコードから、表示する色への変換の過程を図示すると、図I-4-23のようになります。

この図中のPLT1は後述のプライオリティレジスタ(表I-4-36)のパレット選択ビットを指します。PLT1=1のときは256色パレットを参照し、PLT1=0のときは16色パレットを参照します。

▼図I-4-22 アナログパレットレジスタとパレットの関係



▼図I-4-23 アナログパレットの変換系統



なお、16色パレットは画面レイアごとに存在するので、画面合成時には最大31色(2つのパレットコードの透明を1色として数える)の表示が可能となります。

## 4.6 スプライト

この節では、スプライトを高速に表示、移動させる仕組みについて解説します。

### 4.6.1 スプライトの特徴

FMTOWNS のスプライトの仕様を表 I-4-7 に示します。

スプライト1個の图案の大きさは16×16ピクセルと小さいのですが、複数のスプライトを組み合わせて、より大きな图案を作ることができます。

また、1つのスプライト图案をもとにして、表示の際に图案を変形することもできます。これはハードウェアにより高速に行われています。

▼表 I-4-7 FMTOWNS のスプライトの仕様

| 項目          | 仕様                                                    |
|-------------|-------------------------------------------------------|
| サイズ         | 16×16ピクセル                                             |
| 表示可能なスプライト数 | 1024個                                                 |
| 使用できる色数     | 32768色、または32768色中16色(それぞれピクセル単位)                      |
| 图案の定義数      | 最大896(16色のスプライトだけを使った場合)<br>224(32768色のスプライトだけを使った場合) |
| 图案の重なり      | 優先順位処理が可能                                             |
| 表示時の图案の変形   | 回転(0, 90, 180, 270度)<br>左右反転<br>縮小(水平, 垂直独立に1倍, 1/2倍) |

### 4.6.2 スプライトの表示

スプライトを表示する際には、VRAM に直接キャラクタのデータを書き込むわけではありません。

スプライトを表示する前の準備として、スプライトパターンメモリにスプライトの图案(色と形)を定義しておきます(最大896個)。そして、スプライト(最大1024個)ごとに、スプライトの图案番号、スプライトの表示位置、表示時の変形の有無などを定義します。

表示する際には、ハードウェアがスプライトの番号(インデックス番号)によりスプライトの種々のデータを読み出し、最後に VRAM に転送します。

スプライトの表示の仕組みを図 I-4-24 に示します。

スプライトを表示する場合には、VRAMのページ1(画面レイア1)を仮想画面256×512ピクセルの画面モードで使用します。このページを、256×256ピクセルの大きさに2分割し、それぞれをスプライト表示用のバッファ(ダブルバッファ)として使用します。

背景の画面用には、VRAMのページ0を使用しますが、画面モードは仮想画面が256×512ピクセルでも512×256ピクセルでもかまいません。

図I-4-25に、ダブルバッファによるスプライトパターンの書き込みの関係を示します。

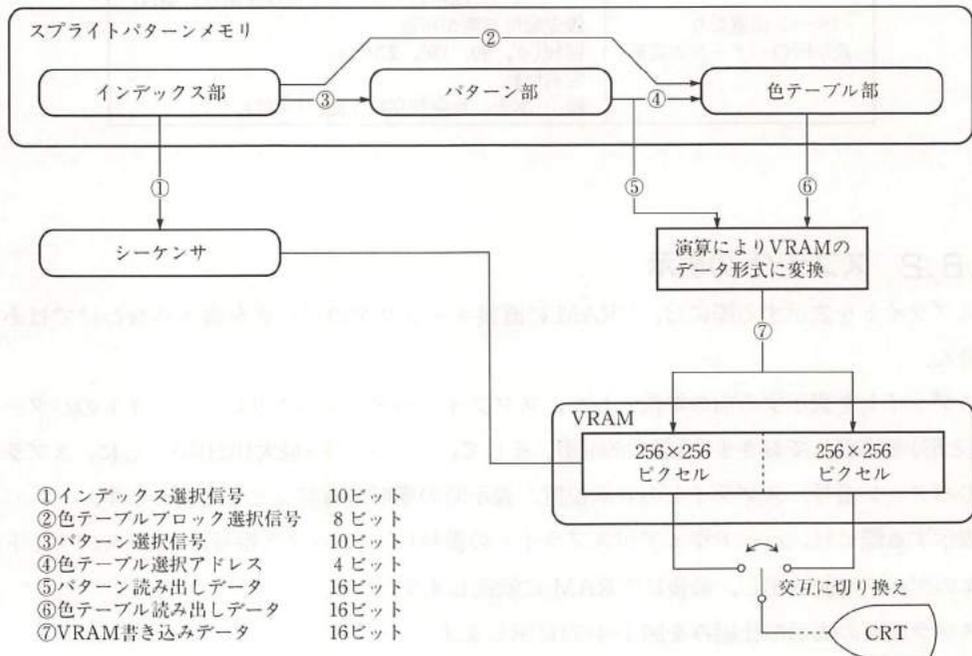
すなわちスプライトパターンメモリの内容を、1つのバッファに転送している間は、残りのバッファを表示し、転送が終わるとバッファを切り替えて、新しく転送したバッファを表示する、ということを繰り返します。

シングルバッファで表示を行うと、表示の途中でデータの転送が行われると、画面にノイズが入ったり、ちらつきが起きたりして見苦しい画面になります。また、これを避けるために、画面を表示(スキャン)している時間に転送を禁止し、表示しない時間(帰線区間)に転送すると時間待ちが必要になり、スプライトの書き込みが遅くなります。

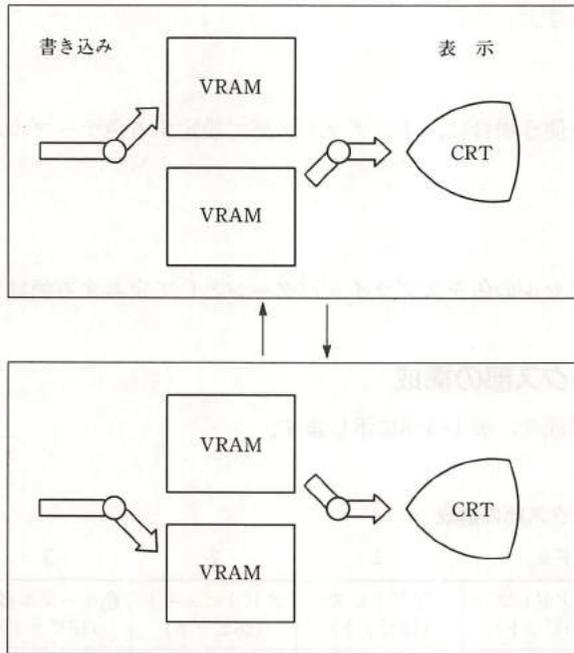
ダブルバッファを使用することにより、高速でノイズのないスプライト表示が可能になるわけです。

なお、スプライトを表示するページ1(画面レイア1)は、表示の優先順位を上にしておく必要があります。

▼図I-4-24 スプライト表示のメカニズム



▼図 I-4-25 ダブルバッファによるスプライトの書き込み

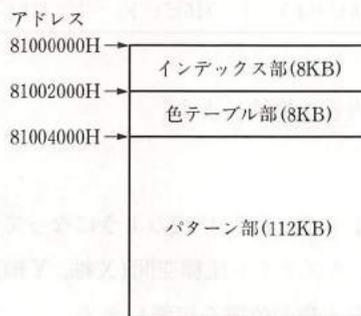


### 4.6.3 スプライトパターンメモリの構造と働き

ここでは、スプライトパターンメモリの構造と働きについて説明します。

スプライトパターンメモリは図 I-4-26に示すように、3つの部分に分かれます。

▼図 I-4-26 スプライトパターンメモリの構成



#### ●インデックス部

スプライト1個1個について、表示位置、パターン(形と色)などの属性、色テーブル番号(パレットの色)などの管理情報が格納されます。インデックス部にはスプライト1024個分の情報を格納できる領域(スプライト1個につき8バイト)があります。1024個のスプライトには0から1023までの番号を付けて区別します。これをインデックス番号といいます。インデックス番号

は、大きいほど先に処理されます。このため、表示位置が重なるときは、後で処理されるパターンが残り、表示されます。

●色テーブル部

16色のスプライトを使う場合に、インデックス部で設定する色テーブルのパターンを定義する領域です。

●パターン部

スプライトの各ピクセルの色をスプライトパターンとして定義する領域です。

### 4.6.4 インデックス部の構成

インデックス部の構成を、表 I-4-8 に示します。

▼表 I-4-8 インデックス部の構成

| インデックス番号 | ワード 0            | 1                | 2                  | 3                  |
|----------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| #0       | Xアドレス<br>(16ビット) | Yアドレス<br>(16ビット) | アトリビュート<br>(16ビット) | 色テーブル番号<br>(16ビット) |
| #1       | Xアドレス<br>(16ビット) | Yアドレス<br>(16ビット) | アトリビュート<br>(16ビット) | 色テーブル番号<br>(16ビット) |
| #2       | Xアドレス<br>(16ビット) | Yアドレス<br>(16ビット) | アトリビュート<br>(16ビット) | 色テーブル番号<br>(16ビット) |
| ⋮        | ⋮                | ⋮                | ⋮                  | ⋮                  |
| #1022    | Xアドレス<br>(16ビット) | Yアドレス<br>(16ビット) | アトリビュート<br>(16ビット) | 色テーブル番号<br>(16ビット) |
| #1023    | Xアドレス<br>(16ビット) | Yアドレス<br>(16ビット) | アトリビュート<br>(16ビット) | 色テーブル番号<br>(16ビット) |

インデックス部には、次のような内容を格納します。

●座標アドレス

座標アドレスのビット構成は、表 I-4-9、表 I-4-10 のようになっています。ここには、スプライトを表示する座標を設定します。スプライト座標空間(X軸, Y軸方向とも 0~511の範囲)の座標系で、スプライトパターンの左上角の位置を定義します。

▼表 I-4-9 Xアドレス

|    |    |    |    |    |    |   |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|----|----|----|----|----|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |      |
|    |    |    |    |    |    |   |   | SPX8 | SPX7 | SPX6 | SPX5 | SPX4 | SPX3 | SPX2 | SPX1 | SPX0 |
|    |    |    |    |    |    |   |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

SPX8-0(bit8-0) : スプライトのX軸方向のアドレスを表す。

▼表 I-4-10 Yアドレス

|    |    |    |    |    |    |   |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|----|----|----|----|----|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |      |
|    |    |    |    |    |    |   |   | SPY8 | SPY7 | SPY6 | SPY5 | SPY4 | SPY3 | SPY2 | SPY1 | SPY0 |

SPY8-0(bit8-0) : スプライトのY軸方向のアドレスを表す。

●アトリビュート

アトリビュートのビット構成は、表 I-4-11 のようになっています。

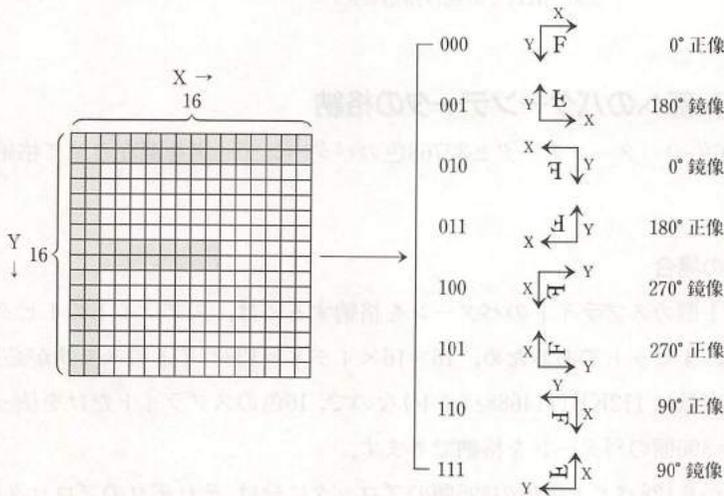
表示するスプライトのパターン番号の選択と、スプライトの表示の際の縮小(水平, 垂直方向), 回転, 左右反転などの有無, オフセットアドレスの加算の有無などを設定します。オフセットアドレスについては、「4.6.9 スプライト I/O コントローラ」を参照してください。

▼表 I-4-11 アトリビュート

|      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 15   | 14   | 13   | 12   | 11  | 10  | 9    | 8    | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
| OFFS | ROT2 | ROT1 | ROT0 | SUY | SUX | PAT9 | PAT8 | PAT7 | PAT6 | PAT5 | PAT4 | PAT3 | PAT2 | PAT1 | PAT0 |

OFFS(bit15) : オフセットアドレス参照。  
 0 = 参照しない  
 1 = 参照する

ROT2-0(bit14-12) : 回転/左右反転。



SUY(bit11) : 垂直縮小。  
 0 = ノーマルサイズ  
 1 = 1/2縮小

SUX(bit10) : 水平縮小。  
 0 = ノーマルサイズ  
 1 = 1/2縮小

PAT9-0(bit9-0) : パターン番号。  
 128~1023

### ●色テーブル番号

16色のスプライトを使うか、32768色のスプライトを使うかを設定すると同時に、16色のスプライトを使う場合の16色の組み合わせ(色テーブル)を選択するためのものです。

色テーブル番号部のビット構成は、表 I-4-12 のようになっています。色テーブル部に設定されている色パターンの組み合わせの番号を256～511で設定します。色テーブル番号部の最上位の CTEN は、色テーブルを参照するかどうか、つまり、スプライトの色数を16色にするか32768色にするかどうかを決めるものです。

▼表 I-4-12 色テーブル番号

| 15   | 14   | 13   | 12 | 11    | 10    | 9    | 8    | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|------|------|------|----|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CTEN | SPYS | DISP |    | COL11 | COL10 | COL9 | COL8 | COL7 | COL6 | COL5 | COL4 | COL3 | COL2 | COL1 | COL0 |

CTEN (bit15) : 色テーブル参照。  
0 = 参照しない (32768色)  
1 = 参照する (16色)

SPYS (bit14) : スプライトスーパーインポーズビット  
0 = 通常表示  
1 = スーパーインポーズ

DISP (bit13) : スプライト非表示フラグ  
0 = 表示  
1 = 非表示

COL11-0 (bit11-0) : 色テーブル番号。  
256～511 (その他は指定禁止)

### 4.6.5 パターン部へのパターンデータの格納

パターン部には、16色のパターンデータと32768色のパターンデータを混在させて格納することができます。

#### ●16色のスプライトの場合

16色のスプライト1個のスプライトのパターンを格納するには、スプライトの1ピクセル当たりのメモリ容量が、4ビットであるため、 $16 \times 16 \times 4 \div 8 = 128$ バイトのメモリが必要です。パターン部の全体の容量は112KB(114688バイト)なので、16色のスプライトだけを使った場合には、 $114688 \div 128 = 896$ 個のパターンを格納できます。

パターン部を先頭から128バイト単位の896個のブロックに分け、それぞれのブロックに896個のパターンデータを格納します。パターンの参照のために使われるパターン番号は、0から895番ではなく、128から1023までの番号になります。これは、スプライトパターンメモリの先頭から16KB(128個に相当)目までがインデックス部とパターン部なので、パターン番号としてこの値を使用すると、スプライトパターンメモリの先頭からの相対的な位置(アドレス)を計算するのに便利だからです。

### ●32768色のスプライトの場合

32768色のスプライトだけを使った場合も同様に考えることができます。

この場合には、16ビット／ピクセルなので、1つのスプライトのパターンを格納するには、512バイトのメモリが必要となります。したがって、224個のパターンを格納できることになります。パターン番号は、128～1020（4つおきに設定する）までです。

### ●両種のパターンを使う場合

両種のパターン番号の対応関係は、表 I-4-13 のようになります。

▼表 I-4-13 16色と32768色のスプライト番号の対応

| 16色<br>スプライト | 32768色<br>スプライト |
|--------------|-----------------|
| #128         | 128             |
| #129         |                 |
| #130         |                 |
| #131         |                 |
| #132         | 132             |
| #133         |                 |
| #134         |                 |
| #135         |                 |
| #136         | 136             |
| #137         |                 |
| #138         |                 |
| #139         |                 |
| ⋮            | ⋮               |
| #1020        | 1020            |
| #1021        |                 |
| #1022        |                 |
| #1023        |                 |

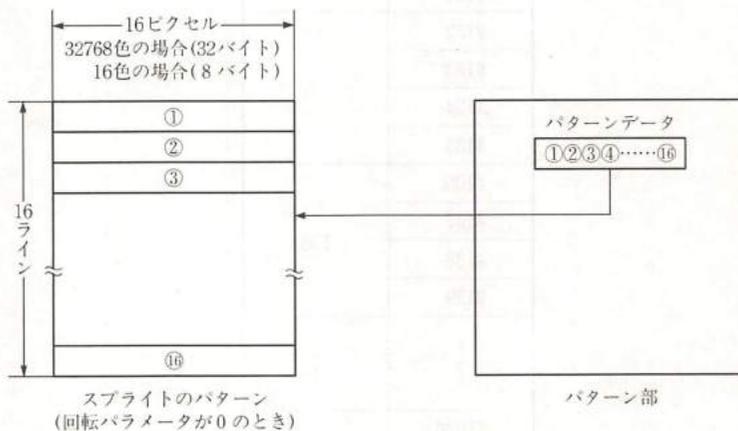
両種のスプライトは、パターン部として共通のメモリ領域を使用します。混在させて使用する場合には、パターン番号を調整して、同一のメモリを使用しないように注意してください。なお、参考までに両種のスプライトを混在させた場合のそれぞれの個数の例を表 I-4-14 に示します。

また、パターン部には、スプライトの上のラインから下のラインへの順で、パターンを格納します(図 I-4-27)。

▼表 I-4-14 スプライトの組み合わせと合計個数の例

| 組み合わせ例 | 32768色<br>スプライト<br>パターン個数 | 32768色中16色<br>スプライト<br>パターン個数 | スプライト<br>パターン個数<br>(合計) |
|--------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1      | 2 2 4                     | 0                             | 2 2 4                   |
| 2      | 1 9 2                     | 1 2 8                         | 3 2 0                   |
| 3      | 1 6 0                     | 2 5 6                         | 4 1 6                   |
| 4      | 1 2 8                     | 3 8 4                         | 5 1 2                   |
| 5      | 9 6                       | 5 1 2                         | 6 0 8                   |
| 6      | 6 4                       | 6 4 0                         | 7 0 4                   |
| 7      | 0                         | 8 9 6                         | 8 9 6                   |

▼図 I-4-27 パターン部のデータの並びとパターン



#### 4.6.6 色テーブル部の構成

16色のスプライトでは、32768色の中から16色を選択して使用しますが、色テーブル部には、16色の組み合わせを256組定義することができます。

16色の色の組み合わせのパターンを1組分格納するには、16ビット(32768色)×16個÷8=32バイトのメモリが必要ですから、256組のパターンを格納するには8KBのメモリを使用します。

256種類の組み合わせのパターンには、それぞれ番号(256～511)をつけて区別します。これを色テーブル番号といいます。このように、0から255を使わない番号付けをしているのは、該当する色テーブルの先頭アドレスの計算が、スプライトパターンメモリの先頭アドレスからn×

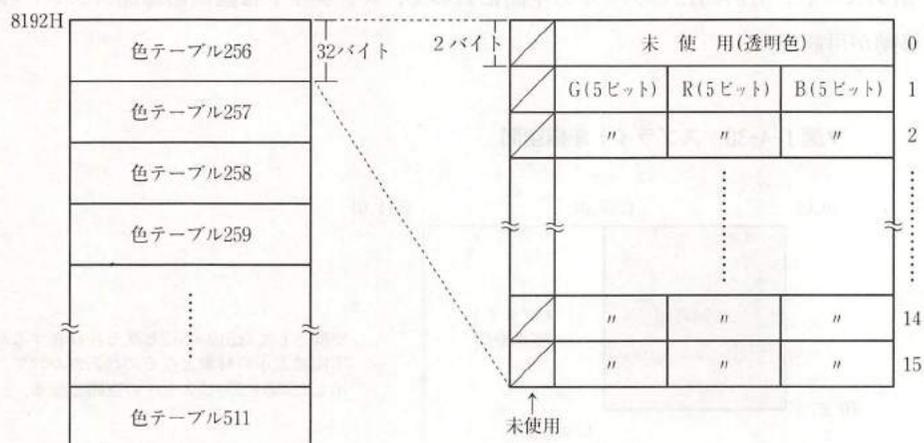
32バイト(n は256~511で、色テーブル番号)で得られるようにするためです。

例えば、色テーブル番号が256の場合は、 $256 \times 32 = 8192$ となり、色テーブル部の先頭のアドレスを示します。

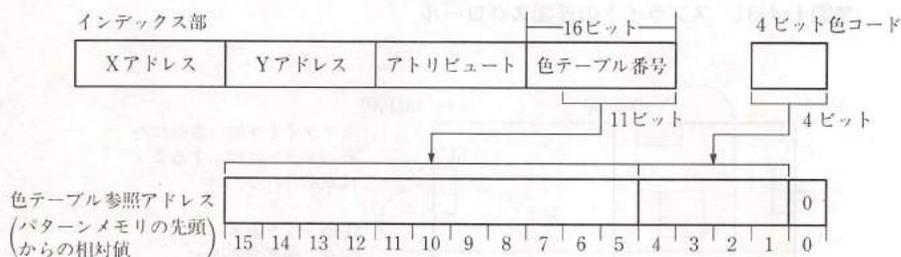
1組の色テーブルには、図 I-4-28のように、16個の色番号に対してそれぞれ16ビット(32768色)のデータが格納されています。

16個の色番号から、それぞれの実際の色テーブルのアドレスの計算は、図 I-4-29のように行います。インデックス部の色テーブル番号の下位11ビットが、色テーブル部の先頭アドレスを表しているわけです。

▼図 I-4-28 色テーブル部のデータ格納形式

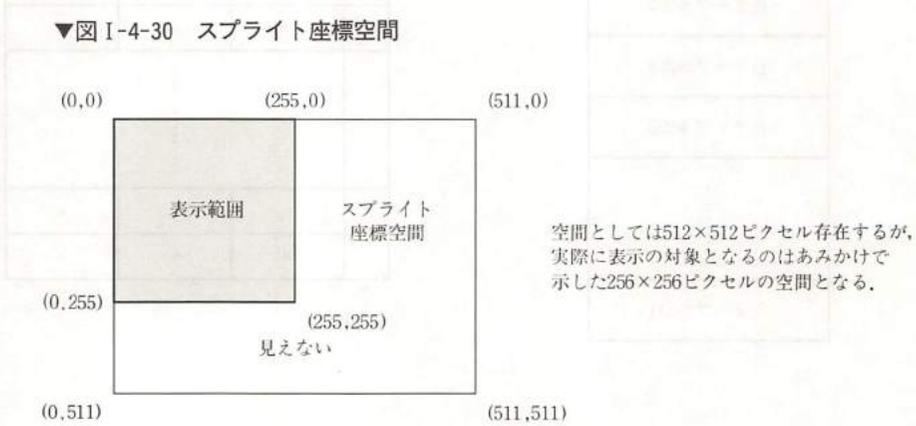


▼図 I-4-29 色テーブル番号と色テーブルのアドレス

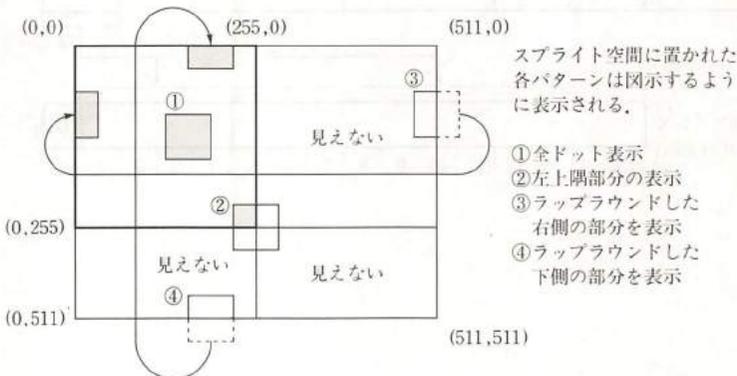


### 4.6.7 スプライトの座標空間と表示範囲

スプライトの表示には、ページ1の256×512ピクセルの仮想画面を2つに分けて使用するの  
 で、スプライトを表示できる空間は、256×256ピクセルということになります。しかし、この  
 空間はスプライトの移動空間としては狭すぎます。そこで、図I-4-30のように、スプライトの  
 論理的な座標空間を、512×512ピクセルの範囲として、スプライトパターンメモリのアトリビ  
 ュート部に0から511の値を指定できるようにしています。ただし、実際にスプライトが表示さ  
 れるのは、斜線で示された領域だけです。残りの部分は、論理空間としては存在していますが、  
 物理的には意味がありません。しかし、このような座標空間を使うことにより、スプライトの  
 論理的位置を変えるだけで、スプライトの一部または全部を消すことも可能です。さらに、図  
 I-4-31のように、512×512ピクセルの空間において、スプライトは画面の球面スクロールと同  
 様な移動が可能です。



▼図 I-4-31 スプライトの球面スクロール

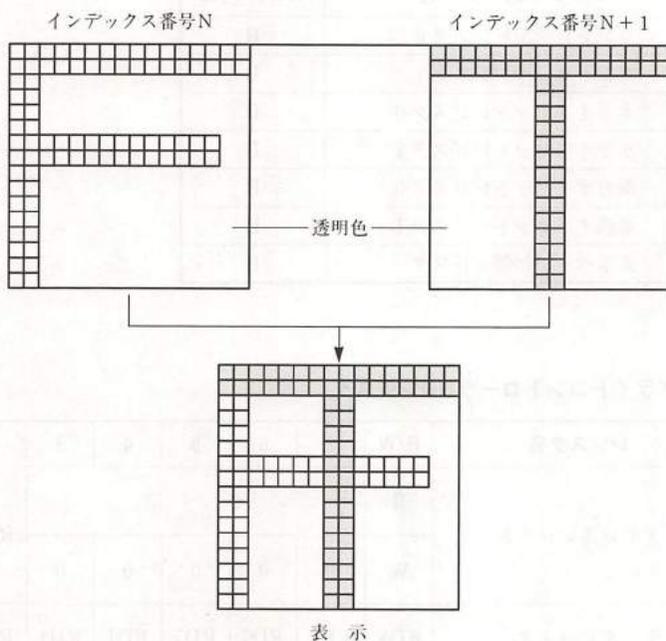


### 4.6.8 優先順位とマスク処理

1024個のスプライトは、インデックス番号の小さい方から処理されます。このため、スプライトを重ねて表示させた場合、インデックス番号の小さいものほど背後に表示されることになります(図I-4-32)。

ただし、マスク処理を使って、インデックス番号の小さいスプライトのピクセルを表示させることもできます。

▼図I-4-32 スプライトの重ね合わせ



#### ●32768色の場合

パターン部に格納されている1ピクセルの16ビットのうち、最上位の1ビットが、マスク用として使われます。このビットが1の場合には透明色と解釈され、インデックス番号の小さいスプライトのピクセルが表示されます。

#### ●16色の場合

1ピクセルの4ビットがすべて0のときは、透明色と解釈され、インデックス番号の小さいスプライトのピクセルが表示されます。

### 4.6.9 スプライトI/Oコントローラ

スプライトの制御には、スプライトI/Oコントローラを使用します。スプライトI/Oコントローラには、表I-4-15に示すような内部レジスタがあります。

内部レジスタは、スプライトコントローラI/Oレジスタ(表I-4-16)から間接的にアクセスします。内部レジスタへ書き込みを行う場合には、まず、0450H番地にレジスタ番号を書いておき、続けて0452H番地に値を書きます。

▼表I-4-15 スプライトI/Oコントローラの内部レジスタ

| レジスタ番号 | レジスタ名        | Word/Byte |
|--------|--------------|-----------|
| 00     | コントロールレジスタ0  | B         |
| 01     | コントロールレジスタ1  | B         |
| 02     | 水平オフセットレジスタ0 | B         |
| 03     | 水平オフセットレジスタ1 | B         |
| 04     | 垂直オフセットレジスタ0 | B         |
| 05     | 垂直オフセットレジスタ1 | B         |
| 06     | 表示ページ制御レジスタ  | B         |

▼表I-4-16 スプライトコントローラI/Oレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名    | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0450H   | アドレスレジスタ | R   | 不 定 |     |     |     |     | RA2 | RA1 | RA0 |
|         |          | W   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |     |     |     |
| 0452H   | データレジスタ  | R/W | RD7 | RD6 | RD5 | RD4 | RD3 | RD2 | RD1 | RD0 |

#### ●コントロールレジスタ0, 1

コントロールレジスタ0, 1(表I-4-17)のIND9-0までの10ビットでは、制御するスプライトの個数(1~1024)を2の補数で設定します。なお、1個だけ表示したい場合は、インデックス番号#1023にデータを設定し、レジスタの設定値(IND9-0)を3FFhにする。

SPENはスプライト転送(スプライトパターンメモリから、VRAMへの転送)を行うかどうかを指定します。

▼表 I-4-17 コントロールレジスタ

| レジスタ番号 | 内 容          | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|--------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0 0    | コントロールレジスタ 0 | IND7 | IND6 | IND5 | IND4 | IND3 | IND2 | IND1 | IND0 |
| 0 1    | コントロールレジスタ 1 | SPEN |      |      |      |      |      | IND9 | IND8 |

SPEN(bit7) : スプライトパターンの転送動作を行うか否かの指定。  
 0 = スプライトパターンの転送動作を行わない  
 1 = スプライトパターンの転送動作を実行する  
 (リセット時はスプライトパターンの転送動作を行わない状態となる)

IND9-0 : 制御するスプライトの個数 (1~1024) を 2 の補数で指定する。  
 (0 を指定した場合に 1024 個すべての制御)

### ●水平垂直オフセットレジスタ 0, 1

水平垂直オフセットレジスタ 0, 1 (表 I-4-18) は、スプライトの表示座標のオフセット値を設定するものです。スプライトパターンメモリのインデックス部の座標値は、スプライトごとに設定しますが、このオフセット値は、それを参照するすべてのスプライトに対して、表示位置のオフセット値となります。

OY8-0 までの 9 ビットで、垂直方向のオフセットを設定し、OX8-0 までの 9 ビットで水平方向のオフセットを設定します。

このオフセット値は、インデックス部のアトリビュートの OFFS の値が 1 の場合にのみ加算が行われます。オフセット値とインデックス部の座標値の加算は、図 I-4-33 のように行われず。

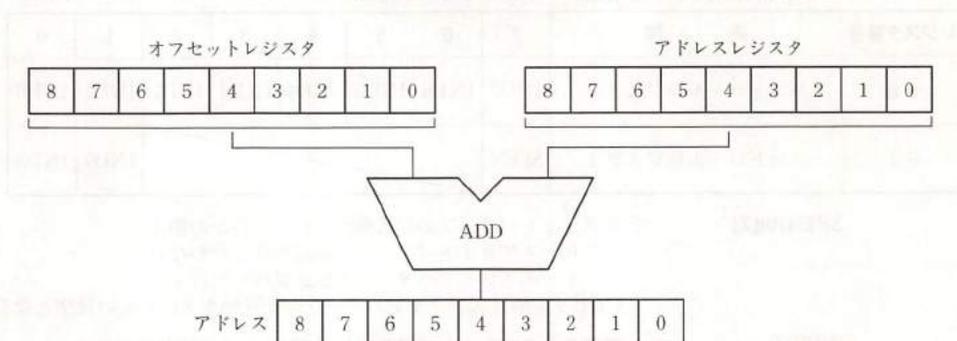
そして、加算した値が 8 ビットを超えた場合は、繰り上がりは無視されるので、大きな値を加えても、表示座標は 0~511 の範囲にあることになり、スプライト群を球面スクロールのような形態で移動させることができます。

▼表 I-4-18 水平垂直オフセットレジスタ

| レジスタ番号 | 内 容           | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|--------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0 2    | 水平オフセットレジスタ 0 | OX7 | OX6 | OX5 | OX4 | OX3 | OX2 | OX1 | OX0 |
| 0 3    | 水平オフセットレジスタ 1 |     |     |     |     |     |     |     | OX8 |
| 0 4    | 垂直オフセットレジスタ 0 | OY7 | OY6 | OY5 | OY4 | OY3 | OY2 | OY1 | OY0 |
| 0 5    | 垂直オフセットレジスタ 1 |     |     |     |     |     |     |     | OY8 |

水平、垂直とも 9 ビットでオフセット値を構成。

▼図 I-4-33 オフセットレジスタ値のアドレス値への加算(XまたはY方向)



●表示ページ制御レジスタ

表示ページ制御レジスタ (表 I-4-19) は, DP1 だけに意味があります。

スプライトは, VRAM の画面レイア 1 をダブルバッファとして使っています。そしてある瞬間においてはダブルバッファのどちらかが表示されています。DP1 は, スプライト停止時にそのどちらを表示するかを示すものです。

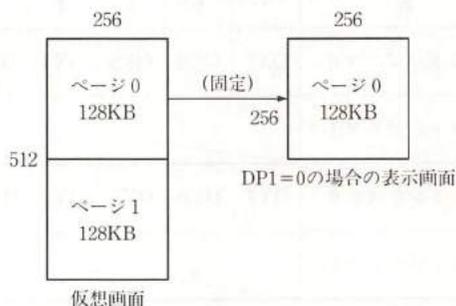
このレジスタによる書き込みに意味があるのは, 図 I-4-34 のように表示ページを選択する場合です。DP1 に 0 を書き込むとこの図のページ 0 が, 1 を書き込むとページ 1 が表示されま

▼表 I-4-19 表示ページ制御レジスタ

| レジスタ番号 | 内 容         | R/W | 7   | 6 | 5 | 4   | 3 | 2 | 1 | 0 |
|--------|-------------|-----|-----|---|---|-----|---|---|---|---|
| 0 6    | 表示ページ制御レジスタ | R   | 0   | 0 | 0 | DP1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|        |             | W   | DP1 | 0 | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |

DP1 : 表示ページ選択。  
0 = ページ 0  
1 = ページ 1

▼図 I-4-34 スプライトの固定表示



す。したがって、書き込みを行う場合には、CRTCの表示タイミングをVRAMのページ0が表示されるように設定しておいて、スプライトパターンの転送を停止するために前述のコントロールレジスタ1(表I-4-17)のSPENを0(転送しない)にしておく必要があります。なお、表示ページ制御レジスタは、スプライトが使える256×512ピクセルの仮想画面以外の仮想画面では意味がありません。それらの場合にはDP1は常に0に設定しておく必要があります。

ここでは、ダブルバッファ(VRAMの画面レイア1)の前半をページ0、後半部をページ1と呼んでいるので、注意してください。

## 4.7 CRTC周辺のハードウェアの仕組み

CRTC(Cathode Ray Tube Controller)は画面表示を制御するLSIです。

この節では、CRTC周辺のハードウェアについて説明します。

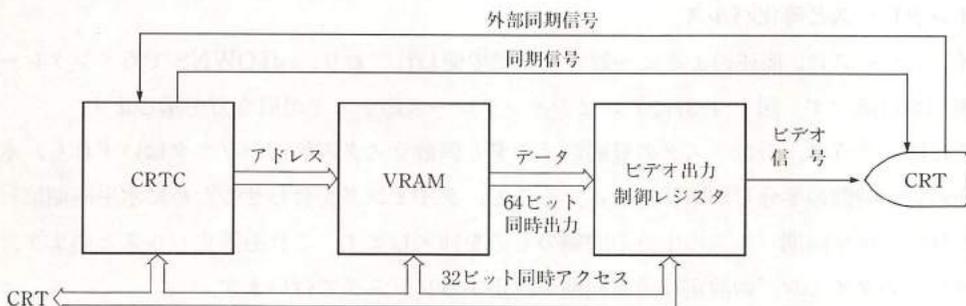
### 4.7.1 CRTC周辺の概要

CRTC周辺のハードウェアの概略を図I-4-35に示します。

CRTCは、VRAMのデータをディスプレイに表示させるために重要な役割を果たしています。すなわち、CRTCのレジスタへの書き込みを行うことによって、表示のタイミングなどを制御しており、VRAMにデータをいくら書き込んでも、CRTCのレジスタに対して適切な設定を行わなければ、正常な画面表示はできません。

また、CRTC周辺には、ビデオ出力制御部のレジスタがあり、各種の制御を行っています。

▼図I-4-35 CRTC周辺の概略図



## 4.7.2 ブラウン管の表示の仕組み

CTRCによる画面の制御の解説をする前に、その前提の知識として、ブラウン管の表示の仕組みについて簡単に説明します。

### ●ラスタスキャン

パソコンやテレビ放送のディスプレイに採用されているブラウン管の表示方法をラスタスキャン方式といいます。

ブラウン管の表示動作を瞬間的に捉えると、実際に光を発しているのは、ただ1点にすぎません。この点をスポットといいます。

スポットは水平方向に移動し、ラスタ(輝線、または走査線ともいう)を描きます。さらに、ラスタは画面の上から下へ向かって順次移動し、最下端に達すると、また最上端から同じ動作を繰り返します。このような動作をスキャン(走査)といいます(図I-4-36)。

1画面は、最上端のラスタから最下端のラスタまでとなりますが、単位時間当たりの画面の表示回数が少ないとちらつきが目立ち、目が疲れやすくなります。だからといって、表示回数を増やすと、単位時間当たりのデータ転送量を増やす必要が生じ、ハードウェアの高速化が必要になります。

テレビ放送の規格では、1画面の走査線の本数は486本となっており、1画面の書き換えに30分の1秒を要します。しかし、この書き換えの速度では、ちらつきが感じられるので、1回の表示を、奇数ラスタと偶数ラスタ(それぞれ243本)にわけ、それぞれを60分の1秒単位で表示することによって、ちらつきを少なくする方法が採用されています。これをインタレース方式といいます。

コンピュータの画面の走査線の本数は、機種や、画面のモードなどで異なりますが、FMTOWNSの走査線の本数は、表示画面の縦の解像度に対応して、選択できるようになっています。

### ●インタレースと等化パルス

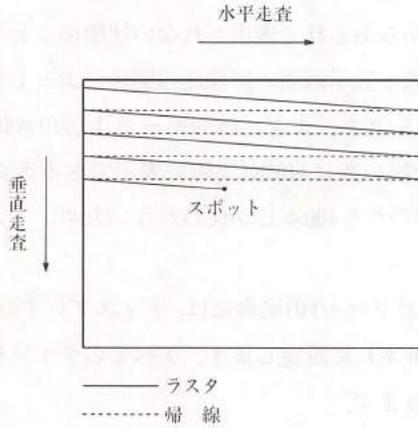
インタレースは、前述のように一般のテレビで使われており、FMTOWNSでもインタレースの表示が可能です。図I-4-37にテレビのインタレースのラスタの描き方を示します。

この図のように、奇数ラスタの最終のラスタと偶数ラスタの最初のラスタはいずれも、水平方向の表示時間の半分しかありません。そこで、タイミングを合わせるために水平同期信号の代わりに、水平同期パルスの半分の間隔のものを挿入します。これを等化パルスといいます。等化パルスのタイミングの設定は垂直同期を設定するレジスタで行います。

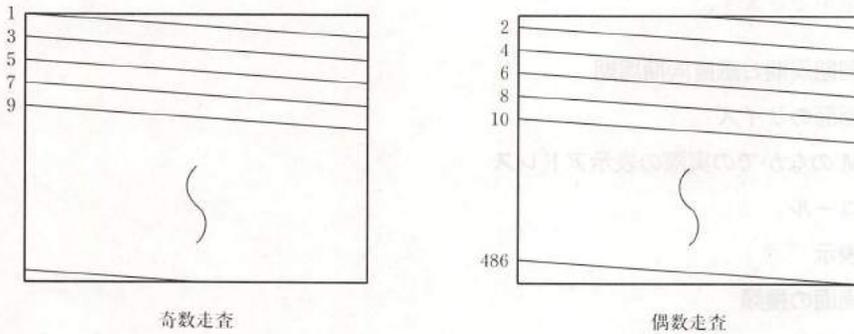
### ●水平同期信号と垂直同期信号

ブラウン管に表示を行う際には、ビデオ信号の外に、水平と垂直のスキャンのタイミングを知らせる水平同期信号と垂直同期信号が必要です。

▼図 I-4-36 ラスタスキャンの概念



▼図 I-4-37 テレビのインタレース表示



水平同期信号は、走査線のスキャンの開始を指示する信号です。ディスプレイ装置はこの信号を受け取ると水平方向のスキャンを止め、スポットは画面の左端にもどります。水平同期信号の周期は、水平周波数によって決まり、同期に要する時間を水平同期期間といいます。

また、垂直同期信号は、1画面のスキャンの開始を指示する信号です。ディスプレイ装置はこの信号を受け取ると垂直方向のスキャンを止め、スポットは画面の最上位にもどります。垂直同期の周期は、水平周期に走査線の数を掛けたものと、スポットが画面の最上位にもどるまでの垂直同期期間を加えたものとなります。そして、垂直同期期間には水平方向のスキャンを何回も行えるだけの時間がかかります。この期間には画面表示は行われませんが、水平同期信号はひきつづき出力されるようになっています。これは、水平同期信号を一度止めるとディスプレイ側で再同期するのに少し時間がかかるためです。

FM TOWNS では、15.73KHz、24.37KHz、31.47KHz などの水平周波数を選択できます。

### ●アンダースキャンとオーバースキャン

表示画面の範囲が、ディスプレイ画面の大きさより小さい場合を、アンダースキャン、表示画面の周辺部が、ディスプレイからあふれて表示されない状態のことをオーバースキャンといいます。この違いは、走査線の数と表示画面の解像度によって生じます。

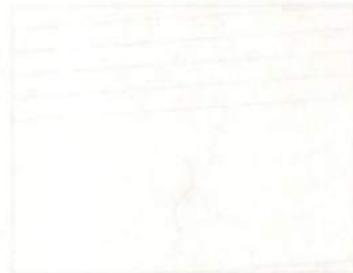
両者について2つの例で説明します。まず、画面モード1(640×400ピクセル)の場合、FMTOWNSのディスプレイの走査線の数は440本(実際に表示できる走査線の数は432本)に設定します。すると、432本の走査線のうち400本しか使われないため、アンダースキャンとなります。

また、画面モード11(320×240ピクセル)の場合には、ディスプレイの走査線の数は262本(実際に表示できる走査線の数は216本)に設定します。すべてのラインを表示することはできなくなり、オーバースキャンになります。

## 4.7.3 CRTCのレジスタとその設定例

CRTCの内部のレジスタに値を書き込むことにより、ディスプレイ表示に関して次のような項目の設定ができます。

水平同期周期と垂直同期周期  
表示画面のサイズ  
VRAMのなかでの実際の表示アドレス  
スクロール  
拡大表示  
仮想画面の種類  
同時発色数



この中で、最も重要なのは、表示するVRAMのアドレスを生成することです。CRTCはスキャンに合わせて、VRAMのアドレスを更新します。

CRTCには、たくさんの内部レジスタがあり、画面表示の制御を行います。その内訳は表I-4-20のとおりです。

これらのレジスタには、それぞれ独立して値を個別に設定できますが、32個のすべてのレジスタの働きを完全に理解して適切な設定をしなければ、画面表示が乱れることとなります。

そこで、CRTCの内部レジスタの標準設定値として、画面モードと各レジスタの値の組み合わせの一覧を表I-4-21と表I-4-22に示します。表中のレジスタセット番号は、複数のレジスタの設定値の組み合わせを示す番号です。レジスタセット番号と各レジスタの設定値の関係は表I-4-23に示すとおりです。

2画面を使用する場合には、画面レイアの割り当てによって、レジスタの設定値が異なるので注意してください。

表 I-4-23には、ビデオ出力制御レジスタの設定値も含まれています。これについては、「4.8 ビデオ出力制御部と関連レジスタ」を参照してください。

なお、スーパーインポーズやデジタイズなどを行う場合には、それに合わせて各レジスタの設定値の変更が必要です。これについては、「4.11 ビデオボード」を参照してください。

▼表 I-4-20 CRTC内部レジスタ一覧

| レジスタ番号 | 略称   | レジスタ名             | 用途                 | サイズ |
|--------|------|-------------------|--------------------|-----|
| 00     | HSW1 | 水平同期幅 1           | 水平同期信号設定           | W   |
| 01     | HSW2 | 水平同期幅 2           |                    | W   |
| 02     |      | 予 約 済             |                    |     |
| 03     |      | 予 約 済             |                    |     |
| 04     | HST  | 水平同期周期            | 水平同期周期設定           | W   |
| 05     | VST1 | 垂直同期時間 1          | 垂直同期信号設定           | W   |
| 06     | VST2 | 垂直同期時間 2          |                    | W   |
| 07     | EET  | 等化パルス有効時間         | 等化パルス波形設定          | W   |
| 08     | VST  | 垂直同期周期            | 垂直同期周期設定           | W   |
| 09     | HDS0 | 水平表示開始位置 0        | 画面レイア 0 水平表示位置設定   | W   |
| 0A     | HDE0 | 水平表示終了位置 0        |                    | W   |
| 0B     | HDS1 | 水平表示開始位置 1        | 画面レイア 1 水平表示位置設定   | W   |
| 0C     | HDE1 | 水平表示終了位置 1        |                    | W   |
| 0D     | VDS0 | 垂直表示開始位置 0        | 画面レイア 0 垂直表示位置設定   | W   |
| 0E     | VDE0 | 垂直表示終了位置 0        |                    | W   |
| 0F     | VDS1 | 垂直表示開始位置 1        | 画面レイア 1 垂直表示位置設定   | W   |
| 10     | VDE1 | 垂直表示終了位置 1        |                    | W   |
| 11     | FA0  | フレーム先頭アドレス 0      | 画面レイア 0 スクロール設定    | W   |
| 12     | HAJ0 | 水平アジャスト 0         |                    | W   |
| 13     | FO0  | フィールド間アドレスオフセット 0 | 画面レイア 0 インタレース表示設定 | W   |
| 14     | LO0  | ライン間アドレスオフセット 0   |                    | W   |
| 15     | FA1  | フレーム先頭アドレス 1      | 画面レイア 1 スクロール設定    | W   |
| 16     | HAJ1 | 水平アジャスト 1         |                    | W   |
| 17     | FO1  | フィールド間アドレスオフセット 1 | 画面レイア 1 インタレース表示設定 | W   |
| 18     | LO1  | ライン間アドレスオフセット 1   |                    | W   |
| 19     | EHAJ | 外部同期水平アジャスト       | 外部同期位置合わせ設定        | W   |
| 1A     | EVAJ | 外部同期垂直アジャスト       |                    | W   |
| 1B     | ZOOM | 水平垂直拡大            | 水平垂直拡大率設定          | W   |
| 1C     | CR0  | コントロールレジスタ 0      | 各種コントロール           | W   |
| 1D     | CR1  | コントロールレジスタ 1      |                    | W   |
| 1E     | FR   | ダミーレジスタ           | ダミーレジスタ            | W   |
| 1F     | CR2  | コントロールレジスタ 2      | 垂直同期信号分離回路用のレジスタ   | W   |

▼表 I-4-21 1画面モードの場合の画面モードとレジスタセット番号の関係

| 画面モード | レジスタセット番号 |
|-------|-----------|
| 12    | 1         |
| 15    | 4         |
| 17    | 31        |
| 13    | 2         |
| 14    | 3         |
| 16    | 5         |
| 18    | 32        |

▼表 I-4-22 2画面モードの場合の画面モードとレジスタセット番号の関係

|         |    | 画面レイア 0   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------|----|-----------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 画面モード   |    | 1         | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |
| 画面レイア 1 | 1  | 6         |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | 2  |           | 8 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|         | 3  |           |   | 9  |    | 19 |    |    |    |    | 27 |    |
|         | 4  | R50<br>互換 |   |    | 10 |    | 11 |    |    |    |    |    |
|         | 5  |           |   | 22 |    | 20 |    |    |    |    | 29 |    |
|         | 6  |           |   |    | 23 |    | 16 |    |    |    |    |    |
|         | 7  |           |   |    |    |    |    | 17 |    | 24 |    |    |
|         | 8  |           |   |    |    |    |    |    | 18 |    |    | 25 |
|         | 9  |           |   |    |    |    |    | 13 |    | 12 |    |    |
|         | 10 |           |   | 26 |    | 30 |    |    |    |    | 28 |    |
|         | 11 |           |   |    |    |    |    |    | 15 |    |    | 14 |

▼表 I-4-23 レジスタ設定値

| レジスタアドレス | レジスタ名 | レジスタセット番号 |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
|----------|-------|-----------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
|          |       | 1         | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7   | 8    | 9    | 10   |
| 00       | HSW1  | 0060      | 0040 | 0086 | 0060 | 0074 | 0040 |     | 0040 | 0060 | 0040 |
| 01       | HSW2  | 02C0      | 0320 | 0610 | 02C0 | 0530 | 0320 |     | 0320 | 02C0 | 0320 |
| 02       |       |           |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| 03       |       |           |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
| 04       | HST   | 031F      | 035F | 071B | 031F | 0617 | 035F | 未使用 | 035F | 031F | 035F |
| 05       | VST1  | 0000      | 0000 | 0006 | 0000 | 0006 | 0000 |     | 0000 | 0000 | 0000 |
| 06       | VST2  | 0004      | 0010 | 000C | 0004 | 000C | 0010 |     | 0010 | 0004 | 0010 |
| 07       | EET   | 0000      | 0000 | 0012 | 0000 | 0012 | 0000 |     | 0000 | 0000 | 0000 |
| 08       | VST   | 0419      | 036F | 020C | 0419 | 020C | 036F | 予約済 | 036F | 0419 | 036F |
| 09       | HDS0  | 008A      | 009C | 0129 | 008A | 00E7 | 009C |     | 009C | 008A | 009C |
| 0A       | HDE0  | 030A      | 031C | 06C9 | 030A | 05E7 | 031C |     | 031C | 030A | 031C |
| 0B       | HDS1  | 008A      | 009C | 0129 | 008A | 00E7 | 009C |     | 009C | 008A | 009C |
| 0C       | HDE1  | 030A      | 031C | 06C9 | 030A | 05E7 | 031C |     | 031C | 030A | 031C |
| 0D       | VDS0  | 0046      | 0040 | 002A | 0046 | 002A | 0040 |     | 0040 | 0046 | 0040 |
| 0E       | VDE0  | 0406      | 0360 | 020A | 0406 | 020A | 0360 |     | 0360 | 0406 | 0360 |
| 0F       | VDS1  | 0046      | 0040 | 002A | 0046 | 002A | 0040 |     | 0040 | 0046 | 0040 |
| 10       | VDE1  | 0406      | 0360 | 020A | 0406 | 020A | 0360 |     | 0360 | 0406 | 0360 |
| 11       | FA0   | 0000      | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |     | 0000 | 0000 | 0000 |
| 12       | HAJ0  | 008A      | 009C | 0129 | 008A | 00E7 | 009C |     | 009C | 008A | 009C |
| 13       | FO0   | 0000      | 0000 | 0080 | 0000 | 0080 | 0000 |     | 0000 | 0000 | 0000 |
| 14       | LO0   | 0080      | 0080 | 0100 | 0080 | 0100 | 0050 |     | 0050 | 0080 | 0080 |
| 15       | FA1   | 0000      | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |     | 0000 | 0000 | 0000 |
| 16       | HAJ1  | 008A      | 009C | 0129 | 008A | 00E7 | 009C |     | 009C | 008A | 009C |
| 17       | FO1   | 0000      | 0000 | 0080 | 0000 | 0080 | 0000 |     | 0000 | 0000 | 0000 |
| 18       | LO1   | 0080      | 0080 | 0100 | 0080 | 0100 | 0050 |     | 0050 | 0080 | 0080 |
| 19       | EHAJ  | 0058      | 004A | 0064 | 0058 | 0056 | 004A |     | 004A | 0058 | 004A |
| 1A       | EVAJ  | 0001      | 0001 | 0007 | 0001 | 0007 | 0001 |     | 0001 | 0001 | 0001 |
| 1B       | ZOOM  | 0000      | 0000 | 0101 | 0101 | 0303 | 0000 |     | 1010 | 0000 | 0000 |
| 1C       | CR0   | 000F      | 000F | 000F | 000A | 000A | 003F |     | 003F | 000F | 000F |
| 1D       | CR1   | 0002      | 0003 | 000C | 0002 | 0001 | 0003 |     | 0003 | 0002 | 0003 |
| 1E       | FR    | 0000      | 0000 | 0003 | 0000 | 0002 | 0000 |     | 0000 | 0000 | 0000 |
| 1F       | CR2   | 0192      | 0150 | 01CA | 0192 | 0188 | 0150 |     | 0150 | 0192 | 0150 |

SIFTER (ビデオ出力制御レジスタ)

|    |                 |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |
|----|-----------------|----|----|----|----|----|----|--|----|----|----|
| 00 | コントロール<br>レジスタ  | 0A | 0A | 0A | 0F | 0F | 15 |  | 15 | 15 | 15 |
| 01 | プライオリティ<br>レジスタ | 18 | 18 | 18 | 08 | 08 | 08 |  | 08 | 08 | 08 |

| レジスタアドレス | レジスタ名 | レジスタセット番号 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          |       | 11        | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |
| 0 0      | HSW1  | 0040      | 0086 | 0086 | 0074 | 0074 | 0040 | 0086 | 0074 | 0060 | 0060 |
| 0 1      | HSW2  | 0320      | 0610 | 0610 | 0530 | 0530 | 0320 | 0610 | 0530 | 02C0 | 02C0 |
| 0 2      |       |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0 3      |       |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0 4      | HST   | 035F      | 071B | 071B | 0617 | 0617 | 035F | 071B | 0617 | 031F | 031F |
| 0 5      | VST1  | 0000      | 0006 | 0006 | 0006 | 0006 | 0000 | 0006 | 0006 | 0000 | 0000 |
| 0 6      | VST2  | 0010      | 000C | 000C | 000C | 000C | 0010 | 000C | 000C | 0004 | 0004 |
| 0 7      | EET   | 0000      | 0012 | 0012 | 0012 | 0012 | 0000 | 0012 | 0012 | 0000 | 0000 |
| 0 8      | VST   | 036F      | 020C | 020C | 020B | 020B | 036F | 020C | 020B | 0419 | 0419 |
| 0 9      | HDS0  | 009C      | 0129 | 0129 | 00E7 | 00E7 | 009C | 0129 | 00E7 | 008A | 008A |
| 0 A      | HDE0  | 019C      | 06C9 | 0529 | 05E7 | 04E7 | 019C | 0529 | 04E7 | 018A | 018A |
| 0 B      | HDS1  | 009C      | 0129 | 0129 | 00E7 | 00E7 | 009C | 0129 | 00E7 | 008A | 008A |
| 0 C      | HDE1  | 031C      | 06C9 | 06C9 | 05E7 | 05E7 | 019C | 0529 | 04E7 | 030A | 018A |
| 0 D      | VDS0  | 0040      | 002A | 002A | 002A | 002A | 0040 | 002A | 002A | 0046 | 0046 |
| 0 E      | VDE0  | 0240      | 020A | 020A | 020A | 020A | 0240 | 020A | 020A | 0246 | 0246 |
| 0 F      | VDS1  | 0040      | 002A | 002A | 002A | 002A | 0040 | 002A | 002A | 0046 | 0046 |
| 1 0      | VDE1  | 0360      | 020A | 020A | 020A | 020A | 0240 | 020A | 020A | 0406 | 0246 |
| 1 1      | FA0   | 0000      | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |
| 1 2      | HAJ0  | 009C      | 0129 | 0129 | 00E7 | 00E7 | 009C | 0129 | 00E7 | 008A | 008A |
| 1 3      | FO0   | 0000      | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |
| 1 4      | LO0   | 0080      | 0100 | 0080 | 0100 | 0080 | 0080 | 0080 | 0080 | 0080 | 0080 |
| 1 5      | FA1   | 0000      | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |
| 1 6      | HAJ1  | 009C      | 0129 | 0129 | 00E7 | 00E7 | 009C | 0129 | 00E7 | 008A | 008A |
| 1 7      | FO1   | 0000      | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |
| 1 8      | LO1   | 0080      | 0100 | 0100 | 0100 | 0100 | 0080 | 0080 | 0080 | 0080 | 0080 |
| 1 9      | EHAJ  | 004A      | 0064 | 0064 | 0056 | 0056 | 004A | 0064 | 0056 | 0058 | 0058 |
| 1 A      | EVAJ  | 0001      | 0007 | 0007 | 0007 | 0007 | 0001 | 0007 | 0007 | 0001 | 0001 |
| 1 B      | ZOOM  | 0000      | 0303 | 0303 | 0303 | 0303 | 0000 | 0303 | 0303 | 0000 | 0000 |
| 1 C      | CR0   | 000D      | 0005 | 0005 | 0005 | 0005 | 0005 | 0005 | 0005 | 000D | 0005 |
| 1 D      | CR1   | 0003      | 000C | 000C | 0001 | 0001 | 0003 | 000C | 0001 | 0002 | 0002 |
| 1 E      | FR    | 0000      | 0003 | 0003 | 0002 | 0002 | 0000 | 0003 | 0002 | 0000 | 0000 |
| 1 F      | CR2   | 0150      | 01CA | 01CA | 0188 | 0188 | 0150 | 01CA | 0188 | 0192 | 0192 |

## SIFTER (ビデオ出力制御レジスタ)

|     |                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0 0 | コントロール<br>レジスタ  | 17 | 1F | 17 | 1F |
| 0 1 | プライオリティ<br>レジスタ | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 |

| レジスタアドレス | レジスタ名 | レジスタセット番号 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          |       | 21        | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   | 30   |
| 00       | HSW1  |           | 0060 | 0040 | 0086 | 0074 | 0060 | 0060 | 0060 | 0060 | 0060 |
| 01       | HSW2  |           | 02C0 | 0320 | 0610 | 0530 | 02C0 | 02C0 | 02C0 | 02C0 | 02C0 |
| 02       |       |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 03       |       |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 04       | HST   | 未使用       | 031F | 035F | 071B | 0617 | 031F | 031F | 031F | 031F | 031F |
| 05       | VST1  |           | 0000 | 0000 | 0006 | 0006 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |
| 06       | VST2  |           | 0004 | 0010 | 000C | 000C | 0004 | 0004 | 0004 | 0004 | 0004 |
| 07       | EET   |           | 0000 | 0000 | 0012 | 0012 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |
| 08       | VST   | 予約済       | 0419 | 036F | 020C | 020B | 0419 | 0419 | 0419 | 0419 | 0419 |
| 09       | HDS0  |           | 008A | 009C | 0129 | 00E7 | 008A | 008A | 008A | 008A | 008A |
| 0A       | HDE0  |           | 030A | 031C | 06C9 | 05E7 | 030A | 01CA | 01CA | 01CA | 01CA |
| 0B       | HDS1  |           | 008A | 009C | 0129 | 00E7 | 008A | 008A | 008A | 008A | 008A |
| 0C       | HDE1  |           | 018A | 019C | 0529 | 04E7 | 01CA | 030A | 01CA | 018A | 018A |
| 0D       | VDS0  |           | 0046 | 0040 | 002A | 002A | 0046 | 0046 | 0046 | 0046 | 0046 |
| 0E       | VDE0  |           | 0406 | 0360 | 020A | 020A | 0406 | 0226 | 0226 | 0226 | 01E6 |
| 0F       | VDS1  |           | 0046 | 0040 | 002A | 002A | 0046 | 0046 | 0046 | 0046 | 0046 |
| 10       | VDE1  |           | 0246 | 0240 | 020A | 020A | 0226 | 0406 | 0226 | 0246 | 0226 |
| 11       | FA0   |           | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |
| 12       | HAJ0  |           | 008A | 009C | 0129 | 00E7 | 008A | 008A | 008A | 008A | 008A |
| 13       | FO0   |           | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |
| 14       | LO0   |           | 0080 | 0080 | 0100 | 0100 | 0080 | 0100 | 0100 | 0100 | 0080 |
| 15       | FA1   |           | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |
| 16       | HAJ1  |           | 008A | 009C | 0129 | 00E7 | 008A | 008A | 008A | 008A | 008A |
| 17       | FO1   |           | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |
| 18       | LO1   |           | 0080 | 0080 | 0080 | 0080 | 0100 | 0080 | 0100 | 0080 | 0100 |
| 19       | EHAJ  |           | 0058 | 004A | 0064 | 0056 | 0058 | 0058 | 0058 | 0058 | 0058 |
| 1A       | EVAJ  |           | 0001 | 0001 | 0007 | 0007 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |
| 1B       | ZOOM  |           | 0000 | 0000 | 0303 | 0303 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |
| 1C       | CR0   |           | 0007 | 0007 | 0005 | 0005 | 0007 | 000D | 0005 | 0005 | 0005 |
| 1D       | CR1   |           | 0002 | 0003 | 000C | 0001 | 0002 | 0002 | 0002 | 0002 | 0002 |
| 1E       | FR    |           | 0000 | 0000 | 0003 | 0002 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 | 0000 |
| 1F       | CR2   |           | 0192 | 0150 | 01CA | 0188 | 0192 | 0192 | 0192 | 0192 | 0192 |

SIFTER (ビデオ出力制御レジスタ)

|    |                 |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|-----------------|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 00 | コントロール<br>レジスタ  |  | 1D | 1D | 1F | 1F | 1D | 17 | 1F | 1F | 1F |
| 01 | プライオリティ<br>レジスタ |  | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 | 08 |

| レジスタアドレス | レジスタ名 | レジスタセット番号 |       |       |
|----------|-------|-----------|-------|-------|
|          |       | 31        | 32    | R50   |
| 0 0      | HSW1  | 0060      | 0074  | 0040  |
| 0 1      | HSW2  | 02C0      | 0530  | 0320  |
| 0 2      | _____ | _____     | _____ | _____ |
| 0 3      | _____ | _____     | _____ | _____ |
| 0 4      | HST   | 031F      | 0617  | 035F  |
| 0 5      | VST1  | 0000      | 0006  | 0000  |
| 0 6      | VST2  | 0004      | 000C  | 0010  |
| 0 7      | EET   | 0000      | 0012  | 0000  |
| 0 8      | VST   | 0419      | 020C  | 036F  |
| 0 9      | HDS0  | 00CA      | 0167  | 009C  |
| 0 A      | HDE0  | 02CA      | 0567  | 031C  |
| 0 B      | HDS1  | 00CA      | 0167  | 009C  |
| 0 C      | HDE1  | 02CA      | 0567  | 031C  |
| 0 D      | VDS0  | 0046      | 002A  | 0040  |
| 0 E      | VDE0  | 0406      | 020A  | 0360  |
| 0 F      | VDS1  | 0046      | 002A  | 0040  |
| 1 0      | VDE1  | 0406      | 020A  | 0360  |
| 1 1      | FA0   | 0000      | 0000  | 0000  |
| 1 2      | H AJ0 | 00CA      | 0167  | 009C  |
| 1 3      | FO0   | 0000      | 0080  | 0000  |
| 1 4      | LO0   | 0080      | 0100  | 0050  |
| 1 5      | FA1   | 0000      | 0000  | 0000  |
| 1 6      | H AJ1 | 00CA      | 0167  | 009C  |
| 1 7      | FO1   | 0000      | 0080  | 0000  |
| 1 8      | LO1   | 0080      | 0100  | 0080  |
| 1 9      | EHAJ  | 0058      | 0056  | 004A  |
| 1 A      | EVAJ  | 0001      | 0001  | 0001  |
| 1 B      | ZOOM  | 0000      | 0101  | 0000  |
| 1 C      | CR0   | 000A      | 000A  | 001F  |
| 1 D      | CR1   | 0002      | 0001  | 0003  |
| 1 E      | FR    | 0000      | 0002  | 0000  |
| 1 F      | CR2   | 0192      | 0188  | 0150  |

SIFTER(ビデオ出力制御レジスタ)

|     |                 |    |    |    |
|-----|-----------------|----|----|----|
| 0 0 | コントロール<br>レジスタ  | 0F | 0F | 15 |
| 0 1 | プライオリティ<br>レジスタ | 08 | 08 | 09 |

外部同期時の注意事項

32768色 1画面モード

スーパーインポーズ時

: 画面レイア1をDISPLAY OFFにしておく、ONの場合スーパーインポーズしない。

デジタイズ時

: 画面レイア1はDISPLAY ONにしておく、OFFの場合デジタイズスルーが出ない。

256色 1画面モード

スーパーインポーズ時

: Ysの有効/無効の切り換えはできない、常に有効。

#### 4.7.4 CRTCの内部レジスタ

ここでは、CRTCの内部のレジスタの個々の働きについて説明します。

##### ●CRTCの内部レジスタへの書き込みの手順

CRTCの内部レジスタを読み書きするには、CRTCのI/Oレジスタを使用します(表I-4-24)。

0440H番地に、読み書きを行う内部レジスタの番号を設定し、続けて、0442H番地と0043H番地に、書き込むデータそのものを設定します。

なお、FM TOWNSに使われているCRTCはインテル系のCPUを意識して設計されているので、ワード(16ビット)データを転送する命令を使用して、CRTCの内部レジスタを読み書きすることができます。

▼表 I-4-24 CRTCのI/Oレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1   | 0   |
|---------|-------------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 0440H   | アドレスレジスタ    | W   | 0    | 0    | 0    | RA4  | RA3  | RA2  | RA1 | RA0 |
| 0442H   | データレジスタ(下位) | W   | RD7  | RD6  | RD5  | RD4  | RD3  | RD2  | RD1 | RD0 |
| 0443H   | データレジスタ(上位) | W   | RD15 | RD14 | RD13 | RD12 | RD11 | RD10 | RD9 | RD8 |

##### ●同期信号関係のレジスタ

同期信号関係の各レジスタの形式を、表I-4-25に示します。

▼表 I-4-25 同期信号関係のレジスタ

| レジスタ番号 | レジスタ名         | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10  | 9 | 8 | 7    | 6 | 5 | 4    | 3 | 2 | 1 | 0 |   |  |
|--------|---------------|----|----|----|----|----|-----|---|---|------|---|---|------|---|---|---|---|---|--|
| 00     | 水平同期幅1レジスタ    |    |    |    |    |    | 0   | 0 | 0 | HSW1 |   |   |      |   |   |   | 0 |   |  |
| 01     | 水平同期幅2レジスタ    |    |    |    |    |    | 0   | 0 | 0 | HSW2 |   |   |      |   |   |   | 0 |   |  |
| 04     | 水平同期周期レジスタ    |    |    |    |    |    | HST |   |   |      |   |   |      |   |   |   |   | 1 |  |
| 05     | 垂直同期時間1レジスタ   |    |    |    |    |    | 0   | 0 | 0 | 0    | 0 | 0 | VST1 |   |   |   |   |   |  |
| 06     | 垂直同期時間2レジスタ   |    |    |    |    |    | 0   | 0 | 0 | 0    | 0 | 0 | VST2 |   |   |   |   |   |  |
| 07     | 等化パルス有効時間レジスタ |    |    |    |    |    | 0   | 0 | 0 | 0    | 0 | 0 | EET  |   |   |   |   |   |  |
| 08     | 垂直同期周期レジスタ    |    |    |    |    |    | VST |   |   |      |   |   |      |   |   |   |   |   |  |

●水平同期信号関係のレジスタ

水平同期信号の周期とレジスタの設定値の関係を、図 I-4-38 に示します。

全体の周期は、水平同期周期レジスタ (HST) に設定します。

水平同期信号の幅は、輝線の表示期間と垂直同期期間 (スポットが画面の最下位から最上位に移動する間の期間) とで別に設定します。

表示期間では、水平同期信号の幅を水平同期幅 1 レジスタ (HSW1) に設定します。垂直同期期間中は、図 I-4-39 のように垂直同期信号があるために、水平同期信号の位相が逆転しており水平同期幅 2 レジスタ (HSW2) に設定する幅は、水平同期信号の幅以外の部分になります。

設定する値と時間の関係は次の式で表されます。

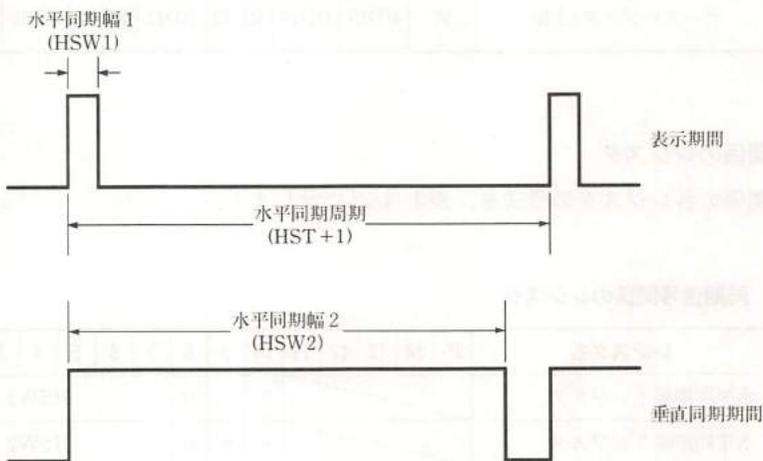
$$\text{時間} = (\text{HST} + 1) \times (\text{メインクロック周期})$$

$$\text{時間} = (\text{HSW1}) \times (\text{メインクロック周期})$$

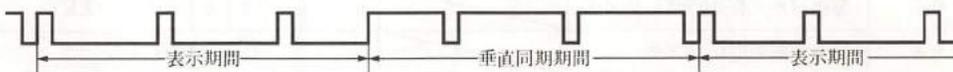
$$\text{時間} = (\text{HSW2}) \times (\text{メインクロック周期})$$

なお、メインクロックの周期は、後述のコントロールレジスタ 1 (表 I-4-32) の CLKSEL に設定した周波数で決まります。

▼図 I-4-38 水平同期信号関係のレジスタ設定



▼図 I-4-39 水平同期信号の変化



### ●垂直同期信号関係のレジスタ

図 I-4-40に垂直同期信号の周期とレジスタの設定値の関係を示します。

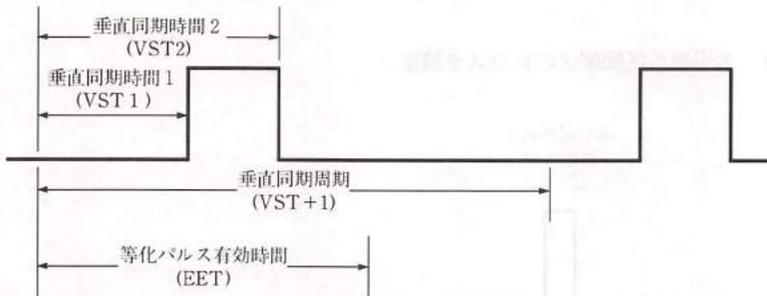
垂直同期信号の周期は、垂直同期周期レジスタ (VST) に設定します。

同期信号のタイミングは、垂直同期時間 1 レジスタ (VST1) と垂直同期時間 2 レジスタ (VST2) に設定します。

等化パルス有効時間レジスタ (EET) はインタレース動作を安定させる役割を持っています。垂直同期信号関係のレジスタでは、設定する値と時間の関係は、次の式で表されます。

$$\text{時間} = (\text{設定する値}) \times (\text{HST} + 1) \times (\text{メインクロック周期}) / 2$$

▼図 I-4-40 垂直同期信号関係のレジスタ設定



### ●表示区間設定関係のレジスタ

ここでいう表示区間とは、ディスプレイの表示タイミングおよび範囲を決めるものです。

表 I-4-26に表示区間設定関係のレジスタを示します。

2つの画面レイアに対応して、レジスタも2系統あります。

図 I-4-41に水平方向の表示区間と水平表示開始位置レジスタ (HDS0, HDS1)、水平表示終了位置レジスタ (HDE0, HDE1) の関係を示します。

この2つのレジスタに設定する値と時間の関係は、次の式で表されます。

$$\text{時間} = (\text{設定する値}) \times (\text{メインクロック周期})$$

図 I-4-42に垂直方向の表示区間と垂直表示開始位置レジスタ (VDS0, VDS1) と垂直表示終了位置レジスタ (VDE0, VDE1) の関係を示します。

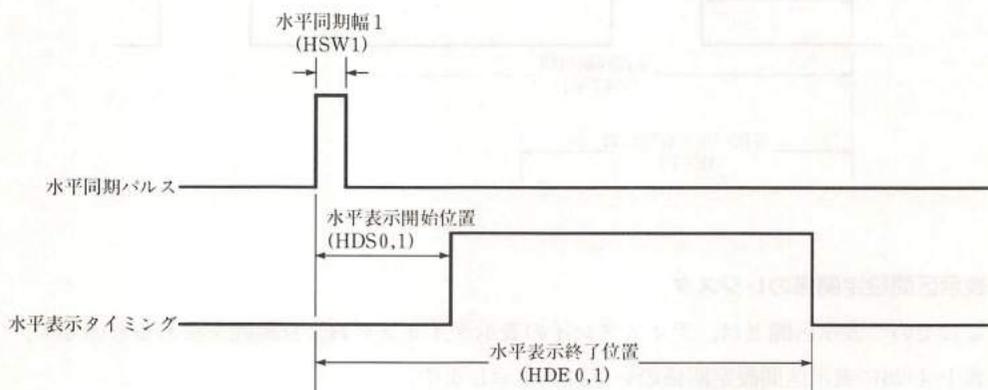
この2つのレジスタに設定する値と時間の関係は、次の式で表されます。

$$\text{時間} = (\text{設定する値}) \times (\text{HST} + 1) \times (\text{メインクロック周期}) / 2$$

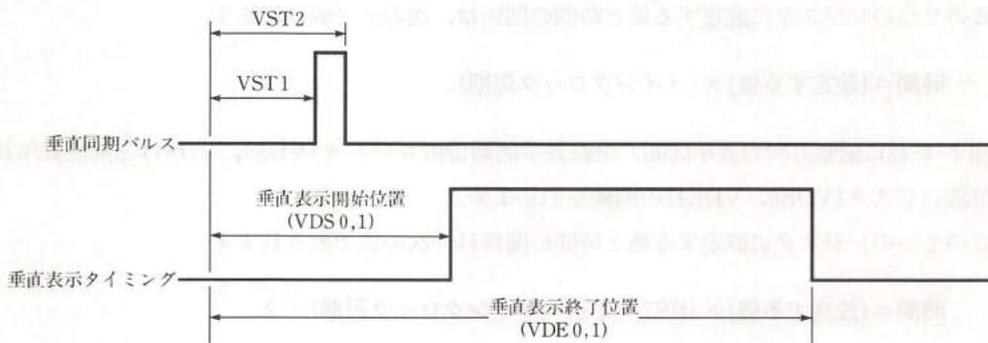
▼表 I-4-26 表示区間設定関係のレジスタ

| レジスタ番号 | レジスタ名         | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10   | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |  |
|--------|---------------|----|----|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| 09     | 水平表示開始位置0レジスタ |    |    |    |    |    | HDS0 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 0A     | 水平表示終了位置0レジスタ |    |    |    |    |    | HDE0 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 0B     | 水平表示開始位置1レジスタ |    |    |    |    |    | HDS1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 0C     | 水平表示終了位置1レジスタ |    |    |    |    |    | HDE1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 0D     | 垂直表示開始位置0レジスタ |    |    |    |    |    | VDS0 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 0E     | 垂直表示終了位置0レジスタ |    |    |    |    |    | VDE0 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 0F     | 垂直表示開始位置1レジスタ |    |    |    |    |    | VDS1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 10     | 垂直表示終了位置1レジスタ |    |    |    |    |    | VDE1 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |

▼図 I-4-41 水平表示区間関係のレジスタ設定



▼図 I-4-42 垂直表示区間関係のレジスタ設定



### ●表示アドレス設定関係のレジスタ

表示アドレス設定関係のレジスタ(表 I-4-27)は、画面に表示する仮想画面(VRAM)のアドレスを決めるものです。

2つの画面レイアに対応して、レジスタも2系統あります。

フレーム先頭アドレスレジスタ(FA0, FA1)は、VRAMのどの位置を表示画面の左上角(0, 0)にするかを決定するものです。VRAM領域の相対アドレスで指定します。

また、水平アジャストレジスタ(HAJ)は、シフトレジスタの動作タイミング(1ピクセルを送出するタイミング)をクロックをカウントすることによって得ています。具体値は、標準設定値の表(表 I-4-23)を参考にしてください。

ライン間アドレスオフセットレジスタ(LO0, LO1)は、インタレースモード時に、飛び越し走査のためメモリを飛ばし読みするときの各ライン間の先頭アドレスのずれを決めるものです。CRTCは現在のラインの先頭アドレスにこの値を加算して、次のラインの先頭アドレスを計算します。

また、フィールド間アドレスオフセットレジスタ(FO0, FO1)は、インタレースモード時の0フィールドと1フィールドの先頭アドレスのずれを設定するものです。

なお、フレーム先頭アドレスレジスタの値を増減することにより、画面がスクロールします。レジスタ値の1増減に対してスクロールするピクセル数の関係を表 I-4-28に示します。

▼表 I-4-27 表示アドレス設定関係のレジスタ

| レジスタ番号 | レジスタ名             | 15   | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|--------|-------------------|------|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 1    | フレーム先頭アドレス 0      | FA0  |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 2    | 水平アジャスト 0         | HAJ0 |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 3    | フィールド間アドレスオフセット 0 | FO0  |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 4    | ライン間アドレスオフセット 0   | LO0  |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 5    | フレーム先頭アドレス 1      | FA1  |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 6    | 水平アジャスト 1         | HAJ1 |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 7    | フィールド間アドレスオフセット 1 | FO1  |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 8    | ライン間アドレスオフセット 1   | LO1  |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

▼表 I-4-28 フレーム先頭アドレスのレジスタ値の1増減に対するスクロールのピクセル数

| 表示色数   | 1画面モード | 2画面モード |
|--------|--------|--------|
| 32768色 | 4ドット   | 2ドット   |
| 256色   | 8ドット   | 8ドット   |
| 16色    | 8ドット   | 8ドット   |

●外部同期関係のレジスタ

外部同期水平アジャストレジスタ (EHAJ) と外部同期垂直アジャストレジスタ (EVAJ) (表 I-4-29) は、スーパーインポーズ時に外部からのビデオ信号とコンピュータ画面の表示のタイミングを調整するためのものです。

外部同期水平アジャストレジスタは、選択しているクロック周波数に合わせて設定します。また、外部同期垂直アジャストレジスタの設定は、通常、前述の垂直同期時間1レジスタ (VST1) (表 I-4-25) の値に1を加えた値を設定します。

▼表 I-4-29 外部同期関係のレジスタ

| レジスタ番号 | レジスタ名       | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10   | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |  |
|--------|-------------|----|----|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| 19     | 外部同期水平アジャスト |    |    |    |    |    | EHAJ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 1A     | 外部同期垂直アジャスト |    |    |    |    |    | EVAJ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |

EHAJには、クロック周波数に合わせて次のように設定する。

| クロック (MHz) | EHAJ  |
|------------|-------|
| 28.6363    | 0064H |
| 25.175     | 0058H |
| 24.5454    | 0056H |
| 21.0525    | 004AH |

EVAJには、レジスタ番号05のVST1の値に1を加えた値を設定する。

●水平垂直拡大レジスタ

水平垂直拡大レジスタ (表 I-4-30) は、画像を任意に拡大するためのレジスタです。拡大率から1を引いた値を設定します。1倍なら0を設定します。

▼表 I-4-30 水平垂直拡大レジスタ

| レジスタ番号 | レジスタ名      | 15  | 14 | 13 | 12 | 11  | 10 | 9 | 8 | 7   | 6 | 5 | 4 | 3   | 2 | 1 | 0 |
|--------|------------|-----|----|----|----|-----|----|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|
| 1B     | 水平垂直拡大レジスタ | ZV1 |    |    |    | ZH1 |    |   |   | ZV0 |   |   |   | ZH0 |   |   |   |

- ZV1 (bit15-12) : 画面レイア1の垂直拡大率。
- ZH1 (bit11-8) : 画面レイア1の水平拡大率。
- ZV0 (bit7-4) : 画面レイア0の垂直拡大率。
- ZH0 (bit3-0) : 画面レイア0の水平拡大率。

●コントロールレジスタ 0

コントロールレジスタ 0 (表 I-4-31) では、画面レイアごとに設定が可能なものは、2 系統のビットが用意されています。

START は、画面表示の開始/停止を設定します。

ESYN は、ビデオ信号の同期を外部信号(スーパーインポーズ時)から取るか、コンピュータの信号から取るかを選択するものです。

ESM1, ESM0 はスーパーインポーズモードにするか、デジタイズモードにするかを定めるものです。通常は、スーパーインポーズの状態、ビデオ入力は止めます。

CEN1, CEN0 は VRAM のアドレスのカウンタの下位 8 ビットから上位への桁上りをするかどうかを決めるもので、0 にしてスクロールを行うと円筒スクロールになります。このビットは、640×400ピクセルモードのとき以外は、ディセーブルにします。

CL1, CL0 は同時表示色を設定します。設定する値は、画面の数と関係があります。1 画面の場合には、CL1 は CL0 と同じ値を設定します。

▼表 I-4-31 コントロールレジスタ 0 (Write)

| レジスタ番号 | レジスタ名        | 15    | 14   | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7    | 6    | 5    | 4    | 3   | 2 | 1   | 0 |
|--------|--------------|-------|------|----|----|----|----|---|---|------|------|------|------|-----|---|-----|---|
| 1C     | コントロールレジスタ 0 | START | ESYN | /  |    |    |    |   |   | ESM1 | ESM0 | CEN1 | CEN0 | CL1 |   | CL0 |   |

START (bit15) : スタート。(このビットのみリードも可)  
0 = ストップ  
1 = スタート

ESYN (bit14) : 外部同期の設定。  
0 = パソコン画面  
1 = 外部同期

ESM1 (bit7) : 画面レイア 1 のモード設定。  
0 = スーパーインポーズモード  
1 = デジタイズモード

ESM0 (bit6) : 画面レイア 0 のモード設定。  
0 = スーパーインポーズモード  
1 = デジタイズモード

CEN1 (bit5) : 画面レイア 1 のカウンタキャリーの有無。  
0 = ディセーブル  
1 = イネーブル

CEN0 (bit4) : 画面レイア 0 のカウンタキャリーの有無。  
0 = ディセーブル  
1 = イネーブル

CL1 (bit3-2) : 画面レイア 1 の色数設定。

CL0 (bit1-0) : 画面レイア 0 の色数設定。

| CL1, CL0設定値 | 1 画面   | 2 画面   |
|-------------|--------|--------|
| 0 0         | —      | —      |
| 0 1         | —      | 32768色 |
| 1 0         | 32768色 | —      |
| 1 1         | 256色   | 16色    |

### ●コントロールレジスタ1

コントロールレジスタ1(表I-4-32)のCLKSELは、メインクロックのクロック周波数を選択するものです。

サブキャリアは、色搬送信号として使われます。垂直同期信号期間中にメインクロックを分周して作られ、分周後の2倍の周期を持っています。ここでの設定値は分周比から1を引いた値です。すなわち、0を指定すると1倍になります。

### ●コントロールレジスタ2

コントロールレジスタ2(表I-4-33)は、外部垂直信号分離時のワンショットマルチ回路の動作を規定するものです。

PMには、ワンショット出力のパルス幅をメインクロック数で指定します。

15ビットの目のRETRG(リトリガ)とは、トリガがかかってワンショット動作を行っている最中に、再度トリガがかかった場合、そこを基点として、ワンショット出力を継続することをいいます。

### ●ダミーレジスタ

ダミーレジスタ(表I-4-34)の各ビットは次のような意味があります。

DSPTV1, DSPTV0, DSPTH1, DSPTH0, FIELD, VSYNC, HSYNC, VINは、読み出しのみが可能です。

DSPTV1, DSPTV0, DSPTH1, DSPTH0は各表示期間のとき1になります。

FIELDは、インタレース時にフィールド番号を示します。

VSYNC, HSYNCは、各輝線期間のとき1となります。

VINは、ビデオ入力ありのとき1です。

そのほかのビットは、書き込みのみが可能です。

FR3は、スーパーインポーズ時にハーフトーンにするかどうかを決めます。

FR2は、同期信号生成回路のオン/オフです。

VCRDENは、ビデオカードの動作をするかどうかを決めるものです。

SCENは、色搬送出力の有無を示します。

▼表 I-4-32 コントロールレジスタ 1 (Write)

| レジスタ番号 | レジスタ名        | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3     | 2      | 1 | 0 |
|--------|--------------|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|-------|--------|---|---|
| 1D     | コントロールレジスタ 1 | /  |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   | SCSEL | CLKSEL |   |   |

SCSEL (bit3-2) : サブキャリアの分周比のセレクト。  
 00 = 分周比 2 倍  
 01 = 分周比 4 倍  
 10 = 分周比 6 倍  
 11 = 分周比 8 倍  
 サブキャリアは、クロックを (SCSEL + 1) の値で分周した周期で交互に反転する。

CLKSEL (bit1-0) : クロックの選択。  
 00 = 28.6363MHz<sub>Z</sub>  
 01 = 24.5454MHz<sub>Z</sub>  
 10 = 25.175MHz<sub>Z</sub>  
 11 = 21.0525MHz<sub>Z</sub>

▼表 I-4-33 コントロールレジスタ 2 (Write)

| レジスタ番号 | レジスタ名        | 15    | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8  | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |  |
|--------|--------------|-------|----|----|----|----|----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| 1F     | コントロールレジスタ 2 | RETRG | /  |    |    |    |    |   | PM |   |   |   |   |   |   |   |   |  |

RETRG (bit15) : トリガ設定。  
 0 = リトリガあり  
 1 = リトリガなし

PM (bit8-0) : ワンショット出力パルス幅をCRTCクロック数で指定する。コントロールレジスタ 1 で選択したクロックにより、次の値を指定する。

| クロック (MHz) | 設定値   |
|------------|-------|
| 28.6363    | 01CAH |
| 25.175     | 0192H |
| 24.5454    | 0188H |
| 21.0525    | 0150H |

▼表 I-4-34 ダミーレジスタ

| レジスタ番号 | レジスタ名   | Read   |        |        |        |       |       |       |     | Write |   |   |   |     |     |     |     |
|--------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-----|-------|---|---|---|-----|-----|-----|-----|
|        |         | 15     | 14     | 13     | 12     | 11    | 10    | 9     | 8   | 7     | 6 | 5 | 4 | 3   | 2   | 1   | 0   |
| 1E     | ダミーレジスタ | DSPTV1 | DSPTV0 | DSPTH1 | DSPTH0 | FIELD | VSYNC | HSYNC | VIN |       |   |   |   | FR3 | FR2 | FR1 | FR0 |

DSPTV1(bit15) : 0 = 垂直表示期間でない  
1 = 垂直表示期間

DSPTV0(bit14) : 0 = 垂直表示期間でない  
1 = 垂直表示期間

DSPTH1(bit13) : 0 = 水平表示期間でない  
1 = 水平表示期間

DSPTH0(bit12) : 0 = 水平表示期間でない  
1 = 水平表示期間

FIELD(bit11) : 0 = フィールド 0  
1 = フィールド 1

VSYNC(bit10) : 0 = 垂直帰線期間でない  
1 = 垂直帰線期間

HSYNC(bit9) : 0 = 水平帰線期間でない  
1 = 水平帰線期間

VIN(bit8) : ビデオイン。  
0 = なし  
1 = あり

FR3(bit3) : ハーフトーン。  
HTEN  
0 = ハーフトーンにならない  
1 = ハーフトーンになる

FR2(bit2) : シンクジェネレータイネーブル。  
SGEN  
0 = ディセーブル  
1 = イネーブル

VCRDEN(bit1) : ビデオカードイネーブル。  
(FR1)  
0 = ビデオカードは動作しない  
1 = ビデオカードは動作する

SCEN(bit0) : サブキャリーイネーブル。  
(FR0)  
0 = SC信号出力なし  
1 = SC信号出力あり

## 4.8 ビデオ出力制御部と関連レジスタ

画面表示に関わるレジスタには、CRTC の内部レジスタの他にビデオ出力制御部のレジスタがあります。この節では、これらのレジスタについて解説します。

### 4.8.1 ビデオ出力制御部の関連レジスタ

ビデオ制御部は、VRAM から読み出したデータの重ね合わせ(2つの画面やスプライトなど)、パレット処理、VRAM から並列に読み出された複数ドット分のデータを単一ドットに分解してディスプレイに転送することなどを行っています。

これらの制御に関わるレジスタには次のようなものがあります。

コントロールレジスタ  
 プライオリティレジスタ  
 デジタルパレットモディファイフラグ  
 CRTC 出力コントロールレジスタ  
 グラフィック VRAM ディスプレイモードレジスタ

このうち、グラフィック VRAM ディスプレイモードレジスタは、FMR-50 互換モードに関係があるので、「4.9 FMR-50 互換の画面表示機能」で解説します。ここでは、それ以外のものについて説明します。

#### ●コントロールレジスタとプライオリティレジスタ

コントロールレジスタ(表 I-4-35)とプライオリティレジスタ(表 I-4-36)への書き込みには、ビデオ出力コントローラ I/O レジスタ(表 I-4-37)を使います。0448H 番地にレジスタの番号を設定し、続いて 044AH 番地に値を設定します。

レジスタの番号は2ビットで指定できるようになっていますが、上位ビットは拡張用で、実際には下位の1ビットで、コントロールレジスタとプライオリティレジスタのどちらをアクセスするかを指定します。

コントロールレジスタには、1画面表示の場合と、2画面表示の場合それぞれに対して、ディスプレイの表示を行うかどうかと、色数を指定します。

プライオリティレジスタは、画面レイアの優先順、ビデオ画面の輝度、16色パレットか256色パレットかの選択を行います。

YS は、スーパーインポーズ時の画面切換信号を有効にするかどうかの指定をします。

これらのレジスタは、表 I-4-23 の設定値を書き込んでください。

▼表 I-4-35 コントロールレジスタ

| レジスタ番号 | レジスタ名      | 7 | 6 | 5 | 4     | 3    | 2    | 1    | 0    |
|--------|------------|---|---|---|-------|------|------|------|------|
| 0 0    | コントロールレジスタ | 0 | 0 | 0 | PMODE | CL11 | CL10 | CL01 | CL00 |

| PMODE | CL11 | CL10 | CL01 | CL00 | 色モード        | 画面       |
|-------|------|------|------|------|-------------|----------|
| 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | DISPLAY OFF | 1画面モード   |
| 0     | 0    | 1    | 0    | 1    | DISPLAY OFF | 1画面モード   |
| 0     | 1    | 0    | 1    | 0    | 256色        | 1画面モード   |
| 0     | 1    | 1    | 1    | 1    | 32768色      | 1画面モード   |
| 1     | *    | *    | 0    | 0    | DISPLAY OFF | (画面レイア0) |
| 1     | *    | *    | 0    | 1    | 16色         | (画面レイア0) |
| 1     | *    | *    | 1    | 0    | DISPLAY OFF | (画面レイア0) |
| 1     | *    | *    | 1    | 1    | 32768色      | (画面レイア0) |
| 1     | 0    | 0    | *    | *    | DISPLAY OFF | (画面レイア1) |
| 1     | 0    | 1    | *    | *    | 16色         | (画面レイア1) |
| 1     | 1    | 0    | *    | *    | DISPLAY OFF | (画面レイア1) |
| 1     | 1    | 1    | *    | *    | 32768色      | (画面レイア1) |

\*はもう1つの画面レイアの設定値を指定する。

▼表 I-4-36 プライオリティレジスタ

| レジスタ番号 | レジスタ名       | 7 | 6 | 5    | 4    | 3  | 2  | 1 | 0   |
|--------|-------------|---|---|------|------|----|----|---|-----|
| 0 1    | プライオリティレジスタ | / |   | PLT0 | PLT1 | YS | YM | / | PR1 |

PLT0-1 (bit5-4) : パレットを選択する。

- 0 0 = 画面レイア 0 用16色パレット
- 1 0 = 画面レイア 1 用16色パレット
- 0 1 = 256色パレット
- 1 1 = 256色パレット

YS (bit3) : 0 = YS有効  
1 = YS無効

CRTCが外部同期状態のときに意味がある。  
256色外部同期時にはYSは常に有効。

YM (bit2) : ビデオ画面の輝度を設定。  
0 = ビデオ画面高輝度  
1 = ビデオ画面低輝度

PR1 (bit0) : 画面レイアの優先順を設定。  
0 = 画面レイア 0 が前  
1 = 画面レイア 1 が前

▼表 I-4-37 ビデオ出力コントローラI/Oレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名    | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0448H   | アドレスレジスタ | W   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | RA1 | RA0 |
| 044AH   | データレジスタ  | W   | RD7 | RD6 | RD5 | RD4 | RD3 | RD2 | RD1 | RD0 |

## ●デジタルパレットモディファイフラグレジスタ

デジタルパレットモディファイフラグレジスタ(表 I-4-38)の DPMD は、FMR-50 互換のモードにおいて、デジタルパレットレジスタへの書き込みがあったことを知らせるフラグです。

SPD0、PAGE は、スプライトの状態を示すフラグです。

▼表 I-4-38 デジタルパレットモディファイフラグレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名                     | R/W | 7    | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1    | 0    |
|---------|---------------------------|-----|------|---|---|---|---|---|------|------|
| 044CH   | デジタルパレット<br>モディファイフラグレジスタ | R   | DPMD |   |   |   |   |   | SPD0 | PAGE |

- DPMD(bit7) : デジタルパレットのエミュレーション用フラグ。  
 0 = デジタルパレットに書き込みなし  
 1 = デジタルパレットに書き込みあり  
 このレジスタのリードで0となる。
- SPD0(bit1) : スプライトBUSYフラグ。  
 0 = 非動作中  
 1 = 動作中
- PAGE(bit0) : スプライトを展開しているページ。  
 0 = ページ0 にスプライトを展開、ページ1 を表示  
 1 = ページ1 にスプライトを展開、ページ0 を表示

## ●CRT 出力コントロールレジスタ

CRT 出力コントロールレジスタ(表 I-4-39)は、画面レイア0 と画面レイア1 に、表示を行うかどうかを設定します。

GREEN と COLOR のビットのどちらかを1にすれば、表示されます。

1画面表示(VRAM 全体で512KB使う場合)では、画面レイア0 のビットを使用しますが、例外として、32768色の画面モードでは、デジタイズ時には、画面レイア1 に対しても画面レイア0 と同じ書き込みをする必要があります。

なお、FM-11 以来の名残りで、GREEN はグリーンディスプレイ、COLOR はカラーディスプレイを示しますが、FM TOWNS では特に区別していません。

▼表 I-4-39 CRT出力コントロールレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名               | R/W | 7 | 6 | 5 | 4 | 3      | 2     | 1      | 0     |
|---------|---------------------|-----|---|---|---|---|--------|-------|--------|-------|
| FDA0H   | CRT出力コントロール<br>レジスタ | W   | 0 | 0 | 0 | 0 | 画面レイア0 |       | 画面レイア1 |       |
|         |                     |     |   |   |   |   | COLOR  | GREEN | COLOR  | GREEN |

[ 2画面モード時]

画面レイア0

| COLOR | GREEN | 意味    |
|-------|-------|-------|
| 0     | 0     | 表示しない |
| 0     | 1     | 表示する  |
| 1     | 0     | 表示する  |
| 1     | 1     | 表示する  |

画面レイア1

| COLOR | GREEN | 意味    |
|-------|-------|-------|
| 0     | 0     | 表示しない |
| 0     | 1     | 表示する  |
| 1     | 0     | 表示する  |
| 1     | 1     | 表示する  |

[ 1画面モード時]

| モード                              | 画面レイア0 |       | 画面レイア1 |       | 表示    |
|----------------------------------|--------|-------|--------|-------|-------|
|                                  | COLOR  | GREEN | COLOR  | GREEN |       |
| 256色モード                          | 0      | 0     | 0      | 0     | 表示しない |
|                                  | 0      | 1     | 0      | 0     | 表示する  |
|                                  | 1      | 0     | 0      | 0     | 表示する  |
|                                  | 1      | 1     | 0      | 0     | 表示する  |
| 32768色モード<br>内部同期, スーパー<br>インポーズ | 0      | 0     | 0      | 0     | 表示しない |
|                                  | 0      | 1     | 0      | 0     | 表示する  |
|                                  | 1      | 0     | 0      | 0     | 表示する  |
|                                  | 1      | 1     | 0      | 0     | 表示する  |
| 32768色モード<br>デジタイズスルー            | 0      | 0     | 0      | 0     | 表示しない |
|                                  | 0      | 1     | 0      | 1     | 表示する  |
|                                  | 1      | 0     | 1      | 0     | 表示する  |
|                                  | 1      | 1     | 1      | 1     | 表示する  |

これ以外の設定をした場合表示の保証はされない。

## 4.9 FMR-50互換の画面表示機能

FM TOWNS は、FMR-50 のアプリケーションが使用できるように設計されており、画面表示についても FMR-50 と見かけ上、同様の表示ができます。FMR-50 互換の画面表示は、ハードウェアと BIOS の対応によって実現されていますが、この節では、ハードウェアレベルでの互換の仕組みについて説明します。

### 4.9.1 FMR-50の画面表示

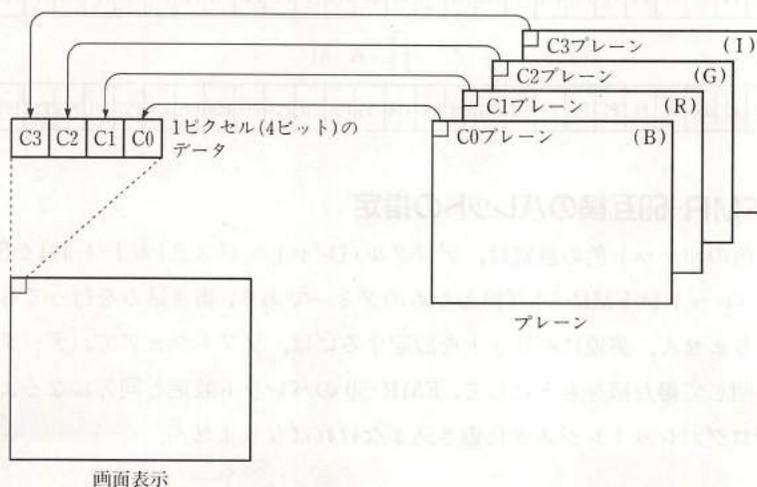
FMR-50 には、640×400ピクセルのグラフィック画面があり、パレットを使って、4096色中16色、16色中8色の表示が可能です。また、最大80桁×25行のテキスト画面があり、16色の文字表示が可能です。

グラフィック画面の16色表示は、4ビットのデータの ON, OFF の組み合わせで行っています。しかし、ピクセル単位に色ビットがまとまって配置されているわけではありません。ピクセルの第3ビット(C3)、第2ビット(C2)、第1ビット(C1)、第0ビット(C0)のデータが、それぞれ別個に VRAM に格納されています。そして個別のビット単位のデータの集まりはプレーンと呼ばれています。VRAM の読み書きはこのプレーンを単位にして行われており、このような VRAM をプレーンアクセス VRAM といいます。プレーンの概念を図 I-4-43 に示します。また、16色から選ぶ8色は、デジタルパレットに格納するようになっています。

FMR-50 では、テキストの表示は、テキスト VRAM を使用しており、文字を表示するには、キャラクタコードを VRAM に書き込みます。

FM TOWNS では、グラフィック画面については、FMR-50 と同様にプレーンアクセスが可能になっています。テキスト表示は、グラフィック画面を使用します。

▼図 I-4-43 プレーンの概念



### 4.9.2 FMR-50互換のVRAMのプレーンアクセス

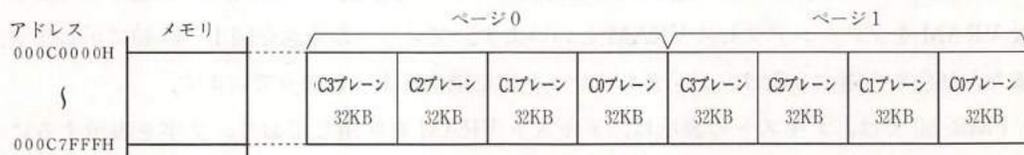
FM-TOWNSで、FMR-50互換の画面表示を行う際には、まず、FMR-50互換の画面モード(画面レイア0は画面モード1,画面レイア1は画面モード4)にします。画面レイア0をグラフィック画面用に、画面レイア1をテキスト表示用に使用します。

FM-TOWNSのVRAMは、通常はビットマップ形式ですが、ページ0とページ1は、プレーンアクセスが可能です。

VRAMの1ページは128KBありますから、各プレーンの大きさは32KBであり、プレーンの読み書きには、C0000Hからの32KBのメモリを窓口として使用します(図I-4-44)。表示ページの指定は、グラフィックVRAMディスプレイモードレジスタ(表I-4-41)で、書き込みページの指定は、グラフィックVRAMページセレクトレジスタ(表I-4-44)で、どのプレーンを読み書きするかは、グラフィックVRAM更新モードレジスタ(表I-4-43)で設定します。なお、CPUのレジスタの並び順と、各プレーンへ転送されたときの並び順は図I-4-45のようになります。

なお、FMR-50互換の8色表示では、C3プレーンは使われません。

▼図I-4-44 プレーンアクセス時のVRAMのアドレス



▼図I-4-45 プレーンデータ転送時のレジスタ、VRAMの内容



### 4.9.3 FMR-50互換のパレットの指定

16色中の8色のパレット色の設定は、デジタルパレットレジスタ(表I-4-40)を使用します。しかし、このパレットはFMR-50互換のためのダミーであり、書き込みを行っても色変換には何の影響もありません。実際にパレットを設定するには、ソフトウェアで、デジタルパレットレジスタを参照して得た値をもとにして、FMR-50のパレット設定と同等になるように色の配置をし、アナログパレットレジスタに書き込まなければなりません。

なお、デジタルパレットレジスタへの書き込みがあったかどうかは、デジタルパレットモードイファイフラグのDPMDを参照して調べることができます。

4096色中16色表示の場合は、アナログパレットレジスタを使用します。

▼表 I-4-40 デジタルパレットレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名    | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|----------|-----|-----|---|---|---|----|----|----|----|
| FD98H   | パレットデータ0 | R   | 不 定 |   |   |   | C3 | C2 | C1 | C0 |
|         |          | W   | 0   | 0 | 0 | 0 |    |    |    |    |
| FD99H   | パレットデータ1 | R   | 不 定 |   |   |   | C3 | C2 | C1 | C0 |
|         |          | W   | 0   | 0 | 0 | 0 |    |    |    |    |
| FD9AH   | パレットデータ2 | R   | 不 定 |   |   |   | C3 | C2 | C1 | C0 |
|         |          | W   | 0   | 0 | 0 | 0 |    |    |    |    |
| FD9BH   | パレットデータ3 | R   | 不 定 |   |   |   | C3 | C2 | C1 | C0 |
|         |          | W   | 0   | 0 | 0 | 0 |    |    |    |    |
| FD9CH   | パレットデータ4 | R   | 不 定 |   |   |   | C3 | C2 | C1 | C0 |
|         |          | W   | 0   | 0 | 0 | 0 |    |    |    |    |
| FD9DH   | パレットデータ5 | R   | 不 定 |   |   |   | C3 | C2 | C1 | C0 |
|         |          | W   | 0   | 0 | 0 | 0 |    |    |    |    |
| FD9EH   | パレットデータ6 | R   | 不 定 |   |   |   | C3 | C2 | C1 | C0 |
|         |          | W   | 0   | 0 | 0 | 0 |    |    |    |    |
| FD9FH   | パレットデータ7 | R   | 不 定 |   |   |   | C3 | C2 | C1 | C0 |
|         |          | W   | 0   | 0 | 0 | 0 |    |    |    |    |

このレジスタはFMR-50互換用のダミーレジスタで、単に読み/書きできるだけなので、使用するときはソフトウェアで本来の機能を代行する必要がある。

#### 4.9.4 FMR-50互換の文字表示

FMR-50は、テキストVRAMを使用していますが、FM TOWNSでは、VRAMの画面レイアウト1を画面モード4の設定で使います。BIOSを使わずに文字を表示するには、キャラクタジェネレータを呼び出して、文字のフォントに対応するドットを画面レイアウト1に書き込みます。

#### 4.9.5 FMR-50互換モードに関連するレジスタ

FMR-50互換モードに関連するレジスタを表I-4-41、表I-4-42、表I-4-43、表I-4-44、表I-4-45、表I-4-46に示します。

##### ●グラフィックVRAMディスプレイモードレジスタ

PS2には、FMR-50互換モード時に、グラフィック画面にVRAMのページ0とページ1のどちらを表示するかを設定します。スプライト静止表示時には、0にしておかなければなりません。

RAM1-4には各プレーンの表示の有無を設定します。

▼表 I-4-41 グラフィックVRAMディスプレイモードレジスタ

| I/Oアドレス       | レジスタ名                       | R/W | 7   | 6 | 5    | 4           | 3              | 2    | 1    | 0    |
|---------------|-----------------------------|-----|-----|---|------|-------------|----------------|------|------|------|
| 000C<br>FF82H | グラフィックVRAM<br>ディスプレイモードレジスタ | R   | 不 定 |   |      |             |                |      |      |      |
|               |                             | W   | 0   | 1 | RAM4 | PAGE SELECT | RAM SELECT BIT |      |      |      |
|               |                             |     |     |   |      | PS2         | 0              | RAM3 | RAM2 | RAM1 |

FMR-50互換レジスタ

|             |                                       |
|-------------|---------------------------------------|
| RAM4 (bit5) | : C3プレーンの表示,<br>0 = 表示しない<br>1 = 表示する |
| PS2 (bit4)  | : 表示ページの指定,<br>0 = ページ 0<br>1 = ページ 1 |
| RAM3 (bit2) | : C2プレーンの表示,<br>0 = 表示しない<br>1 = 表示する |
| RAM2 (bit1) | : C1プレーンの表示,<br>0 = 表示しない<br>1 = 表示する |
| RAM1 (bit0) | : C0プレーンの表示,<br>0 = 表示しない<br>1 = 表示する |

● MIX レジスタ

テキスト画面の1行当たりの表示文字指定や、カーソルポジションの最下位ビットを指定します。このレジスタは、ダミーですから、ソフトウェアによるエミュレーションによって、ページ2あるいは、ページ3への文字の出力を行う必要があります。

▼表 I-4-42 MIXレジスタ

| I/Oアドレス       | レジスタ名   | R/W | 7   | 6 | 5             | 4  | 3     | 2   | 1 | 0 |
|---------------|---------|-----|-----|---|---------------|----|-------|-----|---|---|
| 000C<br>FF80H | MIXレジスタ | R   | 不 定 |   | CURSOR<br>LSB | 不定 | WIDTH | 不 定 |   |   |
|               |         | W   | 0   | 0 |               | 0  |       | 0   | 0 | 0 |

FMR-50互換用ダミーレジスタ

|                  |                                     |
|------------------|-------------------------------------|
| CURSORLSB (bit5) | : カーソルポジションの最下位ビット。                 |
| WIDTH (bit3)     | : 1行の表示文字数。<br>0 = 40文字<br>1 = 80文字 |

### ●グラフィック VRAM 更新モードレジスタ

このレジスタは、CPU が VRAM の読み書きをする際にプレーンの指定を行うものです。書き込み時に複数のプレーンを指定すると同時に書き込みが行われます。

▼表 I-4-43 グラフィックVRAM更新モードレジスタ

| I/Oアドレス       | レジスタ名                   | R/W | 7             | 6   | 5   | 4 | 3              | 2    | 1    | 0    |
|---------------|-------------------------|-----|---------------|-----|-----|---|----------------|------|------|------|
| 000C<br>FF81H | グラフィックVRAM<br>更新モードレジスタ | R   | READOUT CNTRL |     | 不 定 |   | RAM SELECT BIT |      |      |      |
|               |                         |     | RC2           | RC1 |     |   | RAM4           | RAM3 | RAM2 | RAM1 |
|               |                         | W   | READOUT CNTRL |     | 0   | 0 | RAM SELECT BIT |      |      |      |
|               |                         |     | RC2           | RC1 |     |   | RAM4           | RAM3 | RAM2 | RAM1 |

#### FMR-50互換用レジスタ

- RC2-1 (bit7-6) : VRAMを読み出すときの対象プレーン。  
 0 0 = C0プレーンの読み出し  
 0 1 = C1プレーンの読み出し  
 1 0 = C2プレーンの読み出し  
 1 1 = C3プレーンの読み出し
- RAM4 (bit3) : C3プレーンへの書き込み。  
 0 = 書き込まない  
 1 = 書き込む
- RAM3 (bit2) : C2プレーンへの書き込み。  
 0 = 書き込まない  
 1 = 書き込む
- RAM2 (bit1) : C1プレーンへの書き込み。  
 0 = 書き込まない  
 1 = 書き込む
- RAM1 (bit0) : C0プレーンへの書き込み。  
 0 = 書き込まない  
 1 = 書き込む

書き込み時には、同時に複数プレーンの書き込みが可能。

### ●グラフィック VRAM ページセレクトレジスタ

このレジスタは、CPU が VRAM の書き込みをする際にページの指定をするものです。

▼表 I-4-44 グラフィックVRAMページセレクトレジスタ

| I/Oアドレス       | レジスタ名                     | R/W | 7   | 6 | 5 | 4           | 3 | 2   | 1 | 0 |
|---------------|---------------------------|-----|-----|---|---|-------------|---|-----|---|---|
| 000C<br>FF83H | グラフィックVRAM<br>ページセレクトレジスタ | R   | 不 定 |   |   | PAGE SELECT |   | 不 定 |   |   |
|               |                           |     |     |   |   | PS2         | 0 |     |   |   |
|               |                           | W   | 0   | 0 | 0 | PAGE SELECT |   | 0   | 0 | 0 |
|               |                           |     | PS2 |   | 0 |             |   |     |   |   |

#### FMR-50互換用レジスタ

- PS2 (bit4) : VRAMの読み書きを行うページの選択。  
 0 = ページ 0  
 1 = ページ 1

● SUBステータスレジスタ

CRT出力コントロールレジスタと同じI/Oアドレスにあり、読み出し時に水平、垂直同期信号のON/OFFを参照できます。

▼表 I-4-45 SUBステータスレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1     | 0     |
|---------|--------------|-----|-----|---|---|---|---|---|-------|-------|
| FDA0H   | SUBステータスレジスタ | R   | 不 定 |   |   |   |   |   | HSYNC | VSYNC |

FMR-50互換用レジスタ

- HSYNC(bit1) : 水平帰線期間中であることを示す。  
0=水平帰線期間でない  
1=水平帰線期間
- VSYNC(bit0) : 垂直帰線期間中であることを示す。  
0=垂直帰線期間でない  
1=垂直帰線期間

● STATUSレジスタ

このレジスタは、主として表示期間であるかどうかを確認するのに用いられます。垂直同期期間のときは、表示画面に直接アクセスしても画面表示がちらつくことはありません。

▼表 I-4-46 STATUSレジスタ

| I/Oアドレス       | レジスタ名      | R/W | 7     | 6   | 5 | 4 | 3  | 2     | 1   | 0 |
|---------------|------------|-----|-------|-----|---|---|----|-------|-----|---|
| 000C<br>FF86H | STATUSレジスタ | R   | HSYNC | 不 定 |   | 1 | 不定 | VSYNC | 不 定 |   |

メモリマップドI/OでのFMR-50互換用レジスタ

- HSYNC(bit7) : 水平帰線期間中であることを示す。  
0=水平帰線期間でない  
1=水平帰線期間
- VSYNC(bit2) : 垂直帰線期間中であることを示す。  
0=垂直帰線期間でない  
1=垂直帰線期間

| I/Oアドレス       | レジスタ名      | R/W | 7     | 6   | 5 | 4 | 3  | 2     | 1   | 0 |
|---------------|------------|-----|-------|-----|---|---|----|-------|-----|---|
| 000C<br>FF86H | STATUSレジスタ | R   | HSYNC | 不 定 |   | 1 | 不定 | VSYNC | 不 定 |   |

## 4.10 表示システムのメモリマップとI/Oアドレス

この節では、表示システムに関わるメモリとI/Oアドレスを示します。

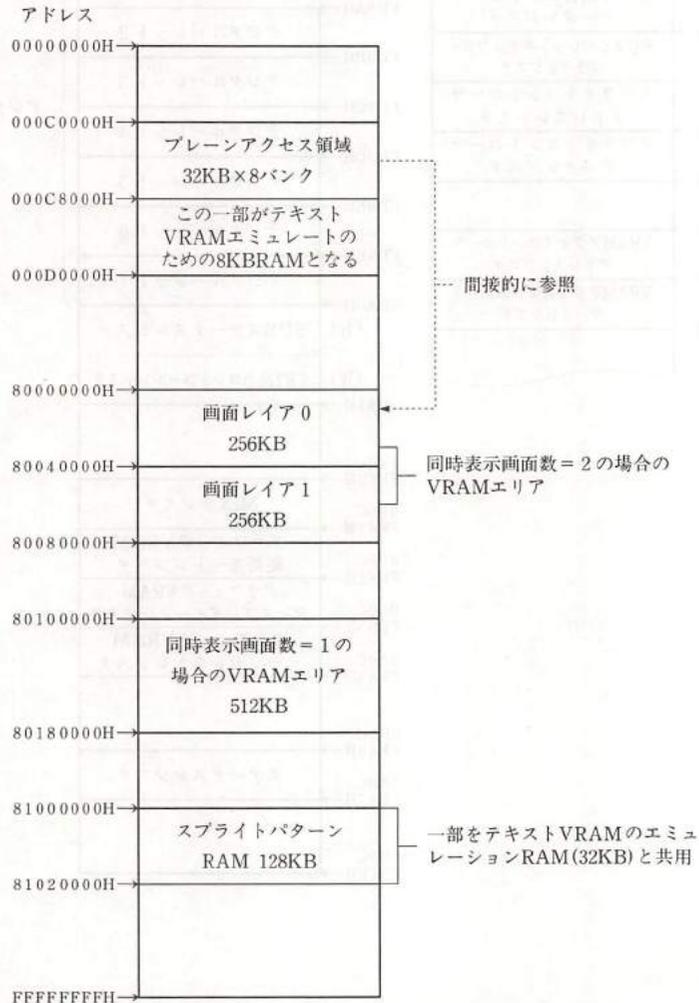
### 4.10.1 表示システムのメモリマップ

図I-4-46に、表示システムで利用するメモリの割り当てを示します。

スプライトパターンメモリ(128KB)の一部(テキストVRAM4KB, 漢字VRAM4KB)はテキストVRAMエミュレート用のRAMとして使われます。

また、FMR-50互換モード時には、グラフィック側のメモリ領域は、プレーンアクセス領域への読み書きにより間接的にアクセスされます。

▼図I-4-46 表示システムのメモリマップ



### 4.10.2 表示システムのI/O アドレスマップ

図 I-4-47に、表示システムに関するI/O アドレスマップを示します。

▼図 I-4-47 表示システムのI/O アドレスマップ



## 4.11 ビデオカード

ビデオカードは、ビデオコンバート、ビデオデジタイズ、スーパーインポーズを行うためのハードウェアです。ビデオカードコネクタに挿入して使用します。この節では、ビデオカードの仕組みと機能について説明します。

### 4.11.1 ビデオカードのハードウェア仕様

図 I-4-48 にビデオカードのブロック図を示します。

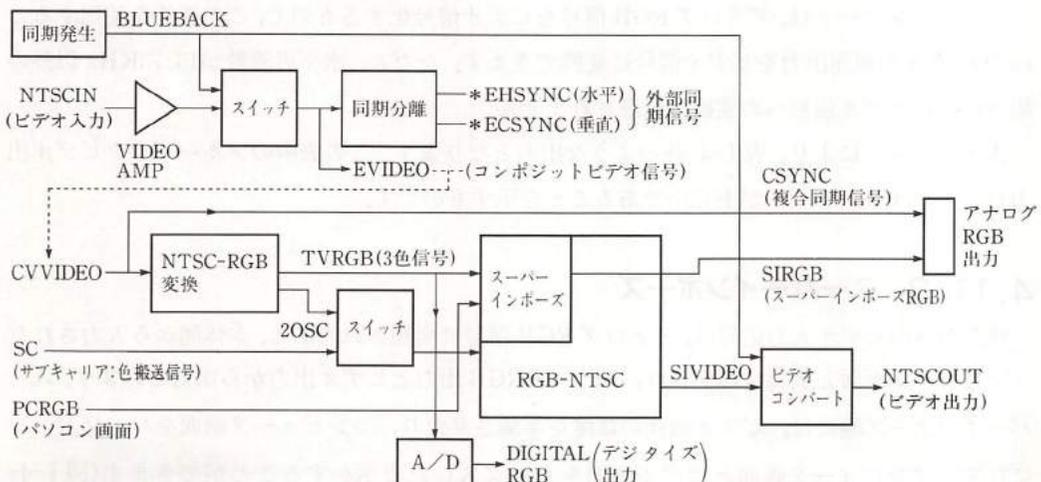
ビデオ入力は、外部からの入力用に使うもので、ここからの入力に対してスーパーインポーズやビデオデジタイズ処理を行うことができます。ビデオ出力は、FM TOWNS のアナログ RGB 出力信号をビデオ信号にコンバートしたものです。ビデオ入力と出力は、一般のビデオコンポジット信号 (NTSC 信号) に対応したものですから、家庭用の種々のビデオ機器の接続が可能です。

アナログ RGB 端子は、スーパーインポーズを行った画面をディスプレイに出力させるためのものです。FM TOWNS 本体のアナログ RGB 端子と一部を除きほぼ同様の規格のものです。スーパーインポーズ時以外でも使用することはできますが、水平周波数が、15.73KHz の場合だけしか周波数特性が保証されないため、その他の場合には、ディスプレイは本体の RGB コネクタに接続したほうがよい結果が得られます。

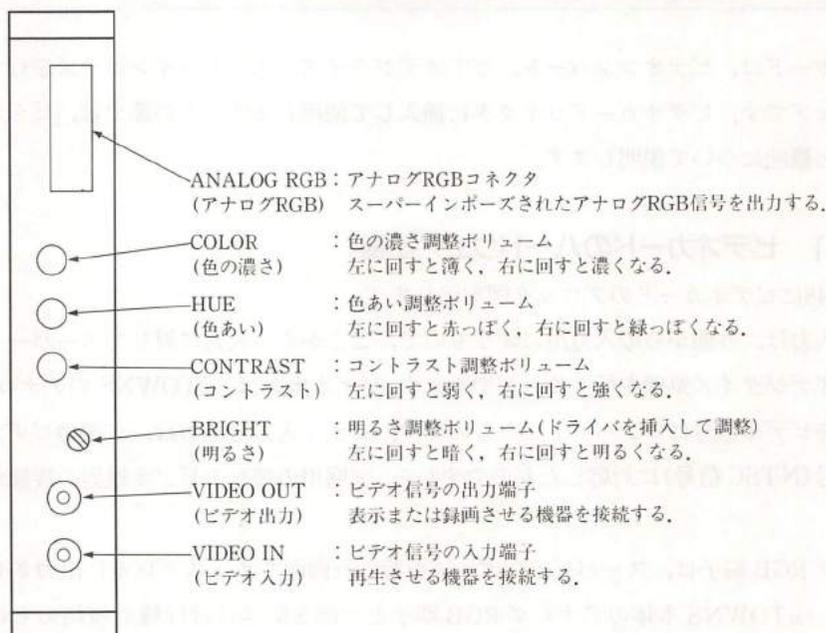
また、ビデオカード背面パネル (図 I-4-49) にあるつまみにより、表 I-4-47 に示すような調整を行うことができます。

アナログ RGB コネクタ、ビデオカードコネクタのピンの配置とその意味などについては、巻末の付録を参照してください。

▼図 I-4-48 ビデオカードのブロック図



▼図 I-4-49 ビデオカード背面パネルの端子等の配置



▼表 I-4-47 ビデオカードの外部調整

|          |                    |
|----------|--------------------|
| 色あいVR    | ビデオ出力, デジタイズの色あい調整 |
| 色の濃さVR   | ビデオ出力, デジタイズの色濃さ調整 |
| 明るさVR    | デジタイズの明るさ調整        |
| コントラストVR | デジタイズのコントラスト調整     |

### 4.11.2 ビデオコンバート

ビデオコンバートは、アナログ RGB 信号をビデオ信号化するもので、この機能を使用すると FM TOWNS の画面出力をビデオ信号に変換できます。ただし、水平周波数が 15.73 KHz 以外の場合には、ビデオ信号への変換は保証されません。

表示のモードにより、表 I-4-48 のような出力となります。この表中のブルーバックビデオ出力は、ビデオコンバートが不完全であることを示すものです。

### 4.11.3 スーパーインポーズ

外部からのビデオ入力信号は、アナログ RGB 信号に変換されたあと、本体側から入力されたコンピュータ画面と重ね合わせられ、アナログ RGB 出力とビデオ出力から出力されます。スーパーインポーズ時には、ビデオ画面の輝度を半減させたり、コンピュータ画面をハーフトーンにして、コンピュータ画面とビデオ画面をミックスした表示をすることができます(図 I-4-50)。

▼表 I-4-48 ビデオコンバート時の同期信号などの対応関係

|    |                          |                                       |       |             |                     |
|----|--------------------------|---------------------------------------|-------|-------------|---------------------|
| 1  | 低解像度<br>(15・75KHz)       | NTSC<br>準拠モード<br>(クロック<br>28.6363MHz) | PC画面  | ソースなし       | FMTOWNS本体(CSYNC)に同期 |
| 2  |                          |                                       | PC画面  | ソースあり       |                     |
| 3  |                          |                                       | SI画面  | ソースなし       | ビデオソースに同期           |
| 4  |                          |                                       |       | ソースあり       |                     |
| 5  | NTSC<br>準拠以外の<br>モード     |                                       | PC画面  | ソースなし       | FMTOWNS本体(CSYNC)に同期 |
| 6  |                          |                                       | PC画面  | ソースあり       |                     |
| 7  |                          |                                       | SI画面  | ソースなし       | ビデオソースに同期           |
| 8  |                          |                                       |       | ソースあり       |                     |
| 9  | 中, 高解像度<br>(24KHz/31KHz) | PC画面                                  | ソースなし | ブルーバックビデオ出力 |                     |
| 10 |                          |                                       | ソースあり |             |                     |

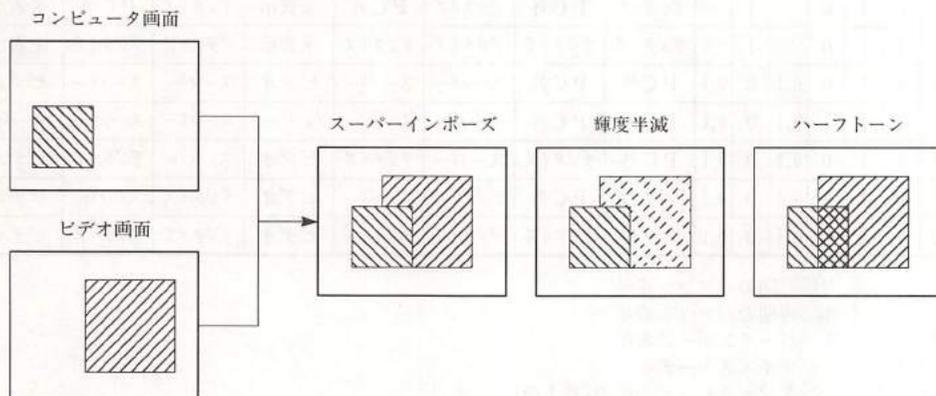
PC画面 : パソコン画面のみ

SI画面 : スーパーインポーズ画面(デジタイズ表示を含む)

ソース : ビデオソース信号

5～7項のときは、色同期信号とビデオ出力が非同期となり色流れ、色にじみが発生する

▼図 I-4-50 スーパーインポーズの形態



#### 4.11.4 ビデオデジタイズ

外部からのビデオ入力信号は、アナログ RGB 信号に変換された上で、A/D コンバータでデジタル化され、本体側の VRAM に書き込まれます。取り込みは32768色(RGB 各5ビット)で行われます。CRTC のコントロールレジスタの ESM0, ESM1 でデジタイズ状態にする画面レイアの指定を行います。

### 4.11.5 スーパーインポーズとビデオデジタイズ時のレジスタ設定

スーパーインポーズとビデオデジタイズ時のレジスタ設定をするには、画面モードがスーパーインポーズやビデオデジタイズが可能なモードになるように、表I-4-23に合わせて、各レジスタの設定を行います。スーパーインポーズの場合には、画面モードを9、11、14、18、ビデオデジタイズの場合には、画面モードを9、11、18のどれかにします。

このとき、CTRCの内部レジスタとビデオ制御部のレジスタの必要なビットを表I-4-49に合わせて変更する必要があります。

▼表I-4-49 レジスタの設定値と出力信号の関係

| レジスタ       |      |      |         |     |           | 本体 |           | ビデオカード |        |        |        |        |        |        |        |
|------------|------|------|---------|-----|-----------|----|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CRTC内部レジスタ |      |      |         | *   | アナログRGB出力 |    | アナログRGB出力 |        |        | ビデオ出力  |        |        |        |        |        |
| ESYN       | ESM0 | ESMI | VCR DEN | FR2 | FR3       | Ys | Ym        | 画面レイア0 | 画面レイア1 | 画面レイア0 | 画面レイア1 | ビデオレイア | 画面レイア0 | 画面レイア1 | ビデオレイア |
| 0          | 0    | 0    | 0       | 0   |           | 1  |           | PC内    | PC内    | PC内    | PC内    | 未表示    | 未表示    | 未表示    | ブルーバック |
| 0          | 0    | 0    | 1       | 0   |           | 1  |           | PC内    | PC内    | PC内    | PC内    | 未表示    | PC内    | PC内    | 未表示    |
| 1          | 0    | 0    | 1       | 0,1 |           | 1  |           | PC外    | PC外    | PC外    | PC外    | 未表示    | PC外    | PC外    | 未表示    |
| 1          | 0    | 1    | 1       | 0   |           | 1  |           | PC外    | デジタイズ  | PC外    | デジタイズ  | 未表示    | PC外    | デジタイズ  | 未表示    |
| 1          | 1    | 0    | 1       | 0   |           | 1  |           | デジタイズ  | PC外    | デジタイズ  | PC外    | 未表示    | デジタイズ  | PC外    | 未表示    |
| 1          | 1    | 1    | 1       | 0   |           | 1  |           | デジタイズ  | デジタイズ  | デジタイズ  | デジタイズ  | 未表示    | デジタイズ  | デジタイズ  | 未表示    |
| 1          | 0    | 0    | 1       | 0   | 0,1       | 0  | 0,1       | PC外    | PC外    | スーパー   | スーパー   | ビデオ    | スーパー   | スーパー   | ビデオ    |
| 1          | 0    | 0    | 1       | 1   | 0,1       | 0  | 0,1       | PC外    | PC外    | スーパー   | スーパー   | ブルーバック | スーパー   | スーパー   | ブルーバック |
| 1          | 0    | 1    | 1       | 0   | 0,1       | 0  | 0,1       | PC外    | デジタイズ  | スーパー   | デジタイズ  | ビデオ    | スーパー   | デジタイズ  | ビデオ    |
| 1          | 1    | 0    | 1       | 0   | 0,1       | 0  | 0,1       | デジタイズ  | PC外    | デジタイズ  | スーパー   | ビデオ    | デジタイズ  | スーパー   | ビデオ    |
| 1          | 1    | 1    | 1       | 0   | 0,1       | 0  | 0,1       | デジタイズ  | デジタイズ  | デジタイズ  | デジタイズ  | ビデオ    | デジタイズ  | デジタイズ  | ビデオ    |

- PC内 : 内部同期のパソコン表示
- PC外 : 外部同期のパソコン表示
- スーパー : スーパーインポーズ表示
- デジタイズ : デジタイズスルー表示
- ブルーバック : シンクジェネレータの出力(青1色)
- ビデオ : ビデオ入力端子から入力されるビデオ信号

- 注) ・\*はビデオ出力制御のプライオリティレジスタ。  
 ・表以外の設定を行わないこと。  
 ・FR2=0, ESYN=1のとき、ビデオ入力がない場合、内部同期のパソコン表示になる。  
 ・Ym=1のとき、ビデオレイアは低輝度になる。  
 ・FR3=1のとき、画面レイア0、画面レイア1の表示が半透明になり、ビデオレイアが表示される。  
 ・フレームバッファの取り扱いについて  
 ESYN 0 } のとき、Ys=0と同値にする。  
 FR2 1 }

なお、外部同期時には、次のような注意が必要です。

#### 32768色1画面のモードの場合

スーパーインポーズ時：画面レイア1をDISPLAY OFFにしておく(ONの場合はスーパーインポーズしない)。

ビデオデジタイズ時：画面レイア1をDISPLAY ONにしておく(OFFの場合はデジタイズ表示ができない)。

#### 256色1画面モードの場合

スーパーインポーズ時：YSの有効/無効の切り替えはできない。常にYSは有効。



# 第 5 章

## オーディオシステム

FM TOWNS の音楽機能は、従来のパソコンに比べ、飛躍的にパワーアップされています。

CD プレーヤとしても使用できる CR-ROM ドライブを標準で装備しているほか、ステレオ出力が可能な FM 音源と PCM 音源が用意されており、多彩な音楽表現が可能です。また、内蔵マイクやマイク端子、オーディオ入力端子、ヘッドホン端子を装備しており、他のオーディオ機器を接続することができます。

この章では、FM TOWNS の優れたオーディオシステムのハードウェアの仕組みについて解説します。

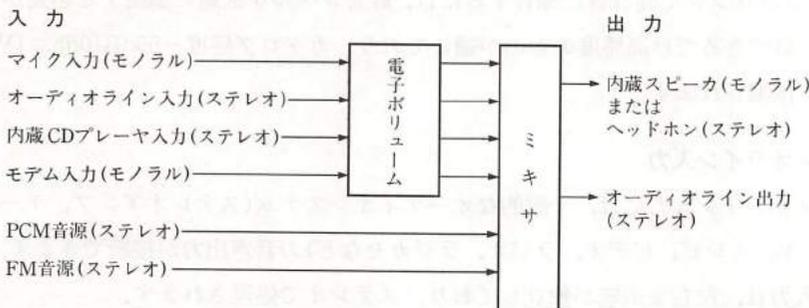
### 5.1 オーディオシステムの概要

この節では、FM TOWNS のオーディオシステムの構成、入出力信号などの全体的な解説を行います。個々の部分の詳細な説明は、次節以降で行います。

#### 5.1.1 オーディオシステムの構成

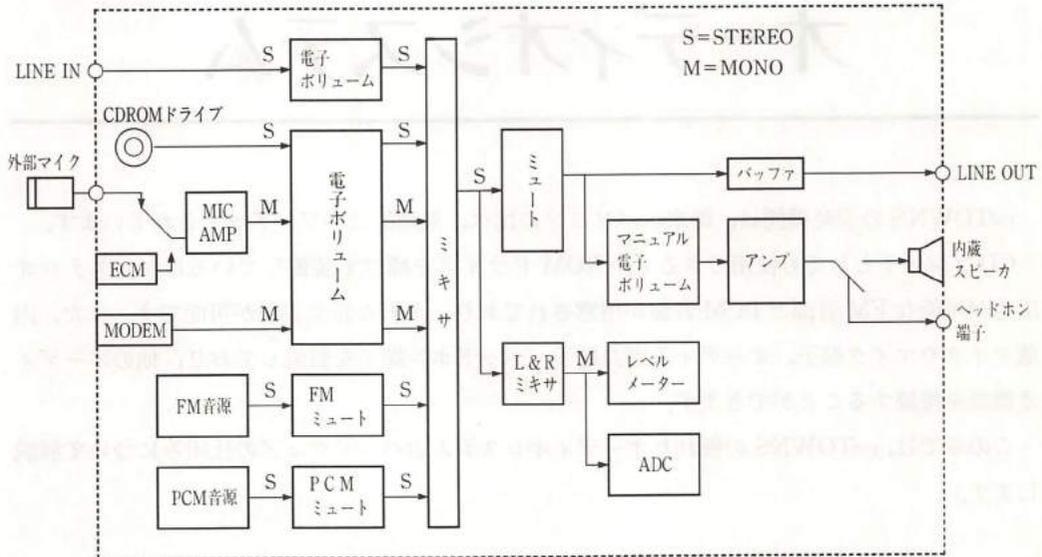
図 I-5-1 に、FM TOWNS のオーディオシステムのすべての入力信号と出力信号を示します。

▼図 I-5-1 FM TOWNS で扱うオーディオ信号



FMTOWNSは、多種類の入力信号を内部の電子ボリュームとミキサでミキシング(混合)して出力する、という考えで設計されています。いわば、「コンピュータ制御のミキサ」を内蔵しているといえます。オーディオシステムのブロック図を、図I-5-2に示します。

▼図I-5-2 オーディオシステムブロック図



以下に、各部の概要を記します。

### ●マイク入力

本体前面の左下に、エレクトレットコンデンサマイクを内蔵しています。また、外部マイク端子に、外付けのマイクを接続して使用できます。この場合には、内蔵マイクは切り離されて使用できなくなります。

マイク入力信号は、モノラルで処理されます。外部マイク端子はモノラルミニジャック用で、それ以外のマイクを使う場合には、市販の変換プラグを利用します。

マイク入力は、マイクロホンの出力レベルが低いので、他の入力とバランスを取るために専用のアンプで増幅されてから、電子ボリュームに送られます。

PCM サンプリングで高音質に録音するには、録音レベルを最適に調整する必要があります。外部マイクはできるだけ高感度のものが適しており、カタログ感度 $-55\text{dB}$ ( $0\text{db}=1\text{V/Pa}$ )以上のマイクが推奨されます。

### ●オーディオライン入力

オーディオライン入力には、一般的なオーディオシステム(ステレオアンプ、テープデッキ、CDプレーヤ、テレビ、ビデオ、ラジオ、ラジカセなど)の音声出力が接続できます。オーディオライン入力は、左右2系統が独立しており、ステレオで処理されます。

オーディオラインからの入力信号は、そのまま電子ボリュームへ送られます。

### ●内蔵 CD-ROM ドライブ入力

内蔵されている CD-ROM ドライブは、オーディオ CD のプレーヤとして利用することができます。CD-ROM ドライブからの信号は、左右 2 系統が独立しており、ステレオで処理されます。CD-ROM ドライブからの入力信号は、そのまま電子ボリュームへ送られます。

### ●PCM 音源

PCM 音源の再生時には、8 チャンネルの音を同時に再生することができます。また、各チャンネルごとに左右への振り分けを行い、ステレオで出力することが可能です。PCM 音源の出力はレベル調整が可能なため、電子ボリュームを通さず、直接ミキサへ送られます。

### ●FM 音源

6 チャンネルの音を同時に発生させることができ、各チャンネルごとにステレオ(左右の一方または、両方)となります。FM 音源の出力も、レベル調節が可能なため、電子ボリュームを通さず、ミキサへ送られます。なお、従来 FM シリーズの下位機種にあった PSG 音源(旧 FM 音源 LSI に内蔵)は削除されています。

### ●FM/PCM ミュート回路

FM 音源、PCM 音源の出力をミュートする回路です。ミュートの作動/解除は、FM・PCM ミュートレジスタで設定します。

### ●電子ボリューム

入力信号の音量は、電子ボリュームを使って調節することができます。電子ボリューム制御用のレジスタを CPU からアクセスすることによって調節します。

### ●ミュート回路

ミキサ出力をショートし、出力端子の信号を止める回路です。リセット直後は強制的に作動状態(切り離されている)にセットされています。ミュートの作動/解除は、オーディオレジスタに設定します。

### ●バッファ

バッファは、出力端子の直前に置かれていて、出力端子に接続されている装置の影響を緩和し、レベルの低下や音質の劣化を防ぎます。出力インピーダンスはおよそ 1K $\Omega$  に設定されています。

### ●内蔵スピーカ

ミュート回路を経た信号は、スピーカアンプで増幅されて内蔵スピーカに出力されます。このとき、アンプの左右の出力を均等に混合したモノラル信号となります。音量は手動のボリュームで調節できます。音量レベルはステータスインジケータ(LED)で表示されます。

●ヘッドホン出力

ヘッドホン出力端子にヘッドホンを接続すると、ミュート回路を経た出力信号をステレオで聞くことができます。なお、ヘッドホンのプラグを挿入すると、スピーカの音は聴こえなくなります。音量の調節とLEDの点灯に関しては内蔵スピーカと同様です。

●オーディオライン出力

左右2系統(ステレオ)の出力端子があります。一般的なオーディオシステムの音声入力に接続することができます。

## 5.2 電子ボリュームと減衰量設定について

FM TOWNSでは、各オーディオ入力信号の音量調節に電子ボリュームを使用しています。この節では、電子ボリュームの構造と減衰量の設定の仕組みについて説明します。

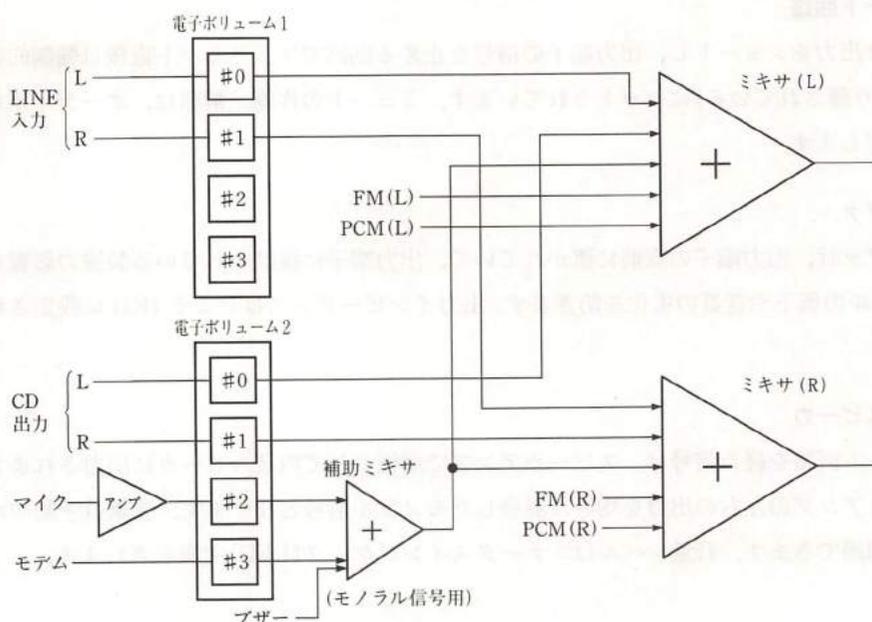
### 5.2.1 電子ボリュームとチャネル

電子ボリュームには富士通のMB87078が2個使われています。このICには4個の電子ボリュームが内蔵されており、合計8つの信号の音量調節が可能です。

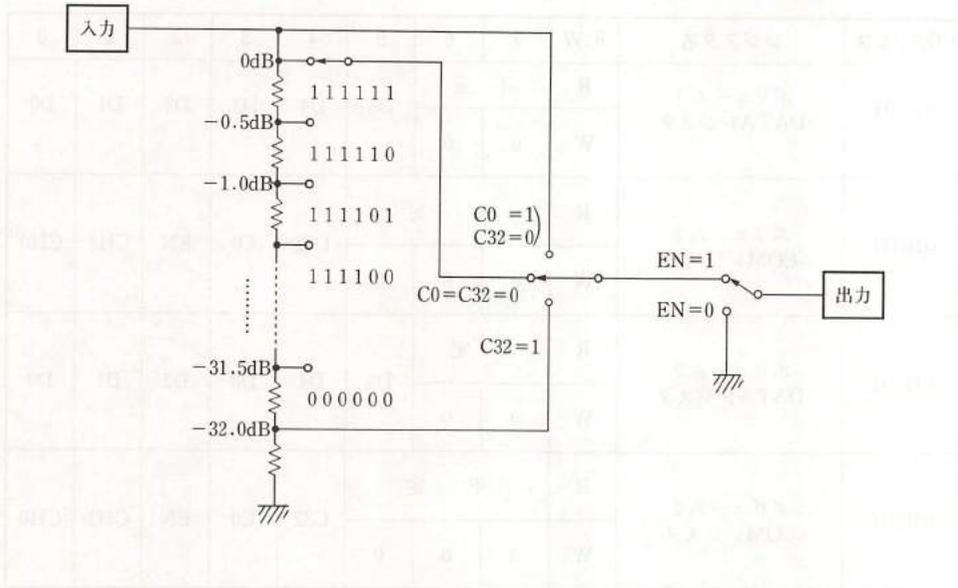
電子ボリュームの割り当ては、図I-5-3のようになっており、実際に使用されているのは6チャネルです。

各チャネルの電子ボリュームは図I-5-4に示す構造になっています。

▼図I-5-3 電子ボリュームのチャネル割り当て



▼図 I-5-4 電子ボリュームの各チャンネルの構造



### 5.2.2 電子ボリュームレジスタによる減衰量の制御

減衰量は、CPU から電子ボリュームレジスタ(表 I-5-1)に書き込みを行うことによって制御します。

電子ボリュームレジスタは、電子ボリュームの数に対応して2系統用意されています。それぞれ、DATA レジスタと COM レジスタがあります。

音量を大きく変えるには、COM レジスタを使います。各チャンネルごとに EN=0 とすると  $-\infty$ dB(消音)、C32=1 では  $-32.0$ dB、C0=1 かつ C32=0 では 0dB といったように音量を変えることができます。チャンネルは CH0, CH1 で設定します。

音量を微妙に変えるには、DATA レジスタの下位6ビットを使います。各チャンネルの減衰量の大きさを64段階に設定できます。

各チャンネルの音の大きさは、表 I-5-2のように6ビット(0から63)の値によって設定されており、6ビットのデータ値が0のとき  $-31.5$ 、63のとき 0dB となります。

減衰量と実際の音の大きさの比率(伝送比率)の対応関係は表 I-5-3のようになります。

表 I-5-3の中で、0dB は1倍、 $-3$ dB は約  $1/\sqrt{2}$  倍、 $-6$ dB は約  $1/2$  倍、 $-20$ dB は  $1/10$  倍といった関係を覚えておくと、その他の減衰率のときの信号の伝送比率を計算できるので便利です。例えば、 $-26$ dB の場合は次のようになります。

$$-26\text{dB} = -20\text{dB} + (-6\text{dB}) \cdots \cdots 1/10 \times 1/2 = 1/20$$

このように、減衰量(dB)の足し算は、伝送比率の計算では掛け算になるので、 $-26$ dB では伝送比率は  $1/20$  と計算できます。

▼表 I-5-1 電子ボリュームレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名              | R/W | 7   | 6 | 5  | 4   | 3  | 2  | 1   | 0   |
|---------|--------------------|-----|-----|---|----|-----|----|----|-----|-----|
| 04E0H   | ボリューム1<br>DATAレジスタ | R   | 不 定 |   | D5 | D4  | D3 | D2 | D1  | D0  |
|         |                    | W   | 0   | 0 |    |     |    |    |     |     |
| 04E1H   | ボリューム1<br>COMレジスタ  | R   | 不 定 |   |    | C32 | C0 | EN | CH1 | CH0 |
|         |                    | W   | 0   | 0 | 0  |     |    |    |     |     |
| 04E2H   | ボリューム2<br>DATAレジスタ | R   | 不 定 |   | D5 | D4  | D3 | D2 | D1  | D0  |
|         |                    | W   | 0   | 0 |    |     |    |    |     |     |
| 04E3H   | ボリューム2<br>COMレジスタ  | R   | 不 定 |   |    | C32 | C0 | EN | CH1 | CH0 |
|         |                    | W   | 0   | 0 | 0  |     |    |    |     |     |

- EN : 電子ボリュームの出力制御信号 0のとき-∞のレベル。  
 C32 : 電子ボリュームの出力制御信号 1のとき-32dBのレベル。  
 C0 : 電子ボリュームの出力制御信号 1のとき0dBのレベル。  
 D5-0 : 111111(0dB)～000000(-31.5dB)のレベルで変化。  
 CH1-0 : チャネルを設定する。

ボリューム1

| CH1 | CH0 | チャネル    |
|-----|-----|---------|
| 0   | 0   | ライン入力の左 |
| 0   | 1   | ライン入力の右 |

ボリューム2

| CH1 | CH0 | チャネル     |
|-----|-----|----------|
| 0   | 0   | CD音声の左出力 |
| 0   | 1   | CD音声の右出力 |
| 1   | 0   | マイク入力    |
| 1   | 1   | モデム出力*   |

\* はオプションのモデムカード使用時

▼表 I-5-2 COMレジスタD5-0の値と減衰量の関係

| D5-0   | 減衰量 (dB) |
|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|
| 543210 |          | 543210 |          | 543210 |          | 543210 |          |
| 000000 | -31.5    | 000001 | -31.0    | 000010 | -30.5    | 000011 | -30.0    |
| 000100 | -29.5    | 000101 | -29.0    | 000110 | -28.5    | 000111 | -28.0    |
| 001000 | -27.5    | 001001 | -27.0    | 001010 | -26.5    | 001011 | -26.0    |
| 001100 | -25.5    | 001101 | -25.0    | 001110 | -24.5    | 001111 | -24.0    |
| 010000 | -23.5    | 010001 | -23.0    | 010010 | -22.5    | 010011 | -22.0    |
| 010100 | -21.5    | 010101 | -21.0    | 010110 | -20.5    | 010111 | -20.0    |
| 011000 | -19.5    | 011001 | -19.0    | 011010 | -18.5    | 011011 | -18.0    |
| 011100 | -17.5    | 011101 | -17.0    | 011110 | -16.5    | 011111 | -16.0    |
| 100000 | -15.5    | 100001 | -15.0    | 100010 | -14.5    | 100011 | -14.0    |
| 100100 | -13.5    | 100101 | -13.0    | 100110 | -12.5    | 100111 | -12.0    |
| 101000 | -11.5    | 101001 | -11.0    | 101010 | -10.5    | 101011 | -10.0    |
| 101100 | -9.5     | 101101 | -9.0     | 101110 | -8.5     | 101111 | -8.0     |
| 110000 | -7.5     | 110001 | -7.0     | 110010 | -6.5     | 110011 | -6.0     |
| 110100 | -5.5     | 110101 | -5.0     | 110110 | -4.5     | 110111 | -4.0     |
| 111000 | -3.5     | 111001 | -3.0     | 111010 | -2.5     | 111011 | -2.0     |
| 111100 | -1.5     | 111101 | -1.0     | 111110 | -0.5     | 111111 | 0.0      |

▼表 I-5-3 dB値と伝送比率の関係

| dB    | 比率(倍) | dB    | 比率(倍) | dB    | 比率(倍) | dB    | 比率(倍) |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.0   | 1.000 | -0.5  | 0.944 | -1.0  | 0.891 | -1.5  | 0.841 |
| -2.0  | 0.794 | -2.5  | 0.750 | -3.0  | 0.708 | -3.5  | 0.668 |
| -4.0  | 0.631 | -4.5  | 0.596 | -5.0  | 0.562 | -5.5  | 0.531 |
| -6.0  | 0.501 | -6.5  | 0.473 | -7.0  | 0.447 | -7.5  | 0.422 |
| -8.0  | 0.398 | -8.5  | 0.376 | -9.0  | 0.355 | -9.5  | 0.335 |
| -10.0 | 0.316 | -10.5 | 0.299 | -11.0 | 0.282 | -11.5 | 0.266 |
| -12.0 | 0.251 | -12.5 | 0.237 | -13.0 | 0.224 | -13.5 | 0.211 |
| -14.0 | 0.200 | -14.5 | 0.188 | -15.0 | 0.178 | -15.5 | 0.168 |
| -16.0 | 0.158 | -16.5 | 0.150 | -17.0 | 0.141 | -17.5 | 0.133 |
| -18.0 | 0.126 | -18.5 | 0.119 | -19.0 | 0.112 | -19.5 | 0.106 |
| -20.0 | 0.100 | -20.5 | 0.094 | -21.0 | 0.089 | -21.5 | 0.084 |
| -22.0 | 0.079 | -22.5 | 0.075 | -23.0 | 0.071 | -23.5 | 0.067 |
| -24.0 | 0.063 | -24.5 | 0.060 | -25.0 | 0.056 | -25.5 | 0.053 |
| -26.0 | 0.050 | -26.5 | 0.047 | -27.0 | 0.045 | -27.5 | 0.042 |
| -28.0 | 0.040 | -28.5 | 0.038 | -29.0 | 0.035 | -29.5 | 0.033 |
| -30.0 | 0.032 | -30.5 | 0.030 | -31.0 | 0.028 | -31.5 | 0.027 |
| -32.0 | 0.025 |       |       |       |       |       |       |

## 5.3 PCM音源

FM-TOWNSでは、音源として、FM音源の外にPCM音源を内蔵しています。そして、PCM音源LSIにはRF5C68を採用しています。

このPCM音源によって、サンプリングされた音声の再生が可能です。再生時の最大チャンネル数は8個であり、同時に8音を発音することができます。

この節では、PCM音源のハードウェアと、サンプリングの仕組みおよび、再生の仕組みについて解説しています。

### 5.3.1 サンプリングの原理

PCM音源のPCMはPulse Code Modurationの略です。音声をデジタルデータに変換し、音源として使用します。音の標本を取るという意味から、サンプリング音源ともいいます。

音のサンプリングとは、アナログの音声信号をデジタルデータに変換することを意味します。音の実体は振幅(空気の粗密)の時間的変化ですから、時間を細かい単位に分けその時々をの振幅を2進値で記録すれば、音をデジタル化することができます。

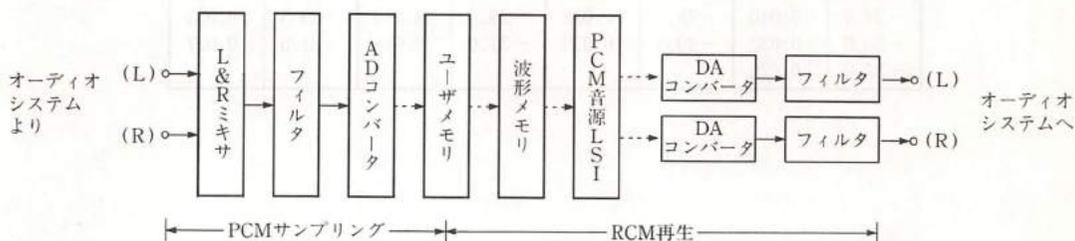
サンプリングした音は、コンピュータのデータとして保存でき、また、データを時間的に操作することにより、再生時の周波数を変えることもできます。

### 5.3.2 PCM音源周辺のハードとその働き

PCM音源関係のブロックダイアグラムを、図I-5-5に示します。

PCM音源に関するハードウェアは、サンプリングを受け持つ部分とサンプリング音を再生する部分に分かれています。

▼図I-5-5 PCM音源ブロックダイアグラム



各部のハードウェアについて説明します。

#### ● L&R ミキサ

オーディオシステムから入力されたステレオ音声をモノラルに変えます。

#### ● フィルタ

音声をデジタル化する際に不要な信号をカットします。フィルタは、サンプリングクロック(サンプリングレートに対応)と入力されたアナログ信号が干渉して不快な「うなり」音が発生するのを防止するとともに、サンプリングした音を汚くしてしまう原因となる高すぎる周波数成分を除去する働きを持っています。フィルタのカットオフ周波数は約4KHz、 $-12\text{dB/OCT}$ の特性が得られるように設計されています。

#### ● AD コンバータ

アナログ音声をデジタルデータに変換します。AD コンバータは1系統(モノラル)です。

#### ● ユーザーメモリ

サンプリングされたデータを書き込みます。

#### ● 波形メモリ

再生するデータを格納しておくメモリです。再生時、波形メモリへの書き込みはCPUで行い、読み出しはPCM音源LSIが行いますが、CPUで読み出すことも可能です。

#### ● PCM音源LSI

サンプリングデータを波形メモリから読み取って合成し、左右に振り分けて、DAコンバータに出力します。

#### ● DAコンバータ

デジタルの波形データをアナログの音声データ(振幅)に変換します。

再生時には、PCM音源LSIは同時に8チャンネル分の波形メモリの内容を読み出すことができます。この場合、各チャンネルのデータは、DAコンバータへ出力される前に加算されます。

#### ● フィルタ

PCM音源出力に含まれている階段状の波形を滑らかにつなげるためのフィルタです。カットオフ周波数は、約4KHzです。

### 5.3.3 サンプルングの仕組み

サンプルングは図 I-5-5の、L&R ミキサからユーザーメモリまでの間で行われます。

ここでは、サンプルングの中心となるADコンバータによるアナログ音声のデジタル化とデータの記録方法について説明します。

●アナログ音声のデジタル化(波形データの作成)

アナログ音声のデジタル化はADコンバータで行います。

1秒間に行うサンプリングの回数をサンプリングレートといいます。サンプリングレートは最大19.2KHzで、任意に回数を減らすことができます。

振幅の程度は254段階(-127~+126)で読み取ります。10000000(レベル0)を中心に、プラス方向に最大11111110(レベル+126)、マイナス方向に最小01111111(レベル-127)までとなっています(図I-5-6)。

サンプリングデータの最上位ビットは符号を表します。最上位ビットが1ならば、レベルは正または0、最上位ビットが0ならば、負の値となります。

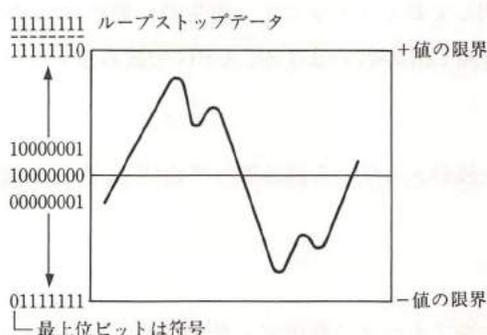
なお、データ中で次の2つは特別な意味があります。

11111111.....ループストップデータ

00000000.....ヌル(無効)

これらは、サンプリングデータとしては意味を持ちません。

▼図I-5-6 原信号とデジタル変換値の関係



●ADサンプリングデータレジスタへの波形の書き込み

ADコンバータの構造を概念的に示したのが、図I-5-7です。

AD変換部で作成された8ビットのデジタルデータは、FIFO(ファーストインファーストアウト)を経由して、ADサンプリングデータレジスタ(表I-5-4)に書き込まれます。

FIFOは、AD変換部とADサンプリングデータレジスタの間のバッファの役目をしていません。

ADサンプリングデータレジスタの内容を読み取って、メモリに転送すれば、サンプリングデータがメモリに格納されることになります。

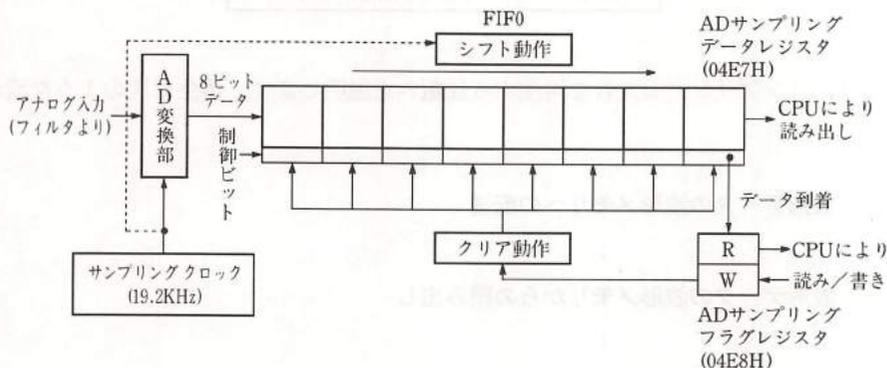
ADサンプリングデータレジスタの内容を読み出す際には、まず、FIFOの内容をクリアする

ために、AD サンプリングフラグレジスタ (表 I-5-5)に何かの値を書き込みます。これは、FIFO に波形データ以外のデータを残さないようにするためです。このとき書き込む値には特に意味はなく、そのデータも記憶されません。00Hなどが適当です。

AD サンプリングデータレジスタの内容は、CPU によって読み出しの都度シフトされて更新されます。また、AD 変換部では、FIFO に空きがあれば書き込みを行い、シフト動作を行います。

AD サンプリングフラグレジスタの値は、CPU によってデータが読み出されると 0 になり、FIFO から値が書き込まれると 1 になります。したがって、AD サンプリングフラグレジスタの値が 1 になっていることを確認しながら、AD サンプリングデータレジスタを読み込めば、正しく波形データを読み取ることができます。

▼図 I-5-7 AD コンバータの概念図



▼表 I-5-4 ADサンプリングデータレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名           | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 04E7H   | ADサンプリングデータレジスタ | R   | SD7 | SD6 | SD5 | SD4 | SD3 | SD2 | SD1 | SD0 |

▼表 I-5-5 ADサンプリングフラグレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名           | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0         |
|---------|-----------------|-----|-----|---|---|---|---|---|---|-----------|
| 04E8H   | ADサンプリングフラグレジスタ | R   | 不 定 |   |   |   |   |   |   | サンプリングフラグ |
|         |                 | W   | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |           |

サンプリングフラグ : ADSDにサンプリングされたデータが格納されていることを表す。  
 (bit0) ADSDをリードすることにより、クリアされる。  
 ライトを行うとFIFOにあるすべてのサンプリングデータが失われる。

### 5.3.4 再生の仕組み

再生は図 I-5-5の右側の部分、波形メモリ、PCM 音源レジスタ、積分回路、フィルタの間で行われます。再生の過程では、PCM 音源レジスタ(表 I-5-6)を使用します。

▼表 I-5-6 PCM音源レジスタ一覧

| I/Oアドレス | 名 称             |
|---------|-----------------|
| 04F0H   | ENVデータレジスタ      |
| 04F1H   | PANデータレジスタ      |
| 04F2H   | FDLデータレジスタ      |
| 04F3H   | FDHデータレジスタ      |
| 04F4H   | LSLデータレジスタ      |
| 04F5H   | LSHデータレジスタ      |
| 04F6H   | STデータレジスタ       |
| 04F7H   | コントロールレジスタ      |
| 04F8H   | チャンネルON/OFFレジスタ |

ここでは、サンプリングした音を再生する仕組みを説明します。再生は次のような流れで行われます。

波形データの波形メモリへの転送



波形データの波形メモリからの読み出し



波形データの加工と左右分割



波形データの8チャンネル分の合成



デジタルからアナログ音声への変換

このうち、波形メモリへの転送はCPUの命令を使って行い、DA変換はDAコンバータが行いますが、その他は、PCM音源LSIが行います。

PCM音源LSIは、最大8チャンネルの音を同時に再生することができます。複数のチャンネルを使用する場合には、波形データの波形メモリへの転送、波形データの波形メモリからの読み出し、波形データの加工と左右分割などは、チャンネルごとに行う必要があります。それぞれの設定をどのチャンネルに対して行うかは、後述のコントロールレジスタ(表 I-5-12)のCB2-0で指定します。

### ●波形データの波形メモリへの転送

波形メモリは、再生する波形データを格納しておくメモリです。

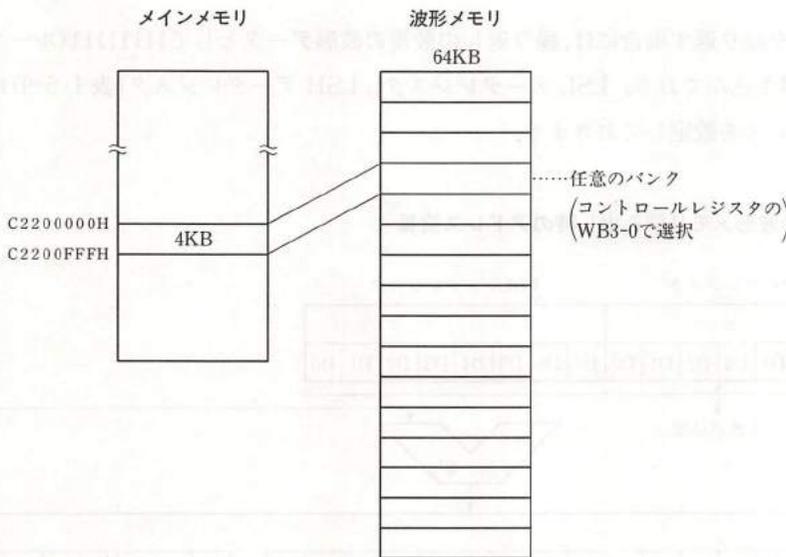
PCM 音源 LSI は、波形メモリの内容を参照しながら、再生を行います。

したがって、再生を行うときには、あらかじめ、サンプリングによって作成した波形データを、波形メモリに転送しておく必要があります。

このメモリは、CPU から直接に読み書きすることはできず、メインメモリの C2200000H ~C2200FFFH の範囲の 4KB を波形メモリのアクセスのための窓口として使用します(図 I-5-8)。すなわち、64KB の波形メモリを 4KB 単位に16のバンク(ブロック)に分け、バンクごとにメインメモリとの間で転送を行って、間接的に読み書きを行います。16のバンクのどれを読み書きするかは、後述のコントロールレジスタ(表 I-5-12)の WB3-0 によって決定されます。したがって、1つのサンプリングデータが 4KB を超える場合は、途中で WB3-0 の値を書き換える必要があります。

なお、複数のチャンネルを使用する場合には、64KB の波形メモリを分割して使用しますので、それぞれに各チャンネルで再生する波形を書き込んでおく必要があります。

▼図 I-5-8 波形メモリのアクセスの仕組み



### ●波形データの波形メモリからの読み出し

データを演奏する際の波形メモリの読み出しは、PCM 音源 LSI が行いますが、その前に ST データレジスタ(表 I-5-7)、FDL データレジスタ、FDH データレジスタ(表 I-5-8)などに、アドレスを指定する必要があります。

具体的には、読み出しの先頭アドレスをSTデータレジスタに、アドレスの更新値をFDLデータレジスタ、FDHデータレジスタに設定します。

PCM音源LSIは、この設定値に従って、アドレスの低い方から高い方へ向かってアドレスを更新しながら、波形メモリの内容を読み出していきます。このとき、STデータレジスタから与えられるのはアドレスの上位8ビットまでで、下位8ビットはすべて0となります。したがって、開始位置は256バイト単位に設定することになります。

アドレスは27ビットで表されますが、アドレスの指定は26～11ビットまでの16ビット(整数部分)で行われ、10ビットから0ビットまでの小数点以下の部分は切り捨てられます。小数点以下の値を増加値として指定すると、増加値の加算が整数値になるまでは同じアドレスを読み出すこととなります。

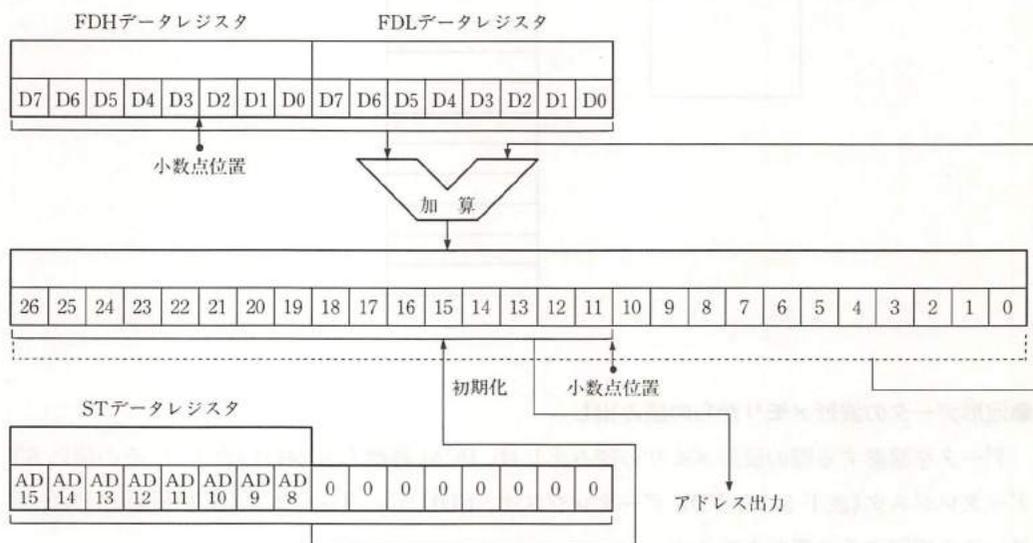
図I-5-9は、波形メモリの読み出しの演算処理をまとめたものです。

アドレスの加算値をサンプリング時と同じにすると、サンプリングしたときと同じ波形を出力することができますが、加算値を変更すると再生速度、周波数を変えることができます。加算値を小さくすれば再生速度を遅く(周波数を低く)、大きくすれば再生速度を速く(周波数を高く)することができます。

この仕組みを利用して、1つの波形を元に、異なる周波数の音を再生させることが可能になります。

同じ波形を繰り返す場合には、繰り返しの最後の波形データとして11111111(ループストップデータ)を書き込んでおき、LSLデータレジスタ、LSHデータレジスタ(表I-5-9)に繰り返しの先頭アドレスを設定しておきます。

▼図I-5-9 波形メモリ読み出し時のアドレス演算



▼表 I-5-7 STデータレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1   | 0   |
|---------|-----------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 04F6H   | STデータレジスタ | W   | AD15 | AD14 | AD13 | AD12 | AD11 | AD10 | AD9 | AD8 |

波形メモリの読み出し時に、先頭アドレスを指定する。

▼表 I-5-8 FDL, FDHデータレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 04F2H   | FDLデータレジスタ | W   | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
| 04F3H   | FDHデータレジスタ | W   | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

波形メモリから読み出すアドレスの更新量を指定する。  
各ビットのアドレス更新量の重みづけは次のようになる。

FDHデータレジスタ

| ビット | 重み       |
|-----|----------|
| D 7 | $2^4$    |
| D 6 | $2^3$    |
| D 5 | $2^2$    |
| D 4 | $2^1$    |
| D 3 | $2^0$    |
| D 2 | $2^{-1}$ |
| D 1 | $2^{-2}$ |
| D 0 | $2^{-3}$ |

FDLデータレジスタ

| ビット | 重み        |
|-----|-----------|
| D 7 | $2^{-4}$  |
| D 6 | $2^{-5}$  |
| D 5 | $2^{-6}$  |
| D 4 | $2^{-7}$  |
| D 3 | $2^{-8}$  |
| D 2 | $2^{-9}$  |
| D 1 | $1^{-10}$ |
| D 0 | $0^{-11}$ |

▼表 I-5-9 LSL, LSHデータレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1   | 0   |
|---------|------------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 04F4H   | LSLデータレジスタ | W   | AD7  | AD6  | AD5  | AD4  | AD3  | AD2  | AD1 | AD0 |
| 04F5H   | LSHデータレジスタ | W   | AD15 | AD14 | AD13 | AD12 | AD11 | AD10 | AD9 | AD8 |

波形メモリから読み出したデータがループストップデータ(11111111)のとき、LSLデータとLSHデータを波形メモリのアドレスにセットして再度読み出しを続ける。

## ●波形データの加工と左右分割

PCM音源LSIは、読み出された波形データに対して、振幅の拡大、縮小、左右への分割、上限値と下限値を超えるデータの抑制(リミット動作)などを行います。それには、ENVデータレジスタ(表I-5-10)、PANデータレジスタ(表I-5-11)を使用します。

波形データの加工は、図I-5-10のような演算処理によって行います。

▼表I-5-10 ENVデータレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7     | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|------------|-----|-------|----|----|----|----|----|----|----|
| 04F0H   | ENVデータレジスタ | W   | E N V |    |    |    |    |    |    |    |
|         |            |     | D7    | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

波形メモリから読み出したデータの振幅に強弱を与える。

▼表I-5-11 PANデータレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7     | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------|------------|-----|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 04F1H   | PANデータレジスタ | W   | RIGHT |      |      |      | LEFT |      |      |      |
|         |            |     | PAN3  | PAN2 | PAN1 | PAN0 | PAN3 | PAN2 | PAN1 | PAN0 |

発音中のチャンネルから生成される出力を左右に分解する。

これを、個別に説明します。

振幅の拡大のためには、8ビットの波形データのうち符号部分を除く7ビットとENVデータレジスタの8ビットの値の掛け算をします。

次に、波形データの左右の定位を決めるため、PANデータレジスタの左右のそれぞれ4ビットの値と掛け算をすることにより、左右それぞれの波形の振幅を、19ビット値にします。PANデータレジスタの上位の4ビットは右チャンネル、下位4ビットは左チャンネルの音量配分を表します。したがって、左右どちらかのみを最大の音量にする場合は、次のようになります。

00001111……左側のみ

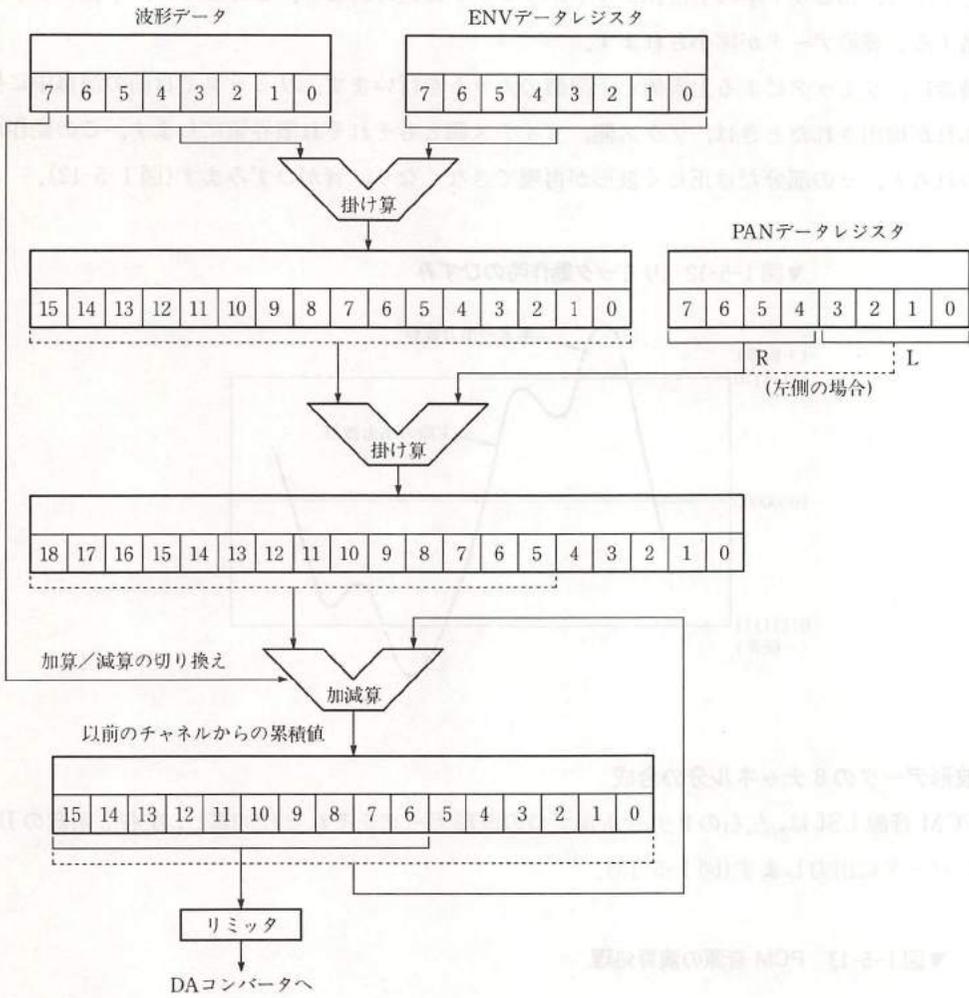
11110000……右側のみ

音を中央に定位させるためには左右の音量を同じにすればいいのですが、PANデータを11111111にすると、片側のときの2倍の音量になってしまいます。そこで、片方だけの音量と同程度の大きさにするには、10001000にします(図I-5-11)。

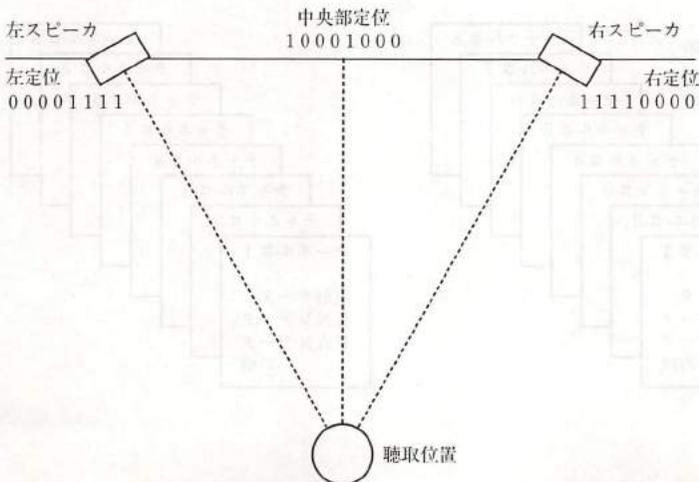
このように、左右の音の大きさを調整することにより、16方向の定位が得られます。また、再生中にPANデータを少しずつ変更すると、音が左右に移動するような効果を得ることができます。

19ビット中の上位14ビットと以前のチャンネルからの累積値を、加算または、減算します。加

▼図 I-5-10 波形データの演算処理



▼図 I-5-11 PAN データと定位

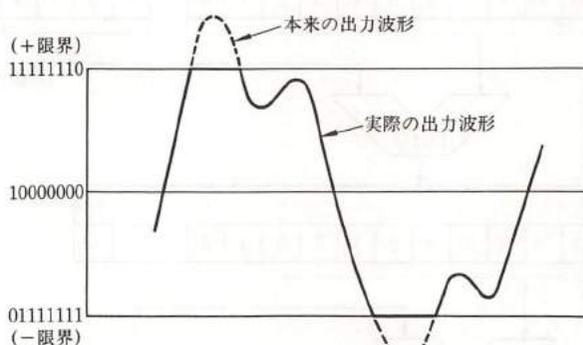


算するか減算するかは、その波形データの符号によって決まります。

その後、16ビット中の上位10ビットがリミッタに送られます。このように、下位ビットを省略すると波形データが縮小されます。

最後に、リミッタによる上限値と下限値のカットを行います。リミッタでは前の演算中に桁あふれが検出されたときは、プラス側、マイナス側ともそれぞれ限界値にします。この動作が行われると、その部分だけ正しく波形が再現できなくなり、音がひずみます(図I-5-12)。

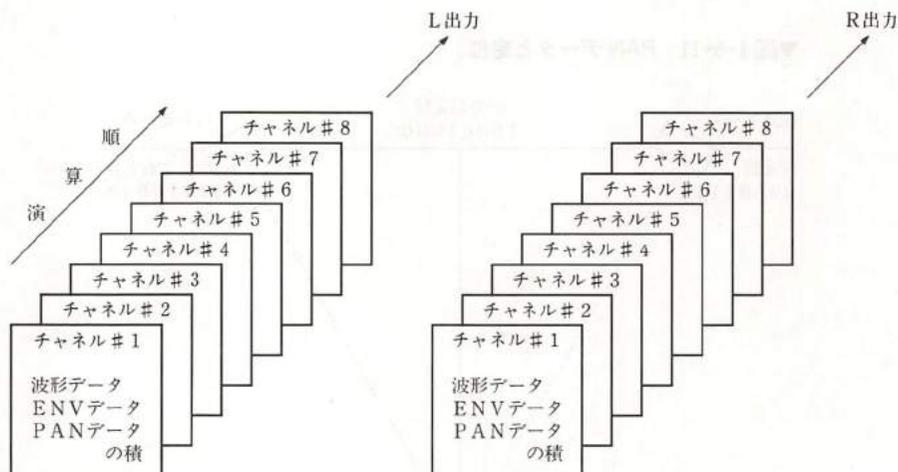
▼図I-5-12 リミッタ動作時のひずみ



●波形データの8チャンネル分の合成

PCM音源LSIは、左右の8チャンネルずつの波形データをそれぞれ加算し、左右2系統のDAコンバータに出力します(図I-5-13)。

▼図I-5-13 PCM音源の演算処理



## ●デジタルデータからアナログ音声への変換

8チャンネル分を合成した波形データを左右2系統のDAコンバータを使ってアナログ音声に変換します。

### 5.3.5 チャンネルの選択とON/OFF

波形メモリの読み出しと波形データの加工を行う際に、それをどのチャンネルに対して行うかの指定には、コントロールレジスタ(表 I-5-12)を使います。またチャンネルの使用の有無の設定には、チャンネルON/OFFレジスタ(表 I-5-13)を使います。

▼表 I-5-12 コントロールレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7         | 6   | 5 | 4 | 3        | 2          | 1          | 0          |
|---------|------------|-----|-----------|-----|---|---|----------|------------|------------|------------|
| 04F7H   | コントロールレジスタ | W   | ON<br>OFF | MOD | 0 | 0 | WB3<br>0 | WB2<br>CB2 | WB1<br>CB1 | WB0<br>CB0 |

モードの設定や波形メモリのバンクアドレス、チャンネルの設定を行う。

- ON/OFF(bit7) : PCM音楽の発音動作の制御をする。  
 0 = 発音動作を開始しない  
 1 = 発音動作を開始する(1のときCPUからのリードは不可能)
- MOD(bit6) : ビット3-0のモードを設定する。  
 0 = ビット3-0をWB3-0として使用する  
 1 = ビット2-0をCB2-0として使用する
- WB3-0(bit3-0) : 波形メモリのバンクアドレスを指定する(1~16)。
- CB2-0(bit2-0) : チャンネルアドレスを指定する(1~8)。

▼表 I-5-13 チャンネルON/OFFレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名           | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 04F8H   | チャンネルON/OFFレジスタ | W   | CH8 | CH7 | CH6 | CH5 | CH4 | CH3 | CH2 | CH1 |

各チャンネルの発音状態の制御を行う。各ビットが0のとき発音する。コントロールレジスタのビット7が1のときのみ有効。

## ●コントロールレジスタ

コントロールレジスタの最上位ビット(ON/OFFビット)は、PCM音源の再生動作を制御するもので、1を書き込むと再生が開始されます。再生中は、波形メモリはPCM音源が再生に使用するので、CPUからの読み出しが不可能になります。このレジスタの下位4ビットは、波形メモリのバンクの設定を行うビットとして使われます。

また、下位3ビットは、チャンネル番号を設定するビットとしても使われます。

ここで設定されたチャンネルは、ENV データ、PAN データ、FDL データ、FDH データ、LSL データ、LSH データ、ST データの7つのデータレジスタのチャンネルを指定するものです。このように、下位3ビットは2つの異なる意味がありますが、MODのビットを0にした場合は波形メモリのバンクの設定に、1にした場合はチャンネル番号の設定に使われます。

再生時に個々のチャンネルごとに、使用の有無を定義しているのが、チャンネルON/OFFレジスタで、それぞれのビットが0のとき、そのチャンネルが有効になります。この値が1になると、対応するチャンネルの音を再生することはできません。

### 5.3.6 波形メモリの読み出し時の割り込み処理

PCM音源LSIの波形メモリの読み出しは、あらかじめ指定された先頭アドレスと増加値の設定に従って行われますが、PCM音源LSI自身には自動停止する手段は用意されていないので、放っておくと波形メモリの最後まで読んで、また始めから読み出すということを繰り返します。

これでは、波形メモリを連続して使用することができません。そこで、再生中に読み出した波形メモリのバイト数が4KBになったら割り込みを発生するようにしています。その結果、4KBの波形データを再生したら(読み込んだら)、CPUに制御を移し、次のバンクを読むか、または、PCM音源LSIの動作を止めるといったことができます。

波形メモリの64KBについては、先頭から、8KB単位に8個の区間に分け、それぞれの区間ごとに、割り込みを許可するかどうかを選択することができます。また、どの区間で割り込みが起こったかを知ることができます。それぞれの区間を8つのチャンネルの波形データの格納領域として使うとソフトウェアの負担が軽くなります。

#### ● PCM 割り込みマスクレジスタと PCM 割り込みレジスタ

この割り込みの制御には、PCM 割り込みマスクレジスタ(表 I-5-14)と PCM 割り込みレジスタ(表 I-5-15)を使用します。

PCM 割り込みマスクレジスタは、割り込みの許可/不許可を決めるもので、その区間に対応するビットを1に設定した場合には、割り込みを発生させるように、0の場合には割り込みを発生させないようにしています。

また、PCM 割り込みレジスタは、どの区間で、割り込みが発生したかを参照するためのものです。割り込みが発生するとその区間に対応するビットが1になります。

なお、PCM 割り込みレジスタは読み出した直後、全ビットが0にクリアされます。

PCM 割り込みマスクレジスタ、PCM 割り込みレジスタの各ビットと各区間のアドレスの範囲の対応関係は、表 I-5-16のようになります。

割り込みは、他の原因によっても起こります。そのとき起こった割り込みが、PCM 割り込みであるかどうかを調べるには、INT13 割り込み要因レジスタ(表 I-5-17)を参照します。PCM

ビットが1であれば、PCM 割り込みであるということになります。したがって、先に INT13 割り込みレジスタを参照して、PCM 割り込みならば PCM 割り込みレジスタを参照するという手順を踏みます。

▼表 I-5-14 PCM割り込みマスクレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名          | R/W | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|----------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 04EAH   | PCM割り込みマスクレジスタ | R/W | M7 | M6 | M5 | M4 | M3 | M2 | M1 | M0 |

波形メモリのバンク単位に、割り込みのマスクをする。

▼表 I-5-15 PCM割り込みレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 04EBH   | PCM割り込みレジスタ | R   | IF7 | IF6 | IF5 | IF4 | IF3 | IF2 | IF1 | IF0 |

割り込みが発生している波形メモリのバンクを読み出す。

▼表 I-5-16 PCM割り込み関係のレジスタのビットと波形メモリのアドレスの関係

| 波形メモリのアドレス範囲  | 許可 | 割り込み |
|---------------|----|------|
| E000H ~ FFFFH | M7 | 1F7  |
| C000H ~ DFFFH | M6 | 1F6  |
| A000H ~ BFFFH | M5 | 1F5  |
| 8000H ~ 9FFFH | M4 | 1F4  |
| 6000H ~ 7FFFH | M3 | 1F3  |
| 4000H ~ 5FFFH | M2 | 1F2  |
| 2000H ~ 3FFFH | M1 | 1F1  |
| 0000H ~ 1FFFH | M0 | 1F0  |

▼表 I-5-17 INT 13割り込み要因レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名               | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3   | 2   | 1 | 0  |
|---------|---------------------|-----|-----|---|---|---|-----|-----|---|----|
| 04E9H   | INT13割り込み要因<br>レジスタ | R   | 不 定 |   |   |   | PCM | 不 定 |   | FM |

PCM (bit3) : PCM割り込み有無。  
0 = 割り込みなし  
1 = 割り込みあり

FM (bit0) : FM音源からの割り込み(タイマ等)有無。  
0 = 割り込みなし  
1 = 割り込みあり

## 5.4 FM音源

FM TOWNSでは、FM音源LSIにYM2612を採用しています。このFM音源LSIには6個のチャンネルがあり、同時に6音を再生することができます。また、音を各チャンネルごとに左右の両方、または左右に振り分けて出力することができます。

この節では、FM音源のハードウェアの構造および、音を発生する仕組みについて解説しています。

### 5.4.1 スロット

FM音源のFMはFrequency Moduration(周波数変調)の略で、時間軸成分の変調により発生する高調波を利用して新しい音を作るとをいいます。

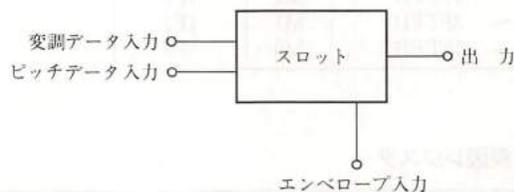
音を合成するための最小の単位として、スロットがあります。

スロットは、波形合成(楽音を作る)の最小単位で、図I-5-14のように3つの入力端子と1つの出力端子があります。3つの入力端子から入力した波形信号を、電氣的に加算、変換、および乗算して、出力端子に出力します。

スロットを決められたパターンで4つ接続したものが音源チャンネルとなります。

なお、スロットに入力されたデータの加算、乗算などを行っている演算器をオペレータといいます。YM2612には4個のオペレータがあり、時分割で6チャンネル分の演算を行っています。

▼図I-5-14 スロットの出力



#### ●スロットの構造

スロットの論理的構造は図I-5-15のようになっています。

この加算器と掛算器は実際には、スロット内部にあるのではなくオペレータにあり、演算はそこで行われます。

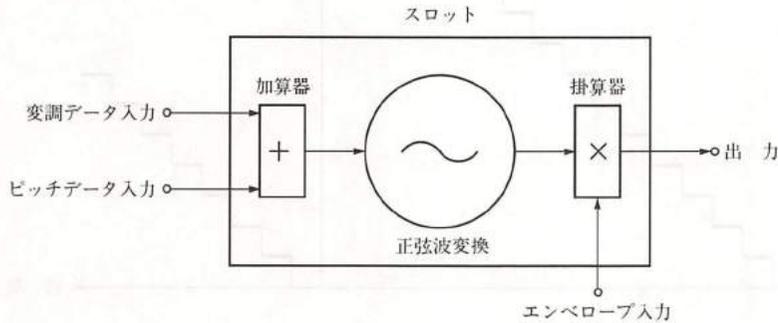
ピッチデータ入力は、波形の周波数を定めるための信号で、音源IC内部で作られたノコギリ波が使われます。

変調データ入力は、波形の形状を変化させるための信号です。そのスロット自身の出力をフィードバックして使ったり、他のスロットの出力を使用します。

エンベロープ入力、波形の振幅を時間的に変化させるための信号です。エンベロープジェネレータという回路で作られます。

ピッチデータ入力とデータ変調入力から入った2つの信号は、加算器によって合成されます。次に正弦波対応の変換がなされ、最後に、エンベロープ信号と乗算されて出力されます。

▼図 I-5-15 スロットの構造



## 5.4.2 スロットでの波形合成

スロットの波形合成の仕組みについて解説します。

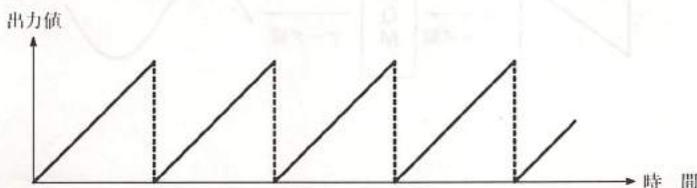
### ●ノコギリ波の生成と入力

ピッチデータ入力に使われるノコギリ波は、図 I-5-16のような形で、拡大すると図 I-5-17のようになります。

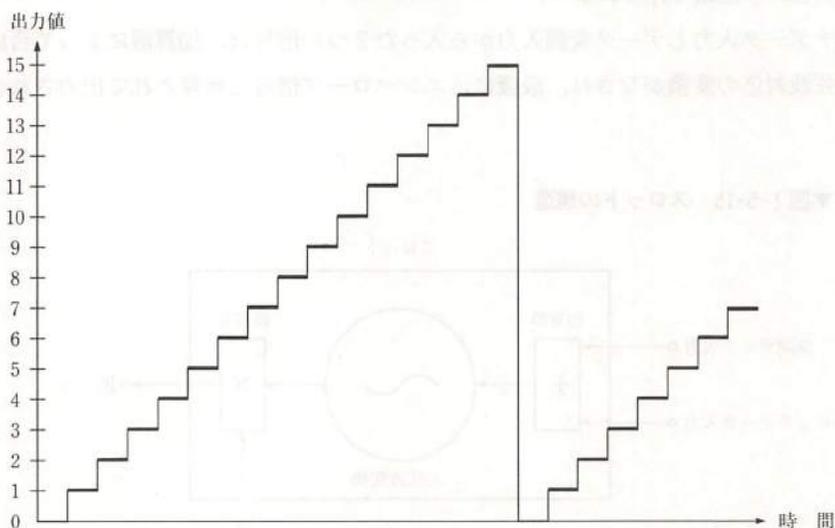
ノコギリ波は一定の時間間隔で出力されており、出力値はアナログ的にみると連続しておらず階段波とでもいうべき形になっています。

出力値の生成には、カウンタを使います。一定間隔のクロックパルスに合わせてカウントし、出力値を増加させることにより、ノコギリ波が生成します。フルカウントになったときに桁上がりを見逃し、再び0からカウントアップを繰り返せば、同一周期のノコギリ波が生成できます。図 I-5-17はカウンタを4ビット(16段階)にした場合で、カウンタが15(1111)になると、次は5ビット目への桁上がりを見逃して0(0000)となります。

▼図 I-5-16 ノコギリ波



▼図 I-5-17 ノコギリ波の拡大図



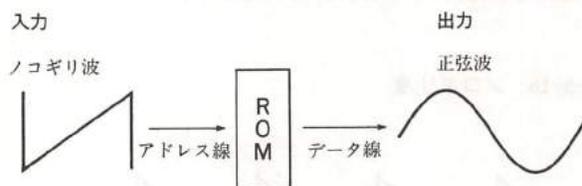
●波形の変換

変調データ入力とピッチデータ入力を合成した波形から、新しい波形への変換演算は、ROMをモデルにすると考えやすいので、以下、その前提で説明を進めます。

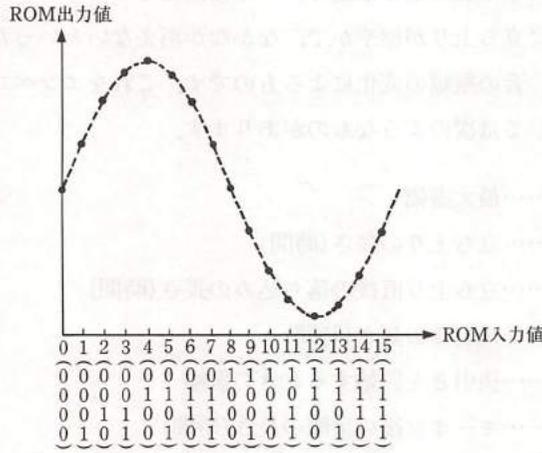
すなわち、ROMの各アドレスには変換後の正弦波の部分値が書き込んであるものとすれば、ROMに単純なノコギリ波を入力すると、きれいな正弦波が発生します(図 I-5-18、図 I-5-19)。

実際には、純粋なノコギリ波が入力されるとは限らず、一般に変調データ入力(他のスロットの変調出力)とピッチデータ入力(ノコギリ波)が合成され(図 I-5-20)、合成された波形がROMのアドレス線に送られ、新しい波形を生成します(図 I-5-21)。このような方法で生成される波形は、たくさんの高調波(倍音)を含み、自然の音に近いものとなります。

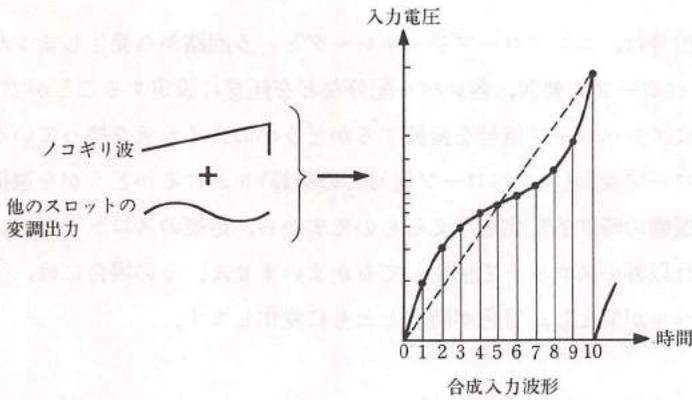
▼図 I-5-18 ROMによるノコギリ波から正弦波への変換モデル



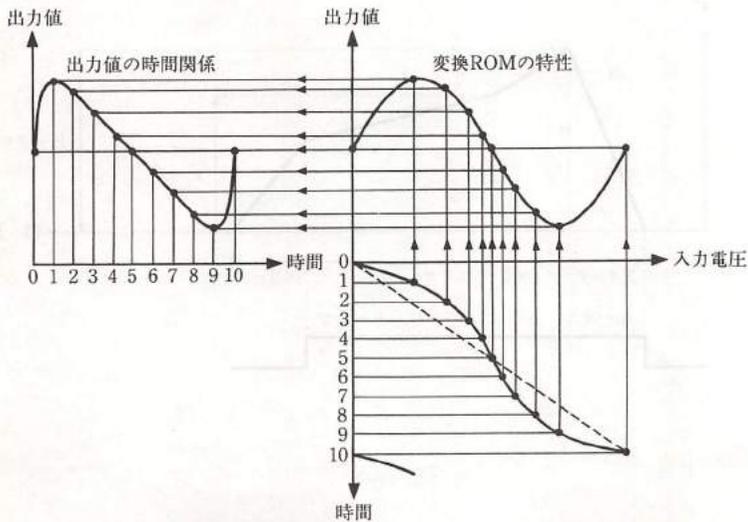
▼図 I-5-19 ROM の入力値と出力値の関係の例



▼図 I-5-20 ノコギリ波と他のスロットの変調出力の合成



▼図 I-5-21 ROM による波形の変換



●エンベロープ信号の入力

楽音には、ドラムのように立ち上がりが鋭く、すぐに消えてしまうような音と、バイオリンを弓で引いたときのように立ち上がりが穏やかで、なかなか消えないといった場合があります。このような楽音の違いは、音の振幅の変化によるものです。これをエンベロープといい、エンベロープを決める要素としては次のようなものがあります。

- トータルレベル……………最大振幅
- アタック……………立ち上りの長さ(時間)
- ディケイ……………立ち上り直後の落ち込みの長さ(時間)
- サスティン……………後引きの長さ(時間)
- サスティンレベル……………後引きを開始するときの振幅
- リリース……………キーオフ後の余韻の長さ(時間)

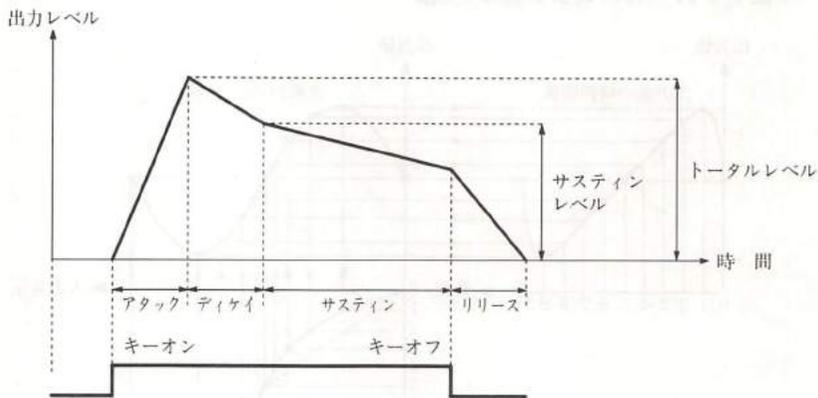
FM音源において、このようなエンベロープの効果をもたらすのが、エンベロープ入力信号です。

エンベロープ入力信号は、エンベロープジェネレータという回路から発生しますが、その際、図I-5-22に示すエンベロープの要素、各レベル配分などを任意に設定することができます。

スロットは、個別にエンベロープ信号を接続するかどうかのスイッチを持っているので、スロットごとにエンベロープ変調(エンベロープ信号との乗算)をかけるかどうかを選択できます。

エンベロープは、振幅の時間的変化を与えるものですから、最後のスロットだけに与えるのが一般的ですが、それ以外のスロットで使用してもかまいません。その場合には、後続のスロットの入力信号のレベルが変化し、音色が時間とともに変化します。

▼図I-5-22 FM音源のエンベロープ



### 5.4.3 スロットの接続

前述のように、1つのチャンネルは4つのスロットによって構成されており、接続の仕方によって音色が変わります。ここでは、接続方法について説明します。

#### ●スロット接続のアルゴリズム

スロットの接続方法は、表 I-5-18 に示す 8 とおりの組み合わせの中から選択することができます。これをアルゴリズムといいます。

スロットが直列に接続されている度が高いものほど複雑な波形が生成され高調波を多く含んでいるため明るい感じの音になります。

また、スロットが並列に接続されている度が高いものは、三重、四重に音が並列に合成されるので、重厚な味わいのある音となります。例えば、オルガンなどの感じを出す場合とか、複数の楽器を演奏しているような感じを出す場合に有効です。

パターン 4 は、中間的なもので、2 系統の単純な合成で結果が予測しやすいため、音作りが比較的容易に行えます。

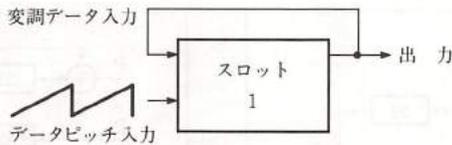
#### ●セルフフィードバック

各チャンネルのスロット 1 については、自己の出力が変調データ入力に接続されています(図 I-5-23)。これが、セルフフィードバックです。

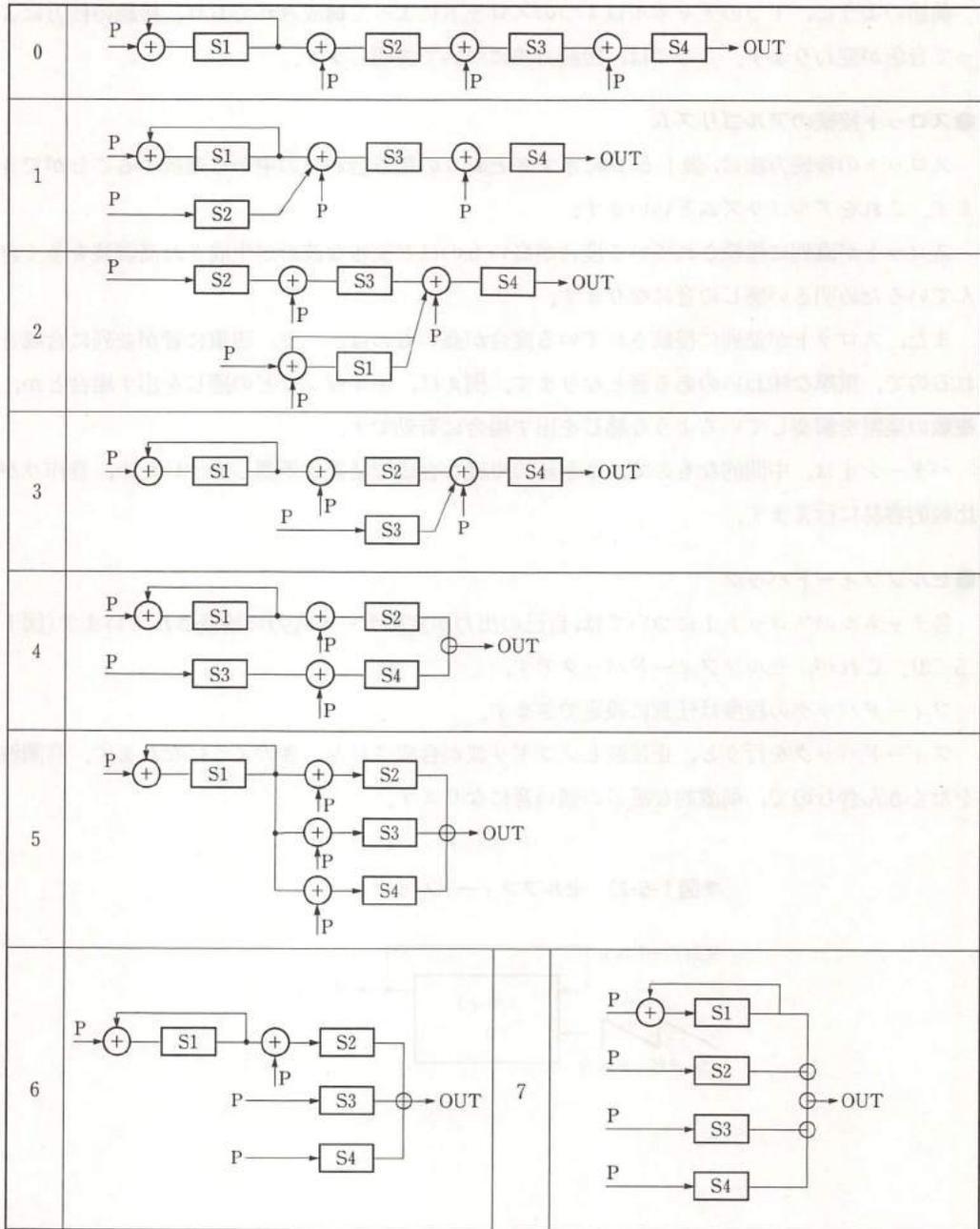
フィードバックの程度は任意に設定できます。

フィードバックを行うと、正弦波とノコギリ波が合成されたときのようにになります。高調波をたくさん含むので、刺激的な感じの強い音になります。

▼図 I-5-23 セルフフィードバック



▼表 I-5-18 スロットのアルゴリズム



Pはピッチデータ入力，Sはスロットを表す。

#### 5.4.4 音のゆらぎについて

音のゆらぎは、音程、音の強弱などを故意にずらすことによって生まれます。FM TOWNSのFM音源では、音程のゆらぎは、LFO(超低周波数発振器)を使って、ハードウェアレベルで、作り出すことができます。

音程のゆらぎを作るには、ディチューンとマルチプルによって周波数を変化させる方法がありますが、FM TOWNSでは、ディチューンとマルチプルを使う必要はなく、これらを使うとすれば、固定ずれ(故意に調子はずれ)を発生させるときなどが考えられます。

なお、従来のFMシリーズの8ビット機に使われてきたFM音源(YM2203)では、LFOがないため、ディチューンとマルチプルをソフトウェアレベルでコントロールしていました。

#### 5.4.5 チャンネル3の特別な設定

チャンネル3は、各スロットごとに周波数(ピッチデータ入力の周波数)を設定できます。詳しくは、FM音源全体の制御に関わる内部レジスタの項を参照してください。

#### 5.4.6 FM音源の内部レジスタ

FM TOWNSが採用しているFM音源(YM2612)には2組の内部レジスタがあります。

1組をチャンネル1～3、もう1組をチャンネル4～6の制御に使用します。

チャンネル1～3の制御用のレジスタのビット構成を表I-5-19に示します。チャンネル4～6までの制御を行うレジスタのビット構成も、内部アドレスの30H～66Hまでは同じです。

21H～2CHは、FM音源全体に関わる制御を、30Hから9EHは、スロット単位の制御を行います。

30H～9EHは、複数あるチャンネルとスロットのそれぞれに対する制御を行いますが、内部アドレスとチャンネル、スロットの対応関係は表I-5-20のようになっています。途中に欠番があり、スロット番号の順が1, 3, 2, 4となっていることに注意してください。

▼表 I-5-19 FM音源の内部レジスタ

| 内部<br>アドレス | ビット構成   |              |    |              |    |             |    |                              | 説明               | 備考   |
|------------|---------|--------------|----|--------------|----|-------------|----|------------------------------|------------------|------|
|            | b7      | b6           | b5 | b4           | b3 | b2          | b1 | b0                           |                  |      |
| 21H        | TEST    |              |    |              |    |             |    |                              | LSIのTEST DATA    | 音源全体 |
| 22H        | LFO     |              |    |              |    |             |    |                              | LFOのFREQ CONTROL |      |
| 24H        | TIMER-A |              |    |              |    |             |    |                              | TIMER-Aの上位8ビット   |      |
| 25H        | TIMER-A |              |    |              |    |             |    |                              | TIMER-Aの下位2ビット   |      |
| 26H        | TIMER-B |              |    |              |    |             |    |                              | TIMER-Bのデータ      |      |
| 27H        | MODE    | RESET<br>B A |    | ENABL<br>B A |    | LOAD<br>B A |    | TIMER-A/BのControlおよび3CHのMODE |                  |      |
| 28H        | SLOT    |              |    |              | CH |             |    |                              | KEY ON/OFF       |      |

| 内部<br>アドレス        | ビット構成          |    |     |                   |         |                                                      |    |                                                   | 説明                                                    | 備考                  |             |
|-------------------|----------------|----|-----|-------------------|---------|------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------|-------------|
|                   | b7             | b6 | b5  | b4                | b3      | b2                                                   | b1 | b0                                                |                                                       |                     |             |
| 2AH               |                |    |     |                   |         |                                                      |    |                                                   | 予約済                                                   | 音源全体                |             |
| 2BH               |                |    |     |                   |         |                                                      |    |                                                   |                                                       |                     |             |
| 2CH               | TEST           |    |     |                   |         |                                                      |    |                                                   | LSIのTEST DATA                                         |                     |             |
| 30H<br>┆<br>3EH   | DT             |    |     | MULTI             |         |                                                      |    |                                                   | Detune/Multiple<br>(33, 37, 3Bのアドレスは<br>欠番)           | スロット<br>単位          |             |
| 40H<br>┆<br>4EH   | TL             |    |     |                   |         |                                                      |    | Total Level<br>(43, 47, 4Bのアドレスは<br>欠番)           |                                                       |                     |             |
| 50H<br>┆<br>5EH   | KS             |    | AR  |                   |         |                                                      |    | Key Scale/Attack Rate<br>(53, 57, 5Bのアドレスは<br>欠番) |                                                       |                     |             |
| 60H<br>┆<br>6EH   | AM             |    | DR  |                   |         |                                                      |    | AMON/Decay Rate<br>(63, 67, 6Bのアドレスは<br>欠番)       |                                                       |                     |             |
| 70H<br>┆<br>7EH   | SR             |    |     |                   |         | Sustain Rate<br>(73, 77, 7Bのアドレスは<br>欠番)             |    |                                                   |                                                       |                     |             |
| 80H<br>┆<br>8EH   | SL             |    |     |                   | RR      |                                                      |    |                                                   | Sustain Level/Release<br>Rate(83, 87, 8Bのアドレ<br>スは欠番) |                     |             |
| 90H<br>┆<br>9EH   | SSG-EG         |    |     |                   |         | SSG-Type Envelope<br>Control(93, 97, 9Bのアドレ<br>スは欠番) |    |                                                   |                                                       |                     |             |
| A0H<br>A1H<br>A2H | F-Num. 1       |    |     |                   |         |                                                      |    |                                                   | F-Number/BLOCK                                        |                     | チャンネル<br>単位 |
| A4H<br>A5H<br>A6H | BLOCK          |    |     | F-Num. 2          |         |                                                      |    |                                                   |                                                       |                     |             |
| A8H<br>A9H<br>AAH | 3CH * F-Num. 1 |    |     |                   |         |                                                      |    |                                                   | 3CH-3Slot<br>F-Number/BLOCK                           | チャンネル<br>3の特別<br>仕様 |             |
| ACH<br>ADH<br>AEH | 3CH *<br>BLOCK |    |     | 3CH *<br>F-Num. 2 |         |                                                      |    |                                                   |                                                       |                     |             |
| B0H<br>B1H<br>B2H | FB             |    |     |                   | CONNECT |                                                      |    |                                                   | Self-Feedback/<br>Connection                          | チャンネル<br>単位         |             |
| B4H<br>B5H<br>B6H | L              | R  | AMS |                   | PMS     |                                                      |    | 出力/ゆらぎ設定                                          |                                                       |                     |             |

▼表 I-5-20 内部アドレス30H~9EHのチャンネル、スロットの対応関係

| 内部アドレス            | チャンネル                   | スロット |
|-------------------|-------------------------|------|
| ×0H<br>×1H<br>×2H | 1 (4)<br>2 (5)<br>3 (6) | 1    |
| ×4H<br>×5H<br>×6H | 1 (4)<br>2 (5)<br>3 (6) | 3    |
| ×8H<br>×9H<br>×AH | 1 (4)<br>2 (5)<br>3 (6) | 2    |
| ×CH<br>×DH<br>×EH | 1 (4)<br>2 (5)<br>3 (6) | 4    |

×3H, ×7H, ×BHは欠番(×は3~9)の任意の数.

### ● FM音源レジスタのアクセスのためのI/O

内部レジスタへの書き込みには、表 I-5-21に示す4つのレジスタを使用します。

FM音源レジスタへの読み書きは、FM音源アドレスレジスタに内部アドレスの番号を指定し、続けて、FM音源データレジスタにデータを書き込む(あるいは読み出す)ようにします。

なお、FM音源の内部レジスタには、チャンネル1~3までとチャンネル4~6までの2系統があるので、FM音源アドレスレジスタとFM音源データレジスタも2系統用意されています。

FM音源ステータスレジスタは、レジスタに書き込みできない状態を示すBUSY(1のとき禁止)とタイマのフラグから成っています。タイマA、Bのフラグはそれぞれカウントオーバーを参照するためのものです。

▼表 I-5-21 FM音源制御のためのレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名          | R/W | 7                   | 6   | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0         |           |
|---------|----------------|-----|---------------------|-----|----|----|----|----|----|-----------|-----------|
| 04D8H   | FM音源ステータスレジスタ  | R   | BUSY                | 不 定 |    |    |    |    |    | FLAG<br>B | FLAG<br>A |
|         | FM音源アドレスレジスタ 0 | W   | タイマ、チャンネル1~3 アドレス   |     |    |    |    |    |    |           |           |
| 04DAH   | FM音源データレジスタ 0  | W   | A7                  | A6  | A5 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0        |           |
|         |                |     | タイマ、チャンネル1~3 ライトデータ |     |    |    |    |    |    |           |           |
| 04DCH   | FM音源アドレスレジスタ 1 | W   | チャンネル4~6 アドレス       |     |    |    |    |    |    |           |           |
|         |                |     | A7                  | A6  | A5 | A4 | A3 | A2 | A1 | A0        |           |
| 04DEH   | FM音源データレジスタ 1  | W   | チャンネル4~6 ライトデータ     |     |    |    |    |    |    |           |           |
|         |                |     | D7                  | D6  | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0        |           |

### 5.4.7 FM 音源全体の制御にかかわる内部レジスタ

ここでは、内部レジスタのうち、番号(アドレス)21H~2CH のものについて説明します。

21H, 2CH はメーカーがテストするためのもので、ユーザーがプログラムを作成する場合には、全ビット 0 にしておきます。

#### ● LFO の設定

LFO は音程(または強弱)のゆらぎを作ります。ビット構成を表 I-5-22 に示します。LFO を使用する場合には、LFO ビットを 0 にし、周波数を FREQ-CTRL に設定します。

指定した周波数の値が大きいほど、単位時間当たりのゆらぎの回数が多くなります。

▼表 I-5-22 LFO設定のレジスタ

| 内部アドレス | 7 | 6 | 5 | 4 | 3   | 2         | 1 | 0 |
|--------|---|---|---|---|-----|-----------|---|---|
| 22H    | / |   |   |   | LFO | FREQ-CTRL |   |   |

LFO(bit3) : 1 のとき、LFO ON。  
 FREQ-CTRL : 周波数を下記のように設定する。  
 (bit2-0)

| FREQ-CTRL | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| freq(Hz)  | 3.98 | 5.56 | 6.02 | 6.37 | 6.88 | 9.63 | 48.1 | 72.2 |

#### ● タイマの設定

タイマ(Timer)は、キーオンからキーオフまで時間をカウントする目的で使われます。これにより、フルカウントでタイマは割り込みを起動するので、CPU に音の長さをカウントさせる必要がなくなり、他の仕事ができるようになります。

すなわち、キーオンのときタイマをセットし、キーオフの時間で割り込みがかかるようにします。そして CPU からキーオフを行うことで音長が制御できます。

複数の楽器の音を同時に発音するとき、音長が異なると 1 個のタイマでは制御が面倒ですが、FM 音源ではタイマが 2 個あるので、この問題が解決されています。タイマ A は短時間用、B が長時間用になっているので、タイマ B が空いているとき、マウスの読み取り用に使われることもあります。

タイマの設定には、レジスタ番号 24H~26H のレジスタ(表 I-5-23)を使用します。

タイマは A が 10 ビット、B が 8 ビットのプリセッタブル型(時間を事前にセットするタイプ)です。A の 10 ビットは 24H (上位 8 ビット)、25H (下位 2 ビット) のレジスタを連結して初期値 (NA) を構成します。B については 26H のレジスタ値が直接初期値 (NB) となります。

タイマは初期値に一定の間隔で 1 を加算し、最上位から桁上がりが発生した段階で指定があ

れば、FM音源ステータスレジスタにフラグを立て(1にする)ます。このとき割り込みが発生します。

時間はそれぞれ、

$$TA = \frac{12 \times (1024 - NA)}{\text{内部クロック周波数 [KHz]}} \quad [\text{ms}]$$

$$TB = \frac{192 \times (256 - NB)}{\text{内部クロック周波数 [KHz]}} \quad [\text{ms}]$$

で計算できます。内部クロック周波数は600KHzです。

タイマの制御は、レジスタ番号27Hのレジスタ(表 I-5-24)で行います。

▼表 I-5-23 タイマの設定を行うレジスタ

|        |         |   |   |   |   |         |   |   |
|--------|---------|---|---|---|---|---------|---|---|
| 内部アドレス | 7       | 6 | 5 | 4 | 3 | 2       | 1 | 0 |
| 24H    | TIMER-A |   |   |   |   |         |   |   |
| 25H    |         |   |   |   |   | TIMER-A |   |   |
| 26H    |         |   |   |   |   | TIMER-B |   |   |

▼表 I-5-24 タイマの動作設定などのレジスタ

|        |      |   |      |   |       |   |     |   |
|--------|------|---|------|---|-------|---|-----|---|
| 内部アドレス | 7    | 6 | 5    | 4 | 3     | 2 | 1   | 0 |
| 27H    | MODE |   | リセット |   | フラグ許可 |   | ロード |   |
|        |      |   | B    | A | B     | A | B   | A |

MODE (bit7-6) : チャネル3のモードを設定する。

| MODE | モード  | 意味                                                                                                       |
|------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 0  | 通常   | チャネル3は通常の発音モードになる。発生周波数はA2H, A6Hで設定する。                                                                   |
| 1 0  | 効果音  | チャネル3は効果音モードになる。発生周波数は各スロットごとに設定できる。1スロットはA9H, ADH, 2スロットはAAH, AEH, 3スロットはA8H, ACH, 4スロットはA2H, A6Hで設定する。 |
| 0 1  | 音声合成 | 発生周波数の設定は効果音のモードの場合と同様だが、チャネル3のキーのオンオフはタイマAでコントロールされ、タイマAのロードでキーオンとなり、カウント終了で、キーオフとなる。                   |

- リセット (bit5-4) : 1=フラグをリセットする
- フラグ許可 (bit3-2) : 1=カウントオーバーのときフラグを1にする
- ロード (bit1-0) : 1=タイマに設定値をロードしてカウントを始める

NA, NBの初期値は、ロードビットの指定を1にすることによって、それぞれカウンタA、カウンタBに与えられ、カウントが開始されます。

フラグ許可ビットが1になっていると、カウンタ最上位の桁上がり発生時に、FM音源ステータスレジスタの該当側(AまたはB)に1がセットされます。フラグをクリアするには、リセットビットを1にすればよいのですが、この動作はフラグに対する応答の意味があるので、直後にリセットビットそのものはただちに消されます。

●モードの指定

モード(MODE)はチャンネル3を特別な状態で使用するとき指定します。モードの指定にはレジスタ番号27Hのレジスタのビット7, 6を使用します。

●キーのオンオフ制御

キーのオンオフ制御は各チャンネルごとに設定することができます。内部レジスタ28H(表I-5-25)を使用します。キーのオンオフとは、楽音のオンオフを意味します。キーがオフになっても、リリース期間中は音が残ることに注意してください。

下位3ビットで、1~6のチャンネルを、上位3ビットで1~4のスロットを選択します。例えば、4チャンネルの1, 3スロットをキーオンにしたい場合には、0101×100に設定します。ビット3は0でも1でもかまいません。

なお、2AH, 2BHのレジスタは、システムで予約済になっており、ユーザーは使用することはできません。

▼表 I-5-25 キーのオンオフ制御を行うレジスタ

|        |      |   |   |   |   |    |   |   |
|--------|------|---|---|---|---|----|---|---|
| 内部アドレス | 7    | 6 | 5 | 4 | 3 | 2  | 1 | 0 |
| 28H    | SLOT |   |   |   | / | CH |   |   |
|        | 4    | 3 | 2 | 1 |   |    |   |   |

キーのオンオフに関して、スロットとチャンネルの選択を行う。

- SLOT(bit7-4) : 該当のビットを1にするとそのスロットがONになる。
- CH(bit2-0) : チャンネルを選択する。

| CH    | チャンネル番号 |
|-------|---------|
| 0 0 0 | 1       |
| 0 0 1 | 2       |
| 0 1 0 | 3       |
| 1 0 0 | 4       |
| 1 0 1 | 5       |
| 1 1 0 | 6       |

## 5.4.8 スロット単位に設定する内部レジスタ

ここでは、内部レジスタのうち、スロット単位に設定を行う、レジスタ番号30H~9EHのものについて説明します。

### ●ディチューン、マルチプルの設定

スロットに入力されるピッチデータ入力(ノコギリ波)の周波数を変化させ、故意に音程のずれを生じさせることができます。

ディチューン(DETUNE)は、各スロットの周波数をわずかにずらします。マルチプル(MULTIPLE)は、ディチューンの値を整数比倍して音をずらします。

この設定は、内部レジスタ30Hから3EH(33H, 37H, 3BHは除く)で行います。

ディチューンとマルチプルのビット構成は表 I-5-26 のようになっています。

ディチューンの最上位ビット(b6)は符号を表し、0ならば正(加算)、1ならば負(減算)として扱われます。ディチューンの値と音階のずれとの対応は、表 I-5-27 のとおりで、音階ブロックや音階により変化します。

▼表 I-5-26 ディチューンとマルチプルの設定を行うレジスタ

| 内部アドレス  | 7 | 6      | 5 | 4 | 3        | 2 | 1 | 0 |
|---------|---|--------|---|---|----------|---|---|---|
| 30H~3EH | / | DETUNE |   |   | MULTIPLE |   |   |   |

33H, 37H, 3BHは除く。DETUNEはビット6が符号、ビット5, 4が絶対値(0~3)を表す。

DETUNE (bit6-4) : 音ずれを設定する。設定値と音ずれの関係は表 I-5-25を参照。

MULTIPLE (bit3-0) : 音ずれの倍率を設定する。

| MULTIPLE | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A  | B  | C  | D  | E  | F  |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| 倍 率      | ½ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |

▼表 I-5-27 DETUNE値と音階のずれの対応

| BLOCK | NOTE | セント            |       |       |       | 周波数            |       |       |       |
|-------|------|----------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|
|       |      | DETUNE(下位2ビット) |       |       |       | DETUNE(下位2ビット) |       |       |       |
|       |      | 0              | 1     | 2     | 3     | 0              | 1     | 2     | 3     |
| 0     | 0    | 0.000          | 0.000 | 4.491 | 8.970 | 0.000          | 0.000 | 0.048 | 0.095 |
| 0     | 1    | 0.000          | 0.000 | 3.784 | 7.580 | 0.000          | 0.000 | 0.048 | 0.095 |
| 0     | 2    | 0.000          | 0.000 | 3.479 | 6.353 | 0.000          | 0.000 | 0.048 | 0.095 |
| 0     | 3    | 0.000          | 0.000 | 2.674 | 5.343 | 0.000          | 0.000 | 0.048 | 0.095 |
| 1     | 0    | 0.000          | 2.247 | 4.491 | 4.491 | 0.000          | 0.048 | 0.095 | 0.095 |
| 1     | 1    | 0.000          | 1.891 | 3.780 | 5.667 | 0.000          | 0.048 | 0.095 | 0.143 |
| 1     | 2    | 0.000          | 1.590 | 3.179 | 4.767 | 0.000          | 0.048 | 0.095 | 0.143 |
| 1     | 3    | 0.000          | 1.337 | 2.874 | 4.009 | 0.000          | 0.048 | 0.095 | 0.143 |
| 2     | 0    | 0.000          | 1.124 | 2.247 | 4.491 | 0.000          | 0.048 | 0.095 | 0.191 |
| 2     | 1    | 0.000          | 0.346 | 2.836 | 3.780 | 0.000          | 0.048 | 0.143 | 0.191 |
| 2     | 2    | 0.000          | 0.795 | 2.395 | 3.179 | 0.000          | 0.048 | 0.143 | 0.191 |
| 2     | 3    | 0.000          | 0.663 | 2.006 | 3.342 | 0.000          | 0.048 | 0.143 | 0.238 |
| 3     | 0    | 0.000          | 1.124 | 2.247 | 2.808 | 0.000          | 0.095 | 0.191 | 0.238 |
| 3     | 1    | 0.000          | 0.346 | 1.891 | 2.836 | 0.000          | 0.095 | 0.191 | 0.286 |
| 3     | 2    | 0.000          | 0.795 | 1.590 | 2.385 | 0.000          | 0.095 | 0.191 | 0.288 |
| 3     | 3    | 0.000          | 0.668 | 1.672 | 2.340 | 0.000          | 0.095 | 0.238 | 0.334 |
| 4     | 0    | 0.000          | 0.562 | 1.405 | 2.247 | 0.000          | 0.085 | 0.238 | 0.381 |
| 4     | 1    | 0.000          | 0.709 | 1.418 | 1.891 | 0.000          | 0.143 | 0.286 | 0.381 |
| 4     | 2    | 0.000          | 0.597 | 1.193 | 1.769 | 0.000          | 0.143 | 0.298 | 0.429 |
| 4     | 3    | 0.000          | 0.502 | 1.170 | 1.672 | 0.000          | 0.143 | 0.334 | 0.477 |
| 5     | 0    | 0.000          | 0.562 | 1.124 | 1.545 | 0.000          | 0.191 | 0.381 | 0.525 |
| 5     | 1    | 0.000          | 0.473 | 0.946 | 1.418 | 0.000          | 0.191 | 0.381 | 0.572 |
| 5     | 2    | 0.000          | 0.398 | 0.895 | 1.232 | 0.000          | 0.191 | 0.429 | 0.620 |
| 5     | 3    | 0.000          | 0.418 | 0.836 | 1.170 | 0.000          | 0.238 | 0.477 | 0.668 |
| 6     | 0    | 0.000          | 0.351 | 0.773 | 1.124 | 0.000          | 0.238 | 0.525 | 0.763 |
| 6     | 1    | 0.000          | 0.555 | 0.709 | 1.005 | 0.000          | 0.286 | 0.672 | 0.811 |
| 6     | 2    | 0.000          | 0.298 | 0.646 | 0.945 | 0.000          | 0.286 | 0.520 | 0.906 |
| 6     | 3    | 0.000          | 0.283 | 0.585 | 0.835 | 0.000          | 0.334 | 0.668 | 0.354 |
| 7     | 0    | 0.000          | 0.281 | 0.562 | 0.773 | 0.000          | 0.391 | 0.763 | 1.049 |
| 7     | 1    | 0.000          | 0.236 | 0.473 | 0.650 | 0.000          | 0.391 | 0.763 | 1.049 |
| 7     | 2    | 0.000          | 0.199 | 0.399 | 0.547 | 0.000          | 0.391 | 0.763 | 1.049 |
| 7     | 3    | 0.000          | 0.167 | 0.334 | 0.480 | 0.000          | 0.381 | 0.763 | 1.049 |

NOTE =  $N4 \times 2 + N3$ 

ここで、

$$N4 = F11$$

$$N3 = F11 \cdot (F10 + F9 + F8) + F11 \cdot F10 \cdot F9 \cdot F8$$

F8~F11はF-numberのビット番号を示す。

●トータルレベルの設定(スロットの音量レベルの設定)

トータルレベル(Total Level)は、音が立ち上がってピークに達したときのレベルです。表 I-5-28はトータルレベルのビット構成です。各ビットがそれぞれ減衰量を表します。

例えば、ビット3と4が1のときは、

$$12 + 6 = 18 \text{ [dB]}$$

となります。この値が大きいほど音量が小さくなります。

トータルレベルの変更は、通常は楽音がキーオフになり、音が消えてから行う必要があります。そうしないと図 I-5-24のように不自然なエンベロープ変化となります。ただし、音声合成モードの場合は次のキーオンから有効になるので、このような心配はありません。

▼表 I-5-28 トータルレベルの設定を行うレジスタ

|         |             |   |   |   |   |   |   |   |
|---------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| レジスタ番号  | 7           | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 40H~4EH | TOTAL LEVEL |   |   |   |   |   |   |   |

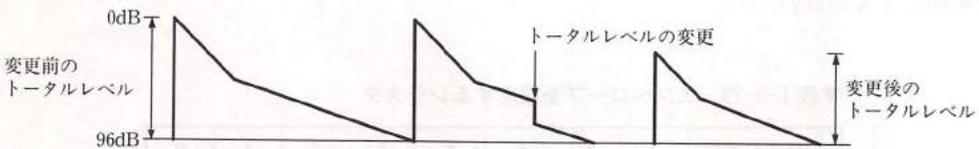
43H, 47H, 4BHは除く。

TOTAL LEVEL (bit6-0) : 減衰量を指定する。

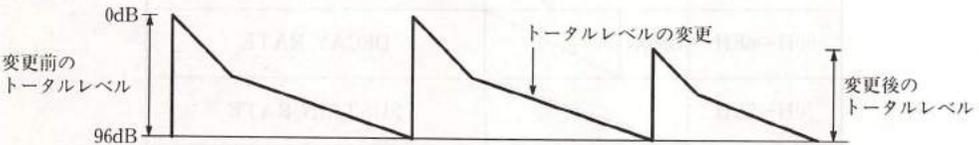
|          |    |    |    |   |   |     |      |
|----------|----|----|----|---|---|-----|------|
| ビット      | 6  | 5  | 4  | 3 | 2 | 1   | 0    |
| 減衰量 (dB) | 48 | 24 | 12 | 6 | 3 | 1.5 | 0.75 |

▼図 I-5-24 トータルレベル変更のタイミング

通常のエンベロープ



音声合成モードのエンベロープ



## ●エンベロープの設定(スロットの音量変化の設定)

エンベロープを設定するパラメータのビット構成は、表 I-5-29 のようになります。

キースケール(KS)は音程によって、エンベロープの変化に差を付けるためのもので、エンベロープの各要素のレートを、音程によって変化させます。一般に高い音ほど変化が速いため、このような操作を行います。変換後のレートと原レートの関係は次のとおりです。

$$\text{変換後レート} = \text{原レート} \times 2 + \text{表 I-5-30 の参照値}$$

表 I-5-30 のキーコードは、表 I-5-27 の NOTE の値に BLOCK 値を 4 倍した値を加えたもので、音程を反映した値です。なお、例外的に原レートが 0 のときは変換後レートも 0 になります。

アタックレート(Attack Rate)は立ち上り、ディケイレート(Decay Rate)は立ち上り直後の落ち込み、サスティンレート(Sustain Rate)は後引き、リリースレート(Release Rate)は余韻の時間を規定します。

これらの設定値と時間の関係は表 I-5-31 のとおりです。

この表中、0db-96db と 10%-90% というのは、いずれも変化に要する時間とレート値の関係を表したものです。

サスティンレベル(Sustain Level)はディケイによって最終的に落ち込むレベルをトータルレベルとの相対値で表します。各ビットがそれぞれ表 I-5-32 の減衰量を表します。表 I-5-31 を参考に設定値を決めます。

リリースレート(Release Rate)は 4 ビットの指定値を 2 倍して、さらに 1 を加えた値をレート値として表 I-5-31 を参照して設定値を決めます。

レジスタ番号 6BH~6EH の 7 ビット目は、振幅変調をかけるかどうかの設定で、スロット単位に ON/OFF するものです。1 で ON、0 で OFF となります。周波数変調、振幅変調の設定を参照してください。

▼表 I-5-29 エンベロープを設定するレジスタ

| レジスタ番号  | 7             | 6 | 5 | 4            | 3            | 2 | 1 | 0 |
|---------|---------------|---|---|--------------|--------------|---|---|---|
| 50H~5EH | KS            |   | / | ATTACK RATE  |              |   |   |   |
| 60H~6EH | AMON          | / |   | DECAY RATE   |              |   |   |   |
| 70H~7EH | /             |   |   | SUSTAIN RATE |              |   |   |   |
| 80H~8EH | SUSTAIN LEVEL |   |   |              | RELEASE RATE |   |   |   |

×3H, ×7H, ×BHは除く。

▼表 I-5-30 KSの値とレート変換時の加算値

| KS値 | キーコード |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |
|-----|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
|     | 0     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 0   | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 1   | 0     | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  |
| 2   | 0     | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5  | 5  | 6  | 6  | 7  | 7  |
| 3   | 0     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |

| KS値 | キーコード |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|     | 16    | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| 0   | 2     | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
| 1   | 4     | 4  | 4  | 4  | 5  | 5  | 5  | 5  | 6  | 6  | 6  | 6  | 7  | 7  | 7  | 7  |
| 2   | 8     | 8  | 9  | 9  | 10 | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 |
| 3   | 16    | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |

キーコード = BLOCK × 4 + NOTE

▼表 I-5-31 各レート値と時間の関係

| アタックタイム |                    | サスティン/ディケイ/リリースタイム |                    | アタックタイム |                   | サスティン/ディケイ/リリースタイム |                   |
|---------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|-------------------|--------------------|-------------------|
| レート     | mSEC<br>(0dB-96dB) | レート                | mSEC<br>(0dB-96dB) | レート     | mSEC<br>(10%-90%) | レート                | mSEC<br>(10%-90%) |
| 15      | 3                  | 15                 | 3                  | 15      | 3                 | 15                 | 3                 |
| 15      | 2                  | 15                 | 2                  | 15      | 2                 | 15                 | 2                 |
| 15      | 1                  | 15                 | 1                  | 15      | 1                 | 15                 | 1                 |
| 15      | 0                  | 15                 | 0                  | 15      | 0                 | 15                 | 0                 |
| 14      | 3                  | 14                 | 3                  | 14      | 3                 | 14                 | 3                 |
| 14      | 2                  | 14                 | 2                  | 14      | 2                 | 14                 | 2                 |
| 14      | 1                  | 14                 | 1                  | 14      | 1                 | 14                 | 1                 |
| 14      | 0                  | 14                 | 0                  | 14      | 0                 | 14                 | 0                 |
| 13      | 3                  | 13                 | 3                  | 13      | 3                 | 13                 | 3                 |
| 13      | 2                  | 13                 | 2                  | 13      | 2                 | 13                 | 2                 |
| 13      | 1                  | 13                 | 1                  | 13      | 1                 | 13                 | 1                 |
| 13      | 0                  | 13                 | 0                  | 13      | 0                 | 13                 | 0                 |
| 12      | 3                  | 12                 | 3                  | 12      | 3                 | 12                 | 3                 |
| 12      | 2                  | 12                 | 2                  | 12      | 2                 | 12                 | 2                 |
| 12      | 1                  | 12                 | 1                  | 12      | 1                 | 12                 | 1                 |
| 12      | 0                  | 12                 | 0                  | 12      | 0                 | 12                 | 0                 |
| 11      | 3                  | 11                 | 3                  | 11      | 3                 | 11                 | 3                 |
| 11      | 2                  | 11                 | 2                  | 11      | 2                 | 11                 | 2                 |
| 11      | 1                  | 11                 | 1                  | 11      | 1                 | 11                 | 1                 |
| 11      | 0                  | 11                 | 0                  | 11      | 0                 | 11                 | 0                 |
| 10      | 3                  | 10                 | 3                  | 10      | 3                 | 10                 | 3                 |
| 10      | 2                  | 10                 | 2                  | 10      | 2                 | 10                 | 2                 |
| 10      | 1                  | 10                 | 1                  | 10      | 1                 | 10                 | 1                 |
| 10      | 0                  | 10                 | 0                  | 10      | 0                 | 10                 | 0                 |
| 9       | 3                  | 9                  | 3                  | 9       | 3                 | 9                  | 3                 |
| 9       | 2                  | 9                  | 2                  | 9       | 2                 | 9                  | 2                 |
| 9       | 1                  | 9                  | 1                  | 9       | 1                 | 9                  | 1                 |
| 9       | 0                  | 9                  | 0                  | 9       | 0                 | 9                  | 0                 |
| 8       | 3                  | 8                  | 3                  | 8       | 3                 | 8                  | 3                 |
| 8       | 2                  | 8                  | 2                  | 8       | 2                 | 8                  | 2                 |
| 8       | 1                  | 8                  | 1                  | 8       | 1                 | 8                  | 1                 |
| 8       | 0                  | 8                  | 0                  | 8       | 0                 | 8                  | 0                 |

| アタックタイム |                    | サスティン/ディケイ/リリースタイム |                    | アタックタイム |                   | サスティン/ディケイ/リリースタイム |                   |
|---------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|-------------------|--------------------|-------------------|
| レート     | mSEC<br>(0dB-96dB) | レート                | mSEC<br>(0dB-96dB) | レート     | mSEC<br>(10%-90%) | レート                | mSEC<br>(10%-90%) |
| 7       | 3                  | 7                  | 3                  | 7       | 3                 | 7                  | 3                 |
| 7       | 2                  | 7                  | 2                  | 7       | 2                 | 7                  | 2                 |
| 7       | 1                  | 7                  | 1                  | 7       | 1                 | 7                  | 1                 |
| 7       | 0                  | 7                  | 0                  | 7       | 0                 | 7                  | 0                 |
| 6       | 3                  | 6                  | 3                  | 6       | 3                 | 6                  | 3                 |
| 6       | 2                  | 6                  | 2                  | 6       | 2                 | 6                  | 2                 |
| 6       | 1                  | 6                  | 1                  | 6       | 1                 | 6                  | 1                 |
| 6       | 0                  | 6                  | 0                  | 6       | 0                 | 6                  | 0                 |
| 5       | 3                  | 5                  | 3                  | 5       | 3                 | 5                  | 3                 |
| 5       | 2                  | 5                  | 2                  | 5       | 2                 | 5                  | 2                 |
| 5       | 1                  | 5                  | 1                  | 5       | 1                 | 5                  | 1                 |
| 5       | 0                  | 5                  | 0                  | 5       | 0                 | 5                  | 0                 |
| 4       | 3                  | 4                  | 3                  | 4       | 3                 | 4                  | 3                 |
| 4       | 2                  | 4                  | 2                  | 4       | 2                 | 4                  | 2                 |
| 4       | 1                  | 4                  | 1                  | 4       | 1                 | 4                  | 1                 |
| 4       | 0                  | 4                  | 0                  | 4       | 0                 | 4                  | 0                 |
| 3       | 3                  | 3                  | 3                  | 3       | 3                 | 3                  | 3                 |
| 3       | 2                  | 3                  | 2                  | 3       | 2                 | 3                  | 2                 |
| 3       | 1                  | 3                  | 1                  | 3       | 1                 | 3                  | 1                 |
| 3       | 0                  | 3                  | 0                  | 3       | 0                 | 3                  | 0                 |
| 2       | 3                  | 2                  | 3                  | 2       | 3                 | 2                  | 3                 |
| 2       | 2                  | 2                  | 2                  | 2       | 2                 | 2                  | 2                 |
| 2       | 1                  | 2                  | 1                  | 2       | 1                 | 2                  | 1                 |
| 2       | 0                  | 2                  | 0                  | 2       | 0                 | 2                  | 0                 |
| 1       | 3                  | 1                  | 3                  | 1       | 3                 | 1                  | 3                 |
| 1       | 2                  | 1                  | 2                  | 1       | 2                 | 1                  | 2                 |
| 1       | 1                  | 1                  | 1                  | 1       | 1                 | 1                  | 1                 |
| 1       | 0                  | 1                  | 0                  | 1       | 0                 | 1                  | 0                 |

▼表 I-5-32 サスティンレートの各ビットと減衰量

| ビット     | 7  | 6  | 5 | 4 |
|---------|----|----|---|---|
| 減衰量(dB) | 24 | 12 | 6 | 3 |

ただし、ビット7～4がすべて1の場合は93dB

● SSG 型のエンベロープ生成

FM 音源は、SSG(旧タイプのサウンドジェネレータで単純な波形を出力する)型のエンベロープ制御を行うことができます。波形のコードは、表 I-5-33のとおりで、この値を内部レジスタの SSG-Type に値を設定します。

なお、このときのアタックレートは通常、1FH である必要がありますが、\*印の波形の場合、表 I-5-31に従って与えることができます。

SSG タイプの減衰時間は表 I-5-34に従います。

SSG タイプのアタックレート、ディケイレートは、それぞれ、内部アドレスの50H~5EH、60H~6EH に設定します。

SSG 型の波形はノコギリ波または三角波です。ディケイレートの考え方が、立ち上りと立ち下りとは図 I-5-25のように異なるので、注意してください。

▼表 I-5-33 SSG-TYPEのエンベロープを設定するレジスタ

|         |   |   |   |   |          |   |   |   |
|---------|---|---|---|---|----------|---|---|---|
| レジスタ番号  | 7 | 6 | 5 | 4 | 3        | 2 | 1 | 0 |
| 90H~9EH | / |   |   |   | SSG-TYPE |   |   |   |

93H, 97H, 9BHは除く。

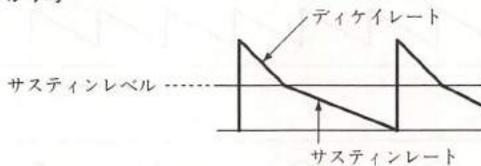
| SSG-TYPE  | エンベロープ波形 |
|-----------|----------|
| 1 0 0 0 * |          |
| 1 0 0 1 * |          |
| 1 0 1 0   |          |
| 1 0 1 1 * |          |
| 1 1 0 0   |          |
| 1 1 0 1   |          |
| 1 1 1 0   |          |
| 1 1 1 1   |          |

▼表 I-5-34 SSGタイプエンベロープ制御時の時間関係

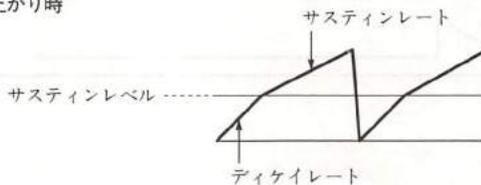
| ディケイタイム |   |                    |     |   | ディケイタイム            |     |   |                   |     |   |                   |
|---------|---|--------------------|-----|---|--------------------|-----|---|-------------------|-----|---|-------------------|
| レート     |   | mSEC<br>(0dB-95dB) | レート |   | mSEC<br>(0dB-95dB) | レート |   | mSEC<br>(10%-90%) | レート |   | mSEC<br>(10%-90%) |
| 15      | 3 | 0.96               | 7   | 3 | 140.43             | 15  | 3 | 0.38              | 7   | 3 | 55.44             |
| 15      | 2 | 0.96               | 7   | 2 | 163.84             | 15  | 2 | 0.38              | 7   | 2 | 65.04             |
| 15      | 1 | 0.96               | 7   | 1 | 196.61             | 15  | 1 | 0.38              | 7   | 1 | 77.52             |
| 15      | 0 | 0.96               | 7   | 0 | 245.76             | 15  | 0 | 0.38              | 7   | 0 | 97.68             |
| 14      | 3 | 1.10               | 6   | 3 | 280.97             | 14  | 3 | 0.42              | 6   | 3 | 110.88            |
| 14      | 2 | 1.28               | 6   | 2 | 327.68             | 14  | 2 | 0.50              | 6   | 2 | 130.08            |
| 14      | 1 | 1.54               | 6   | 1 | 393.22             | 14  | 1 | 0.58              | 6   | 1 | 155.04            |
| 14      | 0 | 1.92               | 6   | 0 | 491.52             | 14  | 0 | 0.76              | 6   | 0 | 195.38            |
| 13      | 3 | 2.19               | 5   | 3 | 561.74             | 13  | 3 | 0.85              | 5   | 3 | 221.76            |
| 13      | 2 | 2.56               | 5   | 2 | 655.36             | 13  | 2 | 1.02              | 5   | 2 | 260.16            |
| 13      | 1 | 3.07               | 5   | 1 | 786.43             | 13  | 1 | 1.21              | 5   | 1 | 310.08            |
| 13      | 0 | 3.84               | 5   | 0 | 983.04             | 13  | 0 | 1.52              | 5   | 0 | 390.72            |
| 12      | 3 | 4.39               | 4   | 3 | 1123.47            | 12  | 3 | 1.73              | 4   | 3 | 443.52            |
| 12      | 2 | 5.12               | 4   | 2 | 1310.72            | 12  | 2 | 2.03              | 4   | 2 | 520.32            |
| 12      | 1 | 6.14               | 4   | 1 | 1572.86            | 12  | 1 | 2.42              | 4   | 1 | 620.16            |
| 12      | 0 | 7.68               | 4   | 0 | 1966.08            | 12  | 0 | 3.05              | 4   | 0 | 781.44            |
| 11      | 3 | 8.78               | 3   | 3 | 2246.95            | 11  | 3 | 3.46              | 3   | 3 | 887.04            |
| 11      | 2 | 10.24              | 3   | 2 | 2621.44            | 11  | 2 | 3.07              | 3   | 2 | 1040.54           |
| 11      | 1 | 12.29              | 3   | 1 | 3145.73            | 11  | 1 | 4.85              | 3   | 1 | 1240.32           |
| 11      | 0 | 15.36              | 3   | 0 | 3932.16            | 11  | 0 | 6.11              | 3   | 0 | 1562.88           |
| 10      | 3 | 17.55              | 2   | 3 | 4493.90            | 10  | 3 | 6.93              | 2   | 3 | 1774.08           |
| 10      | 2 | 20.48              | 2   | 2 | 5242.98            | 10  | 2 | 8.13              | 2   | 2 | 2081.28           |
| 10      | 1 | 24.58              | 2   | 1 | 6291.46            | 10  | 1 | 9.69              | 2   | 1 | 2480.64           |
| 10      | 0 | 30.72              | 2   | 0 | 7864.32            | 10  | 0 | 12.21             | 2   | 0 | 3125.76           |
| 9       | 3 | 35.11              | 1   | 3 | 10485.76           | 9   | 3 | 13.86             | 1   | 3 | 4162.56           |
| 9       | 2 | 40.96              | 1   | 2 | 10485.76           | 9   | 2 | 16.26             | 1   | 2 | 4162.56           |
| 9       | 1 | 49.15              | 1   | 1 | 15728.64           | 9   | 1 | 19.38             | 1   | 1 | 6251.52           |
| 9       | 0 | 61.44              | 1   | 0 | 15728.64           | 9   | 0 | 24.42             | 1   | 0 | 6251.52           |
| 8       | 3 | 70.22              |     |   |                    | 8   | 3 | 27.72             |     |   |                   |
| 8       | 2 | 81.92              |     |   |                    | 8   | 2 | 32.52             |     |   |                   |
| 8       | 1 | 98.30              |     |   |                    | 8   | 1 | 38.76             |     |   |                   |
| 8       | 0 | 122.88             |     |   |                    | 8   | 0 | 48.84             |     |   |                   |

▼図 I-5-25 SSG 型波形のディケイレート

立ち下がり時



立ち上がり時



### 5.4.9 チャンネル単位に設定する内部レジスタ

ここでは、内部レジスタのうちチャンネル単位に設定を行うレジスタについて説明します。

#### ●音程の設定

FM音源の音程(ピッチデータ入力が発生周波数)は、各チャンネルごとに内部レジスタ A0H～A6H(A3Hは除く)で設定します(表 I-5-35)。

BLOCK はオクターブを表すもので、8オクターブのなかから選びます。BLOCK 値(3ビット: 1～7)は、8を除きオクターブ値(1～8)と同じ値を指定することになります。

F-Number は、オクターブ内での周波数のオフセットを表すもので、11ビットの周波数コードを設定します。

Aの音と BLOCK の関係は表 I-5-36、音階と F-Number の関係は表 I-5-37のようになります。

図 I-5-26に音程設定の例を示します。

なお、音程の設定時には、最初に BLOCK と F-Number の上位3ビット(F-Number2)を書き込み、続いて下位8ビット(F-Number1)を書き込みます。この順序を間違えると正しい設定ができなくなります。

音程の設定は、チャンネル4、5、6の場合も同様です。

チャンネル3が、効果音モードまたは、音声合成モードの場合には、表 I-5-38のようにスロットごとに、周波数を設定することができます。

▼表 I-5-35 F-Number/Blockを設定するレジスタ

| レジスタ番号  | 7          | 6 | 5     | 4 | 3 | 2          | 1 | 0 | チャンネル    |
|---------|------------|---|-------|---|---|------------|---|---|----------|
| A0H～A2H | F-Number 1 |   |       |   |   |            |   |   | 1～3(4～6) |
| A4H～A6H | /          |   | BLOCK |   |   | F-Number 2 |   |   | 1～3(4～6) |

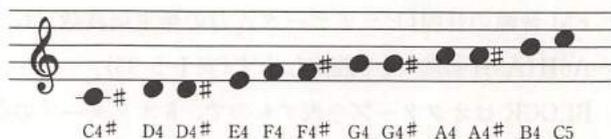
▼表 I-5-36 Aの音の周波数とBLOCKの関係

| Aの音 | 周波数    | BLOCK | オクターブ |
|-----|--------|-------|-------|
| A8  | 7040.0 | *     | 8     |
| A7  | 3520.0 | 7     | 7     |
| A6  | 1760.0 | 6     | 6     |
| A5  | 880.0  | 5     | 5     |
| A4  | 440.0  | 4     | 4     |
| A3  | 220.0  | 3     | 3     |
| A2  | 110.0  | 2     | 2     |
| A1  | 55.0   | 1     | 1     |

\*の部分は、例えばBLOCK=7、マルチプル=2のように設定する。

▼表 I-5-37 音階とF-Numberの関係(BLOCK = 4の場合)

| 音階  | 周波数   | F-Numberの設定値 |
|-----|-------|--------------|
| C5  | 523.3 | 1371         |
| B4  | 493.9 | 1294         |
| A4# | 466.2 | 1222         |
| A4  | 440.0 | 1153         |
| G4# | 415.3 | 1088         |
| G4  | 392.0 | 1027         |
| F4# | 370.0 | 969          |
| F4  | 349.2 | 915          |
| E4  | 329.6 | 864          |
| D4# | 311.1 | 815          |
| D4  | 293.7 | 769          |
| C4# | 277.2 | 726          |

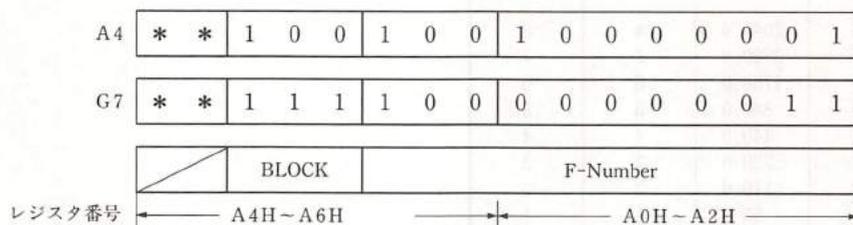


F-Numberの値は、異なるBLOCKの場合も同じになる。

▼表 I-5-38 チャンネル3が特別設定の場合の周波数指定

| レジスタ番号 | 7          | 6 | 5          | 4 | 3 | 2          | 1 | 0 | チャンネル | スロット |
|--------|------------|---|------------|---|---|------------|---|---|-------|------|
| A2H    | F-Number 1 |   |            |   |   |            |   |   | 3     | 4    |
| A6H    | /          |   | BLOCK      |   |   | F-Number 2 |   |   | 3     | 4    |
| A8H    |            |   | F-Number 1 |   |   |            |   |   |       |      |
| A9H    | F-Number 1 |   |            |   |   |            |   |   | 3     | 1    |
| AAH    | F-Number 1 |   |            |   |   |            |   |   | 3     | 2    |
| ACH    | /          |   | BLOCK      |   |   | F-Number 2 |   |   | 3     | 3    |
| ADH    |            |   | BLOCK      |   |   |            |   |   |       |      |
| AEH    | /          |   | BLOCK      |   |   | F-Number 2 |   |   | 3     | 2    |

▼図 I-5-26 音程の設定例



●スロットの接続パターンの設定

スロット1のフィードバック(Self-Feedback)と、スロットの接続(Connection)のビット構成は表I-5-39のとおりです。

フィードバックとは、スロット1の出力を自己の入力に帰還させることです。

スロットの接続、つまりアルゴリズムの選択は、表I-5-17に示すアルゴリズムのパターン番号を設定します。

▼表 I-5-39 Self-Feedback/Connectionの設定レジスタ

| レジスタ番号  | 7 | 6 | 5             | 4 | 3 | 2          | 1 | 0 | チャンネル    |
|---------|---|---|---------------|---|---|------------|---|---|----------|
| B0H~B2H | / |   | Self-Feedback |   |   | Connection |   |   | 1~3(4~6) |

Self-Feedback (bit5-3) : フィードバックの帰還量を設定する。

| 設定値 | 0   | 1        | 2       | 3       | 4       | 5     | 6      | 7      |
|-----|-----|----------|---------|---------|---------|-------|--------|--------|
| 帰還値 | OFF | $\pi/16$ | $\pi/8$ | $\pi/4$ | $\pi/2$ | $\pi$ | $2\pi$ | $4\pi$ |

Connection (bit2-0) : 0~7のアルゴリズムを選ぶ。

●周波数変調, 振幅変調の設定

振幅変調をかけるとビブラートとなり、周波数変調をかけるとトレモロとなります。

これらの設定には、表I-5-40の振幅変調度(AMS), 位相変調度(PMS)を使用します。

位相変調とは、周波数変調のことをいいます。

▼表 I-5-40 変調度などの設定レジスタ

| レジスタ番号  | 7 | 6 | 5   | 4 | 3 | 2   | 1 | 0 | チャンネル    |
|---------|---|---|-----|---|---|-----|---|---|----------|
| B4H~B6H | L | R | AMS |   | / | PMS |   |   | 1~3(4~6) |

L, R (bit7, 6) : 音声ライン出力の有無を設定する。  
0 = 出力しない  
1 = 出力する

AMS (bit5, 4) : 振幅変調度を設定する。

| AMS     | 0 | 1   | 2   | 3    |
|---------|---|-----|-----|------|
| 変調度(dB) | 0 | 1.4 | 5.9 | 11.8 |

PMS (bit2-0) : 位相変調度を設定する。

| PMS      | 0 | 1         | 2         | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        |
|----------|---|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 変調度(セント) | 0 | $\pm 3.4$ | $\pm 6.7$ | $\pm 10$ | $\pm 14$ | $\pm 20$ | $\pm 40$ | $\pm 80$ |

## ●音の左右への出力

各チャンネルは、左右いずれか一方、または両方に出力することができます。この選択には、変調度などを設定するレジスタのビット7とビット6を使います。ビット7が左(L)、ビット6が右(R)の音声ラインへの出力の有無を表し、設定値が1のとき出力され、0のとき出力されません。両方に出力するには、左右のいずれも1にすればよいわけです。

このような方法によっているので、左右の中央に定位させることはできませんが、「右寄り」とか「左寄り」といった微妙な設定はできません。また、中央定位では片側だけのときに比べて合計レベルが倍になるため、そのチャンネルだけ、音量が大きすぎる場合があります。その場合は、トータルレベルの減衰量を増やす(例えば6dB=半分とする)などして対応します。

## 5.5 LEDの制御

FM TOWNSの本体前面にあるLEDは、スピーカ(またはヘッドホン)の出力信号のレベルとボリューム設定レベルを表示する機能があります。

この節では、LEDのこの機能について解説します。

### 5.5.1 LEDを制御する2つの系統

LEDには、スピーカ(またはヘッドホン)の出力信号のレベルを刻々と表示する機能があります。

また、スピーカ(またはヘッドホン)のボリュームの設定レベルを表示する機能もあります。ボリュームの設定はUP/DOWNボタンで行いますが、このボタンを押すと数秒間ボリュームの設定されているレベルを表示します。

LEDの点灯関係のブロック構成は図I-5-27のとおりです。

▼図I-5-27 LEDの点灯関係図



## 5.5.2 LEDの点灯状態

出力信号レベルと5つのLEDの点灯関係は、表 I-5-41のとおりで、信号の強さに応じて棒グラフ様に点灯します。

また、ボリューム設定値の表示も同様に行われます。なお、出力信号表示中に UP/DOWN ボタンを押した場合には、数秒間はボリューム設定レベルを表示しますが、その後、出力信号レベルの表示にもどります。

▼表 I-5-41 ローカル系のレベル表示

| オーディオ信号の大きさ | LED0 | LED1 | LED2 | LED3 | LED4 |
|-------------|------|------|------|------|------|
| 小           | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
|             | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 中           | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    |
|             | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    |
|             | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    |
|             | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 大           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

|   |    |
|---|----|
| 1 | 消燈 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| 0 | 点燈 |
|---|----|

### 5.5.3 LED 制御のレジスタ

LED 制御には、オーディオレジスタ(表 I-5-42)を使用します。

表示制御ビットは LED 点灯を行うか否かを設定するものです。これを 1 にすると、点灯制御は行われなくなります。

ミュートビットは、LED の点灯そのものを制御するものではありませんが、オーディオ出力を禁止するか否かを設定します。これを 0 にするとオーディオ出力はすべて行われなくなるので、LED の点灯は行われません。リセット時はこのビットは 0 になっているので、オーディオ出力を行うには、1 にしなければなりません。また、このビットはオーディオ出力を一時的に止めたい場合などに使用すると便利です。例えば、電源 OFF 時の「プツン」という音をなくすにはこの方法を使います。

▼表 I-5-42 オーディオレジスタ

| I/O アドレス | レジスタ名     | R/W | 7    | 6    | 5  | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------|-----------|-----|------|------|----|---|---|---|---|---|
| 04ECH    | オーディオレジスタ | R   | LOFF | MUTE | 不定 |   |   |   |   |   |
|          |           | W   |      |      | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

LOFF(bit7) : オーディオレベルインジケータ使用の有無を設定する。  
0 = 使用する  
1 = 使用しない

MUTE(bit6) : オーディオ出力の有無を設定する。  
0 = 出力しない  
1 = 出力する

## 5.6 FM 音源, PCM 音源のミュートについて

FM TOWNS には、FM 音源、PCM 音源に対してミュートをかけるための回路があります。ミュートの作動/解除は、FM・PCM ミュートレジスタ(表 I-5-43)を使用します。

▼表 I-5-43 FM・PCM ミュートレジスタ

| I/O アドレス | レジスタ名           | R/W | 7  | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0    |      |
|----------|-----------------|-----|----|---|---|---|---|---|---|------|------|
| 04D5     | FM・PCM ミュートレジスタ | R   | 不定 |   |   |   |   |   |   | FM   | PCM  |
|          |                 | W   | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | MUTE | MUTE |

PCM MUTE : 0 のとき PCM 音源をミュートする。  
FM MUTE : 0 のとき FM 音源をミュートする。

# 第 6 章

## CD-ROMドライブ

CD-ROM は、音楽用 CD と同じメディアにコンピュータのデータを記録し、外部記憶装置として使用するものです。

CD-ROM の記憶容量はフォーマット時で 540MB あります。パソコンの外部記憶装置としてこれまで使われてきた、フロッピーディスクやハードディスクに比べて、容量が格段に増えています。例えば、膨大な文字データ、画像データを有する百科事典の内容を CD-ROM に格納し、自在に検索するといったことも可能になります。さらに、CD-ROM 中には、コンピュータのデータ(文字データ、画像データ、プログラムなど)だけでなく、音楽データ(CD に記憶するのと同じデータ)を収容し、再生することもできます。

この章では、CD-ROM のフォーマットと、読み書きに使われる CD-ROM ドライブのハードウェアの仕組み、CD-ROM ドライブを制御するための内部レジスタについて解説します。

なお、CD-ROM ドライブは、ミュージック CD と CD-ROM にかかわらず同一なので、本文中の説明では、CD ドライブと表現します。

### 6.1 CD-ROM のデータの格納形式

この節では、CD-ROM にどのようにデータが格納されているかについて説明します。ただし、CD-ROM のフォーマットはたいへん複雑であるため、本書では紙幅の関係から基本的な説明に限っています。

#### 6.1.1 セクタの並び方

CD-ROM は片面だけを記録面として使用します。

CD-ROM に格納されているデータの最小単位をセクタといいます。1枚の CD-ROM 中には約270000個のセクタがあります。

フロッピーディスクやハードディスクでは、セクタの構成は図 I-6-1のように、同心円状になっており、外側のセクタは内側のセクタよりも物理的に長くなっています。その結果、回転速

度一定で読み書きを行った場合、1つのセクタを読み取るのに要する時間は、外周と内周で同じになり、常に一定のスピードでデータを読み取ることができます。

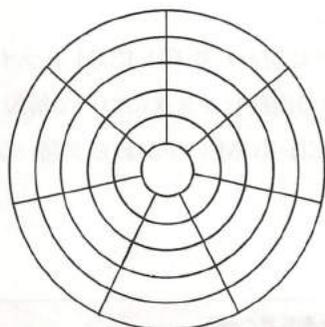
いっぽう、CD-ROMのセクタは、CDとまったく同じで、図I-6-2のように内側から外側に向かって、螺旋状に並んでいます。また、セクタの長さはすべて同じになっています。これは、ディスク全体に一定の密度でデータが記録されているからです。

すべてのセクタの長さが同じであるため、1周当たりのセクタの数は、外周ほど多くなります。このため、CD-ROMでは、同じスピードでデータを読み取る(ヘッドに対するデータの線速度を一定にする)ために、回転速度を外周に行くほど低く、内周に行くほど高くしています。

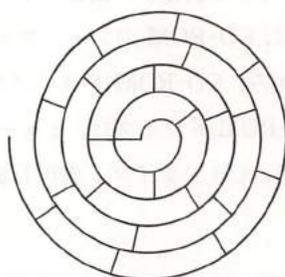
このようなデータの格納形式は、CDで音楽を演奏する場合のように、連続してデータを読み取るときには都合がいいのですが、CD-ROMでは、ランダムアクセスが前提となる場合、若干の問題が生じます。

すなわち、ランダムアクセスでは、読み取りヘッドが外周と内周の間を頻繁に往復するので、その度にディスクの回転速度を変えなければならない、しかも速度が安定するまで、時間待ちが必要となり、アクセスに時間を要することになります。

▼図I-6-1 FD, HDのセクタの概念図



▼図I-6-2 CD-ROMのセクタの概念図



### 6.1.2 CD-ROMのフォーマット

FM TOWNSのCD-ROMの論理的なデータ形式は、現在、最も標準的なISO9660の規格を採用しています。

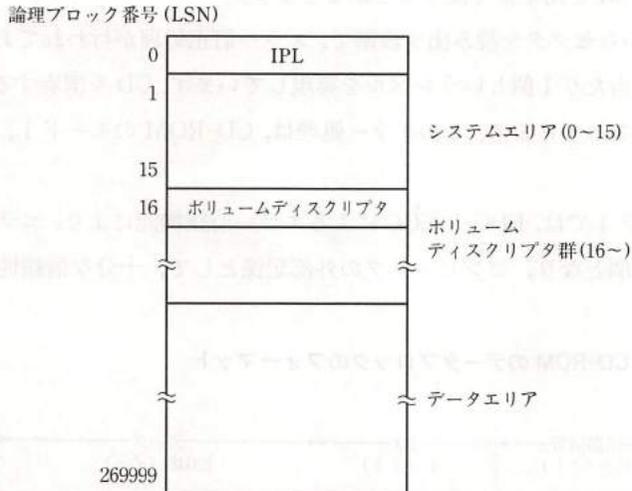
ISO9660(情報交換用CD-ROMのボリュームとファイル構造)は、CD-ROMの標準化のため、記録形式とファイル構造について規定しています。

アドレスは時間値による物理アドレスの外に、2048バイト(または、それ以上の2のべき乗バイト)単位の論理セクタが規定されています。

また、CD-ROM空間は、図I-6-3のようにブロック分けがされています。0~15ブロックがシステム領域とされ、どのように利用するかはシステムの仕様で任されています。LSN16から

はデータ領域と呼ばれ、ボリュームディスクリプタ、パステーブル、ルートディレクトリなどのファイル管理領域に続いてディレクトリやファイルが並びます。

▼図 I-6-3 CD-ROM 空間



### 6.1.3 セクタのフォーマット

図 I-6-4に、セクタ(データブロックともいう)のフォーマットを示します。

CD-ROM のデータブロックのフォーマットには、モード 1 とモード 2 があります。

モード 2 は、CD の音楽データ格納用に使用されていますが、CD-ROM でも使用できます。

モード 1 は CD-ROM 独自のフォーマットです。

モード 2 は、ブロックの先頭から、同期信号、ID、データの中身の順に格納されています。同期信号は CD ドライブが連続するデータを正しく再生するため同期をとる目的で使われます。

ID は、セクタの位置を示すものです。CD-ROM 内での論理的な位置を示します。CD では、1 つのセクタには 75 分の 1 秒 (1 フレーム) の音楽データが格納されており、セクタは、CD の先頭からの分、秒、セクタで指定します。CD-ROM では、記憶されるデータが音楽データ以外の場合でも、セクタの指定にこの方法が使われています。

ID の 1 バイト目は分、2 バイト目は秒、3 バイト目はセクタを表します。4 バイト目は、データブロックのフォーマットのモードを表します。

データ部は、2336 バイトです。ここに、コンピュータのデータや音楽データが記憶されます。モード 1 は、モード 2 にエラー訂正機能を付け加えたものです。

このためデータ部が 2048 バイトに減り、エラー検出と訂正のために 288 バイトが使われています。そのうち EDC (Error Detection Code) は 4 バイトで、エラーの検出に使用されます。ECC

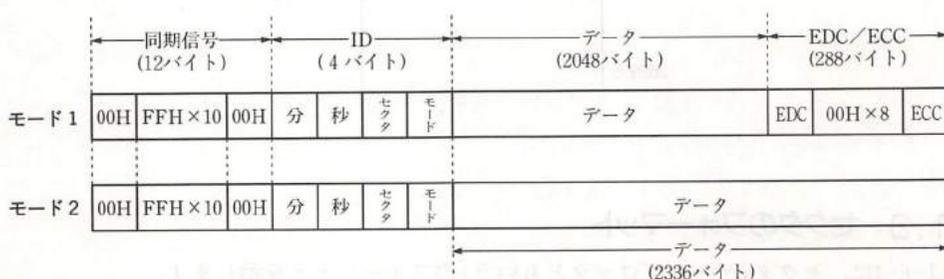
(Error Correction Code)は276バイトあります。EDCの内容はCDコントローラでチェックされ、必要があれば、ECCを使った自動訂正やステータスによるエラー発生の通知を行います。

モード1は、間違いが許されないデータ(プログラムなど)の記録に使用し、モード2は、多少、間違いがあっても許される音楽データ、画像データの記録に使用するという使い分けをすると、CD-ROMを効率よく使うことができます。

なお、CD中からセクタを読み出す段階で、エラー訂正処理が行われており、エラー発生率は10の9乗バイト当たり1個というレベルを実現しています。CDを演奏する上では、まったく問題のない状態になっています。このエラー処理は、CD-ROMのモード1、モード2でも行われています。

さらに、モード1では、EDCとECCによるエラー訂正機能により、エラー発生率は10の13乗バイト当たり1個となり、コンピュータの外部記憶として、十分な信頼性を得ています。

▼図 I-6-4 CD-ROMのデータブロックのフォーマット



## 6.2 CDドライブ制御の概要

この節では、CDドライブの制御の仕組みを解説します。

### 6.2.1 CDドライブ制御のメカニズム

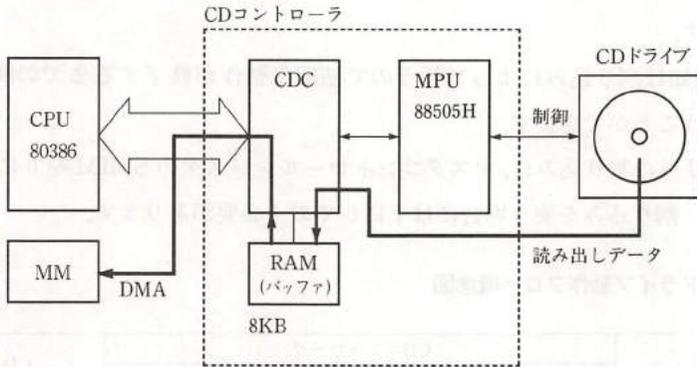
図 I-6-5に、CDドライブ制御のブロック構成を示します。また、CDドライブの制御のコマンドの流れを図 I-6-6に示します。

CPUは、CDドライブに対して、直接、命令を出すことはできません。CPUがCDコントローラに対する命令を出し、CDコントローラがCDドライブに対するコマンドを出すというメカニズムになっています。

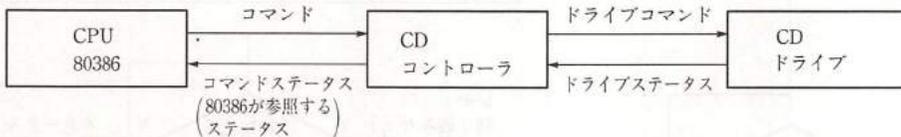
また、CDドライブの状態(ステータス)は、CDコントローラが参照できるようになっています。

CPUは、間接的にCDコントローラから、そのステータスを知ることができます。

▼図 I-6-5 CDドライブのブロック図



▼図 I-6-6 CDドライブ制御の流れ



RAM バッファは、CD-ROM から読み出したデータを一時的に格納するメモリです。CD ドライブは、CD コントローラを経由してバスに接続されています。

CD コントローラには、富士通のワンチップマイコン MB88505 (以下 SUB MPU と呼ぶ) と CDC が搭載されています。

SUB MPU は、おもに CD ドライブに対する直接の制御を行っています。CDC は CPU, SUB MPU の間のデータ転送, CD から読み出したデータのメモリへの転送 (CPU または DMA が行う) などに使用されます。このようなデータ転送には、CDC 内部のレジスタが使用されます。このレジスタについての説明は、「6.3 CD ドライブ関係のレジスタ」を参照してください。

## 6.2.2 CDドライブ制御の流れ

CD ドライブの制御の流れを図 I-6-7 に示します。

### ●初期化

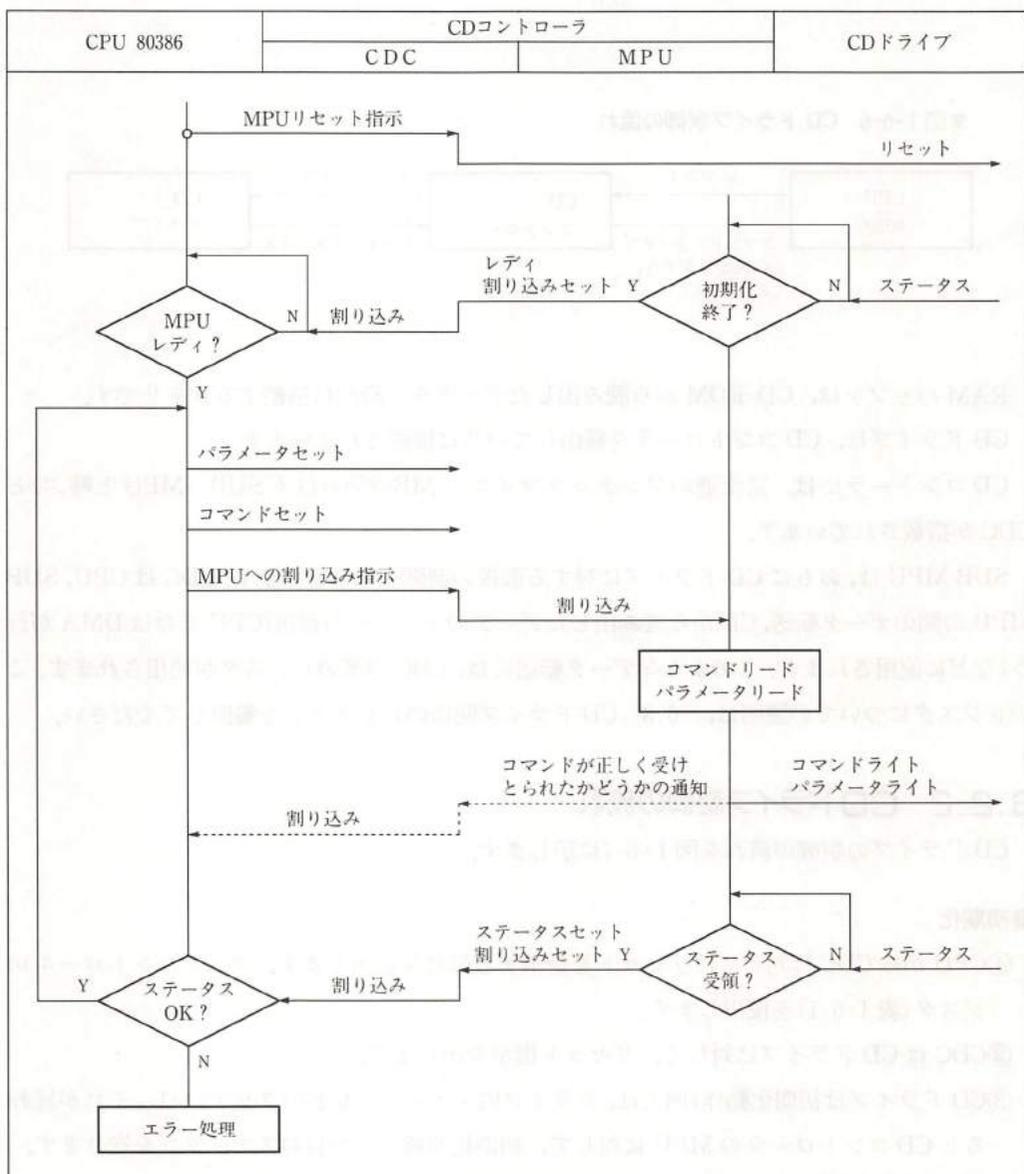
- ① CPU から CDC に対して、リセットを指示する信号を送出します。マスタコントロールレジスタ (表 I-6-1) を使用します。
- ② CDC は CD ドライブに対して、リセット指示を出します。
- ③ CD ドライブは初期化動作 (例えば、ドライブ内ステータスなどのクリア) をし、それが終わると CD コントローラの MPU に対して、初期化が終了した旨のステータスを送ります。

- ④MPU は、CDC に対して CD ドライブの初期化動作が完了したことを通知します。
- ⑤CDC は CPU に対して割り込みをかけます。CPU は次のコマンドを送ることができるようになります。

CPU への通知は割り込みによって行うので初期化動作が終了するまでの間に CPU は別な処理を行うことができます。

なお、CPU への割り込みは、マスタコントロールレジスタの SMIM を 0 にするとマスクされるので、割り込みを使う場合には 1 にしておく必要があります。

▼図 I-6-7 CDドライブ動作フロー概念図



### ●一般のコマンド

CDドライブを制御する、CPUからのコマンドは次のような流れで処理されます。

- ①CPUは、CDコントローラに対して、コマンドとパラメータを送出します。コマンドレジスタ(表I-6-3)とパラメータレジスタ(表I-6-4)を使用します。
- ②CDCはCDコントローラのSUBMPUに対して、割り込みをかけます。SUBMPUはコマンドとパラメータを読み出し、CDドライブに必要な命令を送ります。
- ③CDドライブはその命令を実行し、実行が終わるとSUBMPUに終了のステータスを送ります。
- ④SUBMPUはCDCに対して、CDの動作が終了したことを通知します。
- ⑤CDCは、CPUに割り込みをかけます。CPUは、新しいコマンドを送るように動作します。CPUへの割り込みは、マスタコントロールレジスタのSMIMを0にするとマスクされるので、割り込みを使うときには1にしておく必要があります。

このとき、CPUが続けてコマンドを送るようにプログラムしておくことにより、続けてCDドライブを制御することができます。

CPUからコマンドを送ってから、コマンドの終了を通知する割り込みがかかるまでの間は、CPUは別の動作を行うことができます。

また、CPUからCDCへ送るコマンドレジスタのIRQとSTAUSを1にしておくこと、SUBMPUがCDドライブにコマンドを送った時点で、CPUに割り込みがかかるようになります。これは、そのコマンドが正しく受けとられたかどうかを、ステータスを参照して、すぐチェックしたいときに使われます。

## 6.3 CDドライブ関係のレジスタ

ここでは、CDドライブ制御に関係するCDC内部のレジスタを示します。しかしCDCに対するコマンドやCDCから返されるステータスやパラメータのフォーマットについては、公開されていません。CD-ROMを使ったプログラムを作成する場合には、CD-ROM BIOSを使用してください。

CDCの内部には、書き込み専用と読み出し専用のレジスタがあります。

### ・書き込み専用のレジスタ

- マスタコントロールレジスタ…割り込みの設定
- コマンドレジスタ……………コマンドの設定
- パラメータレジスタ……………パラメータの設定
- 転送制御レジスタ……………データ転送モードの設定

・読み出し専用レジスタ

- マスタステータスレジスタ……………割り込み関係のステータスを読み出す
- ステータスレジスタ……………コマンドステータスを読み出す
- データレジスタ……………ソフトウェア転送の際、データを読み出す
- CD サブコードステータスレジスタ …サブコード読み出しの際にステータスを与える
- CD サブコードデータレジスタ ……サブコードのデータ値を読み出す

●マスタコントロールレジスタ

マスタコントロールレジスタ(表 I-6-1)は、割り込み要求のマスク/許可と、割り込み対応ハンドラ(割り込み処理のプログラム)で割り込み要求を解除するクリアビットを持っています。

また、初期化時に SUB MPU をリセットするための SRST も用意されています。

●マスタステータスレジスタ

マスタステータスレジスタ(表 I-6-2)は、割り込み対応ハンドラで、割り込み要因を調べるときに参照します。

●コマンドレジスタ

コマンドレジスタ(表 I-6-3)は、CD に対するコマンドバイトを書き込むのに使用します。

TYPE はコマンドの性質を表すもので、PLAY 系は、音楽演奏、データリードなど、CD ドライブを実際に動かすコマンドのことを、STATE 制御系は動作モードの変更など設定値のみを変えるコマンドを示します。

▼表 I-6-1 マスタコントロールレジスタ

| I/O アドレス | レジスタ名         | R/W | 7    | 6    | 5 | 4 | 3 | 2    | 1    | 0    |
|----------|---------------|-----|------|------|---|---|---|------|------|------|
| 04C0H    | マスタコントロールレジスタ | W   | SMIC | DEIC | 0 | 0 | 0 | SRST | SMIM | DEIM |

SMIC(bit7) : SUB MPU IRQ CLEAR.  
1 = SUB MPU からの割り込み要求をクリアする

DEIC(bit6) : DMA END IRQ CLEAR.  
1 = DMA 転送終了割り込み要求をクリアする

SRST(bit2) : SUB MPU RESET.  
1 = SUB MPU をリセットする

SMIM(bit1) : SUB MPU IRQ MASK.  
0 = SUB MPU からの割り込み要求を禁止する  
1 = SUB MPU からの割り込み要求を許可する

DEIM(bit0) : DMA END IRQ ENABLE MASK.  
0 = DMA 転送終了割り込みを禁止する  
1 = DMA 転送終了割り込みを許可する

bit3, bit2 の各ビットは、転送終了時にハードウェアによりリセットされる。

bit6 は、DMA 転送終了時にセットされる。

▼表 I-6-2 マスタステータスレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W | 7    | 6   | 5    | 4    | 3  | 2 | 1   | 0   |
|---------|--------------|-----|------|-----|------|------|----|---|-----|-----|
| 04C0H   | マスタステータスレジスタ | R   | SIRQ | DEI | STSF | DTSF | 不定 |   | SRQ | DRY |

SIRQ(bit7) : SUB MPU IRQ.  
 0 = SUB MPU からの割り込み要求がない  
 1 = SUB MPU からの割り込み要求がある

DEI(bit6) : DMA END IRQ.  
 0 = DMA 転送終了割り込み要求がない  
 1 = DMA 転送終了割り込み要求がある

STSF(bit5) : SOFT TRANS.  
 0 = ソフト転送終了  
 1 = ソフト転送中

DTSF(bit4) : DATA TRANS.  
 0 = DMA 非転送  
 1 = DMA 転送中

SRQ(bit1) : STATUS READ REQUEST.  
 0 = ステータスリード要求がない  
 1 = SUB MPU がコマンド実行後にステータスリード要求がある

DRY(bit0) : SUB MPU READY.  
 0 = SUB MPU がコマンド受付不可能状態  
 1 = SUB MPU がコマンド受付可能状態

bit7, bit1, bit0 の各ビットは、SUB MPU によりセットされる。  
 bit6 は、DMA 転送終了時にセットされる。

▼表 I-6-3 コマンドレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名    | R/W | 7    | 6   | 5      | 4            | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|----------|-----|------|-----|--------|--------------|---|---|---|---|
| 04C2H   | コマンドレジスタ | W   | TYPE | IRQ | STATUS | COMMAND CODE |   |   |   |   |

CPU から SUB MPU にコマンドを送るためのレジスタ。

TYPE(bit7) : コマンドのタイプを示す  
 0 = PLAY 系コマンド  
 1 = STATE 制御系コマンド

IRQ(bit6) : コマンドステータス要求時の IRQ 制御  
 0 = IRQ オフ  
 1 = IRQ オン

STATUS(bit5) : コマンドステータスの要求制御  
 0 = 要求しない  
 1 = 要求する

COMMAND CODE : コマンドコード  
 (bit4-0)

### ●パラメータレジスタ

パラメータレジスタ(表 I-6-4)は、CPU から SUB MPU に送るコマンドのパラメータを書き込むのに使用します。このレジスタは8段階のFIFO(ファーストインファーストアウト)構造となっているので、未定義の部分も続けて8個分書き込まなければなりません。

▼表 I-6-4 パラメータレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|-----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 04C4H   | パラメータレジスタ | W   | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

CPU からコマンドといっしょに動作モードを指定するレジスタ。  
同一アドレスに8バイトのFIFOを構成しているので、同一アドレスに8回必ず書き込みを行うこと。

### ●ステータスレジスタ

ステータスレジスタ(表 I-6-5)には、SUB MPU からのコマンドに対応するステータスが格納されています。CPU からの参照に使用します。このレジスタも4段階のFIFO構造となっているので、読み出し時には予約済の部分まで、続けて4回読み込まなければなりません。

▼表 I-6-5 ステータスレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|-----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 04C2H   | ステータスレジスタ | R   | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

SUB MPU からの実行終了後のステータス情報が格納される。  
同一アドレスに4バイトのFIFOを構成しているので、同一アドレスから4回必ず読み出しを行うこと。

### ●転送制御レジスタ

転送制御レジスタ(表 I-6-6)は、CD-ROM から読み出したデータをDMA転送するか、プログラムによりCPUから読み出して転送するかの設定に使用します。CPUから読み出す際には、DTSを0にし、STSを1にすることによって対応できます。DMAから読み出す場合は、DTSを1にします。

▼表 I-6-6 転送制御レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名    | R/W | 7 | 6 | 5 | 4   | 3   | 2 | 1 | 0 |
|---------|----------|-----|---|---|---|-----|-----|---|---|---|
| 04C6H   | 転送制御レジスタ | W   | 0 | 0 | 0 | DTS | STS | 0 | 0 | 0 |

DTS(bit4) : DMA TRANSFER MODE.  
 0 = DMA データ転送モードでない  
 1 = DMA データ転送モードである

STS(bit3) : SOFTWARE TRANSFER START.  
 1 = CPU の DR 読み出しでデータ転送が行える

## ●データレジスタ

データレジスタ(表 I-6-7)は、CD-ROM から読み出したデータの読み出し用の「窓」として働きます。

▼表 I-6-7 データレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名   | R/W | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|---------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 04C4H   | データレジスタ | R   | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

ソフトウェア転送モードのときの読み出しのデータレジスタ。

## ●CD サブコードステータスレジスタ

CD サブコードステータスレジスタ(表 I-6-8)は、サブコードを参照するときに、サブコードが有効であるかどうかを調べます。

▼表 I-6-8 CD サブコードステータスレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名            | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1           | 0            |  |
|---------|------------------|-----|-----|---|---|---|---|---|-------------|--------------|--|
| 04CCH   | CDサブコードステータスレジスタ | R   | 不 定 |   |   |   |   |   | OVER<br>RUN | SUBC<br>DATR |  |

CDのサブコードを読み取るときのステータスレジスタ。

OVER-RUN(bit1) : サブコードデータがデータレジスタにあるとき、新たなサブコードが入力されて前のデータが失われたことを示す。

SUBC-DAT-R(bit0) : サブコードデータ(P~W)がデータレジスタに入ったことを示す。

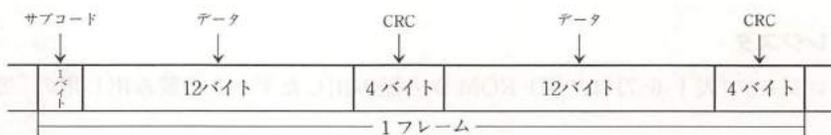
サブコードとは、CDのデータフレーム(図 I-6-8)ごとに付けられる1バイトの補助データのことで、各ビットは上位からP, Q, R~Wビットと名前が付けられています。1セクタは98個のデータフレームで構成されているので、1セクタ当たりのサブコードは合計98バイトと

なります。したがってP, Q, R~Wの各ビットの合計はそれぞれ98ビットです。これをそれぞれSUBPデータ, SUBQデータなどといいます。図I-6-9はサブコード中のQビットを、1セクタ分集めてみた場合(SUBQデータ)のフォーマットを示したものです。

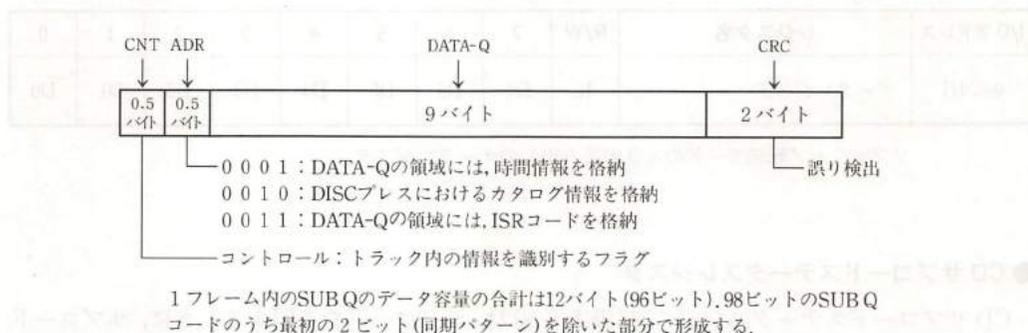
普通, SUBQデータは, 時間情報を形成します。

SUBR~SUBWは, 一般に, CD再生中に表示する静止画のグラフィックデータを収容するのに用いられます。

▼図I-6-8 サブコードの位置



▼図I-6-9 CD-ROMのSUBQデータのフォーマット



● CD サブコードデータレジスタ

CD サブコードデータレジスタ(表I-6-9)は, サブコードを読み取るためのレジスタです。

サブコードデータは, OVER-RUN ビットが0, SUBC-DAT-R ビットが1であるとき有効で, オーバーラン発生(OVER RUN ビット=1)時には, データの取り逃がしがあったことを示します。オーバーランとは, CPU によって CD サブコードデータレジスタが読めないうちに次のデータが入ってしまうことをいいます。

▼表I-6-9 CD サブコードデータレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名           | R/W | 7              | 6              | 5              | 4              | 3              | 2              | 1              | 0              |
|---------|-----------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 04CDH   | CD サブコードデータレジスタ | R   | SUBC<br>P-DATA | SUBC<br>Q-DATA | SUBC<br>R-DATA | SUBC<br>S-DATA | SUBC<br>T-DATA | SUBC<br>U-DATA | SUBC<br>V-DATA | SUBC<br>W-DATA |

CDのサブコードを読み取る時のデータレジスタ。

# 第 7 章

## 各種のデバイス

FM-TOWNS は各種の入出力デバイスをサポートしています。

この章では、キーボード、TOWNS パッド、TOWNS マウス、プリンタ、フロッピーディスク、ハードディスク、RS-232C インタフェースなどのデバイスについて解説します。

### 7.1 キーボード

FM-TOWNS では、キーボードはオプションとなっていますが、多数の文字を入力する際には、不可欠のデバイスです。この節では、キーボードとキーボードインタフェースの仕組みと働きについて解説します。

#### 7.1.1 キーボードインタフェース概要

キーボードの仕様を、表 I-7-1 に示します。

▼表 I-7-1 キーボードインタフェースの仕様

| 項目      | 仕様                                                                                                    |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| インタフェース | シリアル<br>・調歩<br>・9 6 0 0 bps<br>・8 ビット+偶数パリティ+1 ストップビット<br>・キーボードから本体への一方向転送<br>(特殊なキーボードについては、双方向も可能) |
| コントローラ  | 8 0 4 2                                                                                               |
| キースキャナ  | キーボード側に搭載(JIS/親指シフト)<br>使用プロセッサ : 8 0 4 9                                                             |

キーボードには JIS 配列のタイプ(図 I-7-1)と親指シフトタイプ(図 I-7-2)があり、それぞれにテンキーのないタイプとあるタイプがあります。ユーザーは、好みに応じて選択すること

ができます。

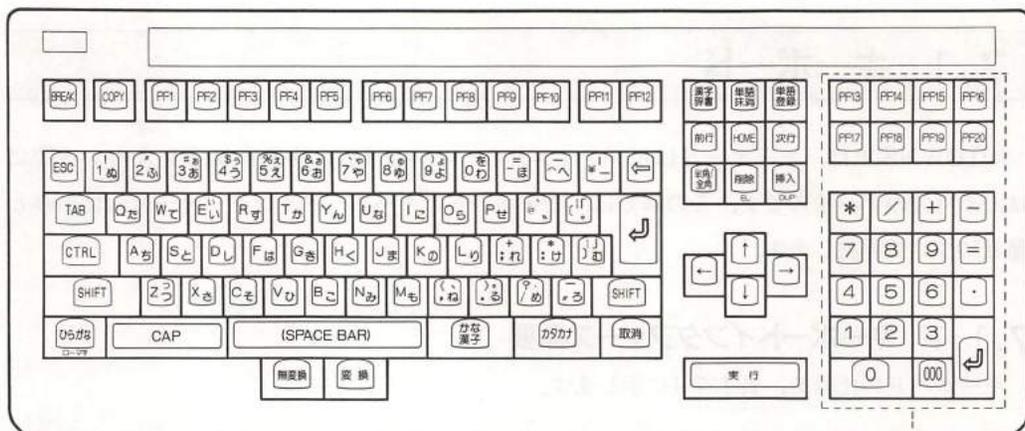
キーボードは、マウスが接続できないことを除けば基本的にFMRシリーズのものと同じです。

キーボードインタフェースは、本体とキーボードを接続するためのシリアルインタフェースです。通常、キーボードから本体へデータを送るのみの一方通行ですが、特殊なデバイスを使用する場合には、双方向も可能です。

キーボード内部にはキーボード制御用のマイコンとしてインテル8049が搭載され、押されたキーの番号を検出して本体に送る役目を果たしています。

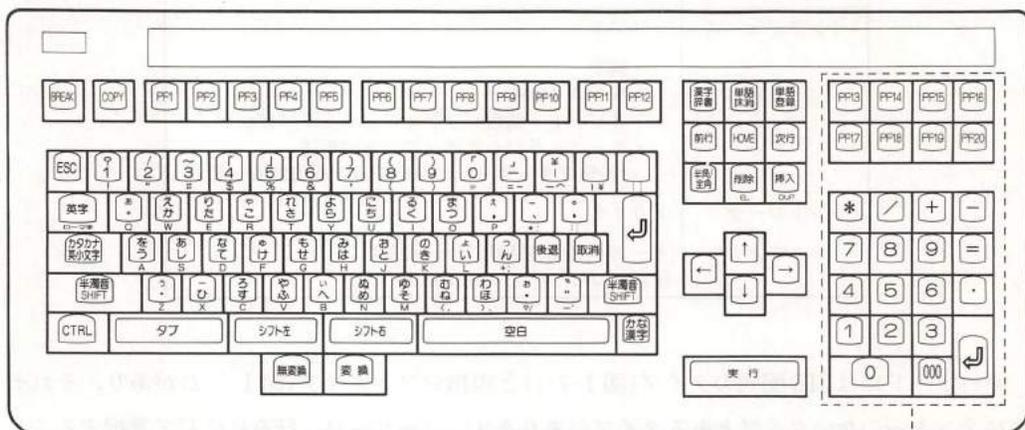
本体側(キーボードインタフェース)には、別のマイコンのインテル8042がキーボード専用として搭載され、キーボードからきたシリアル信号をパラレル信号に変換して、CPUに連絡する役目を果たしています(図I-7-3)。

▼図I-7-1 JISキーボードの外観



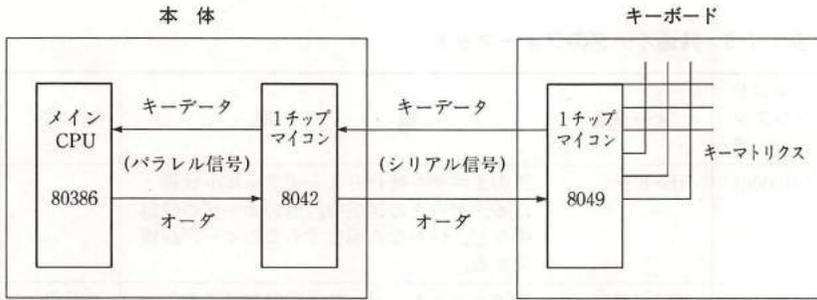
テンキー付きの場合のみ

▼図I-7-2 親指シフトキーボードの外観



テンキー付きの場合のみ

▼図 I-7-3 キーボード制御回路系



### 7.1.2 キーボード制御のレジスタ

ユーザーが作成したプログラムなどで、押されたキーを検出するなどの動作をさせるには、キーボードインタフェース(8042)に対してコマンドを送出し、その後、キーボードから8042に返されるデータを読み取るという方法を用います。

このような制御にかかわるレジスタが6つあります。

#### ●コマンドレジスタ

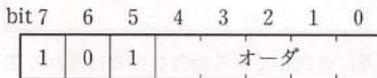
8042へのコマンドの送りは、コマンドレジスタ(表 I-7-2)に値を書き込むことによって行います。

コマンドのフォーマットには2種類あります。共通オーダは、キーボード用に使用されます。デバイスオーダは、キーボード以外の各種デバイスに対してコマンドを送る場合に使用します。

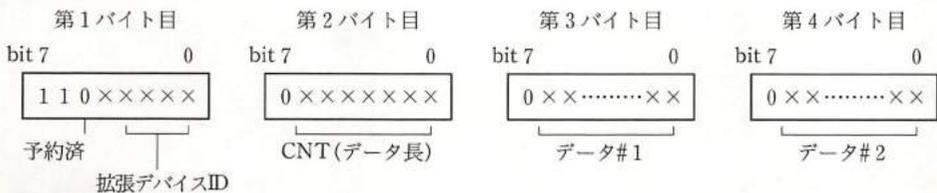
▼表 I-7-2 コマンドレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名    | R/W | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0602H   | コマンドレジスタ | W   | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

共通オーダのフォーマット



デバイスオーダのフォーマット



共通オーダの場合の設定値の意味を表I-7-3に示します。

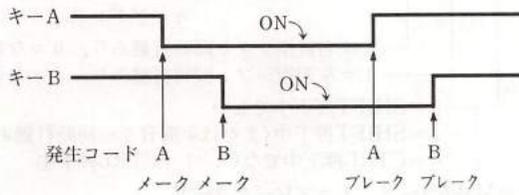
▼表 I-7-3 共通オーダのフォーマット

| コマンド<br>レジスタ<br>設定値       | オーダ名            | 機 能                                                                                                            | 対 象                             |
|---------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 10100001                  | RESET           | このオーダを受けるとデフォルト状態となる。データの送信中、他のオーダの受信中等、いかなる場合でもこのオーダが優先する。                                                    |                                 |
| 10100100                  | 同時打鍵監視<br>モードオン | 親指シフトキーボードの同時打鍵を有効とする。                                                                                         | 本体側<br>1チップ<br>マイコン<br>用        |
| 10100101                  | 同時打鍵監視<br>モードオフ | 親指シフトキーボードの同時打鍵を無効とする。デフォルトは無効。                                                                                | //                              |
| 10101001                  | タイパ             | タイパマチック開始時間を400msとする。                                                                                          | デフォルト                           |
| 10101010                  | マチック時間          | // 500msとする。                                                                                                   | は400ms                          |
| 10101011                  |                 | // 300msとする。                                                                                                   | -30ms、                          |
| 10101100                  |                 | タイパマチック周期を50msとする。                                                                                             | 本体側                             |
| 10101101                  |                 | // 30msとする。                                                                                                    | 1チップ                            |
| 10101110                  |                 | // 20msとする。*                                                                                                   | マイコン<br>用                       |
| 10110000                  | カーソル斜め<br>移動有効  | カーソルの斜め移動(2つのコードを交互に送信する)を有効とする(デフォルトは有効)。                                                                     | キーボ<br>ード側<br>1チップ<br>マイコン<br>用 |
| 10110001                  | カーソル斜め<br>移動無効  | カーソルの斜め移動を無効とする。                                                                                               | //                              |
| 10110010                  | NMI ACK         | メインCPUのNMIハンドラは、キーボードからのNMIであることを検出したら、速やかにこのオーダを送らなければならない。それまでは本体側マイコンは処理を再開しない。また、NMIのACK以外でこのオーダを送ってはならない。 | 本体側<br>1チップ<br>マイコン<br>用        |
| 10110011<br>}<br>10111111 |                 | 拡張用予約済                                                                                                         |                                 |

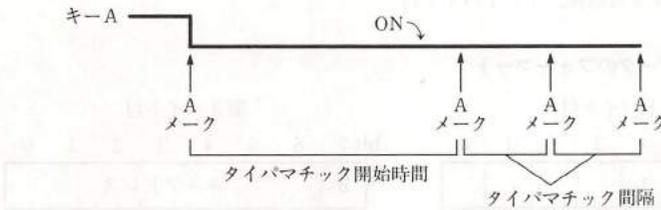
\*のタイパマチック周期20msはマウスデータと交互に送信している場合などでは遅れることがある。

表 I-7-3中のタイパマチックとは、キーを押し続けた場合、オートリピート動作により、連続してキーデータが送出されることをいいます。キーデータ送出のタイミングを図 I-7-4に、オートリピート動作時のタイパマチック開始時間とタイパマチック周期の意味を図 I-7-5に示します。メークというのは、キーが押されたときであり、キーが離されたときをブレークといいます。

▼図 I-7-4 キーデータ送出のタイミング



▼図 I-7-5 オートリピート動作



### ●キーボードデータレジスタ

キーボードから本体に送られてきたデータは、キーボードデータレジスタ(表 I-7-4)から読み出します。キーボードインタフェースから返されるデータのフォーマットはこのようになっています。

フォーマットには、4つの形式があります。キーデータは、通常のキー入力を読み出します。タイパマチックはキーリピートの場合に使います。

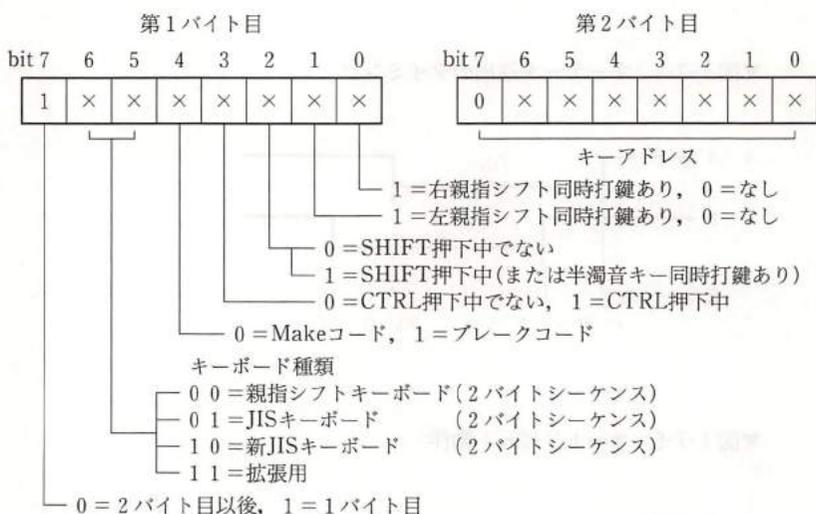
また、デバイス属性情報データは、キーボードとマウス以外のデバイスをキーボードインタフェースにつないだ場合、ステータスを知るときに使用します。また、拡張データは、任意のバイト数のデータを 386CPU に引き渡すのに使用します。

なお、キーのアドレスは、図 I-7-6と図 I-7-7のようになっています。

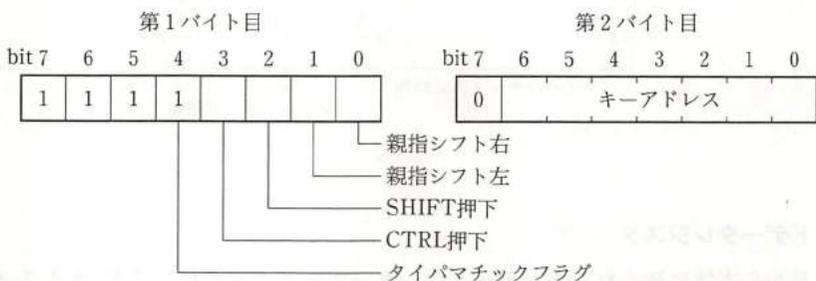
▼表 I-7-4 キーボードデータレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|--------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0600H   | キーボードデータレジスタ | R   | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

キーデータのフォーマット

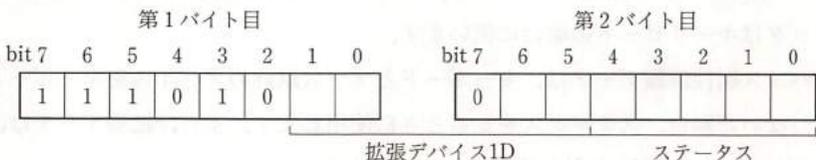


タイパマチックデータのフォーマット



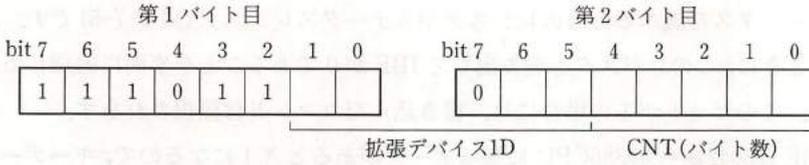
タイパマチックデータではキーボードの種類は、直前の種類と同じと判断する。キーボードから本体に送出されるデータも基本的に上記と同じ形式に従う。

デバイス属性情報データのフォーマット



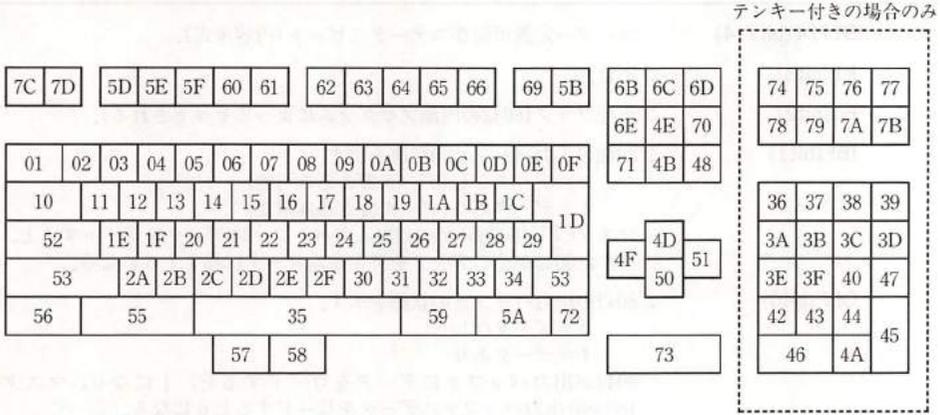
このデータ形式は、キーボード以外のデバイスがメインCPUにステータスを通知するために存在する。

拡張データのフォーマット

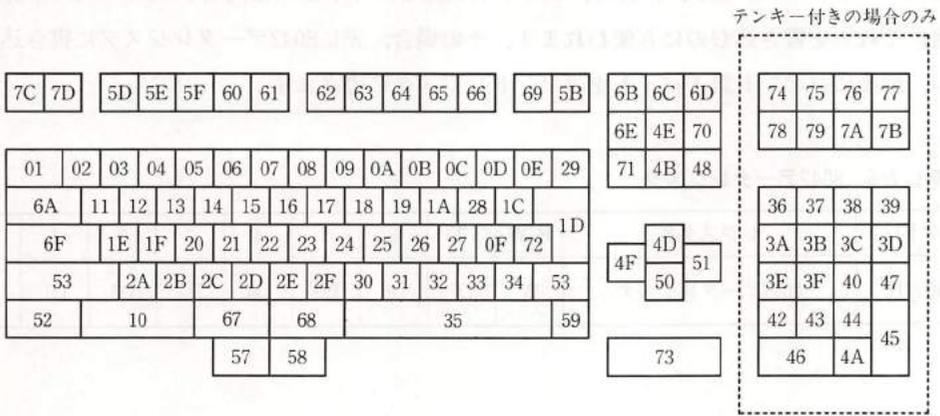


拡張データは、キーボード以外のデバイスをキーボードインタフェースを通じて接続するためにある。本体側1チップCPU(8042)は、何の加工もせずこれをメインCPUに通知する。  
CNTは2バイト目以降のデータ(2バイト目を含む)のバイト数を示し、0ならば最大32バイトとする。

▼図 I-7-6 JIS キーボードスキャンコード一覧



▼図 I-7-7 親指シフトキーボードスキャンコード一覧



## ●ステータスレジスタ

8042のステータスを調べるためのレジスタがステータスレジスタ(表 I-7-5)です。コマンドを送出するときに、このレジスタを読み出してIBFが0であることを事前に確認しておく必要があります。このビットが1の場合には、書き込んだコマンドは無視されます。

また、OBFは8042から80386CPUに送るデータがあるとき1になるので、キーデータレジスタの値を読み出す際には、事前に1であることを確認します。

▼表 I-7-5 ステータスレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3  | 2  | 1   | 0   |
|---------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|
| 0602H   | ステータスレジスタ | R   | ST7 | ST6 | ST5 | ST4 | F1 | F0 | IBF | OBF |

ST7-4(bit7-4) : ユーザー定義可能なステータスビット(内容未定)。

F1(bit3) : 不定。

F0(bit2) : 汎用フラグ(8042の内部プログラムによってセットされる)。

IBF(bit1) : 8042の入力バッファの状態を示す。  
0 = データなし(データ書き込み可能)  
1 = データあり(データ書き込み禁止)  
マスタCPU(80386)が8042の入力バッファにデータをライトすると、1になり、8042がそのデータをアキュムレータに移すと0になる。

OBF(bit0) : 8042の出力バッファの状態を示す。  
0 = データなし  
1 = データあり  
8042が出力バッファにデータをロードすると、1になり、マスタCPU(80386)出力バッファにデータをリードすると0になる。

## ●8042データレジスタ

8042データレジスタ(表 I-7-6)は、コマンドの第2バイトからの内容(パラメータ)が必要な場合、それらを書き込むのにも使われます。その場合、先に8042データレジスタに書き込みを行い、最後にコマンド第1バイトをコマンドレジスタに書きます。

▼表 I-7-6 8042データレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0600H   | 8042データレジスタ | W   | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

## ●割り込み要因フラグレジスタ

割り込み要因フラグレジスタ(表 I-7-7)は、割り込みの要因を調べることができます。

キーボードからの割り込みの有無を示すフラグ(KBINT)とキーボードインタフェースからの強制割り込みの有無を示すフラグ(NMI)の2つのビットがあります。

▼表 I-7-7 割り込み要因フラグレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1   | 0     |
|---------|---------------|-----|-----|---|---|---|---|---|-----|-------|
| 0604H   | 割り込み要因フラグレジスタ | R   | 不 定 |   |   |   |   |   | NMI | KBINT |

NMI(bit1) : キーボードインタフェースからのNMI割り込みの有無を示す。

0 = 割り込みなし

1 = 割り込みあり

KBINT(bit0) : キーボードからの割り込み有無を示す。

0 = 割り込みなし

1 = 割り込みあり

## ●割り込み制御レジスタ

割り込み制御レジスタ(表 I-7-8)は、割り込みを禁止するか許可するかのフラグ(KBMSK)があるのみです。

▼表 I-7-8 割り込み制御レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0     |
|---------|------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| 0604H   | 割り込み制御レジスタ | W   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | KBMSK |

KBMSK(bit0) : キーボード割り込みの制御。

0 = 割り込み禁止

1 = 割り込み許可

## 7.2 TOWNS パッド

この節では、TOWNS パッドとインタフェースのハードウェアの仕組みと働きについて解説します。

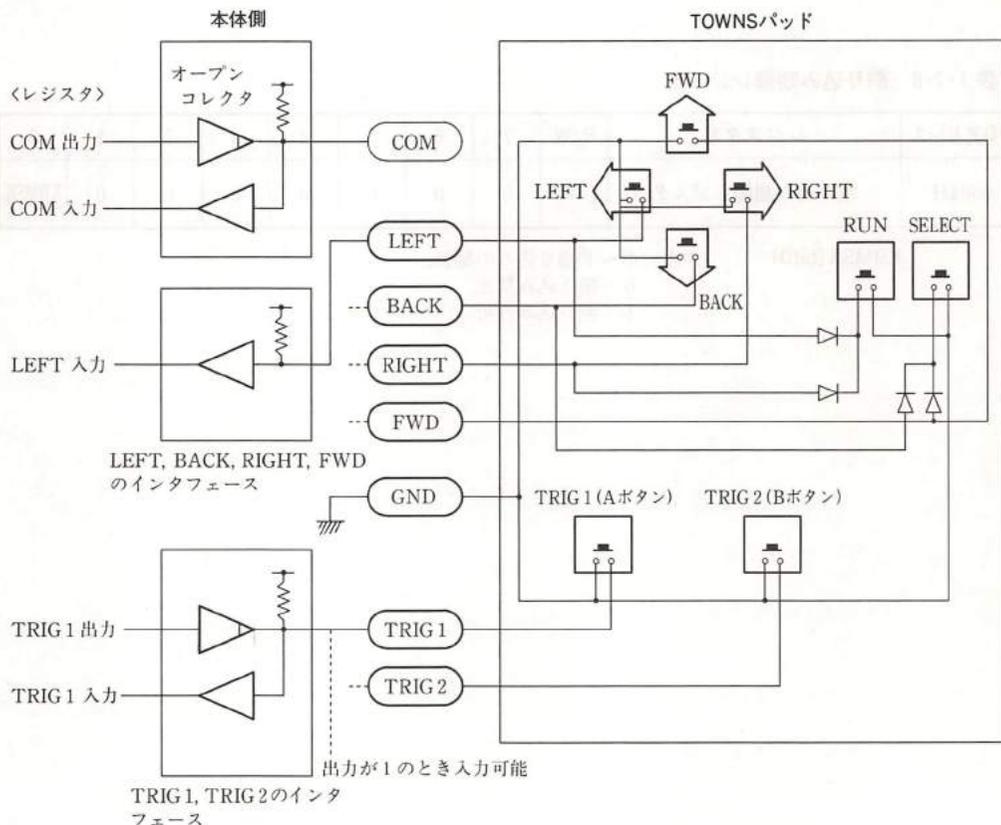
### 7.2.1 TOWNS パッドインタフェース概要

本体と TOWNS パッドのインタフェースは、TOWNS パッドの上下左右の移動ボタンと A ボタン、B ボタン、SELECT ボタン、RUN ボタンの押下状態が本体に入力される形態になっています(図 I-7-8)。

TOWNS パッドの内部スイッチからの信号線は、すべて本体の GND に接続されています。したがって、そのまま各スイッチが使用可能になっています。もし、MSX 仕様のパッドと互換性をとる場合は、COM 出力を 0 にします。このとき、COM 入力も 0 となり、各スイッチの入力が可能になります。

なお、A ボタン、B ボタンの押下による信号を読み取るには、TRIG 系の出力を 1 にしておく必要があります。

▼図 I-7-8 TOWNS パッドと本体の信号関係



## 7.2.2 TOWNS パッドのレジスタ

TOWNS パッドは2系統同時に使用できるように、レジスタもそれぞれの系統に対応するように設計されています。

A ボタン、B ボタン、上下左右移動ボタン、RUN ボタン、SELECT ボタンの押下状態は、パッド1、2入力レジスタ(表 I-7-9)から、読み取ることができます。

COM 出力と TRIG 出力の制御には、パッド出力レジスタ(表 I-7-10)を使います。パッド1、2入力レジスタから値を読み出す前には、COM 入力を読み出す場合には対応するフラグを0に、TRIG 入力を読み出す場合には対応するフラグを1にしておく必要があります。

▼表 I-7-9 パッド1、2入力レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7 | 6   | 5     | 4     | 3     | 2    | 1    | 0   |
|---------|------------|-----|---|-----|-------|-------|-------|------|------|-----|
| 04D0H   | パッド1入力レジスタ | R   | / | COM | TRIG2 | TRIG1 | RIGHT | LEFT | BACK | FWD |
| 04D2H   | パッド2入力レジスタ | R   | / | COM | TRIG2 | TRIG1 | RIGHT | LEFT | BACK | FWD |

TOWNS パッドの各ボタンの押下げ状態を示す。

COM (bit6) : COM入力を示す。  
0 = COM入力がない  
1 = COM入力がある

TRIG1, 2 (bit5, 4) : A ボタン(TRIG1), B ボタン(TRIG2)の状態を示す。  
0 = ボタンが押された  
1 = ボタンが押されていない

| RIGHT | LEFT | BACK | FWD | 意 味            |
|-------|------|------|-----|----------------|
| 0     | 1    | 1    | 1   | 方向キー(右)が押された   |
| 1     | 0    | 1    | 1   | 方向キー(左)が押された   |
| 1     | 1    | 0    | 1   | 方向キー(下)が押された   |
| 1     | 1    | 1    | 0   | 方向キー(上)が押された   |
| 0     | 0    | 1    | 1   | RUNボタンが押された    |
| 1     | 1    | 0    | 0   | SELECTボタンが押された |

▼表 I-7-10 パッド出力レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7 | 6 | 5           | 4           | 3             | 2             | 1             | 0             |
|---------|-----------|-----|---|---|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 04D6H   | パッド出力レジスタ | W   | 0 | 0 | JOY2<br>COM | JOY1<br>COM | JOY2<br>TRIG2 | JOY2<br>TRIG1 | JOY1<br>TRIG2 | JOY1<br>TRIG1 |

TOWNSパッドへの、制御情報レジスタである。

## 7.3 TOWNS マウス

この節では、TOWNS マウスとインタフェースの仕組みと働きについて解説します。

### 7.3.1 TOWNS マウスインタフェース概要

TOWNS マウスのインタフェースのコネクタは、TOWNS パッドと共用になっています。

図 I-7-9 に TOWNS マウスとインタフェースのブロック図を示します。

移動量の読み取りの制御は、次のように行います。

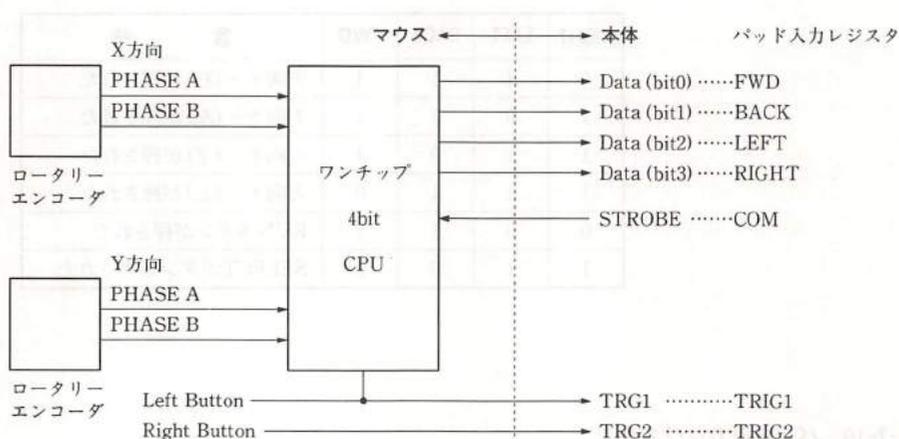
マウスの移動データは、4ビット(1ニブル)ずつ転送されます。COM 出力を 0→1、または 1→0 に変化させると、マウスは1ニブルのデータを送出します。この動作を4回繰り返すことにより、コンピュータ本体側では、全方向のデータを読み取ることができます(図 I-7-10)。

この図で、STROBE は COM 出力の反転されたものです。読み出し開始に当たっては、COM 出力を1にしておき、以後、変化させる都度データが転送されます。

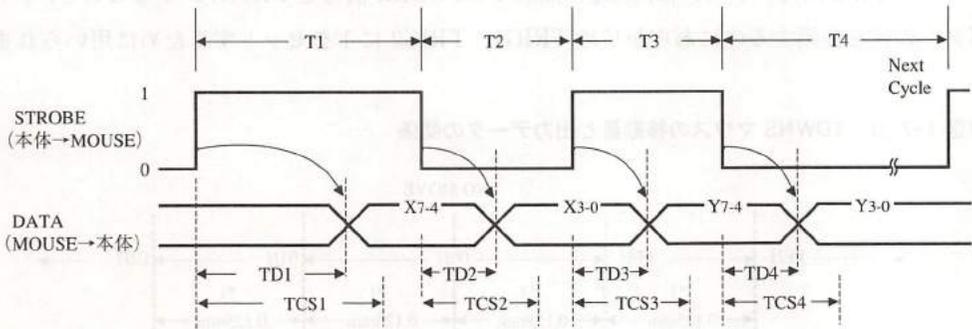
DATA VALID は、マウスからの移動信号(パッド1, 2入力レジスタに転送される)が有効な区間です。

なお、A, B ボタンの信号 TRIG1 と TRIG2 は、STROBE 信号とは無関係に入力でき、読み取りも随時可能です。

▼図 I-7-9 TOWNS マウスとインタフェースのブロック図



▼図 I-7-10 TOWNS マウスのタイミングチャート



T4 : ソフトがマウスからアドレス情報をポーリングする間隔。  
 TD1~4 : マウスがSTROBE信号の変化を検知してから、アドレス情報を出力するまでの時間。  
 TCS1~4 : ソフトがSTROBE信号を変化させてから、マウスのアドレス情報を取り込むまでの時間。

|        | MIN                      | MAX        |
|--------|--------------------------|------------|
| T1     | 100 (μs)                 | 150(μs)    |
| T2~3   | 50 (μs)                  | *1 150(μs) |
| T4     | 300(μs)                  | *2         |
| TD1    | —                        | 80(μs)     |
| TD2~4  | —                        | 40(μs)     |
| TCS1   | 80(μs) < TCS1 < 100 (μs) |            |
| TCS2~4 | 40(μs) < TCS2~4 < 50(μs) |            |

\*1 T2が150μs以上大きくなると、マウス側でタイムアウト処理を行い座標情報をクリアする。

\*2 マウスのアドレス情報をポーリングする間隔は、マウスの移動スピードと解像度によって決定される。

### 7.3.2 TOWNS マウスのレジスタ

TOWNS マウスインタフェースは、TOWNS パッドインタフェースと同じレジスタを使用します。

マウスの移動量は、XY 軸方向とも 8 ビットで構成されます。マウス専用 CPU により 4 ビット (1 ニブル) ずつパッド 1, 2 入力レジスタの下位 4 ビットに転送されます。その時のデータのフォーマットは表 I-7-11 のようになります。

▼表 I-7-11 マウスの出力データのフォーマット

|        | ビット3           | ビット2           | ビット1           | ビット0           |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 ニブル目 | X <sub>7</sub> | X <sub>6</sub> | X <sub>5</sub> | X <sub>4</sub> |
| 2 ニブル目 | X <sub>3</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>1</sub> | X <sub>0</sub> |
| 3 ニブル目 | Y <sub>7</sub> | Y <sub>6</sub> | Y <sub>5</sub> | Y <sub>4</sub> |
| 4 ニブル目 | Y <sub>3</sub> | Y <sub>2</sub> | Y <sub>1</sub> | Y <sub>0</sub> |

マウスからの出力データは左の 4 ニブルブロックから構成される

X<sub>7</sub>-X<sub>0</sub>: 8 ビット X 座標 (2 の補数表現)

1 つ前のデータを出した位置からの相対座標を表し、右方向の移動が負数、左方向の移動が正数となる。

Y<sub>7</sub>-Y<sub>0</sub>: 8 ビット Y 座標

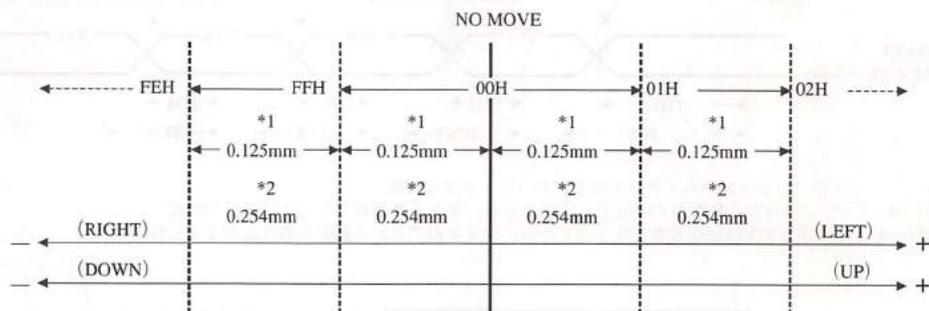
X<sub>7</sub>-X<sub>0</sub>と同様下方向が負数、上方向が正数となる。

また、2 つのトリガボタンは、レジスタの 5 ビット目と 6 ビット目にそのフラグが転送されます。トリガボタンの状態を読み出す前に、TRIG 系出力を 1 にしておく必要があります。

また、マウスの移動量と出力データの関係は図 I-7-11 のようになります。

パッド 1, 2 出力レジスタは、規定の間隔で STROBE 信号を ON/OFF することと、トリガボタンの値を参照するのにあらかじめ TRIG1, TRIG2 に 1 をセットするために用いられます。

▼図 I-7-11 TOWNS マウスの移動量と出力データの関係



\*1は200DPIのマウスを示す。  
\*2は100DPIのマウスを示す。

|   |       |         |      |
|---|-------|---------|------|
|   | -     | 0       | +    |
| X | RIGHT | NO MOVE | LEFT |
| Y | DOWN  | NO MOVE | UP   |

## 7.4 プリンタ

この節では、プリンタインタフェースの仕組みと働きについて解説します。

### 7.4.1 プリンタインタフェース概要

プリンタインタフェースの仕様を表 I-7-12 に示します。

FM TOWNS がサポートするプリンタは FMR などと互換性があり、セントロニクス仕様に準拠しており、富士通独自の拡張がなされています。

セントロニクス仕様では、本体から 8 ビットのデータを 1 ビットにつき 1 本の信号線で並列転送します。データの流は一方通行です。

▼表 I-7-12 プリンタインタフェースの仕様

| 項 目                        | 仕 様                                        |
|----------------------------|--------------------------------------------|
| インタフェース<br>データ転送<br>サポート範囲 | セントロニクスインタフェース<br>プログラム/DMA<br>FJ拡張インタフェース |

### ●データの流れ

本体側とプリンタ間のデータの流れを、図 I-7-12 に示します。

データを送出するには、まず、BUSY が 0 であることを確認してデータを出し、続いて STROBE 信号を 1 にして、プリンタに対してデータが有効なことを宣言します。この STROBE 信号を受け取ると、プリンタ側は BUSY 信号を 1 に保ちます。

1 バイト分の受信が終了し、次のデータの受け取りが可能になった時点で、ACKNG 信号を 0 にして本体に通知します。この時点で並行して BUSY も解除 (0 になる) されます。

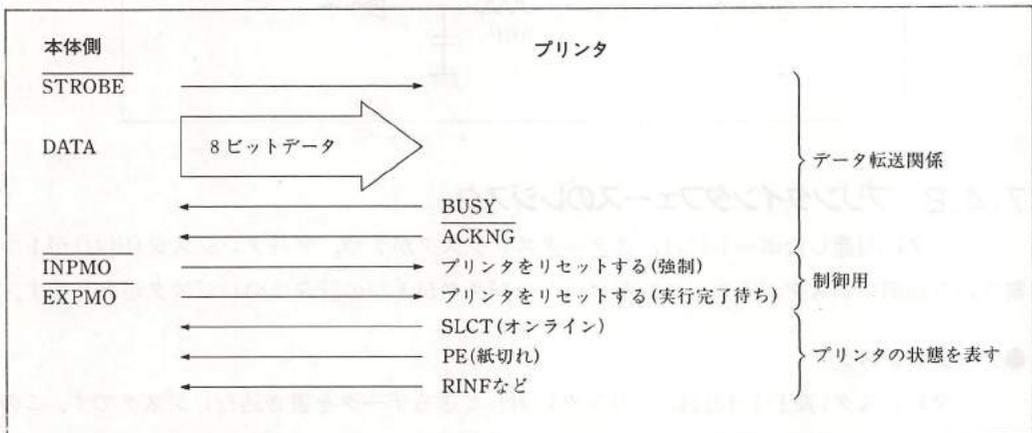
DATA, STROBE, BUSY, ACKNG のタイミングチャートを図 I-7-13 に示します。

8 本のデータ線、STROBE 線、ACKNG 線、BUSY 線以外には、制御用とプリンタのステータスを通知する信号線が存在します。

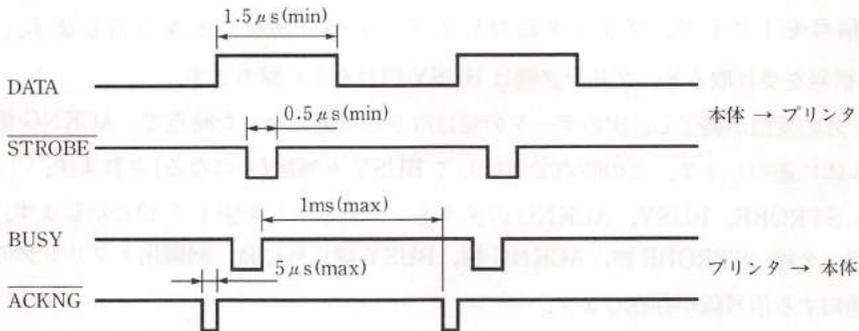
制御用に属するものには、プリンタをリセットする EXPM0 信号 (通常、電源 ON で出力される強制初期化信号) や INPM0 信号 (プリンタを初期化する) があります。

ステータス用に属するものには、プリンタが接続 (オンライン) されていることを示す SLCT 信号、紙切れを通知する PE 信号、エラー状態を示す RINF1~RINF3 があります。なんらかのエラーが起こっている場合には、これらのステータス信号が通知され、データの送出手は無視されます。また、STROBE 信号に対する ACKNG/BUSY の応答もなくなるので、プリンタにデータを送り出しているプログラムも永久待ち (ACKNG/BUSY を待ち続ける) となってしまいます。図 I-7-14 にセントロニクスインタフェースの電気的な仕様を示します。

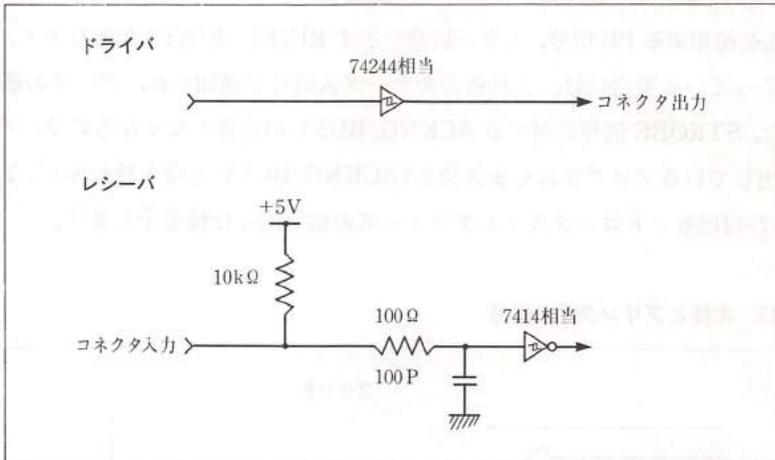
▼図 I-7-12 本体とプリンタ間の信号



▼図 I-7-13 各信号のタイミングチャート



▼図 I-7-14 セントロニクスインタフェースの電気的仕様



## 7.4.2 プリンタインタフェースのレジスタ

プリンタに関連したポートには、ステータスレジスタが2つ、データレジスタ(出力)が1つ、割り込み制御レジスタが1つ、コントロールレジスタが1つの計5つのレジスタがあります。

### ●データレジスタ

データレジスタ(表 I-7-13)は、プリンタに対して送るデータを書き込むレジスタです。このレジスタにデータが書き込まれると、プリンタに対して STROBE 信号が送出されます。データの取り込みが終わり、次のデータを受け取れるようになったら、本体側に ACK 信号を返します。

データレジスタに書き込む際に、プリンタがデータを受けとることができる状態でない限りなりません。

▼表 I-7-13 データレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名   | R/W | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|---------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0800H   | データレジスタ | W   | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

D7-0(bit7-0) : プリンタに対するコマンド/データをセットする。  
このレジスタにコマンド/データを書き込むと、プリンタに対する  
STROBE信号が自動的に送られる。

## ●ステータスレジスタ 1, 2

ステータスレジスタ 1, 2 (表 I-7-14, 表 I-7-15)には、プリンタの状態が示されています。  
このレジスタを読み出せば、プリンタがデータを受け取れるかどうか分ります。データを書き  
込む前には、チェックしてください。

▼表 I-7-14 ステータスレジスタ 1

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7    | 6  | 5    | 4    | 3   | 2   | 1     | 0     |
|---------|-------------|-----|------|----|------|------|-----|-----|-------|-------|
| 0800H   | ステータスレジスタ 1 | R   | BUSY | PE | FUSE | THSN | POW | ACK | FAULT | READY |

BUSY(bit7) : プリンタが動作中であることを示す。

0 = データ待ち  
1 = 動作中

PE(bit6) : プリンタ用紙が残り少なくなったことを示す。

0 = 用紙あり  
1 = 用紙なし

FUSE(bit5) : \*プリンタのヒューズ断を示す。

0 = 正常  
1 = ヒューズ切れ

THSN(bit4) : \*プリンタの印字ヘッドの異常温度検出を示す。

0 = 正常  
1 = 温度異常

POW(bit3) : \*プリンタの電源ON/OFF状態を示す。

0 = OFF  
1 = ON

ACK(bit2) : コマンド/データに対する応答があったことを示す。

ステータスレジスタ 2 のリードでリセットする。  
0 = 応答なし  
1 = 応答あり

FAULT(bit1) : プリンタのアラーム、または、オフライン状態を示す。

ステータスレジスタ 2 のリードでリセットする。  
0 = 正常  
1 = アラーム、又は、オフライン

READY(bit0) : プリンタのデータ受信状態を示す。DMA、および、割り込みを用いない  
でデータ転送する場合、このビットが1であることを確認すること。

0 = プリンタへデータ転送不可  
1 = プリンタへデータ転送可能

説明の最初に\*の付くものは、プリンタによりサポートされない場合がある(詳細は各プリンタの  
仕様書を参照)。この場合、そのビットに対して読み出した値は不定。

▼表 I-7-15 ステータスレジスタ 2

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3    | 2     | 1     | 0     |  |
|---------|-------------|-----|-----|---|---|---|------|-------|-------|-------|--|
| 0802H   | ステータスレジスタ 2 | R   | 不 定 |   |   |   | SLCT | RINF3 | RINF2 | RINF1 |  |

SLCT (bit3) : プリンタのセレクト状態を示す。  
0 = オフライン状態  
1 = オンライン状態

RINF3-1 (bit2-0) : \* プリンタのエラー/アラーム状態を示す。おのおの、その状態に伴い、FAULT, BUSYビットがともに出力される。  
(詳細は、各プリンタの仕様書を参照のこと)

このレジスタは、ステータスレジスタ 1 の FAULT = 1 のとき以外読まないこと。  
説明の最初に \* の付くものは、プリンタによりサポートされない場合がある(詳細は各プリンタの仕様書を参照)。この場合、そのビットに対して読み出した値は不定。

### ●割り込み制御レジスタ

割り込み制御レジスタ(表 I-7-16)では、ACK または FAULT 信号によって、CPU に対して割り込みをかけるように設定することができます。

一般にプリンタのデータは、行単位に出力されることが多く、最後の行が出力された後はしばらく使われないことが少なくありません。そのようなときプリンタをオフラインにしたり、用紙をはずしたりしただけで割り込みが発生すると不都合なので、プログラムでは遊休時に割り込みを禁止するようにしておかなければなりません。

▼表 I-7-16 割り込み制御レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1       | 0       |
|---------|------------|-----|---|---|---|---|---|---|---------|---------|
| 0804H   | 割り込み制御レジスタ | W   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ACK MSK | FLT MSK |

ACKMSK (bit1) : ACK 信号による割り込みを制御する。  
0 = 割り込み禁止  
1 = 割り込み許可

FLTMSK (bit0) : FAULT 信号による割り込みを制御する。  
0 = 割り込み禁止  
1 = 割り込み許可

### ●コントロールレジスタ

コントロールレジスタ(表 I-7-17)では、プリンタの初期化と DMA の起動を指示します。EXPRM と INPRM は、プリンタに対して初期化を指示するので、通常は 0 にしておいてください。

▼表 I-7-17 コントロールレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2     | 1     | 0   |
|---------|------------|-----|---|---|---|---|---|-------|-------|-----|
| 0802H   | コントロールレジスタ | W   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | EXPRM | INPRM | DMA |

**EXPRM (bit2)** : \*プリンタへのイニシャライズを指示する。  
このビットはセントロニクスインタフェース上のエクспライム信号であり、このビットに1を書くとプリンタはそのとき実行中の動作を中断する。一定時間(プリンタにより異なるので各々の仕様書を参照のこと)ののちに0を書いたときに、イニシャル動作を実行する。定常状態では、0にしておくこと。

**INPRM (bit1)** : プリンタへのイニシャライズを指示する。  
このビットはセントロニクスインタフェース上のインプライム信号であり、このビットに1を書くとプリンタはそのとき実行中の動作を正常に終了する。一定時間(プリンタにより異なるので各々の仕様書を参照のこと)ののちに0を書いたときに、イニシャル動作を実行する。定常状態では、0にしておくこと。

**DMA (bit0)** : プリンタ用のDMAをスタートさせる。  
DMA終了後、このビットは自動的に0になる。  
1=DMA開始

DMA開始後、終了するまではこのレジスタへの書き込みを行わないこと。  
説明の最初に\*の付くものは、プリンタによりサポートされない場合がある(詳細は各プリンタの仕様書を参照)。この場合、そのビットに書き込む場合は0にすること。

## 7.5 フロッピィディスクドライブ

FM TOWNSには、3.5インチフロッピィディスクドライブが内蔵されています。FDC(フロッピィディスクコントローラ)は、MB8877Aを採用しており、ディスクドライブの制御に使われています。この節では、FDCを使った、ハードウェアレベルのディスクの読み書きの仕組みについて解説します。

### 7.5.1 ディスクドライブの仕様

内蔵のフロッピィディスクドライブの仕様とフロッピィディスクコントローラの仕様を、表 I-7-18、表 I-7-19に示します。

ディスクドライブは、2HD/2DD 両用タイプであり、どちらのメディアでも読み出し書き込みが可能です。

また、2Dのメディアは書き込みはできませんが、読み出しは可能です。

FM TOWNSに内蔵されているディスクは3.5インチですが、増設の5インチの2台は、同じコントローラ(FDインタフェース)を使って制御できます。

▼表 I-7-18 内蔵フロッピーディスクドライブの仕様

| 項  | 項目      | 仕 様                                                                                                  |                                                                                                         |
|----|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |         | 2DDモード                                                                                               | 2HDモード                                                                                                  |
| 1  | 容 量     | 記憶容量/ドライブ<br>Unformat : 1.0MB<br>Format : 655KB<br>記憶容量/トラック<br>Unformat : 6,250B<br>Format : 4,096B | 記憶容量/ドライブ<br>Unformat : 1.6MB<br>Format : 1,025KB<br>記憶容量/トラック<br>Unformat : 10,416B<br>Format : 6,656B |
| 2  | 回転速度    | 300rpm                                                                                               | 360rpm                                                                                                  |
| 3  | 記憶密度    | 8,717bpi                                                                                             | 14,184bpi                                                                                               |
| 4  | シリンダ数   | 80                                                                                                   | 77                                                                                                      |
| 5  | 転送速度    | 31.25KB/S                                                                                            | 62.5KB/S                                                                                                |
| 6  | ヘッド数    | 2                                                                                                    | 2                                                                                                       |
| 7  | トラック密度  | 135TPI                                                                                               | 135TPI                                                                                                  |
| 8  | モータ起動時間 | 1,000mS以下                                                                                            | 1,000mS以上                                                                                               |
| 9  | シーク速度   | ポジショニングタイム<br>MIN 18mS以下<br>TYP 95mS以下<br>MAX 252mS以下                                                | ポジショニングタイム<br>MIN 18mS以下<br>TYP 91mS以下<br>MAX 243mS以下                                                   |
| 10 | 電源仕様    | + 5 V ± 5 %<br>MAX 1.2A                                                                              | + 5 V ± 5 %<br>MAX 1.2A                                                                                 |

▼表 I-7-19 フロッピーディスクコントローラの仕様

| 項 目     | 仕 様                                                                            |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------|
| コントローラ  | MB8877A                                                                        |
| サポート範囲  | 3.5 インチ 2HD/2DD<br>3.5 インチ 2D (リードのみ)<br>5 ¼ インチ 2HD/2DD<br>5 ¼ インチ 2D (リードのみ) |
| ドライブ数   | 最大4台                                                                           |
| レディチェック | 選択されている1台のみチェック可能                                                              |
| データ転送   | DMA                                                                            |
| その他     | モータON/OFF可能                                                                    |

サポート範囲は、内蔵ドライブの外に、外付けドライブも含めて対応できる記録形式を示す。

## 7.5.2 フロッピーディスクのフォーマット

ディスクを同心円上に分割したものをトラック。さらに、等角度で分割したものをセクタといいます(図 I-7-15)。データをディスクに記録する際には、セクタが最小単位になります。

セクタの中には、セクタの読み書き時に同期をとるための領域、セクタのIDを格納する領域、

データが格納されている領域などに分れています。

トラックとセクタのデータ構造を、図 I-7-16 に示します。この図中、DATA フィールドにある、DATA の部分に正味のデータが格納されます。

FM TOWNS の基本 OS である TOWNS OS では、MS-DOS と同じフォーマットを採用し、FMR などの他機種とデータの互換性がとれるようにしています。

TOWNS OS のフォーマットを、表 I-7-20 に示します。

ディスクのトラック数、セクタの数、セクタの長さは、使用する OS が採用しているフォーマットによって異なりますが、FM TOWNS の FDC (フロッピーディスクコントローラ) を使って、ハードウェアレベルでデータの読み書きを行う場合には、TOWNS OS だけでなく、FM77 やその他のフォーマットにも対応できるようになっています。

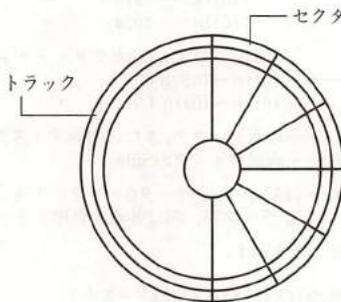
シリンダとは、ディスクを同心円状に何分割しているかを示すもので、トラック数はディスク両面が使用可能なため、シリンダ数×2 となっています。

セクタ長は、図 I-7-16 の DATA フィールドの DATA の部分に相当します。

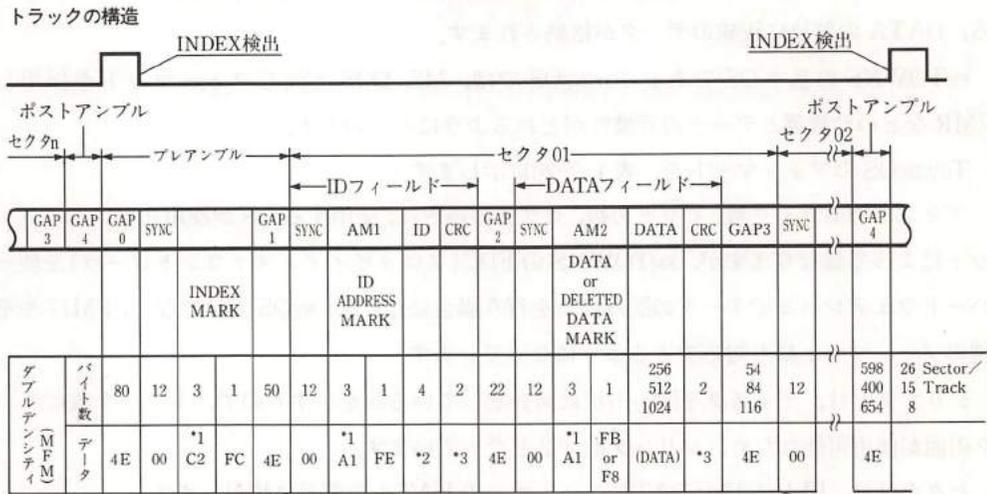
▼表 I-7-20 フロッピーディスクのフォーマット

| メディア       | シリンダ数 | トラック数 | セクタ数 | セクタ長 |
|------------|-------|-------|------|------|
| 2HD(1MB)   | 77    | 154   | 8    | 1024 |
| 2DD(640KB) | 80    | 160   | 8    | 512  |

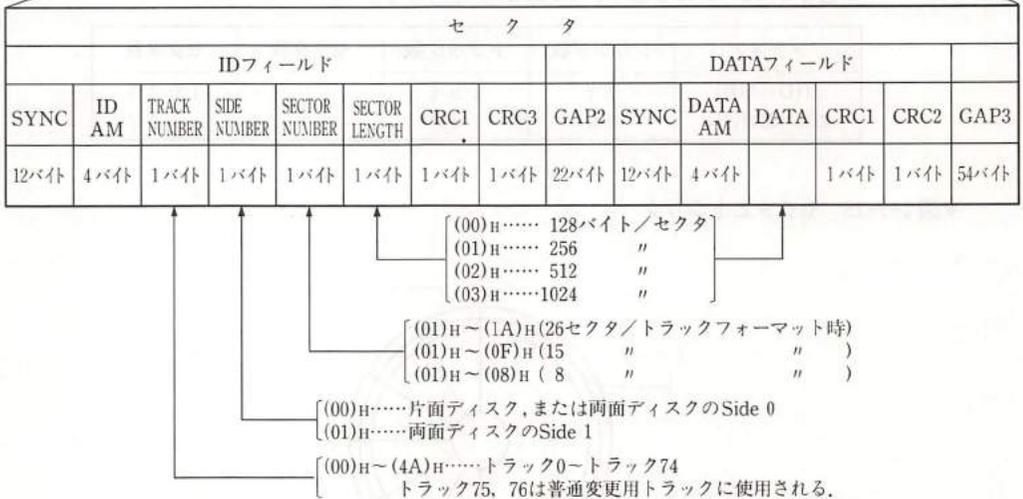
▼図 I-7-15 セクタとトラック



▼図 I-7-16 トラックとセクタのデータ構造



セクタの構造



\*1.....ミッシングクロックを持っていることを示す。  
 \*2.....IDフィールドを示す。  
 \*3.....Cyclic Redundancy Check 多項式 $G(X) = X^0 + X^5 + X^{12} + X^{16}$

### 7.5.3 フロッピーディスクドライブの基本動作

ここでは、フロッピーディスクドライブが、どのような動作を行っているかについて説明します。以下に説明する動作は、FDCの助けを借りて行います。

フロッピーディスクドライブの動作は、基本的にディスクの読み書きと、ヘッドの移動だけです。

#### ●ディスクの読み書き

ディスクの読み書きには次の5つの形式があります。

##### ライトトラック

1トラックに対して書き込みを行うことです。フォーマット時などには、これを使って、各セクタのIDフィールドに、サイド番号(面番号)、トラック番号、セクタ番号を書き込み、トラック内にセクタを割り付けます。

##### リードトラック

1トラックの内容を一度に読み出すことです。ディスクの診断時などに使われます。

リードトラックや、ライトトラックの際は、トラックの始まりをインデックス孔検出信号によって識別します。

##### リードデータとライトデータ

セクタの正味のデータ(セクタ長に相当する部分)ごとに、読み書きすることです。

リードデータ、ライトデータの実行は、IDフィールドを読みながら目的のセクタを捜し、見つかった時点で、そのデータフィールドの位置から読み出し、書き込みを行います。

##### リードアドレス

IDフィールドの内容を読み出すことです。

#### ●ヘッドの移動

ヘッドの動作には、リストア、ステップ、シークの3種類があります。

図I-7-17に、ヘッドの移動動作と位置関係を表します。

##### リストア

現在のヘッドのあるトラック位置から、最外周(トラック0)へ移動する動作をいいます。

##### ステップ

現在のヘッドのあるトラック位置から、隣接トラックへ移動する動作をステップといいます。外周、内周どちらにも移動ができます。外周へのステップをステップアウト、内周へのステップをステップインといいます。

## シーク

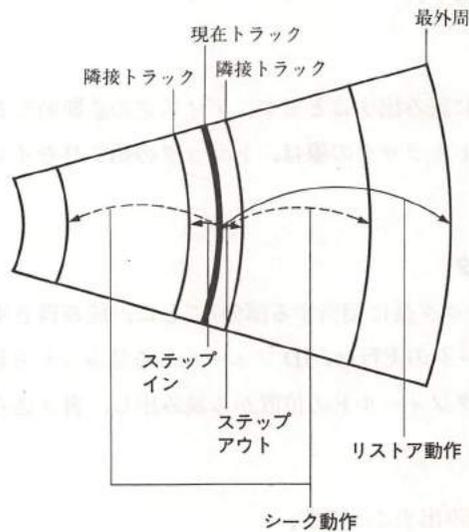
任意のトラック番号の位置にヘッドを移動させることをシークといいます。

シーク時には、現在のトラック位置と行き先のトラック番号の差が正ならば内周方向へ、負ならば外周方向へ移動します(最内周が最大トラック番号、最外周トラックは0)。差が0であるときにはシーク動作は行われません。

シーク動作は、ステップ動作の繰り返しとして行われます。例えば、トラック間の差が2であれば、2回のステップ動作が行われることになります。

システム起動時には、トラックレジスタ(現在のトラック中アドレスを示す)などの値が設定されていないので、まず、リストア動作を行います。その後、ステップ動作、シーク動作が可能となります。

▼図 I-7-17 ヘッドの移動動作と位置関係



### 7.5.4 FDC のレジスタ

FDC を使って、フロッピーディスクドライブを制御することができます。

FDC には、表 I-7-21 に示すようなレジスタがあります。

また、この外にフロッピーディスクドライブの制御に関わっているフロッピーディスクドライブ制御用補助レジスタ(表 I-7-22)があります。

▼表 I-7-21 FDC(MB8877A)のレジスタ

| I/Oアドレス | R/W    | レジスタ名                 |
|---------|--------|-----------------------|
| 0200H   | R<br>W | ステータスレジスタ<br>コマンドレジスタ |
| 0202H   | R/W    | トラックレジスタ              |
| 0204H   | R/W    | セクタレジスタ               |
| 0205H   | R/W    | データレジスタ               |

▼表 I-7-22 フロッピィディスクドライブ制御用補助レジスタ一覧

| I/Oアドレス | R/W    | レジスタ名                           |
|---------|--------|---------------------------------|
| 0208H   | R<br>W | ドライブステータスレジスタ<br>ドライブコントロールレジスタ |
| 020CH   | W      | ドライブセレクトレジスタ                    |
| 020EH   | R/W    | ドライブスイッチレジスタ                    |

### ●コマンドレジスタ

コマンドレジスタ(表 I-7-23)は、フロッピィディスク制御コマンドを書き込んで与えるためのものです。

コマンドにはIからIVまでの4タイプがあり、送出したコマンドはタイプごとにステータスレジスタにその結果が返ってきます。

与えるパラメータは、タイプIのコマンドでは、u/h/V/r1・r0、タイプIIではm/S/E/C/a0、タイプIIIではEのみ、タイプIVではI3~I0となっています。

タイプIVのコマンドを送出し、インタラプトフラグであるI3~I0のいずれかに1を指定した場合、強制割り込みが生じます。I0はREADY入力の立上り時、I1はREADY入力の立ち下がり時、I2は各インデックスパルス、I3は無条件に割り込みが起こります。

各コマンドコードのフラグについて説明します。

h(ヘッドロード)とは、ヘッドをディスクの表面に接触させることです。V(照合)とは、IDフィールドのチェックを行うかどうかです。u(トラックレジスタの更新)はトラックレジスタの値を更新するかどうかを決めるものです。

r0/r1(ステップレート)は、ステップパルスの間隔を示します。

FM TOWNSでは、FDCクロックの値により、1MHzでは1、2MHzでは0を指定します。FDCクロックについては後述のドライブコントロールレジスタ(表 I-7-26)のCLKSELの説明を参照してください。

m(マルチレコード)は、連続して複数レコードを処理することです。

a0(アドレスマーク)は、不良セクタのとき1を書き、その他は0を書きます。

S(サイド番号)は、ディスクの面番号(0, 1)を示します。

E(15ms ディレイイネーブル)は、ヘッドロード時間に15msを自動加算する機能です。

C(サイド比較)は、サイドの値が正しいかどうかのチェックを行うものです。

▼表 I-7-23 コマンドレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名    | R/W | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0200H   | コマンドレジスタ | W   | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

フロッピディスクドライブにコマンドを与える。次のようなタイプがある。

| タイプ | 名称         | コード                                                                 | 動作概要                  |
|-----|------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| I   | リストア       | 0 0 0 0 h V r <sub>1</sub> r <sub>0</sub>                           | ヘッドをトラック0へ移動する        |
|     | シーク        | 0 0 0 1 h V r <sub>1</sub> r <sub>0</sub>                           | 目的のトラックへ、ヘッドを移動する     |
|     | ステップ       | 0 0 1 u h V r <sub>1</sub> r <sub>0</sub>                           | ヘッドを1トラック移動する         |
|     | ステップイン     | 0 1 0 u h V r <sub>1</sub> r <sub>0</sub>                           | ヘッドを1トラック内側へ移動する      |
|     | ステップアウト    | 0 1 1 u h V r <sub>1</sub> r <sub>0</sub>                           | ヘッドを1トラック外側へ移動する      |
| II  | リードデータ     | 1 0 0 m S E C 0                                                     | ディスクのデータ(データフィールド)を読む |
|     | ライトデータ     | 1 0 1 m S E C a <sub>0</sub>                                        | ディスク(データフィールド)へデータを書く |
| III | リードアドレス    | 1 1 0 0 0 E 0 0                                                     | ディスクの1Dフィールドを読む       |
|     | リードトラック    | 1 1 1 0 0 E 0 0                                                     | ディスクの1トラックの全データを読む    |
|     | ライトトラック    | 1 1 1 1 0 E 0 0                                                     | ディスクの1トラックの全データを書く    |
| IV  | フォースインタラプト | 1 1 0 1 I <sub>3</sub> I <sub>2</sub> I <sub>1</sub> I <sub>0</sub> | 割り込み(IRQ)を発生させる       |

#### フラグ名称

|                                 |                          |                                |                                       |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| r <sub>1</sub> , r <sub>0</sub> | : ステップレート (Step Rate)    | a <sub>0</sub>                 | : アドレスマーク (ADDRESS MARK)              |
| V                               | : 照合 (Verify)            | S                              | : サイド番号 (Side-Number)                 |
| h                               | : ヘッドロード (Head Load)     | E                              | : 15msディレイネーブル<br>(15ms Delay Enable) |
| u                               | : トラックレジスタの更新            | C                              | : サイド比較 (Side Compare)                |
| m                               | : マルチレコード (Multi-Record) | I <sub>3</sub> ~I <sub>0</sub> | : 割り込み (Interrupt)                    |

#### ●ステータスレジスタ

ステータスレジスタ(表 I-7-24)は、コマンドレジスタに書き込んだコマンドに対して、ディスクドライブの状態を返すレジスタです。コマンドのタイプによって、返される値の意味が異なります。

ビット7は、すべてのコマンドに対して共通で、ドライブが動作可能かどうか(1ならば不可能)を意味します。

ビット6はディスク書き込みタイプのコマンドのみ意味があり、このフラグが1であるときは、ライトプロテクトがかかっていることを示します。

ビット5は場合によって意味が異なりますが、動作に失敗したときに1となります。HEAD ENGAGEDが1のときにはヘッドロードされていることを示します。RECORD TYPEは、不良セクタの場合に1となります。

ビット4が1のときはヘッド移動時にシークエラー(あるいはセクタが見つからない)が生じたことを示します。

ビット3が1のときは、ディスクに物理的エラーがある(CRCエラー)ことを示します。

ビット2が1のときは、タイプIの場合は0トラックに移動したことを示し、他のタイプのコマンドの場合はデータの転送が間に合わなくて失われたことを示します。

ビット1が1のときは、タイプIコマンドの場合インデックスホールの検出を意味します。他のタイプの場合には次のデータを要求することを意味します。

ビット0はどのタイプでも共通で、このフラグが1のときはFDCがコマンド実行中であり、次のコマンドが受け付けられないことを示します。

表中のマスタリセットとは、FDCに対するハードウェアのリセット信号のことです。リセットがかかると、それまでの動作の解除と同時に自動的にリストアが実行されます。

▼表 I-7-24 ステータスレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|-----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0200H   | ステータスレジスタ | R   | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

コマンドに対してドライブの状態を返す。各ビットは次のような意味がある。

| タイプ     | コマンド           | 7                              | 6             | 5            | 4                | 3         | 2         | 1            | 0    |
|---------|----------------|--------------------------------|---------------|--------------|------------------|-----------|-----------|--------------|------|
| I       | Iのタイプのすべてのコマンド | NOT READY                      | WRITE PROTECT | HEAD ENGAGED | SEEK ERROR       | CRC ERROR | TRACK00   | INDEX        | BUSY |
| II      | リードデータ         | NOT READY                      | 0             | RECORD TYPE  | RECORD NOT FOUND | CRC ERROR | LOST DATA | DATA REQUEST | BUSY |
|         | ライトデータ         | NOT READY                      | WRITE PROTECT | WRITE FAULT  | RECORD NOT FOUND | CRC ERROR | LOST DATA | DATA REQUEST | BUSY |
| III     | リードアドレス        | NOT READY                      | 0             | 0            | RECORD NOT FOUND | CRC ERROR | LOST DATA | DATA REQUEST | BUSY |
|         | リードトラック        | NOT READY                      | 0             | 0            | 0                | 0         | LOST DATA | DATA REQUEST | BUSY |
|         | ライトトラック        | NOT READY                      | WRITE PROTECT | WRITE FAULT  | 0                | 0         | LOST DATA | DATA REQUEST | BUSY |
| IV      | 他のコマンド実行中の場合   | (今まで実行していたコマンドのステータスビットと同様の意味) |               |              |                  |           |           |              | 0    |
|         | 実行中のコマンドがない場合  | NOT READY                      | WRITE PROTECT | HEAD ENGAGED | 0                | 0         | TRACK00   | INDEX        | 0    |
| マスタリセット |                | (タイプIコマンドに準ずる)                 |               |              |                  |           |           |              |      |

### ●トラックレジスタ

トラックレジスタ(表 I-7-25)は、読み出し/書き込み両用レジスタであり、現在のヘッド位置が8ビットで格納されています。0~79までの数値を2進値で示します。この値はリストアで0になり、ステップインで1加算、ステップアウトで1減算されます。このようなトラックレジスタの自動更新を禁止することもできます。その場合、プログラムでトラック値を書き込まなければなりません。

▼表 I-7-25 トラックレジスタ、セクタレジスタ、データレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名    | R/W | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0202H   | トラックレジスタ | R/W | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
| 0204H   | セクタレジスタ  | R/W | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
| 0206H   | データレジスタ  | R/W | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

### ●セクタレジスタ

セクタレジスタ(表 I-7-25)は、読み出し/書き込み両用レジスタで、リードデータ、ライトデータでは対象のセクタ位置を指定します。セクタ値は1~16までの数値を2進値で示します。リードアドレス時には、IDフィールドのトラック番号が入ります。

### ●データレジスタ

データレジスタ(表 I-7-25)は、読み出し/書き込み両用レジスタです。このレジスタには、ディスクから読み出したデータ(読み出し時)、あるいはディスクに書き込むデータ(書き込み時)が格納されます。

シーク時には、事前にこのレジスタに目的トラック値を書き込みます。そして、シークコマンドを実行すると、トラックレジスタの値と目的トラック値を比較しながら、ステップインまたは、ステップアウトを繰り返し、トラックレジスタの値と等しくなるまで、ヘッドを移動します。

### ●ドライブステータスレジスタ

ドライブステータスレジスタ(表 I-7-26)は、ドライブの状態を参照するもので、拡張ドライブの種別、選択されたドライブがレディ(動作可能状態)であるかどうかを知ることができます。このレジスタのビット3~7は不定、ビット0は常に1となっています。

▼表 I-7-26 ドライブステータスレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3 | 2          | 1      | 0 |
|---------|---------------|-----|-----|---|---|---|---|------------|--------|---|
| 0208H   | ドライブステータスレジスタ | R   | 不 定 |   |   |   |   | 3.5<br>FDD | FREADY | 1 |

3.5 FDD (bit2) : 拡張ドライブの種別を示す。  
0 = 5.25インチ  
1 = 3.5 インチ

FREADY (bit1) : 選択されたドライブがレディであることを示す。  
0 = ノットレディ  
1 = レディ

## ●ドライブコントロールレジスタ

ドライブコントロールレジスタ(表 I-7-27)は、FDCのクロック、モータのON/OFF、ディスクのサイド、記録密度、割り込みマスクの指定をします。

▼表 I-7-27 ドライブコントロールレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名          | R/W | 7 | 6 | 5          | 4     | 3 | 2          | 1    | 0          |
|---------|----------------|-----|---|---|------------|-------|---|------------|------|------------|
| 0208H   | ドライブコントロールレジスタ | W   | 0 | 0 | CLK<br>SEL | MOTOR | 0 | HD1<br>SEL | DDEN | IRQ<br>MSK |

CLKSEL (bit5) : FDCに与えるクロックを指定する。  
0 = 2 MHz (3.5インチ, 5インチ2HD)  
1 = 1 MHz (3.5インチ, 5インチ2D/2DD)  
シーク動作時はこのビットを0としておくことにより、高速シークが可能である。  
リード/ライト時は制御対象となるメディアに応じた設定(上記のとおり)としなければならない。

MOTOR (bit4) : 3.5インチ, 5インチドライブのモータを制御する。  
0 = OFF (停止)  
1 = ON (回転)

HDISEL (bit2) : リード/ライトの対象となるメディアの面を指定する。  
0 = サイド 1  
1 = サイド 0

DDEN (bit1) : メディアの記録方式を指定する。  
0 = 単密度  
1 = 倍密度 (2D/2DD/2HD)

IRQMSK (bit0) : FDCからの割り込みを制御する。  
0 = 割り込み禁止  
1 = 割り込み許可

## ●ドライブセレクトレジスタ

ドライブセレクトレジスタ(表 I-7-28)は、ドライブコントロールレジスタの機能補完と、ドライブの選択を行います。モータの回転数、インユース信号の制御、DSL0~DSL3のドライブセレクト情報を出力するようになっています。

インユースの制御は、入出力の直前に1(点灯)にし、終了後に0(消灯)にもどすようにします。

▼表 I-7-28 ドライブセレクトレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W | 7 | 6     | 5 | 4     | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------|--------------|-----|---|-------|---|-------|------|------|------|------|
| 020CH   | ドライブセレクトレジスタ | W   | 0 | HISPD | 0 | INUSE | DSL3 | DSL2 | DSL1 | DSL0 |

HISPD(bit6) : 3.5インチ, 5インチドライブの回転速度を指定する。  
 0=300rpm(2D/2DD)  
 1=360rpm(2HD)

INUSE(bit4) : ドライブのドアロック機構, および, ランプの制御を行う。  
 3.5インチ, 5インチドライブの場合  
 0=DSLをオフにしたときラッチ解除を行い, 表示ランプを消灯し,  
 DSL信号をオンにしても, 表示ランプを点灯しない。  
 1=DSLをオンにしたときこれをラッチし, ドライブ使用中を示す表示  
 ランプを点灯し, DSL信号オフ後もこの状態を保ち点灯し続ける。

DSL3-0(bit3-0) : 本体内蔵, 及び, 増設フロッピィのドライブを指定する。  
 1=各ビットに応じたドライブが選択される。  
 同時に2つ以上のビットを1にはしない。

HISPD(bit6), INUSE(bit4) は, DSL3-0(bit3-0)を1にしたときラッチされる。  
 このため, HISPDまたはINUSEをセット/リセットしてからドライブ指定を行う(レジスタへの書き込みを二度行う)こと。

●ドライブスイッチレジスタ

ドライブスイッチレジスタ(表 I-7-29)の最下位ビットのみに意味があり, 内蔵ドライブと外付けドライブのドライブ番号を交換することができます。

▼表 I-7-29 ドライブスイッチレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0          |
|---------|--------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|------------|
| 020EH   | ドライブスイッチレジスタ | R/W | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | DRV<br>CHG |

DRVCHG(bit0) : FDのドライブ番号について内蔵FDと外付けFDを入れ換える。  
 0=DSL0がドライブ0に対応する(内蔵3.5インチFD),  
 DSL1がドライブ1に対応する(内蔵3.5インチFD),  
 DSL2がドライブ2に対応する(外付け5インチFD/3.5インチFD),  
 DSL3がドライブ3に対応する(外付け5インチFD/3.5インチFD),  
 1=DSL0がドライブ2に対応する(外付け5インチFD/3.5インチFD),  
 DSL1がドライブ3に対応する(外付け5インチFD/3.5インチFD),  
 DSL2がドライブ0に対応する(内蔵3.5インチFD),  
 DSL3がドライブ1に対応する(内蔵3.5インチFD),

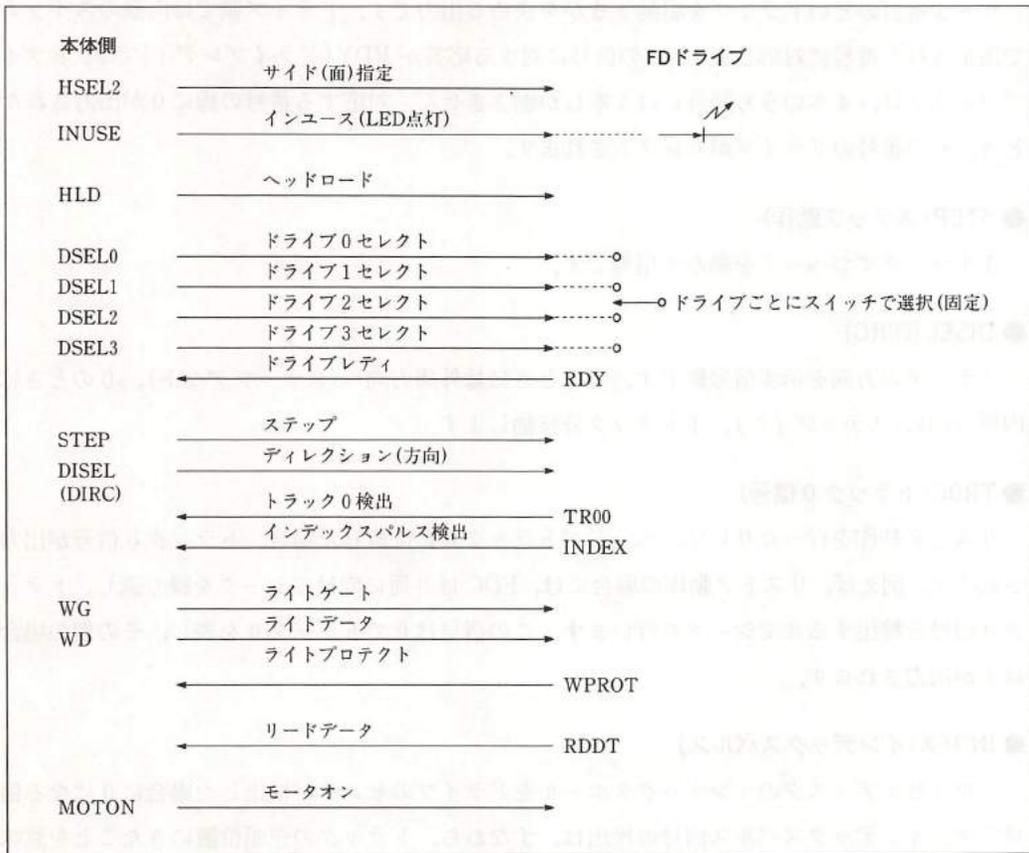
### 7.5.5 フロッピィディスクドライブ制御の信号線

フロッピィディスクドライブと本体(FDC)は図 I-7-18のような信号線によって結ばれています。

この信号線を経由したデータのやり取りは、FDCが行っているもので、ユーザーは意識する必要はありません。以下の説明は、拡張ドライブ接続時などの参考にしてください。

一般に、レジスタなどの設定値に対してビット値が反転しているので、注意が必要です。

▼図 I-7-18 フロッピィディスクドライブの信号線



#### ● HSEL2(サイド)

フロッピィディスクのどちらの面をアクセスするかを指定します。1の場合はサイド0、0の場合はサイド1に対応します。

#### ● INUSE(インユース)

使用中のドライブのインジケータを点灯させるための信号です。

ドライブに対するアクセスが行われる前に出力を0にして点灯させ、終了後に出力を1にして消灯させます。この操作はソフトウェアによって対応しなければなりません。

ドライブセレクトレジスタの同名のビットと反対の値が出力されます。

● HLD(ヘッドロード)

ヘッドを接触させるための信号線です。FM-TOWNSの3.5インチフロッピーディスクではディスク挿入と同時にヘッドロードが行われます。したがって、ドライブがHLDの値にかかわらずヘッドロードします。5インチのディスクの場合には、書き込みや読み取りの際のみ、ヘッドロードさせます。

● DSEL0(ドライブセレクト0)～DSEL3(ドライブセレクト3)

0～3番目のどのドライブを駆動するかを決める出力です。ドライブ側では内蔵のスイッチで指定された番号に対応します。この信号に対する応答がRDY(ドライブレディ)です。ドライブセレクトは、4本のうち同時には1本しか働きません。対応する番号の線に0が出力されたとき、その番号のドライブがセレクトされます。

● STEP(ステップ動作)

1トラックずつヘッドを動かす信号です。

● DISEL(DIRC)

ステップの方向を示す信号線です。1のときには外周方向へ(ステップアウト)、0のときは内周方向に(ステップイン)、1トラック分移動します。

● TR00(トラック0信号)

リストア動作を行ったりして、ヘッドがトラック0に位置した場合、トラック0信号が出力されます。例えば、リストア動作の場合には、FDCは外周に向けてシークを繰り返し、トラック0信号を検出するまでシークを行います。この信号は0でトラック0を表し、その他の場合は1が出力されます。

● INDEX(インデックスパルス)

フロッピーディスクのインデックスホールをドライブのセンサが検出した場合に0になる信号です。インデックスパルス信号の検出は、すなわち、トラックの先頭位置にきたことを意味します。

● WG(ライトゲート)

データの書き込みのタイミングを与えます。この信号線が0のとき、フロッピーディスクへの書き込みが許可されます。ディスクにライトプロテクトが施されている場合には、WPROT(ライトプロテクト信号)がFDCに通知され、ディスクへの書き込みが禁止されます。

● WD(ライトデータ)

フロッピーディスクへの書き込みデータを与えます。

### ● RDDT(リードデータ)

フロッピーディスクから読み出したデータを FDC に転送します。FDC は RDDT 線から受け取ったビット信号をバイト単位に組み直し、CPU に転送します。

### ● MOTON(モータオン)

ドライブのモータを制御します。この出力が 0 のとき、モータが回転し、1 のとき停止します。フロッピーディスクドライブをしばらく使わないときはモータを止めておくことにより、ドライブの寿命を延ばすことも可能ですが、一度、止まったモータは再起動に時間がかかり、データアクセスが遅くなります。

プログラムでは、ファイルオープン時に ON にし、クローズで OFF にするのがよいでしょう。

## 7.5.6 増設ドライブについて

内蔵フロッピーディスクドライブの外に、外付けドライブを拡張する場合には、本体裏面にあるフロッピーコネクタを通じて接続します。メーカー指定の拡張ドライブを接続する場合には、単にケーブルで接続すれば問題ありません。

## 7.6 ハードディスク

FM TOWNS では、ハードディスクは SCSI インタフェースで接続されます。

この節では、SCSI インタフェースの概要とハードディスクのレジスタについて解説します。

### 7.6.1 ハードディスクの仕様

ハードディスクの仕様を表 I-7-30 に示します。

FM TOWNS に接続できるハードディスクは、SCSI 仕様に準拠したインタフェースで本体と接続されます。SCSI とは、Small Computer System Interface の略であり、独立したシステム間のインタフェースを規定した規格の 1 つです。データ転送は非同期で行われており、DMA によるデータ転送も可能です。

▼表 I-7-30 ハードディスクの仕様

| 項目      | 仕様                |
|---------|-------------------|
| インタフェース | 外付 SCSI           |
| 容量      | 外付 20/40/67/130MB |
| サイズ     | 外付 3.5/5インチ       |

## 7.6.2 SCSIとは

SCSIは、もともと磁気ディスクとホストコンピュータ間のデータ転送用に作られた規格ですが、磁気ディスクだけにとどまらず、各種の装置間でデータのやり取りをすることができる仕様となっています。

SCSIでは、8ビットのデータバスを使用しており、8個の装置を接続することができます。各装置のCPU間で通信をしながらデータのやり取りを行います。したがって、接続する装置は、インテリジェントであることが前提になります。

SCSIは、多量のデータを高速に転送できます。また、複数のホストと複数のデバイスを接続できるので、将来的にみても拡張性が高いインタフェースであるといえます。

8ビットデータバスでは、単なるデータの他にコマンドや、その応答であるステータス、制御データとしてのメッセージなどが転送されます。

## 7.6.3 ハードディスクのレジスタ

SCSIインタフェースを介したハードディスクの制御は、コントロールレジスタ(表I-7-31)、動作状態を参照するステータスレジスタ(表I-7-32)、データの受渡しを行うデータレジスタ(表I-7-33)の3つのレジスタへの書き込みと読み出しによって行います。

▼表I-7-31 コントロールレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7   | 6    | 5 | 4   | 3 | 2   | 1    | 0   |
|---------|------------|-----|-----|------|---|-----|---|-----|------|-----|
| 0C32H   | コントロールレジスタ | W   | WEN | IMSK | 0 | ATN | 0 | SEL | DMAE | RST |

- WEN(bit7) : SCSIバスへのデータ、コントロール信号の出力を制御する。  
0 = 出力を禁止する  
1 = 出力を許可する
- IMSK(bit6) : ステータスレジスタのINT(bit1)の割り込みを制御する。  
0 = 割り込み許可  
1 = 割り込み禁止
- ATN(bit4) : 周辺装置に対して何らかのメッセージがあることを示す。  
0 = メッセージなし  
1 = メッセージあり
- SEL(bit2) : SCSIバスのSEL信号の制御を行う。  
0 = OFF  
1 = ON
- DMAE(bit1) : DMA転送を制御する。  
0 = DMA転送を禁止する  
1 = DMA転送を行う
- RST(bit0) : SCSIコネクタに接続しているすべての周辺装置をリセットする。  
0 = リセット解除  
1 = リセット(25 $\mu$ s以上後に0にもどすこと)

▼表 I-7-32 ステータスレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3    | 2  | 1   | 0    |
|---------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|-----|------|
| 0C32H   | ステータスレジスタ | R   | REQ | I/O | MSG | C/D | BUSY | 不定 | INT | PERR |

- REQ(bit7) : Information Transferフェーズにおける転送要求を示す。  
0 = 転送要求なし  
1 = 転送要求あり
- I/O(bit6) : データの入出力の方向を示す。  
0 = 出力  
1 = 入力
- MSG(bit5) : データレジスタの内容がメッセージであるか、データであるかを示す。  
0 = データ  
1 = メッセージ
- C/D(bit4) : データレジスタの内容がコントロール情報であるか、データであるかを示す。  
0 = データ  
1 = コントロール情報(コマンド, ステータス, メッセージ)
- BUSY(bit3) : SCSIバスの状態を示す。  
0 = 解放されている  
1 = 使用中である
- INT(bit1) : 割り込みが発生したことを示す。  
0 = 割り込みなし  
1 = 割り込みあり  
この割り込みは、Command, Status, Messageのいずれかのフェーズに移行し、REQ信号が1になったときに発生する。ただし、コントロールレジスタのIMSK(bit6)に0を書くことによりマスクすることができる。
- PERR(bit0) : 周辺装置からのデータのパリティエラーを示す。  
0 = パリティエラーなし  
1 = パリティエラーあり  
ステータスレジスタを読むと、このビットは0になる。

| C/D | MSG | I/O | データレジスタの内容 | 入出力 | フェーズ            |
|-----|-----|-----|------------|-----|-----------------|
| 0   | 0   | 0   | データ        | OUT | Data Outフェーズ    |
| 0   | 0   | 1   | データ        | IN  | Data In フェーズ    |
| 0   | 1   | 0   |            | OUT | 予約済             |
| 0   | 1   | 1   |            | IN  | 予約済             |
| 1   | 0   | 0   | コマンド       | OUT | Commandフェーズ     |
| 1   | 0   | 1   | ステータス      | IN  | Status フェーズ     |
| 1   | 1   | 0   | メッセージ      | OUT | Message Outフェーズ |
| 1   | 1   | 1   | メッセージ      | IN  | Message In フェーズ |

▼表 I-7-33 データレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名   | R/W | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|---------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0C30H   | データレジスタ | R/W | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |

- D7-0(bit7-0) : 周辺装置とのデータ、コマンド、ステータスの受け渡しを行う。  
このレジスタのリード/ライトによってACKが送出されるので、不必要にリード/ライトを行わないこと。

なお、表I-7-32中のフェーズは、バスが、今何をしているか(使用状態)を表すものです。ある時点を押えてみると、バスは1つのフェーズで動作していることになります。

ここでは、コンピュータとデバイスにおいて、情報伝達に使用される転送(Information transfer)フェーズが示されています。

データフェーズは、データのやりとりの際のフェーズで、送信(Data Out)フェーズと受信(Data In)フェーズがあります。

コマンドフェーズは、データ転送要求などのコマンドを送信するのに使われます。

ステータスフェーズは、実行結果のステータス(正常終了00H)を返す時点で利用されます。

メッセージフェーズには、送信(Message Out)フェーズと受信(Message In)フェーズがあり、前者はコマンドのアポート(中断打ち切り)、後者はコントローラがバスから切り離しを宣言するときなどに使用されます。

なお、コマンドなどはデバイスに依存する点が多いため、詳細はデバイスの説明書を参照してください。

## 7.7 RS-232C インタフェース

FM-TOWNSには、RS-232規格に沿った、シリアルインタフェースが用意されています。RS-232Cインタフェースの制御には、8251相当のUSART(Universal Synchronous Asynchronous Receiver/Transmitter)と呼ばれるコントローラが用いられています。以下、このモジュールを単に「8251」と呼ぶことにします。

この節では、RS-232Cインタフェースの仕組みと働きについて解説します。

### 7.7.1 RS-232C コネクタと内蔵モデムのコネクタ

FM-TOWNSには、RS-232Cインタフェースのコネクタが2系統あります。

1つは、通常のRS-232C仕様のコネクタで、もう1つは内蔵型のモデムを接続するコネクタです。一度には、どちらか一方しか使用できません。

RS-232Cコネクタに対する扱いと、内蔵モデムに対する扱いは基本的に同じで、後述のモデム制御レジスタ(表I-7-43)への書き込みによって、どちらを使用するかを選択することができます。なお、内蔵モデムは非同期式通信用のモデムのため、同期式通信の設定をしても正しく動作しません。

### 7.7.2 RS-232C コントローラの仕様

RS-232Cコントローラの仕様は表I-7-34のようになっています。

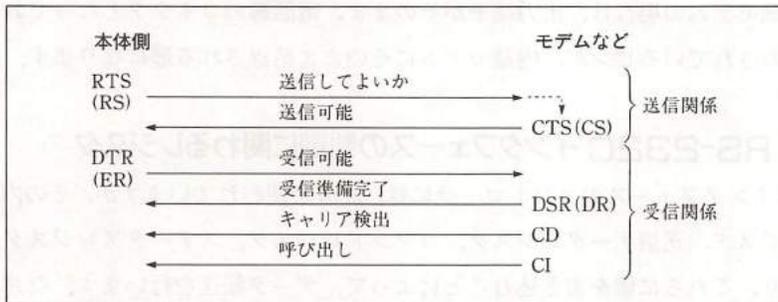
▼表 I-7-34 RS-232Cコントローラの仕様

| 項目     | 仕様                                                         |
|--------|------------------------------------------------------------|
| コントローラ | 8251(調歩/同期)相当                                              |
| ボーレート  | 300/600/1200/2400/4800/9600/19200bps<br>(ボーレートの設定はタイマにて行う) |
| 信号線    | SD, RD, RS, CS, DR, ER, CI, ST1, ST2<br>RT, CD             |
| 割り込み要因 | TXRDY, RXRDY, SYNDY, CI-ON, CS-ON<br>個別にマスク可能              |

### 7.7.3 RS-232C インタフェースの信号線とその働き

RS-232C コネクタには、送受信データとハンドシェークのための信号線が接続されており、コンピュータ(8251を含む)と外部のデバイスとのやり取りを行います。主要な信号線の働きを図 I-7-19に示します。

▼図 I-7-19 RS-232C インタフェースの主な信号線



#### ● FG

FGは、フレームグランド、つまりアースです。

#### ● SG(GND)

SGはシグナルグランド線です。他の信号線は、この線との電圧レベルの差で値が0であるか1であるかを示します。

#### ● RD(Receive Data), SD(Send Data)

それぞれ、受信データ線、送信データ線です。シリアル変換されたデータはこのデータ線を通して送受信されます。

#### ● RS(Request To Send)/CS(Clear To Send)

この2つは出力に関係するハンドシェークラインです。RSは、自分が送信準備ができていることを相手に示す出力線で、CSは、相手が送信を許可したことを自分が知るための入力線です。

● DR(Data Set Ready)/ER(Data Terminal Ready)

この2つは、入力に関するハンドシェークラインです。DRは、相手側が送信可能状態にあることを知るための入力線であり、ERは自分が受信可能であることを相手に示す出力線です。

● CD(Carrier Detect)

モデムが相手先のモデムと回線上で接続されており、送受信可能な状態であることを示す線です。回線が切断された場合は、その時点で、CD信号も落ちます。

● CI(Calling Indicator)

モデムが接続されている回線から、接続要求がきていることを示します。電話でいうならば、呼び出し音が鳴っている状態をさします。

RS-232Cには、他にも信号線がありますが、FMTOWNSでは、ユーザーが制御できるのは、これらの信号線のみとなっています。以上の信号線はFMTOWNSが親、接続先が子とみなしているため、そのまま他のパソコンと接続するとお互いが親として働き衝突します。これを避けるには、クロスパッチケーブルを使用しなければなりません。

また、内蔵モデムの場合は、出力端子がそのまま、電話線のコネクタとなっており、上記のポートに出力されているピンが、内蔵モデムにそのまま結線される形になります。

## 7.7.4 RS-232C インタフェースの制御に関わるレジスタ

RS-232C インタフェースのコントローラには、8251が使われていますが、その内部には、受信データレジスタ、送信データレジスタ、コマンドレジスタ、ステータスレジスタ、モードレジスタがあり、これらに値を書き込むことによって、データ転送を行います。なお、割り込み制御、ボーレートの設定などのために、8251内部以外に他のレジスタがあります。

以下にそれらのレジスタについて、実際に、データ転送を行う場合を想定して解説をします。

●モードレジスタ

RS-232C インタフェースを使用する前に、まず、8251を同期モード、非同期モードのどちらで使用するかの選択と、データ転送のプロトコル(取り決め)を設定します。

同期モードと非同期モードは、データ転送上、重要な形態なので、ここで少し説明します。

●非同期モードと同期モード

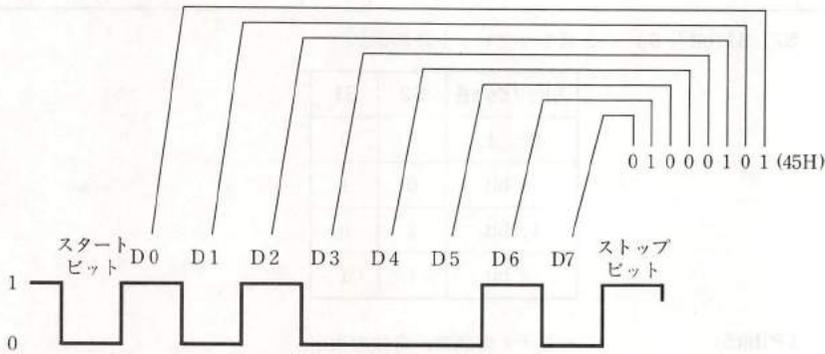
シリアル転送においては、データは決められた時間間隔で1ビットのON、OFFの信号が連続しているだけのものなので、続いている信号のどこからどこまでが1キャラクタであるかということを明確にする必要があります。

非同期式は、1キャラクタずつ同期をとることを特徴としています。すなわち、キャラクタのデータをスタートビット(0)とストップビット(1)で挟むようにします。図I-7-20に、非同

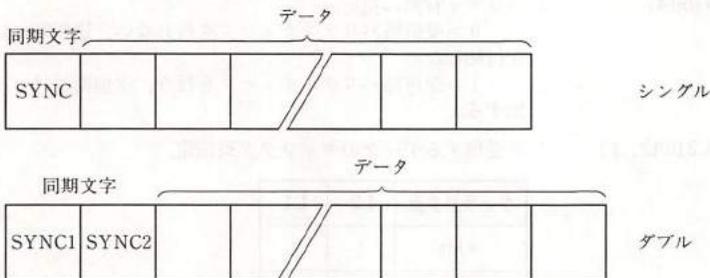
同期式の信号の状態を示します。このようにするとストップビットが確実に受け取れているかどうかで、正しくデータが取り込めているかどうかを判断することができます。ただし、その位置がデータビットで1だった場合は、誤りを見逃がしてしまいます。

同期式は、一定のビットパターンの同期文字(SYNC キャラクタ)を決めておき、この文字が正しく復元されるビット位置に合わせて、ビットの組み立てを行うものです。SYNC キャラクタには、1バイト(シングル)と2バイト(ダブル)の場合があります(図 I-7-21)。なお、一般のパソコン通信は、非同期式で行われています。

▼図 I-7-20 非同期式でデータ45Hを送信した場合の信号



▼図 I-7-21 同期式の同期文字とデータの並び方



### ●モードレジスタの設定

モードの設定には、モードレジスタを使用しますが、モードの違いによって、各ビットの意味が異なるので、それぞれを同期モードレジスタ、非同期モードレジスタの2つに区別して考えることができます。また、各モードレジスタとコマンドレジスタの書き込みには、ともに、I/O アドレス 0A02H 番地を使います。このアドレスは、システムの起動時にはモードレジスタになっており、モードレジスタに対する書き込みが終了すると、コマンドレジスタのアドレスとなります。

なお、コマンドレジスタのIRビットに1をセットすると、8251がインターナルリセット状態となり、I/Oアドレス0A02H番地は、モードレジスタとして使用できるようになります。

### ●非同期モードレジスタ

非同期モードレジスタ(表I-7-35)には、ストップビット長、キャラクタ長、パリティ、送受信クロックの分周比などを設定します。

▼表 I-7-35 非同期モードレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7  | 6  | 5  | 4   | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|------------|-----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| 0A02H   | 非同期モードレジスタ | W   | S2 | S1 | EP | PEN | L2 | L1 | B2 | B1 |

S2, S1(bit7, 6) : ストップビット長指定.

| ストップビット長 | S2 | S1 |
|----------|----|----|
| 禁止       | 0  | 0  |
| 1 bit    | 0  | 1  |
| 1.5bit   | 1  | 0  |
| 2 bit    | 1  | 1  |

EP(bit5) : パリティの偶数, 奇数の指定.  
 0 = 奇数(ODD)パリティの指定  
 1 = 偶数(EVEN)パリティの指定  
 PEN(bit4)が0のときには意味を持たない.

PEN(bit4) : パリティ有無の指定.  
 0 = 受信時パリティチェックを行わない, 送信時にはパリティビットを付加しない  
 1 = 受信時パリティチェックを行う, 送信時にはパリティビットを付加する

L1, L2(bit2, 3) : 送受信するデータのキャラクタ長指定.

| キャラクタ長 | L2 | L1 |
|--------|----|----|
| 8 bit  | 1  | 1  |
| 7 bit  | 1  | 0  |
| 6 bit  | 0  | 1  |
| 5 bit  | 0  | 0  |

B2, B1(bit1, 0) : 送受信クロックの分周比の指定.

| 分周比  | B2 | B1 |
|------|----|----|
| 同期   | 0  | 0  |
| 1/1  | 0  | 1  |
| 1/16 | 1  | 0  |
| 1/64 | 1  | 1  |

B1 = 0, B2 = 0 のときは同期モードの設定とみなされる.

1/1 のときは外部同期のときのみ可能.  
 (FM TOWNSでは不可)

ストップビット長は、ストップビットの時間的長さを示します。キャラクタ長はキャラクタのコードのビット数を示します。

分周比は、8251に対して与えられるクロックを何分周したものを、ボーレートクロックとして使うのかを指定します。データ取り込みのタイミングのマーヅンが、この値に影響を受けません。これをレシーブマーヅンと呼んでいます。分周比が大きいほど、つまり、入力クロックとボーレートクロックの比が大きいほど、レシーブマーヅンが大きくなり、エラーが少なく受信できるようになります。分周比とボーレートの関係については、第3章の表 I-3-26を参照してください。

### ●同期モードレジスタ

同期モードレジスタ(表 I-7-36)には、キャラクタ長、パリティ、SYNC キャラクタの長さを指定します。

▼表 I-7-36 同期モードレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7   | 6   | 5  | 4   | 3  | 2  | 1 | 0 |
|---------|-----------|-----|-----|-----|----|-----|----|----|---|---|
| 0A02H   | 同期モードレジスタ | W   | SCS | ESD | EP | PEN | L2 | L1 | 0 | 0 |

- SCS(bit7) : SYNCキャラクタモードの指定。  
 0 = ダブルSYNCキャラクタモード  
 1 = シングルSYNCキャラクタモード
- ESD(bit6) : 同期モードの指定。  
 本来は内部同期モード、外部同期モードの切り換えに用いるが、外部同期モードを使用することができないので、常にこのビットは0にして内部同期モードのみ選択する。
- EP(bit5) : パリティの偶数、奇数の指定。  
 0 = 奇数(ODD)パリティの指定  
 1 = 偶数(EVEN)パリティの指定  
 PEN(bit4)が0のときには意味を持たない。
- PEN(bit4) : パリティ有無の指定。  
 0 = 受信時パリティチェックを行わない。送信時にはパリティビットを付加しない  
 1 = 受信時パリティチェックを行う。送信時にはパリティビットを付加する
- L2, 1 (bit3, 2) : 送受信するデータのキャラクタ長指定。

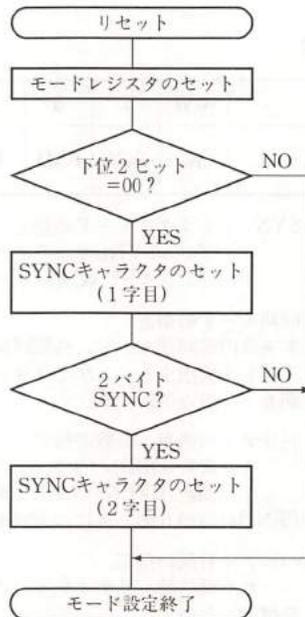
| キャラクタ長 | L2 | L1 |
|--------|----|----|
| 8 bit  | 1  | 1  |
| 7 bit  | 1  | 0  |
| 6 bit  | 0  | 1  |
| 5 bit  | 0  | 0  |

SCS は、SYNC キャラクタを1キャラクタにするか、2キャラクタにするかを設定します。SCSを除いた各々の意味は、非同期モードとまったく同じです。

通信モードの設定を書き込んだ後に、SYNC キャラクタが1キャラクタの場合は1バイト、2キャラクタの場合は2バイトの SYNC キャラクタの値を続けて書き込みます。そのアルゴリズムを図 I-7-22 に示します。

モードレジスタに対して書き込みが終わると、コマンドレジスタによって、インターナルリセットしない限り、モードレジスタに書き込むことはできません。また、前に8251を使用していたプログラムが、同期通信モードの初期化を行っている最中に、処理を中断している場合もあります。その際に、コマンドレジスタに対する書き込みを保証するために、I/O アドレス 0A02H 番地に、3回 0 を書き込んだ後に、インターナルリセットを実行します。

▼図 I-7-22 モードレジスタの操作手順



●コマンドレジスタ

コマンドレジスタ(表 I-7-37)は、受信可能や送信可能を通知したり、ブ레이크キャラクタ(全ビット 0)送出の指示などを指定します。

EH は、同期モードで SCYN キャラクタを捜すための制御を行います。

IR は、8251の初期化のためにインターナルリセット状態にするために使われます。

RTS, DTR は、信号線 RS/ER に出力するために使われます。

ERRRST は、1 をセットすることによって、後述の PE, OE, FE の各エラー状態フラグをクリアするために使われます。

SBRK は、ブレークキャラクタを送出します。

RxEN は、8251の受信回路を受信可能状態に設定します。TxE ビットは、8251の送信回路を送信可能状態にします。これらのビットが0の状態では、受信も送信もできません。

モードレジスタの設定が終わった後、送受信するためには、コマンドレジスタの RTS, DTR ビットをセットして、送信要求、受信許可をし、さらに RxEN, TxE ビットをセットして、送受信可能な状態にします。割り込み制御にする場合は、ユーザーがアプリケーションで、割り込みを行うようにプログラムする必要があります。

▼表 I-7-37 コマンドレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名    | R/W | 7  | 6  | 5   | 4          | 3    | 2    | 1   | 0   |
|---------|----------|-----|----|----|-----|------------|------|------|-----|-----|
| 0A02H   | コマンドレジスタ | W   | EH | IR | RTS | ERR<br>RST | SBRK | RxEN | DTR | TxE |

- EH(bit7) : ハントモードの実行(このビットは同期モードのみ意味を持つ)。  
このビットを1にするとSYNCキャラクタのハントモードに入り、SYNC  
キャラクタをサーチする。SYNCキャラクタが見つかったときには  
SYNDETを1にしてハントモードを終了する。  
このビットはハントモード終了後、自動的に0にもどる。  
SYNDETはステータスレジスタ(0A02H)を読み出すことによって0にも  
どる。
- IR(bit6) : インターナル(内部)リセット。  
1=インターナル(内部)リセット  
IR後モードレジスタ設定に入る。
- RTS(bit5) : RS信号の制御。  
0=RS信号OFF  
1=RS信号ON
- ERRRST(bit4) : ステータスレジスタのPE(パリティエラー), OE(オーバーランエラー),  
FE(フレームエラー)の各フラグのクリア。  
1=各フラグのクリア  
0にもどす必要はない。
- SBRK(bit3) : ブレーク信号(ブレークキャラクタ)の送信の制御。  
0=ブレーク送出停止  
1=ブレーク送出
- RxEN(bit2) : 受信イネーブル。  
0=ディスエーブル  
1=イネーブル
- DTR(bit1) : ER信号の制御  
0=ER信号OFF  
1=ER信号ON
- TxE(bit0) : 送信イネーブル。  
0=ディスエーブル  
1=イネーブル  
データの送信はTxEとCSが両方1のとき、行われる。

### ●ステータスレジスタ1

ステータスレジスタ1(表I-7-38)は、データ転送のステータスをチェックするものです。データ転送の際には、このレジスタをチェックしながら、送信データレジスタや、受信データレジスタをアクセスする必要があります。

ステータスレジスタ1では、現在の送信/受信データレジスタの状態、通信エラーの状態などを知ることができます。

DSRは、現在のDR信号線の状態をそのまま反映します。

SYNDET/BDは、非同期モードではブ레이크キャラクタを検出したとき、同期モードでは、SYNCキャラクタを受け取ったときに1となります。

FEが1であるとき、フレーミングエラーであることを示します。フレーミングエラーは、調歩通信時に、ストップビットが正しく検出されなかったときに発生します。

OEが1であるとき、オーバーランエラーが起きたことを示します。オーバーランエラーは、受信データが受信データレジスタから読み出される前に、次のデータが受信され、前の受信データがなくなってしまう場合に起きます。

PEが1であるとき、パリティエラーが起きたことを示します。パリティエラーは、モードレジスタに書き込まれたパリティチェックを受信データに対して行ったときに、エラーとなった場合に起きます。

FE、OE、PEが1になると、8251の該当ビットは、ステータスレジスタを読み出しただけでは、リセットしません。これらのビットをリセットするには、コマンドレジスタのERRRSTを1にします。

TxEは、送信レジスタの内容が空で、かつ、送信中のデータがないことを示します。

RxRDYは、受信データが送信レジスタに格納されて、読み出し可能になっていることを示します。

TxRDYは、送信データレジスタが空で、次のデータを受け付けることができる状態であることを示します。TxEと異なるのは、送信レジスタが単に空であることを示している点です。送信レジスタは2段構成となっており、後段は並列→直列変換を行うシフトレジスタが配置されています。シフトレジスタが空になると前段の内容が転送され、その結果、前段のレジスタは空になります。これがTxRDY=1の状態です。シフトレジスタのデータがなくなり、前段も空のままではTxE=1となります。送信データが書き終わり、8251の送信動作が完全に終了したことを確認するにはTxEを参照します。

▼表 I-7-38 ステータスレジスタ 1

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7   | 6             | 5  | 4  | 3  | 2   | 1     | 0     |
|---------|-------------|-----|-----|---------------|----|----|----|-----|-------|-------|
| 0A02H   | ステータスレジスタ 1 | R   | DSR | SYNDET<br>/BD | FE | OE | PE | TxE | RxRDY | TxRDY |

- DSR(bit7)** : RS-232C回線のDR信号線の状態を示す。  
0 = DR信号線OFF  
1 = DR信号線ON
- SYNDET/BD(bit6)** : 非同期モード時はブレーク信号(ブレークキャラクタ)の検出。  
同期モード時はSYNCキャラクタの検出に用いる。  
0 = 非検出  
1 = 検出  
SYNDET信号はステータス読み出し動作により自動的にリセットされる。  
ブレーク信号はマスタリセットがかかった時または、Rxデータが1になったときリセットされる。
- FE(bit5)** : フレーミングエラー。  
0 = FEなし  
1 = FE発生  
FEを解除するにはコマンドレジスタ(0A02H)のERRRST(bit4)を1にする。
- OE(bit4)** : オーバーランエラー。  
0 = OEなし  
1 = OE発生  
OEを解除するにはコマンドレジスタ(0A02H)のERRRST(bit4)を1にする。
- PE(bit3)** : パリティエラー。  
0 = PEなし  
1 = PE発生  
PEを解除するにはコマンドレジスタ(0A02H)のERRRST(bit4)を1にする。  
受信したデータのパリティチェックはモードレジスタ(0A02H)のbit4を1にしたとき行われる。
- TxE(bit2)** : 送信データレジスタの状態を示す。  
0 = 送信データあり  
1 = 送信データエンプティ  
非同期モード：データが書き込まれるまで、アイドル状態になる。  
同期モード：データが書き込まれるまで、SYNCキャラクタ送信  
送信レジスタにデータを書くことによりTxEは自動的に0になる。TxEは  
送信の終了を示すのに使用でき、半二重モードでいつラインを反転させる  
か知ることができる。
- RxRDY(bit1)** : 受信データレジスタの状態を示す。  
0 = 受信データなし。もしくは、読み込み中  
1 = 受信データあり(受信データ読み出し可)  
このビットはブレーク状態でもセットされる。  
コマンドレジスタのRxEN(bit2)が0のときは、セットされない。  
受信データレジスタからデータを読み出すことによってRxRDYは自動的に  
0になる。
- TxRDY(bit0)** : 送信データレジスタの状態を示す。  
0 = 送信データあり  
1 = 送信データエンプティ  
送信データレジスタにデータを書き込むことによってTxRDYは自動的に  
0になる。  
このビットは、TxRDY端子とは異なり、TxE, CTS端子の状態には依存  
しない。  
TxRDY = 1 (データバッファが空)  
TxRDY端子 = H(データバッファが空)・(=CTS=L)・(TxE=1)

## ●データレジスタ

データレジスタ(表 I-7-39)は、読み出すことによって受信データを取り出すことができ、書き込みによって送信ができます。読み出す場合を受信データレジスタ、書き込む場合を送信データレジスタといいます。

実際の送信は、ステータスレジスタ1のTxRDYビットが1になるのを待ち、送信データレジスタにデータを書き込むことによって行われます。また、受信はステータスレジスタのRxRDYビットが1になるのを待ち、受信データレジスタから読み出せばよいのですが、現実には、受信はどのタイミングで起きるか分らず、受信したデータをCPUで転送する間に、次のデータがきてデータが失われてしまうことがあるので、割り込み処理にするのが一般的です。送信の時間待ちにも、割り込みを使います。

▼表 I-7-39 データレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|-----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0A00H   | 受信データレジスタ | R   | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
|         | 送信データレジスタ | W   |    |    |    |    |    |    |    |    |

レジスタ長は8ビットであり、8ビットに満たないデータ長のときにはレジスタのD0側から右づめで読み書きする。残りのビットは0。

## ●ステータスレジスタ2

ステータスレジスタ2(表 I-7-40)は、RS-232Cの信号線のDR、CD、CS、CIの状態を見ることができます。上記のとおりビット構成となっています。

▼表 I-7-40 ステータスレジスタ2

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3   | 2  | 1  | 0  |
|---------|------------|-----|-----|---|---|---|-----|----|----|----|
| 0A04H   | ステータスレジスタ2 | R   | 不 定 |   |   |   | DSR | CD | CS | CI |

- DSR(bit3) : RS-232C回線のDR信号線の状態を示す。  
 0 = DR信号線OFF  
 1 = DR信号線ON  
 このビットはステータスレジスタ1のDSR(bit7)と同じである。
- CD(bit2) : RS-232C回線のCD信号線の状態を示す。  
 0 = CD信号線OFF  
 1 = CD信号線ON
- CS(bit1) : RS-232C回線のCS信号線の状態を示す。  
 0 = CS信号線OFF  
 1 = CS信号線ON
- CI(bit0) : RS-232C回線のCI信号線の状態を示す。  
 0 = CI信号線OFF  
 1 = CI信号線ON

### ●割り込み要因レジスタ

割り込み要因レジスタ(表 I-7-41)は、RS-232C インタフェースの制御においては、いつ発生するか分からない要因や時間待ちに対しては、割り込みによって対応しています。このレジスタは、シリアルインタフェースのどの部分が、CPU に対して割り込みをかけたのかを示します。CI, CS は、RS-232C の信号線 CI, CS がアクティブになったことによって割り込みがかかったことを示し、RSINT は、TxRDY, RxRDY, SYNDET のいずれかがアクティブになったことによって、割り込みが起きたことを示します。なお、TxRDY, RxRDY, SYNDET の、どれがアクティブになったのかは、ステータスレジスタ 1 を読み出すことによって調べることができます。

▼表 I-7-41 割り込み要因レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3 | 2  | 1  | 0     |
|---------|------------|-----|-----|---|---|---|---|----|----|-------|
| 0A06H   | 割り込み要因レジスタ | R   | 不 定 |   |   |   |   | CI | CS | RSINT |

CI (bit2) : CIによる割り込みを示す。  
0 = 割り込みなし  
1 = 割り込みあり

CS (bit1) : CSによる割り込みを示す。  
0 = 割り込みなし  
1 = 割り込みあり

RSINT (bit0) : TxRDY, RxRDY, SYNDETのいずれかによる割り込みを示す。  
0 = 割り込みなし  
1 = 割り込みあり

### ●割り込み制御／クロック切り換えレジスタ

割り込み制御／クロック切り換えレジスタ(表 I-7-42)は、送信受信クロックを外部から取るのか内部のクロックを用いるのかの指定をします。DR 信号線の制御、割り込みのマスクの指定ができます。

### ●モデム制御レジスタ

モデム制御レジスタ(表 I-7-43)は、内蔵モデムを使うのか、それとも外部の RS-232C インタフェースを用いるのかを設定します。

なお、モデムカードを挿入すると、自動的に内蔵モデムの側となります。このレジスタはこの状態で外部の RS-232C インタフェースに切り換えるときなどに使用します。

▼表 I-7-42 割り込み制御/クロック切り換えレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名                   | R/W | 7   | 6   | 5          | 4  | 3  | 2          | 1     | 0     |
|---------|-------------------------|-----|-----|-----|------------|----|----|------------|-------|-------|
| 0A08H   | 割り込み制御/クロック<br>切り換えレジスタ | W   | TxC | RxC | EXT<br>DTR | CI | CS | SYN<br>DET | RxRDY | TxRDY |

- TxC(bit7) : 送信タイミング信号の選択。  
0 = 内部クロック  
1 = 外部クロック
- RxC(bit6) : 受信タイミング信号の選択。  
0 = 内部クロック  
1 = 外部クロック
- EXTDTR(bit5) : ER信号線の制御。  
0 = ER信号線の状態はコマンドレジスタ(00A2H)のビット1のDTRの状態に依存する  
1 = ER信号線をONにする
- CI(bit4) : CI信号ONによる割り込み制御。  
0 = 割り込み禁止  
1 = 割り込み許可
- CS(bit3) : CS信号ONによる割り込み制御。  
0 = 割り込み禁止  
1 = 割り込み許可
- SYNDET(bit2) : SYNDET信号ONによる割り込み制御。  
0 = 割り込み禁止  
1 = 割り込み許可
- RxRDY(bit1) : RxRDY信号ONによる割り込み制御。  
0 = 割り込み禁止  
1 = 割り込み許可
- TxRDY(bit0) : TxRDY信号ONによる割り込み制御。  
0 = 割り込み禁止  
1 = 割り込み許可

▼表 I-7-43 モデム制御レジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7    | 6     | 5      | 4   | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|-----------|-----|------|-------|--------|-----|---|---|---|---|
| 0A0AH   | モデム制御レジスタ | R   | ENBL | MODEM | MODINS | 不 定 |   |   |   |   |
|         |           | W   |      |       | 0      | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 |

- ENBL(bit7) : ハード/ソフト切り換えビットを示す。  
0 = ハードウェア切り換え  
1 = ソフトウェア切り換え
- MODEM(bit6) : RS-232Cまたは内部モデムの選択を示す。  
0 = RS-232C  
1 = 内蔵モデム
- MODINS(bit5) : モデムカードの有無を示す。  
0 = モデムカードあり  
1 = モデムカードなし

ハードウェア切り換えは、モデムカード抜き差しにより切り換える。ソフトウェア切り換えは、MODEM(bit6)により切り換える。

## 第II部

# FM TOWNSのBIOS

BIOS の概要

グラフィック BIOS

スプライト BIOS

マウス BIOS

フォント BIOS

サウンド BIOS

CD-ROM BIOS

キーボード BIOS

ディスク BIOS

プリンタ BIOS

時計をサポートする BIOS

RS-232C BIOS

ブザーBIOS

割り込み管理 BIOS

サービスルーチンと拡張サービスルーチン

システム情報 BIOS

音源割り込み管理 BIOS

MIDI マネージャBIOS



# 第 1 章

## BIOSの概要

FMTOWNS では、I/O の入出力処理を BIOS(Basic Input Output System)と呼ばれる I/O ドライバモジュールで行います。BIOS は、FM TOWNS のハードウェア機能を論理的に扱うことを可能にし、FM TOWNS 上で動作するプログラムに共通のソフトウェアインタフェースを提供しています。

この章では、FM TOWNS で使用できる BIOS の種類と、BIOS を使う際に知っておくべき基本的な手順について解説します。個々の BIOS については次章以降を参照してください。

### 1.1 FMTOWNS の BIOS

FM TOWNS には、次の表に示すように、現在、2 とおりの動作環境が用意されています。その動作環境に応じて、BIOS も 2 種類に大別できます。2 種類の BIOS の概要を表 II-1-1 に示します。

BIOS は、ハードウェアとソフトウェアのインタフェースモジュールであり、TOWNS OS や日本語 MS-DOS は、この BIOS の上に構築されます。BIOS のモジュールは、OS のシステムソフトとして外部記憶装置(フロッピーディスクや、CD-ROM)に収められており、システムの起動時に読み込まれるようになっています。この第 II 部では、FM TOWNS の独自の動作環境を実現している BIOS(TOWNS OS Ver. 2.1 Level 31 システムの BIOS)について解説を行います。

▼表 II-1-1 FMTOWNS の 2 種類の動作環境と BIOS

| OS の種類                                    | BIOS                                            | 動作環境                                                           |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| TOWNS OS<br>(MS-DOS+386 DOS-<br>Extender) | FM TOWNS 独自の BIOS<br>(FMR-50 と共通の BIOS を<br>含む) | FM TOWNS の独自の動作環境<br>・ 80386 コードの実行<br>・ FM TOWNS 独自の制御(AV など) |
| 日本語 MS-DOS                                | FMR-50 互換の BIOS                                 | FMR-50 と同等の動作環境<br>・ FMR-50 のアプリケーションの実行                       |

なお、日本語 MS-DOS の BIOS は、ユーザー側から見た場合、基本的に FMR-50 と同等になっているので、本書では解説しません。詳しくは FMR-50 の BIOS 解説書に従ってください。また、FM TOWNS で FMR-50 互換のプログラムを作る場合の注意点などは、FM TOWNS の MS-DOS に関するマニュアルなどを参照してください。

## 1.2 TOWNSOS 上で使用できる 2 系統の BIOS

TOWNSOS のもとで使用できる BIOS は、表II-1-2に示すようにFM TOWNS で新規に開発されたネイティブ BIOS と、FMR シリーズの BIOS から引き継がれたリアル BIOS の 2 系統に分けられます。

この第II部では、ネイティブ BIOS と、リアル BIOS のうち仕様が大幅に拡張された CD-ROM BIOS について詳しく解説します。その他のリアル BIOS については、これまで、他の書籍などで触れられているので、第 8 章以降で簡単に解説するにとどめます。

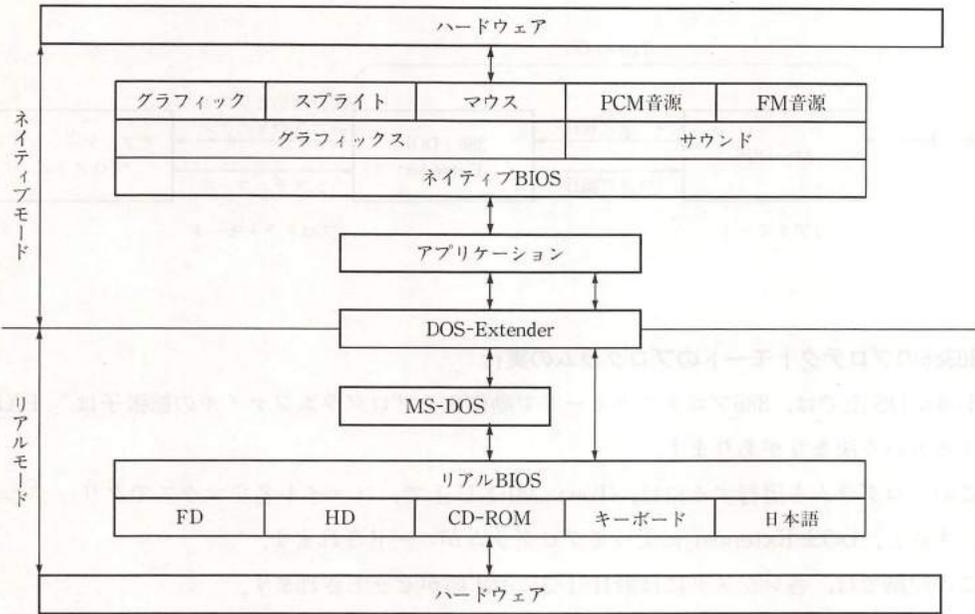
▼表II-1-2 TOWNSOS 上で使用できる BIOS

| ネイティブ BIOS | リアル BIOS                  |
|------------|---------------------------|
| グラフィック     | CD-ROM                    |
| スプライト      | キーボード入力                   |
| マウス        | 補助記憶装置(フロッピーディスク、ハードディスク) |
| フォント       | プリンタ                      |
| サウンド       | 時計(カレンダー時計、タイマ管理、時計管理)    |
| システム情報     | RS-232C                   |
| 音源割り込み管理   | プザー                       |
| MIDI マネージャ | 割り込み管理                    |
|            | 拡張サービスルーチン                |
|            | 各種サービスルーチン                |

## 1.3 BIOSとハードウェアの関係

TownsOSのBIOSとハードウェアの関係を図II-1-1に示します。

▼図II-1-1 Towns OSのBIOSとハードウェアの関係



## 1.4 TownsOS上のプログラム実行環境と80386のプログラムの実行

TownsOSは、MS-DOSに386 | DOS-Extender™(以下、DOS-Extenderと表記する)を付属させたものです。DOS-Extenderを使うことにより、MS-DOSの配下で、80386のプロテクトモード(ネイティブモード)のプログラムを実行する(32ビットのレジスタを使用したり、1MBを超えるメモリをアクセスしたり)ことができるようになります。

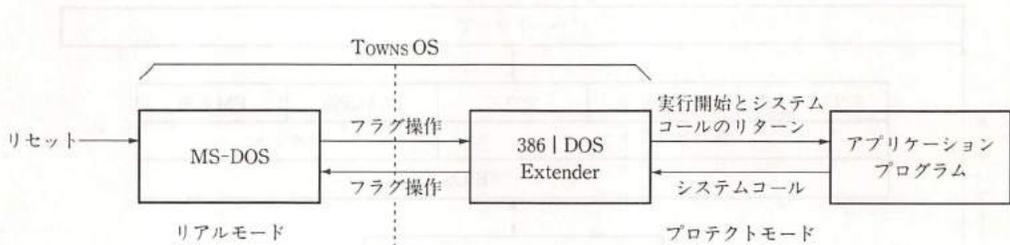
### ● MS-DOSとDOS-Extenderの関係

プログラムで、MS-DOSおよび、BIOSのシステムコールを行う際には、特別な方法ではなく、ソフトウェア割り込みを使った標準的な方法を用います。

DOS-Extender は、リアルモード (MS-DOS) と 386 ネイティブモード (アプリケーション) 間でのデータのやり取りを自動的に行うので、プログラムの大きさやメモリ構成に関係なく、MS-DOS の機能を利用することができるようになります。

TownsOS 上のアプリケーションプログラムの実行環境を図 II-1-2 に示します。

▼図 II-1-2 Towns OS 上のアプリケーション実行環境



●80386のプロテクトモードのプログラムの実行

TownsOS 上では、386プロテクトモードで動作するプログラムファイルの拡張子は“.EXP”にするという決まりがあります。

このプログラムを実行するには、TownsMENU 上で、ファイル名をマウスでクリックします。すると、DOS-Extender によってプログラムがロードされます。

この段階では、各レジスタには表 II-1-3 に示す値がセットされます。

そして、プログラムに制御が移ります。なお、DOS-Extender は、CPU フラグの切り換えによって、プログラムをプロテクトモード (ネイティブモード) で実行します。

▼表 II-1-3 レジスタの初期値

| レジスタ | 初期値           |
|------|---------------|
| DS   | 0014H         |
| ES   | 0014H         |
| FS   | 0014H         |
| GS   | 0014H         |
| CS   | 000CH         |
| EIP  | プログラムエントリアドレス |
| SS   | 0014H         |
| ESP  | スタックの先頭のアドレス  |
| EAX  | 0000000H      |
| EBX  | 0000000H      |
| ECX  | 0000000H      |
| EDX  | 0000000H      |
| ESI  | 0000000H      |
| EDI  | 0000000H      |
| EBP  | 0000000H      |

## 1.5 BIOSを使用するための手順

ここでは、TOWNSOS上のBIOSを使用するための手順とBIOSコールのサンプルを紹介します。

### ● BIOS呼び出しの手順

BIOSを使用する手順は、FM TOWNS独自のBIOS(ネイティブBIOS)の場合も、FMRシリーズと共通のBIOS(リアルBIOS)の場合も基本的に同じですが、ネイティブBIOSは、far CALL命令で呼び、一方、リアルBIOSはINT命令で呼ぶ点が異なります。

BIOS呼び出しの手順を説明します。

#### ① エントリ(BIOSの呼び出しのとき)

##### 機能コード

AHレジスタに設定

##### データパラメータ

1バイトのデータは、ALレジスタ。

1バイト以外のデータは、DX, BX, CXレジスタ。

ネイティブBIOSでは、この外、ECXなどの32ビットのレジスタも使用する。

##### アドレスパラメータ

オフセットアドレスをDIレジスタ、セグメントアドレスをDSレジスタ。

アドレスの表記法はDS:DIとする。

ネイティブBIOSでは、DI:ESIなども使用する。

#### ② BIOSの呼び出し

ネイティブBIOSの場合は、far CALL命令で行う。

リアルBIOSの場合は、INT命令を使用する。

#### ③ リターン(BIOSから復帰したとき)

##### エラーフラグ

キャリーフラグ(フラグレジスタのCFビット)に設定 (0:正常 1:エラー)

##### エラーコード

[リアルBIOSの場合]

AHレジスタに設定

00H : 正常

01H : 未定義機能コード

02H~7FH : エラーコード

80H : 拡張エラーコード(詳細情報は、CXレジスタ)

[ネイティブ BIOS の場合]

AH レジスタに設定

- 00H : 正常
- 00H以外 : エラー

グラフィック BIOS, スプライト BIOS, マウス BIOS, フォント BIOS は, エラーの場合, FFH が返る. また, サウンド BIOS では, AL にエラーの種類が返る.

データパラメータ

AL, DX, BX, CX レジスタに設定

ネイティブ BIOS では, SI, DI などの16ビットレジスタや ECX などの32ビットレジスタを使用する.

アドレスパラメータ

オフセットアドレスを DI レジスタ, セグメントアドレスを DS レジスタに設定する. レジスタの示すアドレスの表記法は, DS:DI とする.

ネイティブ BIOS では, DS:ESI も使用する.

④保存レジスタ

フラグ

キャリーフラグを除くフラグレジスタの値は保存. なお, ネイティブ BIOS ではキャリーフラグも保存.

レジスタ

BIOS から復帰したとき, パラメータが設定されるレジスタ以外のレジスタの値は, 基本的に保存.

●ネイティブ BIOS コールの実例

例として, グラフィック BIOS を初期化するプログラムを次に示します.

```

mov ah, 0h           機能コードの設定 } レジスタ値の
mov edi, offset work  ワーク領域の設定 } セット例
push 0110h          BIOSの領域のセクタの設定 }
pop fs              } BIOS
call pword ptr fs : [入口アドレス] 呼び出し } コール
    
```

DOS-Extender に BIOS 領域のセクタを与えるために, FS レジスタに0110Hをセットして, 入口アドレスをコールします. 入口アドレスは, 各 BIOS によって固有の値を取ります. 表II-1-4は, その値を示したものです.

▼表II-1-4 ネイティブ BIOS の種類と入口

| BIOSの種類         | 入口アドレスの値 |
|-----------------|----------|
| グラフィック BIOS     | 20H      |
| マウス BIOS        | 40H      |
| スプライト BIOS      | 60H      |
| サウンド BIOS       | 80H      |
| フォント BIOS       | A0H      |
| MIDI マネージャ BIOS | C0H      |
| 音源割り込み管理 BIOS   | 1A0H     |
| システム情報 BIOS     | 1C0H     |

## ●リアル BIOS コールの実例

普通の MS-DOS のファンクションコールの場合と同様に、AH レジスタに機能コードを入れておき、INT 番号で呼びます。

ただし、リアル BIOS は、リアルモードで動作するので、エントリやリターンのデータ領域（パラメータの領域）として、ユーザーメモリの 1MB 以内の範囲しか指定できません。そこで、ネイティブモードのプログラム中で、パラメータの値を 1MB を超えるメモリ空間へ読み出したり、書き込んだりする必要がある場合は、リアルモードとネイティブモードの切り換えを行って、1MB 以内のメモリと 1MB を越えるメモリの間でデータ転送を行うようにします。

ただし、データの受け渡しが、レジスタだけで済んでしまう場合は、この必要はありません。次ページ以降にサンプルのプログラムを示します。

なお、各 BIOS によって、INT 番号が異なります。表II-1-5に各 BIOS の INT 番号を示します。

▼表II-1-5 リアル BIOS の種類と INT 番号

| BIOSの種類         | INT 番号 |
|-----------------|--------|
| CD-ROM BIOS     | 93H    |
| キーボード BIOS      | 90H    |
| ディスク BIOS       | 93H    |
| プリンタ BIOS       | 94H    |
| カレンダー時計 BIOS    | 96H    |
| タイマ管理 BIOS      | 97H    |
| 時計管理 BIOS       | 98H    |
| RS-232C BIOS    | 9BH    |
| ブザー BIOS        | 9EH    |
| 割り込み管理 BIOS     | AEH    |
| サービスルーチン BIOS   | AFH    |
| 拡張サービスルーチン BIOS | 8EH    |

注意) ネイティブ BIOS、リアル BIOS をアクセスするプログラム例は、FM TOWNS 用のアプリケーション開発キットを使ってアセンブルすることを前提としています。

```

;*****
;* SAMPLE 1                      サンプル
;*
;*   BIOSコールがレジスタインターフェイスの場合
;*****
;* SAMPLE1がC言語プログラム中で以下のように定義されている場合
;*
;*   int SAMPLE1(int in_prm1,int in_prm2,int out_prm1,int out_prm2);
;*
;*   /* 入力 */
;*   int in_prm1; /* BIOSコールする際の入力パラメータ1 (→register AL) */
;*
;*   int in_prm2; /* BIOSコールする際の入力パラメータ2 (→register BX) */
;*
;*   /* 出力 */
;*   int out_prm1; /* BIOSからの出力パラメータ1(→register CX) */
;*
;*   int out_prm2; /* BIOSからの出力パラメータ2(→register DX) */
;*
;*   ライブラリのコーディングは以下ようになる。
;*
;
;       .386p
;       public SAMPLE1
codeseg segment use32 dword 'CODE'
;       assume cs:codeseg
;       db 'SAMPLE1',7 ; '文字列',文字数の登録
SAMPLE1 proc near
;
;       FUNCTION equ 00 ; 対応するBIOSのファンクションNo.(→AH)
;       INT_NO equ 00 ; 対応するBIOSのインタラプトNo.
;
;       #in_prm1 equ ss:[ebp+8] ; in_prm1のアドレス
;       #in_prm2 equ ss:[ebp+12] ; in_prm2のアドレス
;       #out_prm1 equ ss:[ebp+16] ; out_prm1のアドレス
;       #out_prm2 equ ss:[ebp+20] ; out_prm2のアドレス
;
;       enter 0,0
;       mov ah,FUNCTION ; ファンクションNo.を設定
;       mov al,#in_prm1 ; 入力パラメータ1を設定
;       mov bx,#in_prm2 ; 入力パラメータ2を設定
;       int INT_NO ; BIOSコール実行
;       mov #out_prm1,cx ; ユーザプロ領域に出力パラメータ1を設定
;       mov #out_prm2,dx ; ユーザプロ領域に出力パラメータ2を設定
;       movzx eax,ah ; リターンコードの設定
;       leave
;       ret
SAMPLE1 endp
codeseg ends
end

```

```

;*****
;* SAMPLE2                      サンプル
;*
;*   BIOSコールでアドレス指定の必要がある場合
;*****
;*
;* SAMPLE2がC言語プログラム中で以下のように定義されている場合
;*
;*   int SAMPLE2(int in_prml,char *out_prml);
;*
;*   /* 入力 */
;*   int in_prml;          /* BIOSコールする際の入力パラメータ1
;*                          (→register AL) */
;*
;*   /* 出力 */
;*   char out_prml[256]; /* BIOSからの出力される256バイトのパラメータの
;*                          パッファ */
;*
;*   ライブラリのコーディングは以下になる。
;*
;
;       .386p
;       pmdata segment dword public use32 'DATA'
;       pmdata ends
;       pmcode segment byte public use32 'CODE'
;       pmcode ends
;
;       public SAMPLE2
;
;       assume ds:pmdata
;       pmdata segment
;       rmseg dd ? ; リアル,プロテクトモード間コールデータバッ
;                  ; ファ(以後,共有バッファと略す)のリアルモード
;                  ; アドレスのセグメントの内容
;       rmoff dd ? ; 共有バッファのリアルモードアドレスのオフセ
;                  ; ットの内容
;       pmseg dd ? ; 共有バッファのプロテクトモードアドレスのセ
;                  ; レクタの内容
;       pmoff dd ? ; 共有バッファのプロテクトモードアドレスのオ
;                  ; フセットの内容
;
;       pmdata ends
;
;       assume cs:pmcode
;       pmcode segment
;       db 'SAMPLE2',7 ; '文字列',文字数の登録
;       SAMPLE2 proc near
;
;       FUNCTION equ 00 ; 対応するBIOSのファンクションNo.(→AH)
;       INT_NO equ 00 ; 対応するBIOSのインタラプトNo.
;       datasize equ 256 ; BIOSから出力されるパラメータサイズ
;                  ; (byte)
;
;       #in_prml equ SS:[ebp+8] ; in_prmlのアドレス
;       #out_prml equ SS:[ebp+12] ; out_prmlの先頭アドレスのアドレス
;
;       enter 0,0
;       cld
;       push ds ; ↑
;       push es ; ↓

```

```

push    esi                ; プログラムで使用するレジスタの保存
push    edi                ; | (EAX,EDXはセーブの必要なし)
push    ebx                ; |
push    ecx                ; ↓
call    mak_buffs         ; 共有バッファの確保(mak_buffsを参照)
mov     ah,FUNCTION       ; ファンクション番号の設定
mov     al,#in_prml       ; 入力パラメータ1を設定
mov     di,word ptr rmmoff; ↑
push    dword ptr rmseg   ; |
push    dword ptr rmseg   ; BIOSコールの実行(BIOS_callを参照)
push    dword ptr INT_NO ; |
call    BIOS_call        ; |
add     esp,12            ; ↓
mov     ecx,datasize     ; 共有バッファからout_prmlへのデータ
                                ; 転送バイト数の設定
push    ds                ; ↑
pop     es                ; 転送先(out_prml)アドレスの設定
mov     edi,#out_prml    ; ↓
mov     esi,dword ptr pmoff; ↑転送元(共有バッファ)アドレス
mov     ds,word ptr pmseg; ↓の設定
rep    movsb              ; データ転送の実行
movsx  eax,ah            ; リターンコードの設定
pop     ecx                ; ↑
pop     ebx                ; |
pop     edi                ; 保存レジスタの復帰
pop     esi                ; |
pop     es                 ; |
pop     ds                 ; ↓
leave
ret

SAMPLE2
endp
;*****
;* mak_buffsは共有バッファを確保する為のサブルーチンです。
;*
mak_buffs    proc    near
mov     ax,250dh          ; ExtenderファンクションNo.の設定
int     21h              ; Extenderコールの実行
                                ; 共有バッファの確保
mov     word ptr rmmoff,bx ; rmmoffの保存
shr     ebx,16
mov     dword ptr rmseg,ebx ; rmsegの保存
mov     dword ptr pmoff,edx ; pmoffの保存
mov     ax,es
mov     word ptr pmseg,ax ; pmsegの保存
ret
mak_buffs    endp
;
;*****
;* BIOS_callはリアルモードでBIOSコールをする為のサブルーチンです。
;*
RMINT    struc
RMI_INUM    dw    ?                ; インクラプトNo.
RMI_DS      dw    ?                ; リアルモードで動作するときDSの内容
RMI_ES      dw    ?                ; リアルモードで動作するときESの内容
RMI_FS      dw    ?                ; リアルモードで動作するときFSの内容
RMI_GS      dw    ?                ; リアルモードで動作するときGSの内容
RMI_EAX     dd    ?                ; リアルモードで動作するときEAXの内容
RMI_EDX     dd    ?                ; リアルモードで動作するときEDXの内容
RMINT    ends
;

```

```

BIOS_call    proc    near
#INTNO      equ    (word ptr 8[ebp])    ; インタラプトNo.
#RMDS       equ    (word ptr 12[ebp])   ; リアルモードのDSレジスタの内容
#RMES       equ    (word ptr 16[ebp])   ; リアルモードのESレジスタの内容
#RMI        equ    (dword ptr [ebp - (size RMINT)])
    enter    0,0
    sub     esp, size RMINT             ; ↑
    mov     #RMI.RMI_EAX, eax          ; |
    mov     #RMI.RMI_EDX, edx          ; |   リアルモードで動作するとき
    mov     ax, #RMDS                  ; |   の各種レジスタの内容を設定
    mov     #RMI.RMI_DS, ax            ; |
    mov     ax, #RMES                  ; |
    mov     #RMI.RMI_ES, ax            ; |
    mov     ax, #INTNO                  ; ↓
    mov     #RMI.RMI_INUM, ax          ; インタラプトNo.の設定
    push    ds                          ; リアルモード割り込みの発行
    mov     ax, ss                       ; ↑
    mov     ds, ax                       ; |
    lea    edx, #RMI                    ;   BIOSコールの実行
    mov     ax, 2511h                    ; |
    int     21h                          ; ↓
    pop     ds
    add     esp, size RMINT
    pop     ebp
    ret
BIOS_call    endp
pmcode      ends
end

```

注) このサンプルは、リンク時または、DOS-Extender で実行する際に、-CALLBUFSのオプションを指定する必要があります。

## 1.6 BIOS リファレンスの見方

BIOS の各オペレーションのリファレンスは、次のような書式で記述されています。

| サポートするデバイス名 | CALL 命令の入口アドレスまたは、INT 命令の番号 |
|-------------|-----------------------------|
| BIOS の機能名称  | BIOS 機能コード                  |

**エントリ** BIOS の呼び出しのときの設定パラメータについて説明しています。

**リターン** BIOS から復帰したときの復帰パラメータについて説明しています。

**説明** BIOS の機能を詳細に説明しています。また、パラメータの詳しい説明もここでを行います。パラメータブロックについては、表II-1-6に示す形式で記述しています。

▼表II-1-6 パラメータブロックの形式

(DS:DI)

|   |   |         |
|---|---|---------|
| E | W | パラメータ名1 |
| R | B | パラメータ名2 |

E:ユーザーが設定してBIOSに渡すパラメータ

R:BIOSが設定してユーザーに返すパラメータ

なお、ネイティブBIOSでは、E、Rの記述は省略してある。

W、B、Dなどは、データの長さを示すものです。この意味を表II-1-7に示します。

▼表II-1-7 データの長さを表す記号とその意味

| 記号                                                                                                              | 正規表現               | 意味                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--------------------|--|--|--|--|--|-------|--|--|
| B                                                                                                               | byte               | 1バイト(8bit)データ<br>符号なし(0~255)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |
| W                                                                                                               | word               | 2バイト(16bit)データ<br>符号なし(0~65,535)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |
| D                                                                                                               | double word        | 4バイト(32bit)データ<br>符号なし(0~4,294,967,296)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |
| SB                                                                                                              | signed byte        | 1バイト(8bit)データ<br>符号あり(-128~127)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |
| SW                                                                                                              | signed word        | 2バイト(16bit)データ<br>符号あり(-32768~32767)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |
| SD                                                                                                              | signed double word | 4バイト(32bit)データ<br>符号あり(-2147483648~2147483647)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |
| BA                                                                                                              | byte array         | 1バイト(8bit)データの配列                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |
| WA                                                                                                              | word array         | 2バイト(16bit)データの配列                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |
| DA                                                                                                              | double word array  | 4バイト(32bit)データの配列                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |
| FI                                                                                                              | fixed point        | 4バイト(32bit)固定小数点データ<br>符号あり(-32768.0~32767.9)<br><br><div style="text-align: center;"> <table style="margin: auto;"> <tr> <td style="text-align: right;">31</td> <td style="text-align: center;">16 15</td> <td style="text-align: left;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;"></div> </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">signed double word</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">小数点位置</td> </tr> </table> </div> | 31 | 16 15 | 0 | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;"></div> |  |  | signed double word |  |  |  |  |  | 小数点位置 |  |  |
| 31                                                                                                              | 16 15              | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto; display: inline-block;"></div> |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |
| signed double word                                                                                              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |
|                                                                                                                 |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |
| 小数点位置                                                                                                           |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |       |   |                                                                                                                 |  |  |                    |  |  |  |  |  |       |  |  |

# 第 2 章

## グラフィックBIOS

この章では、画面制御を行っているグラフィック BIOS について解説します。

FM TOWNS のグラフィック BIOS は、FMR シリーズのものに比べ大幅に機能が拡張されているところから、EGB: Enhanced Graphic Bios (拡張グラフィック BIOS) と呼ばれています。

これらの BIOS を使用する際には、最初に「初期化(機能コード 00H)」、または「仮想画面の設定(機能コード 01H)」と「書き込みページの指定(機能コード 05H)」の両方を行い、ハードウェアを初期化することが必要です。

### 2.1 グラフィック BIOS 一覧

グラフィック BIOS は次の 4 種類に分類することができます。

#### 1. セッティングオペレーション(表 II-2-1)

EGB に関するハードウェアのパラメータを設定する機能です。

#### 2. ブロックオペレーション(表 II-2-2)

画面上の矩形域内のイメージデータをメモリへ保存したり、その保存したデータを再度表示する。また、回転やぼかしを行うといった機能です。

#### 3. グラフィックオペレーション(表 II-2-3)

図形の大きさや位置を指定して描画する機能です。

#### 4. フォントオペレーション(表 II-2-4)

文字の表示に関する機能です。

▼表 II-2-1 セットアップオペレーション

| 機能名称         | 機能コード | 機能名称                | 機能コード |
|--------------|-------|---------------------|-------|
| 初期化          | 00H   | 画面マスクの設定            | 10H   |
| 仮想画面の設定      | 01H   | ペンの設定               | 11H   |
| 表示開始位置の設定    | 02H   | ペンの太さの設定            | 12H   |
| ビューポートの設定    | 03H   | ペンの形状の設定            | 13H   |
| パレットレジスタの設定  | 04H   | マスクビットの設定           | 14H   |
| 書き込みページの指定   | 05H   | 文字方向の設定             | 15H   |
| 表示ページの設定     | 06H   | 文字表示方向の設定           | 16H   |
| 描画色の設定       | 07H   | 文字間空白の設定            | 17H   |
| 描画色の設定 1     | 08H   | 文字拡大率の設定            | 18H   |
| 混色比率の設定      | 09H   | 字体の設定               | 19H   |
| 描画モードの設定     | 0AH   | スーパーインポーズの設定        | 1AH   |
| 線分パターンの設定    | 0BH   | デジタイズの設定            | 1BH   |
| 面塗りモードの設定    | 0CH   | 解像度ハンドルによる仮想画面の設定   | 1CH   |
| ハッチングパターンの設定 | 0DH   | グラフィック描画スタック領域の動的変更 | 1DH   |
| タイルパターンの設定   | 0EH   | デジタイズ画面取り込み位置の補正    | 1EH   |
| 画面マスク領域の設定   | 0FH   |                     |       |

▼表 II-2-2 ブロックオペレーション

| 機能名称          | 機能コード |
|---------------|-------|
| 全画面の消去        | 20H   |
| 画面の消去         | 21H   |
| ドットデータの読み出し   | 22H   |
| ドットデータの書き込み   | 23H   |
| ドットデータの読み出し 1 | 24H   |
| ドットデータの書き込み 1 | 25H   |
| ドットデータの読み出し 2 | 26H   |
| ドットデータの書き込み 2 | 27H   |
| グラフィックカーソル    | 28H   |
| マスクデータの書き込み   | 29H   |
| 全画面スクロール      | 2AH   |
| 部分画面スクロール     | 2BH   |
| 領域の設定         | 2CH   |
| 画面の複写         | 2DH   |
| 画面の回転         | 2EH   |
| 画面ぼかし         | 2FH   |

▼表 II-2-3 グラフィックオペレーション

| 機能名称   | 機能コード |
|--------|-------|
| ポイント   | 40H   |
| 連続線分   | 41H   |
| 不連続線分  | 42H   |
| 多角形    | 43H   |
| 回転多角形  | 44H   |
| 三角形    | 45H   |
| 矩形     | 46H   |
| 円      | 47H   |
| 円弧     | 48H   |
| 扇形     | 49H   |
| 楕円     | 4AH   |
| 楕円弧    | 4BH   |
| 楕扇形    | 4CH   |
| ペイント 1 | 4DH   |
| ペイント 2 | 4EH   |
| ポイント識別 | 4FH   |
| 弓形 1   | 50H   |
| 弓形 2   | 51H   |

▼表II-2-4 フォントオペレーション

| 機能名称    | 機能コード |
|---------|-------|
| 文字列     | 60H   |
| 追加文字列   | 61H   |
| 文字列 1   | 62H   |
| 追加文字列 1 | 63H   |
| 文字列 2   | 64H   |
| 追加文字列 2 | 65H   |
| 任意文字表示  | 66H   |

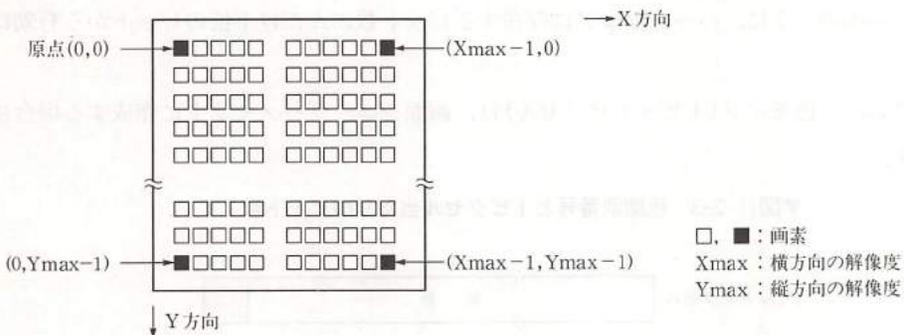
## 2.2 グラフィック BIOS の基本機能と用語

ここでは、EGB の基本的な機能や用語について解説します。なお、以下の解説では、グラフィック画面を画面と略記します。

### ● EGB のハード座標系と論理座標空間

EGB の各画素の位置は、画面上の左上端の画素(ピクセル=画面上に表示している色の最小範囲の領域)を原点とし、X軸方向が右向き、Y軸方向が下向きの座標系で表します。この座標系をハードウェア座標系(ハード座標系)といいます。図II-2-1にハード座標系を示します。

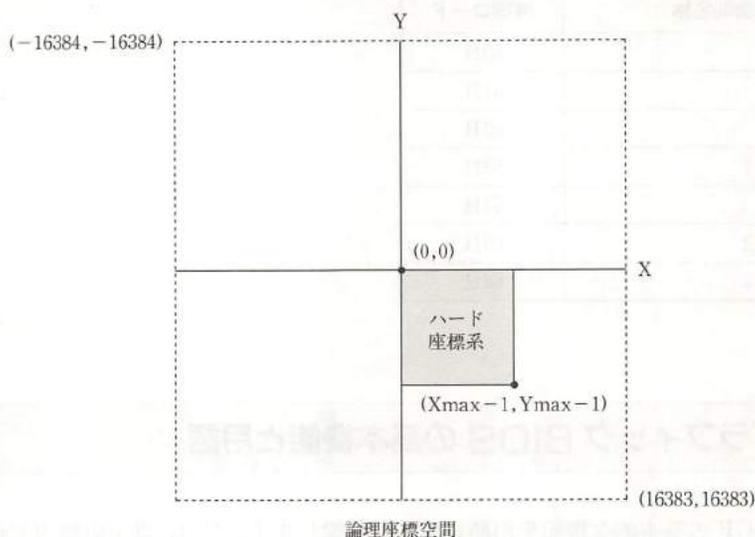
▼図II-2-1 ハード座標系



ハード座標系は、基本的にハードウェアの仮想画面の各ページに対応しています。したがって、解像度はハードウェアの画面モードの設定により異なります。

なお、EGB では、画面外の領域(仮想空間)をサポートしています。扱える空間座標は、符号付15ビット整数(内部16ビット)で、この空間を論理座標空間といいます。EGB では座標の指定にこの論理座標空間を使用します。論理座標空間は座標指定は可能ですが、ハードウェアで実際にサポートされている空間を除き描画は行われません。図II-2-2に論理座標空間を示します。

▼図II-2-2 論理座標空間



●色識別番号とビット数

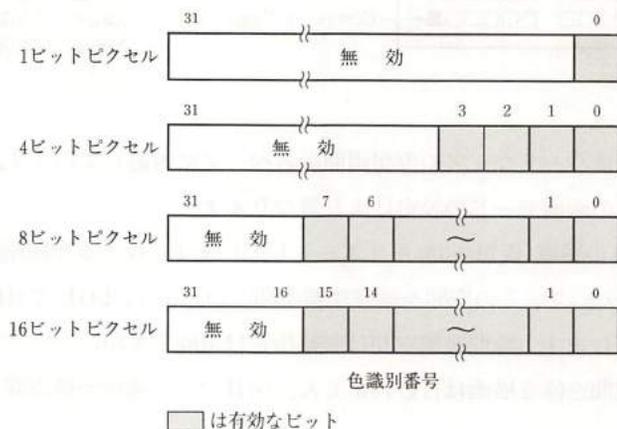
EGBは、画素の色を指定して図形を描画します。この画素の色を示すデータを、色識別番号と呼びます。色識別番号はダブルワード(32ビット)で表現します。ただし、実際に、表示可能な色数は、ハードウェアの画面モードの設定に依存するので、同時表示可能な色数によって、色識別番号に指定できる値の範囲は異なります。

図II-2-3に色識別番号と1ピクセル当たりのビット数の関係を示します。

この図のように、ハードウェアに存在するビット数ぶんどけ下位のビットから有効になります。

なお、2色モード(1ビットピクセル)は、画面をユーザーメモリ上に作成する場合に使用します。

▼図II-2-3 色識別番号と1ピクセル当たりのビット数



●パレットレジスタ

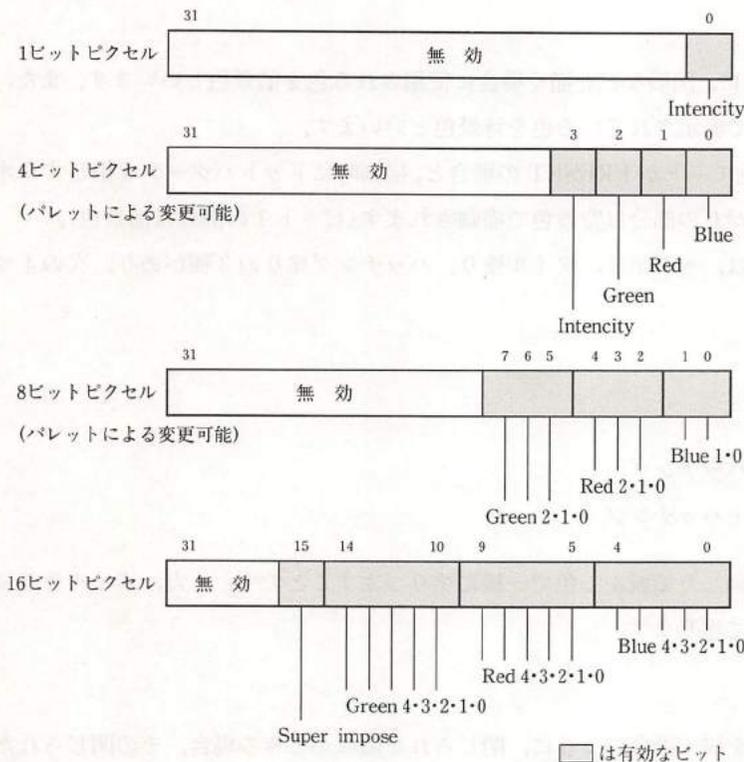
EGB では、パレット機能をサポートしています。同時表示色数が、256色と16色の場合にパレット機能が使用できます。表II-2-5に同時表示色数と色識別番号、パレット機能の関係を示します。

パレット機能が使用可能なモードでは、色識別番号は、実際の描画色(白, 赤, 青など)そのものではなく、ハードウェアのパレットレジスタのレジスタ番号を示します。パレットレジスタには、実際の表示色が登録されており、画素の表示の際に色識別番号(すなわち、レジスタ番号)を指定すると対応するレジスタに設定されている色(値)がディスプレイに表示されます。

EGB では、パレットレジスタに格納する色をGRB各8ビット(256階調)で指定できます。

また、パレットレジスタの設定が行われていないデフォルト状態の、各ピクセルのビットの意味を図II-2-4に示します。

▼図II-2-4 ピクセルデータのビットの意味



▼表II-2-5 同時表示色数と色識別番号

| 同時表示色数            | 色識別番号の範囲 | パレット機能の有無 |
|-------------------|----------|-----------|
| 32768色(16ビットピクセル) | 0～15ビット  | ×         |
| 256色(8ビットピクセル)    | 0～7ビット   | ○         |
| 16色(4ビットピクセル)     | 0～3ビット   | ○         |
| 2色(1ビットピクセル)      | 1ビット     | ×         |

### ●表示ページと書き込みページ

ハードウェアでは、VRAMを複数のページに分けて使用することができますが、EGBでもこれに対応して、複数ページの読み書きが可能です。

ページ数が複数ある画面モードの場合、表示ページと書き込みページを別々に設定できます。この場合、書き込みページの指定は一度に1ページのみですが、表示ページは2ページまで設定できます(2枚のページを重ねて表示する)。このときは、2つのページのうちどちらを手前に表示するか(プライオリティ)を設定できます。

### ●前景色と背景色

EGBでは、一般に、図形などを描く場合に使用される色を前景色といいます。また、何も描画を行わない状態で表示されている色を背景色といいます。

例外として、描画モードがPRESETの場合と、描画時にドットパターンを指定するオペレーションで、ビットが0の部分は背景色で描画されます(ビット1の部分は前景色)。

前景色と背景色は、ベタ塗り、タイル塗り、ハッチング塗りの3種があり、次の4つの組み合わせが可能です。

- ・ベタ塗り
- ・タイル塗り
- ・ベタ塗り+ハッチング
- ・タイル塗り+ハッチング

ベタ塗りとは、描画した領域を1色で一様に塗りつぶすことです。また、タイル塗りとは、タイルパターンに従って塗ります。

### ●閉領域と面塗色

画面に四角の枠を描く場合のように、閉じられた領域ができる場合、その閉じられた部分を閉領域、その外側の部分を開領域といいます。閉じた領域を塗る場合、その色を面塗色といいます。この場合には、境界(枠)は前景色となります。

## ●透過色

描画の際にパターンイメージとして存在しても着色されない色を透過色といいます。透明の色というわけです。以前の色の上に重ね書きしたときは、以前の色は消えます。

## ●画面枠

EGBの説明で使用されている画面枠とは、実際にディスプレイに表示されている範囲のことです。

## ●クリップ枠とビューポート、マスク

クリップ枠は、EGBのオペレーションが有効な空間領域のことです。描画の範囲として設定した矩形の領域を特にビューポートといいます。任意の図形のクリップには、マスクを使います。

## ●描画演算

EGBでは、描画の際に、描画色をそのまま描くのではなく、各種の演算を行ってさまざまな効果を出すことができます。これを描画演算といいます。表II-2-6に各演算の意味を示します。描画演算の設定は、「描画モードの設定(機能コード0AH)」で行います。

▼表II-2-6 描画演算と描画

| 演算名       | 意 味                                            |
|-----------|------------------------------------------------|
| PSET      | 描画図形の色で描画する。                                   |
| PRESET    | 背景色で描画する。                                      |
| OR        | 描画図形の色データとこれから描画しようとする画面の色データを論理和した色で描画する。     |
| AND       | 描画図形の色データとこれから描画しようとする画面の色データを論理積した色で描画する。     |
| XOR       | 描画図形の色データとこれから描画しようとする画面の色データを排他的論理和した色で描画する。  |
| NOT       | 描画図形の色データを反転した色で描画する。                          |
| MATTE     | 描画図形の色で描画するが、透過色の部分は、描画されない。                   |
| PASTEL    | 描画図形の色データとこれから描画しようとする画面の色データを演算し、水彩のような効果を出す。 |
| OPAQUE    | 線分パターン、文字パターンの1のビットを前景色で、0のビットを背景色で描画する。       |
| IMPSET    | 描画図形の色データのうち、スーパーインポーズビットを1にする。                |
| IMPRESET  | 描画図形の色データのうち、スーパーインポーズビットを0にする。                |
| IMPNOT    | 描画図形の色データのうち、スーパーインポーズビットを反転する。                |
| MASKSET   | 描画図形の色データのうち、画面マスク領域のビットを1にする。                 |
| MASKRESET | 描画図形の色データのうち、画面マスク領域のビットを0にする。                 |
| MASKNOT   | 描画図形の色データのうち、画面マスク領域のビットを反転する。                 |

## 2.3 グラフィック BIOS オペレーションの共通事項

ここでは、EGBのオペレーションに共通する事項について解説します。

### ●エントリ

AHに機能コード、DS:ESIにパラメータ列のアドレス、GS:EDIに作業域のアドレスを指定します。

### ●リターン

AHに終了コードが返され、0の場合は正常終了、0以外の場合は異常終了を示します。

### ●初期化

グラフィック機能を使用する際には、始めに「初期化(機能コード00H)」,または「仮想画面の設定(機能コード01H)」と「書き込みページの指定(機能コード05H)」の両方を行わなければなりません。このオペレーションでは、ハードウェアおよび、作業領域の初期化を行います。

### ●スタックサイズ

EGBでは、複雑な図形を処理するために、通常よりも大きなスタックを必要とする場合があります。スタックサイズの目安は、次のとおりです。

機能コード40H未満：BIOS用としては不要です。

機能コード40H以降：仮想画面の大きさ(横ドット数×縦ドット数)/8を必要とします。ただし、pset, presetの線・文字(文字飾りなし)描画でmaskが無効の場合は、必要ありません。

以下の場合には、さらに増加します。

paint(機能コード4DH, 4EH)：6KB加算

polygon(機能コード43H, 44H, 45H)：5KB加算

### ●データ領域

EGBで扱えるデータ領域は、セグメント境界をまたぐような使用法はできません。また、セグメント境界も使用することはできません。セグメント境界から4バイト離して設定してください。

## 2.4 グラフィック BIOS リファレンス

EGB について、個別に詳しく解説します。

|         |           |
|---------|-----------|
| グラフィックス | 20H       |
| 初期化     | 機能コード 00H |

|      |        |            |
|------|--------|------------|
| エントリ | AH     | =00H       |
|      | GS:EDI | =作業領域のアドレス |
|      | ECX    | =作業領域のサイズ  |

|      |    |              |
|------|----|--------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了時) |
|------|----|--------------|

|    |                                                                                |
|----|--------------------------------------------------------------------------------|
| 説明 | EGB に関係するハードウェアと、作業領域の内容を初期化します。<br>仮想画面の全ページを色識別番号 0 で消去します。<br>初期設定の内容を示します。 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------|

| パラメータ     | 設定値                 |
|-----------|---------------------|
| 解像度       | 640 × 480 16 色 2 画面 |
| 書き込みページ   | ページ 0               |
| 表示ページ     | ハードウェア依存            |
| 前景色       | 最大識別番号 (白)          |
| 背景色       | 色識別番号 0 (黒)         |
| 線抜色       | 色識別番号 0 (黒)         |
| 混色比率      | 128 (平均)            |
| パレットレジスタ  | 16 色初期値             |
| ビューポート    | 画面枠                 |
| 文字間の空白    | 0                   |
| 文字の方向     | 右                   |
| 文字の並び     | 右方向                 |
| 文字描画 X 座標 | 0                   |
| 文字描画 Y 座標 | 0                   |
| 面塗りモード    | 境界ベタ                |
| 面塗り色      | 色識別番号 0 (黒)         |
| 描画モード     | PEST                |
| スーパーインポーズ | OFF                 |
| インポーズ領域   | なし                  |
| インポーズ輝度   | 高輝度                 |
| ペンの太さ     | 1                   |
| 字体        | 標準                  |
| 線分パターン    | 直線                  |
| ハッチングパターン | 未登録                 |
| タイルパターン   | 未登録                 |

|         |          |
|---------|----------|
| グラフィックス | 20H      |
| 仮想画面の設定 | 機能コード01H |

**エントリ**

1. VRAM を使用する場合

AH = 01H

AL = ページ (0, 1)

DX = 画面モード (ビット 6 = 1 の場合, CRTIC 操作なし)

2. ユーザーメモリを使用する場合

AH = 01H

AL = 80H ~ 83H

DX = 仮想画面の横サイズ (32ピクセル単位)

BX = 仮想画面の縦サイズ (1ピクセル単位)

CX = ピクセル (1, 4, 8, 16)

DS : ESI = RAM 領域アドレス

**リターン** AH = 00H (正常終了時)

**説明**

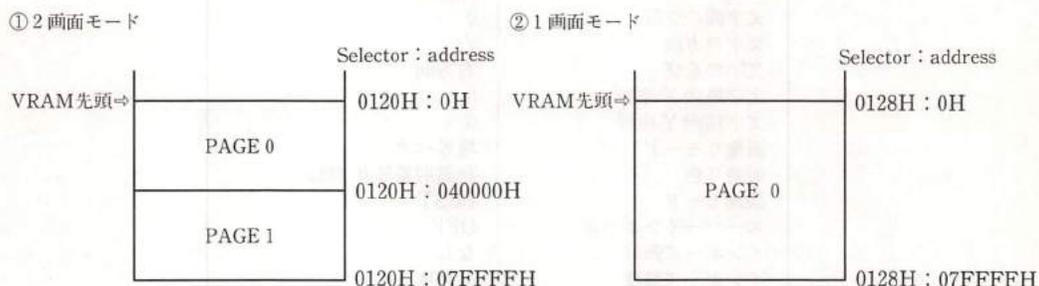
1. VRAM を使用する場合

仮想画面の画面モードなどを設定します。

画面モードはページ単位に設定できますが、複数ページの組み合わせを伴う場合はハードウェア上の制約を受けます。

次頁に画面モードと画面の関係を示します。

と VRAM の関係を示します。

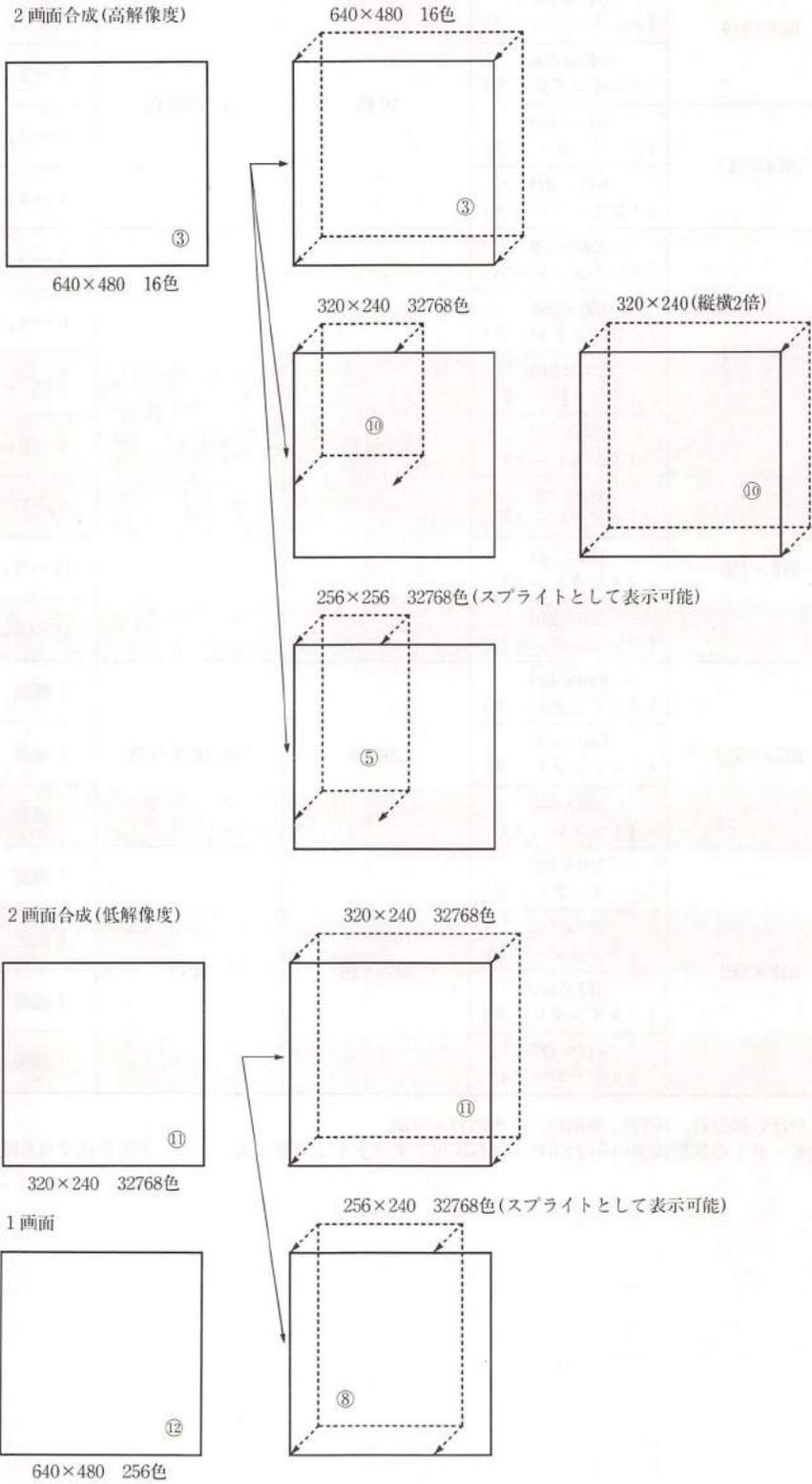


| 画面モード | 仮想画面                | 表示画面                  | 同時表示色    | パレット       | 画面合成        |
|-------|---------------------|-----------------------|----------|------------|-------------|
| 1     | 640×819             | 640×400<br>(ノンインタレース) | 16色      | 16/4096色   | 1↔1         |
| 2     |                     | 640×200<br>(ノンインタレース) |          |            | 2↔2         |
| 3     | 1024×512            | 640×480<br>(ノンインタレース) |          |            | 3↔3, 5, 10  |
| 4     |                     | 640×400<br>(ノンインタレース) |          |            | 4↔4, 6      |
| 5     | 256×512             | 256×256<br>(ノンインタレース) | 32768色   | なし         | 5↔5, 3, 10  |
| 6     |                     | 256×256<br>(ノンインタレース) |          |            | 6↔4, 6      |
| 7     |                     | 256×240<br>(インタレース)   |          |            | 7↔7, 9      |
| 8     |                     | 256×240<br>(インタレース)   |          |            | 8↔8, 11     |
| 9     | 360×240<br>(インタレース) | 9↔7, 9                |          |            |             |
| 10    | 512×256             | 320×240<br>(インタレース)   |          |            | 10↔3, 5, 10 |
| 11    |                     | 320×240<br>(ノンインタレース) | 11↔8, 11 |            |             |
| 12    | 1024×512            | 640×480<br>(ノンインタレース) | 256色     | 256/1677万色 | 1画面         |
| 13    |                     | 640×400<br>(ノンインタレース) |          |            | 1画面         |
| 14    |                     | 720×480<br>(インタレース)   |          |            | 1画面         |
| 15    | 512×512             | 320×480<br>(ノンインタレース) | 32768色   | なし         | 1画面         |
| 16    |                     | 320×480<br>(インタレース)   |          |            | 1画面         |
| 17    |                     | 512×480<br>(ノンインタレース) |          |            | 1画面         |
| 18    |                     | 512×480<br>(インタレース)   |          |            | 1画面         |

注) アミかけの部分は、NTSC 準拠のビデオ出力が可能。

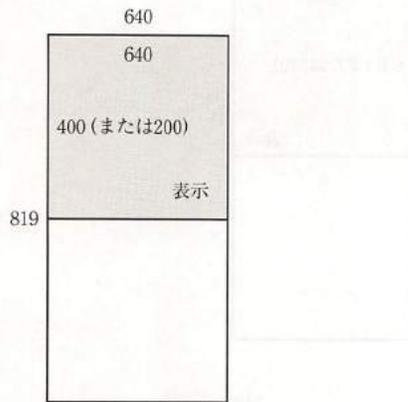
画面モード 1 の仮想画面の 640×819 は EGB がサポートする空間であり、ハードの仕様では 640×400 に相当。

基本的な画面の組み合わせの対応関係を示します。



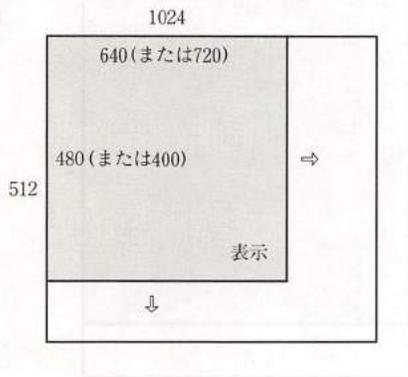
仮想画面とハードウェア上の制約を図解します。

640×819



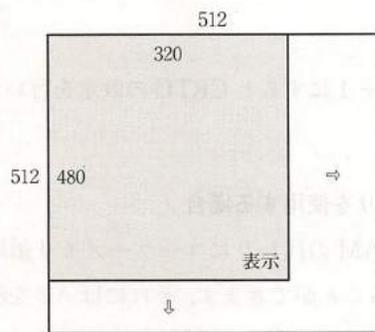
表示画面の移動なし。  
仮想画面の移動なし。

1024×512



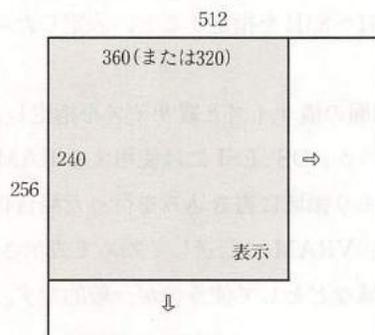
表示画面の移動なし。  
仮想画面の移動あり。  
(円筒スクロール可能)

512×512



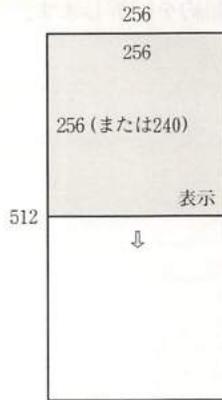
表示画面の移動なし。  
仮想画面の移動あり。  
(円筒スクロール可能)

512×256



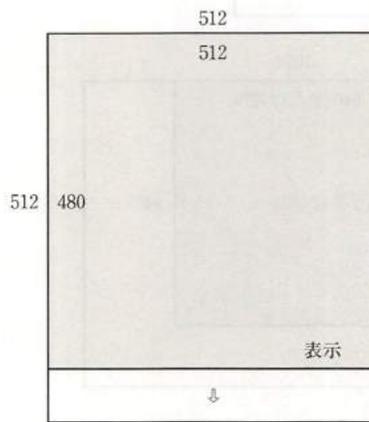
表示画面の移動あり。  
(高解像度のみ)  
仮想画面の移動あり。  
(球面スクロール可能)

256×512



表示画面の移動あり。  
仮想画面の移動あり。  
(円筒スクロール可能)

512×512



表示画面の移動なし。  
仮想画面の移動あり。  
(円筒スクロール可能)

DXのビット6を1にするとCRTCの設定を行いません。

## 2. ユーザーメモリを使用する場合

仮想画面をVRAMの代わりにユーザーメモリ領域(最大4つの領域が確保できる)に設定することができます。それにはALを80H~83Hにし、画面の大きさを指定します。ユーザーメモリ領域の確保が行われた後は、BIOSの実行時のページ指定で80H~83Hを指定すると、設定したユーザーメモリ領域が使用できます。

DX, BXには画面の横サイズと縦サイズを指定します。CXには、1ピクセルを何ビットで扱うか、DS:ESIには使用するRAM領域のアドレスを指定します。ユーザーメモリ領域に書き込みを行った場合は、画面表示は行われません。描画後に内容をVRAMに転送して始めて表示されます。VRAMに表示する前のバッファ領域などとして使うのが一般的です。

## グラフィックス

20 H

## 表示開始位置の設定

機能コード02H

|      |    |                                  |
|------|----|----------------------------------|
| エントリ | AH | =02H                             |
|      | AL | =モード(ビット6 = 1 のとき VSYNC 待ちなしで設定) |
|      | DX | =横方向パラメータ                        |
|      | BX | =縦方向パラメータ                        |

|      |    |              |
|------|----|--------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了時) |
|------|----|--------------|

**説明** 表示開始位置などを設定します。

縦／横方向パラメータは、倍率の限界を超えない範囲で、1ドット単位の増減が可能です。

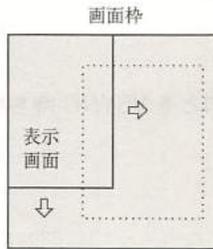
通常は VSYNC を待って設定されますが、モードのビット6が1のときは VSYNC を待たずに設定されます。ただし、その場合アプリケーションが VSYNC を待ってこのオペレーションを実行することが必要で、そうしないと表示回路が動作しなくなることがあります。

AL の値と設定する内容を示します。

| AL の値 | 設定する内容       |
|-------|--------------|
| 0     | 画面の表示開始位置の設定 |
| 1     | 仮想画面中の移動     |
| 2     | 画面の拡大        |
| 3     | 表示画面の大きさ     |

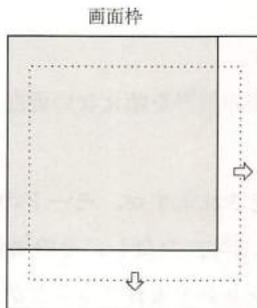
各モードの設定の内容を図示します。

画面の表示開始位置の設定



表示画面が画面枠より小さい場合に設定可能。  
仮想画面の移動位置が (0, 0) に初期化される。

仮想画面中の移動



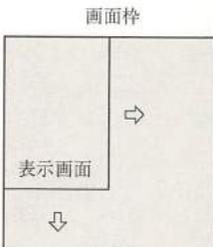
仮想画面が画面枠より大きい場合に設定可能。  
円筒スクロール可能の場合、縦方向に仮想画面を越えた設定が可能。  
球面スクロール可能の場合、縦横方向に仮想画面を越えた設定が可能。

画面の拡大



すべての画面モードで設定可能。  
最大倍率は16倍。  
初期倍率より小さい値を設定することはできない。  
仮想画面の移動位置が (0, 0) に初期化される。

表示画面の大きさ



表示画面が画面枠より小さい場合に設定可能。  
初期画面より小さい値を設定することはできない。  
設定パラメータは倍率を考慮したドット単位で指定する。  
設定パラメータ値が画面枠を越えた場合、画面枠で設定する。

各モードの初期値を示します。

| 画面モード | 仮想画面     | 表示画面    | 表示開始位置の設定 | 仮想画面中の移動 | 初期倍率 x, y |
|-------|----------|---------|-----------|----------|-----------|
| 1     | 640×819  | 640×400 | ×         | ×        | (1, 1)    |
| 2     |          | 640×200 | ×         | ×        | (1, 2)    |
| 3     | 1024×512 | 640×480 | ×         | ○        | (1, 1)    |
| 4     |          | 640×400 | ×         | ○        | (1, 1)    |
| 5     | 256×512  | 256×256 | ○         | ○        | (1, 1)    |
| 6     |          | 256×256 | ○         | ○        | (1, 1)    |
| 7     |          | 256×240 | ○         | ○        | (4, 1)    |
| 8     |          | 256×240 | ○         | ○        | (4, 1)    |
| 9     | 512×256  | 360×240 | ×         | ○        | (4, 1)    |
| 10    |          | 320×240 | ○         | ○        | (1, 1)    |
| 11    |          | 320×240 | ×         | ○        | (4, 1)    |
| 12    | 1024×512 | 640×480 | ×         | ○        | (1, 1)    |
| 13    |          | 640×400 | ×         | ○        | (1, 1)    |
| 14    |          | 720×480 | ×         | ○        | (2, 1)    |
| 15    | 512×512  | 320×480 | ×         | ○        | (2, 1)    |
| 16    |          | 320×480 | ×         | ○        | (4, 1)    |
| 17    |          | 512×480 | ×         | ○        | (1, 1)    |
| 18    |          | 512×480 | ×         | ○        | (2, 1)    |

## グラフィックス

20 H

## ビューポートの設定

機能コード 03 H

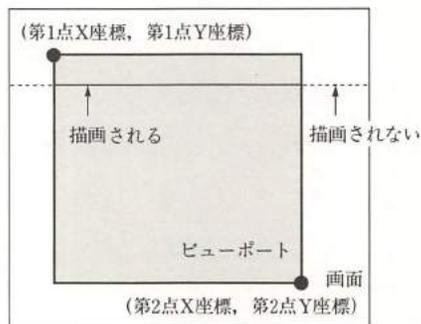
**エントリ**    AH        =03H  
                  DS:ESI    =ビューポートデータのアドレス

**リターン**    AH        =00H (正常終了時)

**説明**        書き込みページの中で、実際に描画する矩形の範囲を指定します。  
 論理座標空間内で指定が可能です。  
 第1点と第2点を対角線とする矩形の内部が描画可能領域となります。  
 ビューポートデータの形式を示します。

(DS:ESI)

|   |    |        |
|---|----|--------|
| 0 | SW | 第1点X座標 |
| 2 | SW | 第1点Y座標 |
| 4 | SW | 第2点X座標 |
| 6 | SW | 第2点Y座標 |



直線を描画したときのビューポート内外での扱い

## グラフィックス

20H

## パレットレジスタの設定

機能コード04H

|       |        |                                             |
|-------|--------|---------------------------------------------|
| エントリー | AH     | =04H                                        |
|       | AL     | =VSYNC フラグ (0 : VSYNC 待ちなし, 1 : VSYNC 待ちあり) |
|       | DS:ESI | =パレットデータのアドレス                               |
| リターン  | AH     | =00H (正常終了時)                                |

**説明** パレットレジスタに個々の色データを転送します。

設定パレット数以下、その数の組数の色識別番号と Blue/Red/Green の各階調データを並べます。パレットレジスタへのデータ転送を表示中に行うと画面のちらつきが出るため、VSYNC 期間中（輝線の表示を行わない期間）に、転送動作を行うのがいいでしょう。そのためのフラグが AL の VSYNC フラグで、0 のときは VSYNC に関係なくデータ転送を行います。

パレットレジスタはページごとに用意されており、書き込みページに対して有効となります。

そのページが書き込みページであるときに与えられたパレットの内容が、表示ページに指定されたときに表示されます。

パレットデータの形式を示します。

(DS:ESI)

|    |   |             |               |
|----|---|-------------|---------------|
| 0  | D | 設定パレット数     | } 設定パレット数繰り返す |
| 4  | D | 色識別番号(通し番号) |               |
| 8  | B | 青の階調(0~255) |               |
| 9  | B | 赤の階調(0~255) |               |
| 10 | B | 緑の階調(0~255) |               |
| 11 | B | 0           |               |
| ≈  | ≈ |             | ≈             |

なお、16色2画面表示の場合、画面レイア0側の色識別番号0のパレットは変更できません。また、パラメータを“VSYNCあり、設定パレット数0”とすると、VSYNC待ちのみを行わせることができます。

|            |          |
|------------|----------|
| グラフィックス    | 20H      |
| 書き込みページの指定 | 機能コード05H |

**エントリ**     AH        =05H  
                  AL        =ページ(ユーザーメモリを指定する場合は、80H~83H)

**リターン**     AH        =00H(正常終了時)

**説明**            書き込みページを指定します。

ビューポートの設定を行ったあとで書き込みページの指定をするとビューポートは書き込みページの仮想画面の大きさに再設定されます。したがって、ビューポートの設定は書き込みページの指定の後に設定するのがいいでしょう。

16色パレット使用時には、パレットの有効ページも切り換わります。

表示モード番号指定時に、ALのビット6を1にするとCRTCの設定を行いません。この機能はデバックのときなどに使用されます。

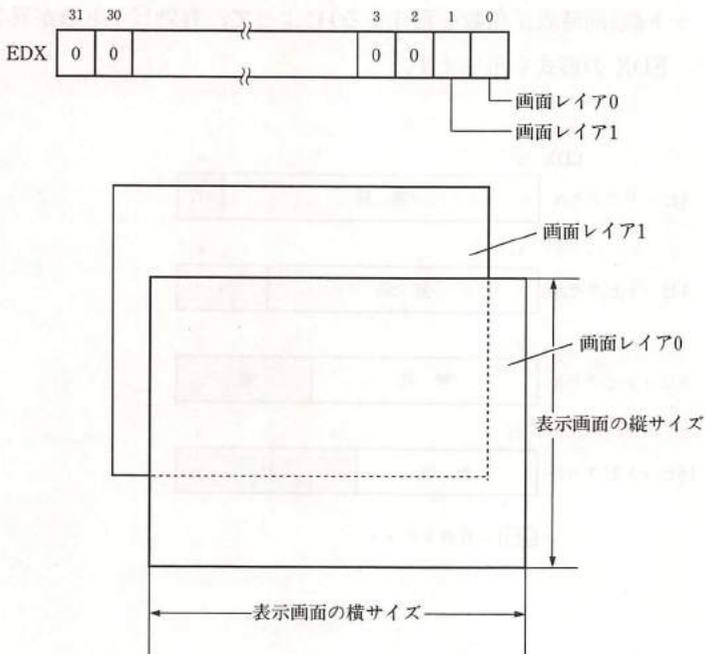
|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

|          |          |
|----------|----------|
| グラフィックス  | 20H      |
| 表示ページの指定 | 機能コード06H |

|       |     |                                  |
|-------|-----|----------------------------------|
| エントリー | AH  | =06H                             |
|       | AL  | =プライオリティ(0:画面レイア0優先, 1:画面レイア1優先) |
|       | EDX | =表示の有無                           |
| リターン  | AH  | =00H(正常終了時)                      |

**説明** 表示ページの指定を行います。  
 プライオリティパラメータは、画面レイアの優先度を決めます。ここで、画面レイアと呼んでいるのは、ページのことであり、優先度の高い画面レイアが前面に表示されます。表示の有無は画面レイアごとに EDX の各ビットにより指定できます。ビットが0のときは表示を行わず、ビットが1のとき表示します。

EDX の形式を示します。



|         |          |
|---------|----------|
| グラフィックス | 20H      |
| 描画色の設定  | 機能コード07H |

|          |             |
|----------|-------------|
| [ エントリ ] | AH = 07H    |
|          | AL = 設定色種   |
|          | EDX = 色識別番号 |

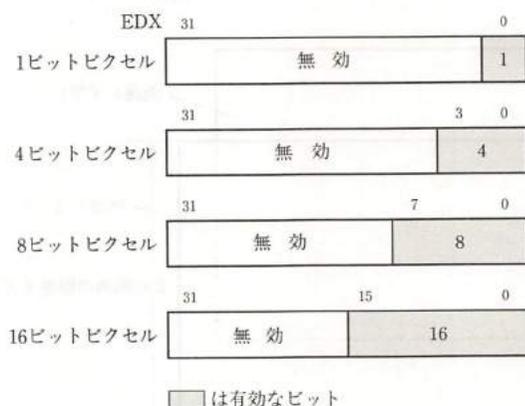
|          |                  |
|----------|------------------|
| [ リターン ] | AH = 00H (正常終了時) |
|----------|------------------|

|        |                                                              |
|--------|--------------------------------------------------------------|
| [ 説明 ] | 前景色、背景色、面塗色、透過色の色識別番号を設定します。<br>設定色種は、次の4つのうち、いずれかを選んで指定します。 |
|--------|--------------------------------------------------------------|

- 0 : 前景色
- 1 : 背景色
- 2 : 面塗色
- 3 : 透過色

色識別番号の指定は、EDX に通し番号で指定します。1ピクセル当たりのビット数(同時表示色数を意味する)によって、有効ビット数が異なります。

EDX の形式を示します。



## グラフィックス

20 H

## 描画色の設定 1

機能コード 08 H

**エントリ**    AH        = 08 H  
               AL        = 設定色種  
               EDX      = 色 (IGRB)

**リターン**    AH        = 00 H (正常終了時)

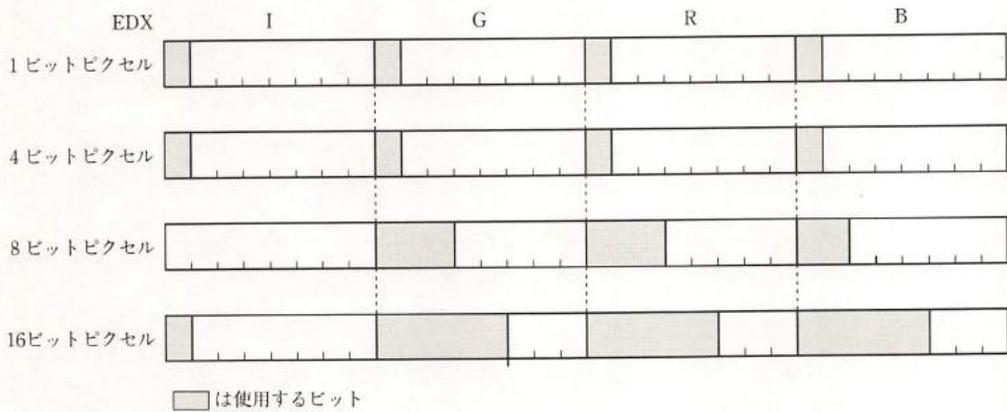
**説明**        前景色、背景色、面塗色の色を IGRB で設定します。

なお、256色、16色モードでの IGRB の指定は、通し番号に変換され、また、実際に描画される色は、パレットレジスタに設定された色となります。

設定色種は、次の4つのうち、いずれかを選んで指定します。

- 0 : 前景色
- 1 : 背景色
- 2 : 面塗色
- 3 : 透過色

色識別番号の形式を示します。



32ビットを IGRB 各8ビットに分け、それぞれ上位ビットから使用します。1ビットピクセルの場合は、I、G、R、Bの各最上位ビットがすべて有効です。

## グラフィックス

20H

## 混色比率の設定

機能コード09H

**エントリー**    AH        =09H  
                   DX        =描画色の強調度(0~256)

**リターン**     AH        =00H(正常終了時)

**説明**            描画色と描画位置色(描画する前にその位置にあった色)との混合比率を設定します。

このオペレーションは、256色と32768色のモードにおいて、「描画モードの設定(機能コード0AH)」で、PASTELモードを選択した場合のみに有効です。水彩画のような透明感のある効果を出すときに用います。描画色の強調度は0が最低値で、この状態で描画しても結果は描画されず、描画位置色のままです。最大値は256で、このときは描画色になります。

また、パレットを使う画面モードの場合は、混色されるのは、色識別番号です。表示色はパレットレジスタの値を参照した色となります。



## グラフィックス

20H

## 描画モードの設定

機能コード0AH

エントリ AH =0AH  
AL =描画モード

リターン AH =00H (正常終了時)

説明 描画モードを設定します。

AL の値と描画モードの関係を示します。

| モード番号<br>(AL の値) | 名 称       | 機 能                       |
|------------------|-----------|---------------------------|
| 0                | PSET      | 点着色                       |
| 1                | PRESET    | 点消去(背景色となる)               |
| 2                | OR        | 描画位置色と OR                 |
| 3                | AND       | 描画位置色と AND                |
| 4                | XOR       | 描画位置色と XOR                |
| 5                | NOT       | 描画色を反転して描画                |
| 6                | MATTE     | 透過色を描画しない                 |
| 7                | PASTEL    | 描画位置色との混合                 |
| 8                |           |                           |
| 9                | OPAQUE    | 0 のビットを背景色, 1 のビットを前景色で描画 |
| 10               | IMPSET    | スーパーインポーズビットを 1           |
| 11               | IMPRESET  | スーパーインポーズビットを 0           |
| 12               | IMPNOT    | スーパーインポーズビットを反転           |
| 13               | MASKSET   | 画面マスクをセット                 |
| 14               | MASKRESET | 画面マスクをリセット                |
| 15               | MASKNOT   | 画面マスクを反転                  |

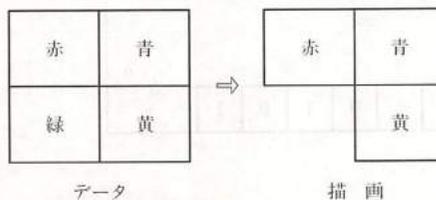
描画モード 13~15 (MASK 関係) を設定した場合、マスクが有効に設定されていても、実際の描画時にマスクは無効となります。

モード 0, 2~4, 7, 9 の前景色, モード 1, 9 の背景色, モード 6 の透過色は、「描画色の設定(機能コード07H)」, 「描画色の設定 1 (機能コード08H)」で設定します。また、モード 7 の混色比率は「混色比率の設定(機能コード09H)」で設定します。

画面モードのいくつかの例を示します。

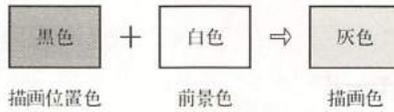
グラフィックデータの書き込みで MATTE モードを指定した場合は次の例で示すとおりになります。

透過色=緑

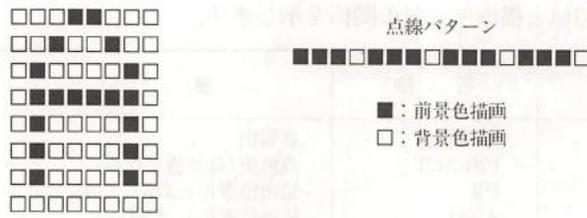


PASTEL 描画の例を示します。

混色比率128で設定



文字および線を OPAQUE で描画した場合を示します。

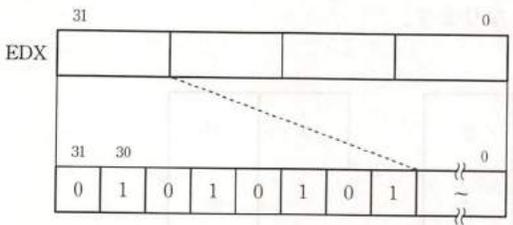


|           |          |
|-----------|----------|
| グラフィックス   | 20H      |
| 線分パターンの設定 | 機能コード0BH |

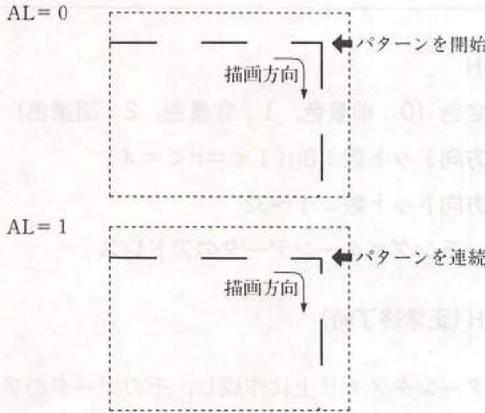
**エントリー** AH = 0BH  
 AL = 角点処理(0 : 角点スタート, 1 : 連続)  
 EDX = 線分パターン

**リターン** AH = 00H (正常終了時)

**説明** 線分パターンを設定します。  
 角点処理とは、四角形の角などでパターンを連続して描画するか、一度パターンを切断したうえで、角点から再びパターンを始めるかを指定するものです。  
 線分パターンの形式を示します。



角点処理の意味を示します。



EDX の各ビットが 0 の場合は、OPAQUE なら背景色で描画します。1 の場合は描画モードに応じて論理演算して描画します。

グラフィックス

20H

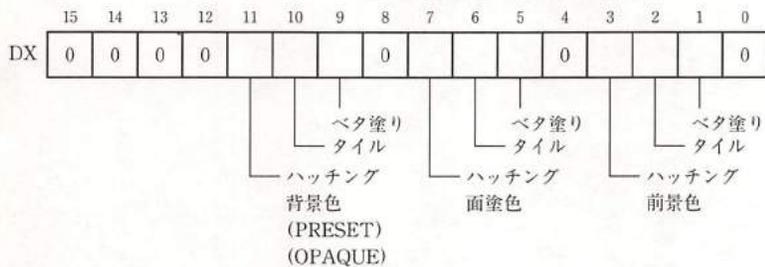
面塗りモードの設定

機能コード 0CH

**エントリー** AH = 0CH  
DX = 面塗りモード

**リターン** AH = 00H (正常終了時)

**説明** 面塗色の外、背景色、前景色の塗り方を指定します。  
DX の形式を示します。



該当するビットを 1 にして BIOS コールを行います。全ビットが 0 の場合には描画は行われません。

|              |           |
|--------------|-----------|
| グラフィックス      | 20H       |
| ハッチングパターンの設定 | 機能コード 0DH |

- エントリ**
- AH = 0DH
  - AL = 設定色 (0:前景色, 1:背景色, 2:面塗色)
  - BH = 横方向ドット数: 8n (1 <= n <= 4)
  - BL = 縦方向ドット数: 1~32
  - DS:ESI = ハッチングパターンデータのアドレス

**リターン** AH = 00H (正常終了時)

**説明** ハッチングパターンをメモリ上に作成し、そのデータのアドレスを BIOS に通知します。ハッチングデータは画面の 1 ピクセルをハッチングパターンの 1 ビットに対応させて作成します。横方向ドット数は、8 ビット単位に設定します。各ビットとも、0 で描画しない、1 で論理演算して描画する、という指定になります。

ハッチングの例(16×16のデータ)を示します。

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <pre> ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■ □□■□□□□□□□□□□□□ □□■□□□□□□□□□□□□ □□■□□□□□□□□□□□□ ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□■□□□□□ □□□□□□□□□□■□□□□□ ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■ □□■□□□□□□□□□□□□ □□■□□□□□□□□□□□□ □□■□□□□□□□□□□□□ ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■ □□□□□□□□□□■□□□□□ □□□□□□□□□□■□□□□□ □□□□□□□□□□■□□□□□ </pre> | <p>■: 論理演算して描画<br/>□: 未描画(もとの画面)</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|

グラフィックス

20H

タイルパターンの設定

機能コード0EH

エントリー

AH = 0EH  
 AL = 設定色 (0:前景色, 1:背景色, 2:面塗色)  
 BH = 横方向ドット数:  $8n (1 \leq n \leq 4)$   
 BL = 縦方向ドット数: 1~32  
 DS:ESI = タイルパターンデータのアドレス

リターン

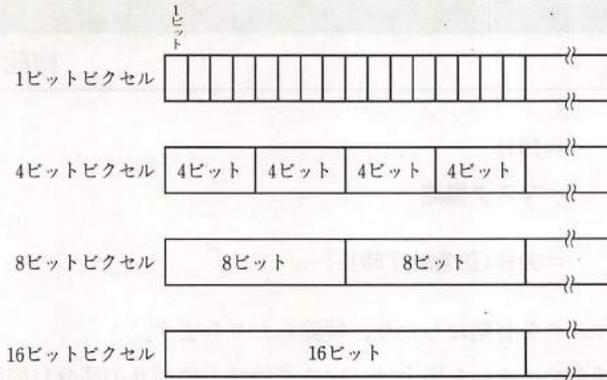
AH = 00H (正常終了時)

説明

タイルパターンをメモリ上に作成し、そのデータのアドレスを BIOS に通知します。

タイルパターンデータは VRAM の構成と同じピクセル配置で作成します。画面の 1 ピクセルをタイルパターンの 1 ピクセルに対応させて作成します。

タイルパターンのデータの並べ方を示します。



|            |          |
|------------|----------|
| グラフィックス    | 20H      |
| 画面マスク領域の設定 | 機能コード0FH |

**エントリー** AH = 0FH  
DS:ESI = 画面マスク領域のアドレス

**リターン** AH = 00H (正常終了時)

**説明** マスク領域を設定します。  
この領域に1ビットピクセルのデータ(2値)を各種のオペレーションで描画することにより、マスクが定義できます。  
画面マスク領域の領域サイズは、仮想画面のサイズに応じて、次の式で求められます。

$$\text{領域サイズ} = ((\text{仮想画面横サイズ} + 7) \times \text{仮想画面縦サイズ}) / 8$$

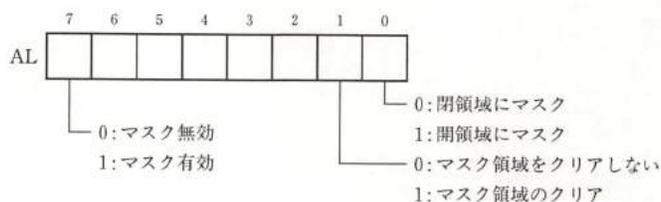
|          |          |
|----------|----------|
| グラフィックス  | 20H      |
| 画面マスクの設定 | 機能コード10H |

**エントリー** AH = 10H  
AL = マスク機能

**リターン** AH = 00H (正常終了時)

**説明** 画面マスクを有効にしたり、解除したりします。  
閉領域をマスクした場合は、マスク領域の値が0の部分は描画の対象となり、1の部分は、描画されません。開領域をマスクした場合は、マスク領域の値が1の部分が描画対象となり、0の部分が描画されません。また、ALレジスタのマスク領域のクリアのビットが1の場合、指定されたマスク領域が0でクリアされます。

ALの形式を示します。



グラフィックス

20H

ペンの設定

機能コード11H

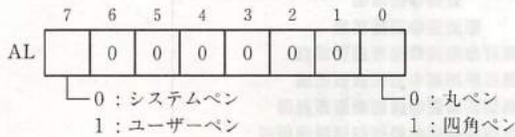
|      |    |              |
|------|----|--------------|
| エントリ | AH | =11H         |
|      | AL | =ペンモード       |
| リターン | AH | =00H (正常終了時) |

**説明** 線描画に使用するペンを設定します。

システムペンとは、EGB のシステムが持っているものです。丸ペンと四角ペンがあります。システムペンの大きさは、ユーザーペンの大きさを限定します。つまり、ユーザーペンとして定義した形の中で、システムペンの大きさに含まれる部分のみが実際のペンの形となります。

ペン形状を変更するためには、ペンの設定をした後、「ペンの太さの設定（機能コード 12H）」を設定する必要があります。

AL の形式を示します。



システムペンとユーザーペンの関係を示します。



## グラフィックス

20H

## ペンの太さの設定

機能コード12H

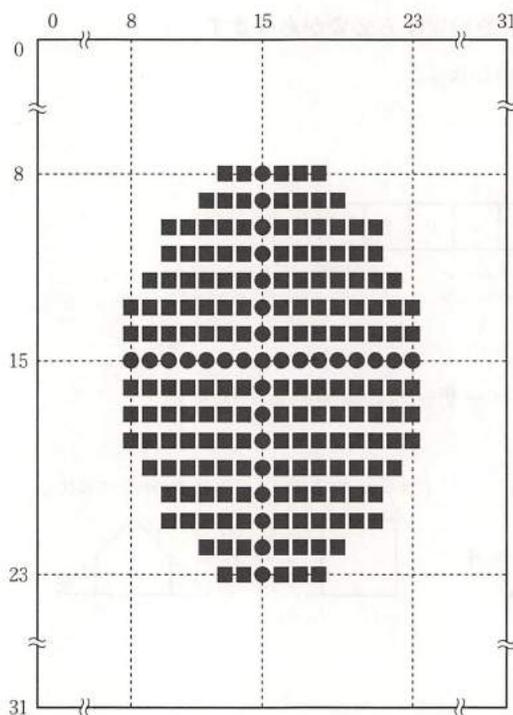
**エントリー** AH = 12H  
AL = ペンの太さ(0~32)

**リターン** AH = 00H (正常終了時)

**説明** システムペンとユーザーペンの太さを設定します。

値が大きいほど、ペン先は太くなります。太さが0の場合、描画は行われません。ペンの中心点は(15, 15)ドットの位置にあり、ペンの太さが偶数のときには、右下に太くなります。

ペンの形の例(丸ペンで太さ16の場合)を示します。



|          |          |
|----------|----------|
| グラフィックス  | 20H      |
| ペンの形状の設定 | 機能コード13H |

**エントリー**    AH        =13H  
                   DS:ESI    =ペンパターンデータのアドレス

**リターン**     AH        =00H (正常終了時)

**説明**            ペンの形状を指定します。  
                   パターンデータは32×32ドットで構成され、ビットが1の部分が形状を表し、  
                   演算して描画します。0の部分は、演算しません。

(DS:ESI) 

|    |                          |
|----|--------------------------|
| BA | ペンパターンドットデータ<br>(128バイト) |
|----|--------------------------|

|           |          |
|-----------|----------|
| グラフィックス   | 20H      |
| マスクビットの設定 | 機能コード14H |

**エントリー**    AH        =14H  
                   EDX       =マスクビット

**リターン**     AH        =00H (正常終了時)

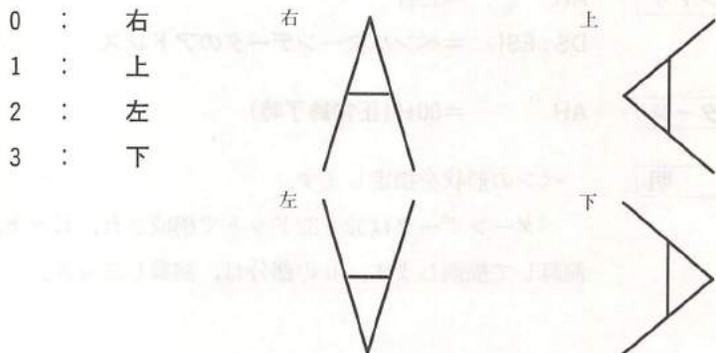
**説明**            ピクセルの個々のビットについて、描画をマスクします。  
                   マスクするビットは0、しないビットは1としてEDXに設定します。  
                   VRAMのみに有効であり、ユーザーメモリに設定した仮想画面には無効です。  
                   マスク領域の設定とは無関係です。

|         |          |
|---------|----------|
| グラフィックス | 20H      |
| 文字方向の設定 | 機能コード15H |

**エントリー**    AH        =15H  
                   AL        =文字方向

**リターン**     AH        =00H (正常終了時)

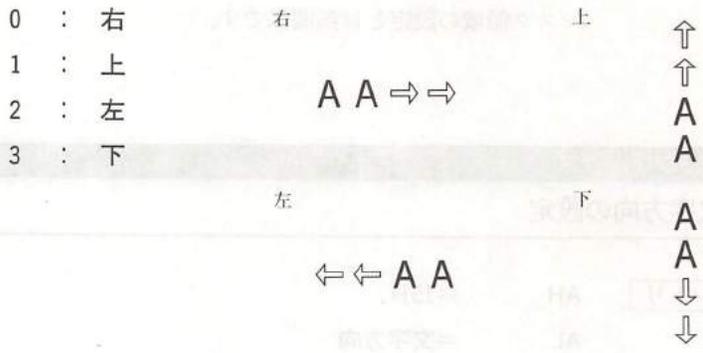
**説明** 文字の方向(字体の向き)を設定します。  
 文字方向は、文字の右側が画面のどの方向を示すかを表します。  
 ALの値と意味を示します。



|           |          |
|-----------|----------|
| グラフィックス   | 20H      |
| 文字表示方向の設定 | 機能コード16H |

- エントリ** AH = 16H  
 AL = 文字表示方向
- リターン** AH = 00H (正常終了時)

**説明** 文字の表示方向(並びの向き)を設定します。  
 ALの値と意味を示します。

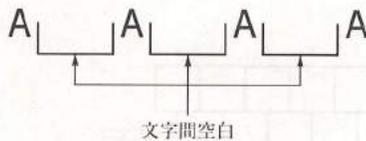


|          |          |
|----------|----------|
| グラフィックス  | 20H      |
| 文字間空白の設定 | 機能コード17H |

**エントリ**    AH        =17H  
               DX        =文字間空白(ドット数)

**リターン**    AH        =00H (正常終了時)

**説明**        文字の間の空白の大きさを、任意のドット数で設定します。  
 ANK と漢字の区別はありません。文字間空白に負の値を設定することにより、重ね書きや後退書きが可能です。



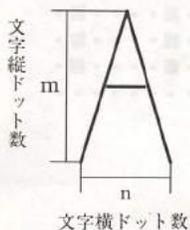
DX は符号付の16ビットで指定します。

|          |          |
|----------|----------|
| グラフィックス  | 20H      |
| 文字拡大率の設定 | 機能コード18H |

**エントリ**    AH        =18H  
               DX        =文字横ドット数 (n)  
               BX        =文字縦ドット数 (m)  
               AL        =文字種 (0 : ANK, 1 : 漢字)

**リターン**    AH        =00H (正常終了時)

**説明**        文字表示の横・縦ドット数を設定します。  
 ANK と漢字表示について、別々に設定することができます。



|         |          |
|---------|----------|
| グラフィックス | 20H      |
| 字体の設定   | 機能コード19H |

**エントリ**

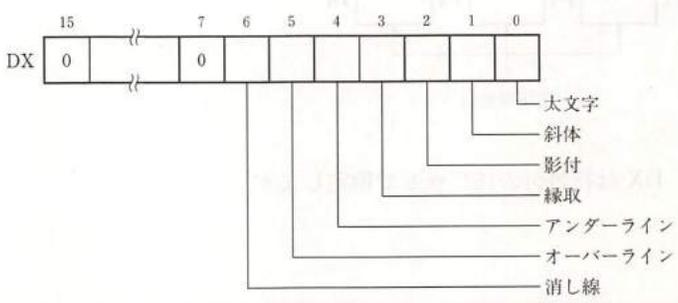
AH = 19H  
DX = 字体

**リターン**

AH = 00H (正常終了時)

**説明**

文字の字体を設定します。  
DXの該当ビットが1のとき、その字体となります。影付、縁取は背景色で描かれます。  
DXの形式を示します。



H 1 9 H ー 1 9 H 機能コード

|     |         |         |     |
|-----|---------|---------|-----|
| 標準体 | 太文字     | 斜体      | 影付  |
|     |         |         |     |
| 縁取  | アンダーライン | オーバーライン | 消し線 |
|     |         |         |     |

● : 空白  
■ : 前景色  
□ : 背景色

|              |           |
|--------------|-----------|
| グラフィックス      | 20H       |
| スーパーインポーズの設定 | 機能コード 1AH |

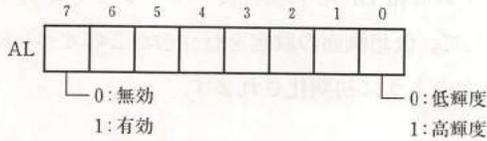
**エントリ**    AH        = 1AH  
                   AL        = スーパーインポーズデータ

**リターン**    AH        = 00H (正常終了時)

**説明**        スーパーインポーズ有効/無効、スーパーインポーズ時のビデオ画像の高輝度/低輝度を指定します。

書き込みページで指定したページに対して設定します。輝度の設定は、書き込みページに関係なく設定されます。

AL の形式を示します。



|          |           |
|----------|-----------|
| グラフィックス  | 20H       |
| デジタイズの設定 | 機能コード 1BH |

**エントリ**    AH        = 1BH  
                   AL        = ON/OFF (0 : OFF, 1 : ON)

**リターン**    AH        = 00H (正常終了時)

**説明**        画面をデジタイズ状態にするかどうかのスイッチングを行います。

AL に 0 をセットすれば OFF, 1 をセットすれば ON になります。書き込みページに対して設定されるので、非表示の画面に画像を取り込むこともできます。

## グラフィックス

20H

## 解像度ハンドルによる仮想画面の設定

機能コード 1CH

|      |    |                        |
|------|----|------------------------|
| エントリ | AH | =1CH                   |
|      | AL | =CRTC 設定 (0:する, 1:しない) |
|      | DX | =解像度ハンドル               |

|      |    |                           |
|------|----|---------------------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了時)<br>- 1 (エラー) |
|------|----|---------------------------|

**説明** 解像度ハンドルとは、FMTOWNS の高解像度化に伴って追加された機能で、画面の解像度などの情報を取得し細かな画面制御に反映できるようにするためのインターフェースパラメータです。

その値は、システム情報 BIOS に参照オペレーションがあり、それによって参照した値を利用して、仮想画面の設定を行うのがこのオペレーションです。実行後、作業領域は次のように初期化されます。

| 項目        | 設定内容              |
|-----------|-------------------|
| 書き込みページ   | ページ 0             |
| 表示ページ     | ハードウェア依存          |
| 前景色       | 最大色識別番号           |
| 背景色       | 色識別番号 0           |
| 線抜き色      | 色識別番号 0           |
| 混色比率      | 128 (平均)          |
| ビューポート    | 画面枠               |
| 文字間の空白    | 0                 |
| 文字の方向     | 右                 |
| 文字の並び     | 右方向               |
| 文字描画 X 座標 | 0                 |
| 文字描画 Y 座標 | 0                 |
| 面塗りモード    | 境界ベタ              |
| 面塗り色      | 色識別番号 0           |
| 描画モード     | PEST              |
| スーパーインポーズ | OFF               |
| インポーズ領域   | なし                |
| インポーズ輝度   | 高輝度               |
| ペンの太さ     | 1                 |
| 字体        | 標準                |
| 線分パターン    | 直線                |
| ハッチングパターン | 未登録               |
| タイルパターン   | 未登録               |
| パレットデータ   | 16色または 256色のとき初期化 |

## グラフィックス

20H

## グラフィック描画スタック領域の動的変更

機能コード 1DH

**エントリ** AH = 1DH  
 AL = 機能番号 (0: 要求スタックサイズの取得, 1: 動的スタックの設定,  
 2: スタック確保/開放イベントの登録)  
 DS:ESI = パラメータ/取得バッファのアドレス

**リターン** AH = 00H (正常終了時)  
 - 1 (エラー)

**説明** グラフィック描画スタック領域の動的変更を行うための設定オペレーション  
 です。機能番号と、処理の対応は次のようになっています。

## AL=0 (要求スタックサイズの取得)

BIOS が描画に必要なスタックサイズを、次の形式でメモリに取得します。

(DS: ESI)

|    |         |
|----|---------|
| DW | スタックサイズ |
|----|---------|

## AL=1 (動的スタックの設定)

BIOS が描画時に使用するスタックのサイズやアドレスを、次のパラメータ形式で設定します。このうち、システム動作用スタックサイズは、割り込み処理などで使用するため通常 8,192 バイト程度用意しておけば足ります。

(DS: ESI)

|    |    |                |
|----|----|----------------|
| 0  | DW | スタックサイズ        |
| 4  | DW | システム動作用スタックサイズ |
| 8  | DW | スタック先頭アドレス     |
| 12 | DW | スタックのセレクト      |

## AL=2 (スタック確保/開放イベントの登録)

グラフィック BIOS は、描画中にスタックを必要とするとき、登録があればスタック確保イベントを呼び出し、描画終了後スタック開放イベントを呼び出します。

これらはユーザー定義で FAR コールされるプロシージャ (サブルーチン) で、それぞれスタックの取得と開放を行います。これらのサブルーチンでは、レジスタやセレクトの内容を破壊しないようプログラミングする必要があります。

動作の流れは次のとおりです。

- ① グラフィック BIOS が描画のためにスタックを必要とするとき、スタック確保イベントが呼ばれ、ユーザーには ECX に要求スタックサイズが渡されます。ユーザーは、スタック領域を確保して、「動的スタックの設定 (AL=1)」により、グラフィック BIOS に引き渡します。
- ② グラフィック BIOS は渡されたスタックを使って描画し、終わるとスタック開放イベントを呼び出します。ユーザーはスタックを開放し、リターンします。

これらの登録は次の形式で行われ、登録した内容は、「初期化 (機能コード 00H)」、「仮想画面の設定 (機能コード 01H)」、「書き込みページの指定 (機能コード 05H)」のいずれかのオペレーションが呼ばれたときに解除されます。登録前、および登録解除後には、グラフィック BIOS はイベントを呼び出さず、通常スタック領域を使用します。

(DS : ESI)

|    |    |                 |
|----|----|-----------------|
| 0  | DW | スタック確保イベントのアドレス |
| 4  | DW | スタック確保イベントの CS  |
| 8  | DW | スタック開放イベントのアドレス |
| 12 | DW | スタック開放イベントの CS  |

## グラフィックス

20H

### デジタイズ画面取り込み位置の補正

機能コード 1EH

#### エントリ

AH = 1EH  
 DX = 補正值 (X)  
 BX = 補正值 (Y)

#### リターン

AH = 00H (正常終了時)  
 - 1 (エラー)

#### 説明

デジタイズ画面取り込み位置を、任意に補正するためのオペレーションです。補正值は、現在の取り込み位置に対する相対値で、X 方向について右ならば+、左ならば-の値を取ります。Y 方向では、下が+、上が-となります。

## グラフィックス

20H

## 全画面の消去

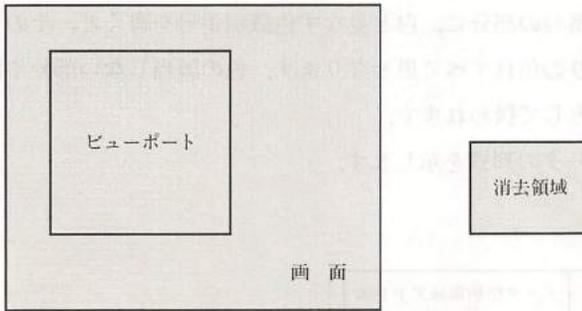
機能コード20H

エントリ AH =20H

リターン AH =00H (正常終了時)

説明 書き込みページの画面全体をクリアし、背景色に塗りつぶします。  
ビューポートの指定を無視して、すべての領域が塗りつぶされます。仮想画面の消去も行われます。マスクの設定は有効です。

2画面合成時に透明以外の背景色を設定すると、優先度の高い方の画面しか表示されないことになります。



## グラフィックス

20H

## 画面の消去

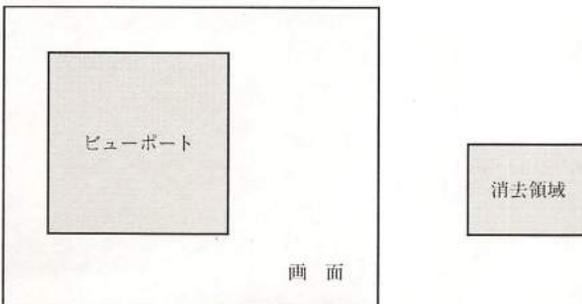
機能コード21H

エントリ AH =21H

リターン AH =00H (正常終了時)

説明 書き込みページのビューポート内の画面をクリアし、背景色で塗りつぶします。

2画面合成時に、透明以外の背景色を指定すると、優先度の高い方の画面しか表示されなくなります。



|             |          |
|-------------|----------|
| グラフィックス     | 20H      |
| ドットデータの読み出し | 機能コード22H |

**エントリ**     AH        =22H  
                  DS:ESI    =パラメータのアドレス

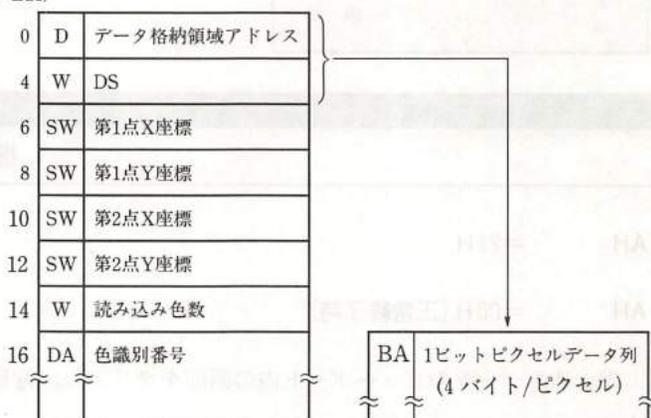
**リターン**     AH        =00H (正常終了時)

**説明**            書き込みページの任意の矩形内のドットデータをモノクロ(2値)で読み出し、  
 テーブルに格納します。

パラメータの設定は、短形の対角線座標と、白とみなす色の色識別番号(32768色モードでは任意の数だけ用意できる)、テーブルのアドレスなどで。データの色識別番号の部分に、白と見なす色識別番号を書くと、そのピクセルは白となり、残りの色はすべて黒となります。色の該当しない部分や仮想画面外のデータは黒として扱われます。

パラメータの形式を示します。

(DS:ESI)



|             |          |
|-------------|----------|
| グラフィックス     | 20H      |
| ドットデータの書き込み | 機能コード23H |

**エントリー**    AH        =23H  
                   AL        =クリップ枠  
                   DS:ESI   =パラメータのアドレス

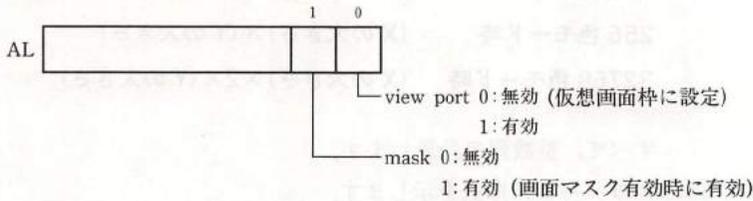
**リターン**     AH        =00H (正常終了時)

**説明**            書き込みページの任意の位置に、前景色で矩形のドットデータを書き込みます。

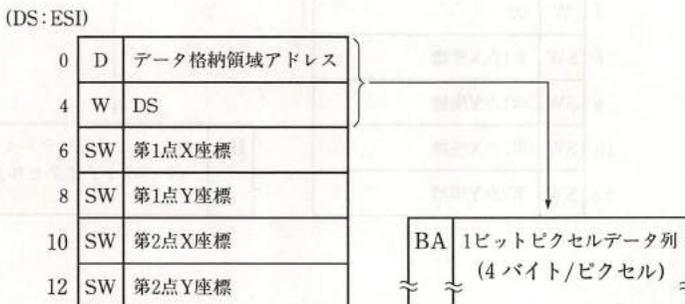
「ドットデータの読み出し(機能コード22H)」と組み合わせて使用することにより、図形のコピーができます。ただし、色は単色(前景色で描かれる)になります。

ALによりクリップ枠の有効/無効の設定ができます。

ALの形式を示します。



パラメータの形式を示します。



## グラフィックス

20H

## ドットデータの読み出し 1

機能コード 24H

**エントリ** AH = 24H  
 DS:ESI = パラメータのアドレス

**リターン** AH = 00H (正常終了時)

**説明** 書き込みページの任意の矩形内のドットデータを、色識別番号のまま読み出してテーブルに格納します。

読み込み領域は対角線座標で、テーブルのデータ収容領域の大きさは、X と Y の大きさ (ピクセル数) で指定します。画面枠外は、色識別番号 0 として処理されます。

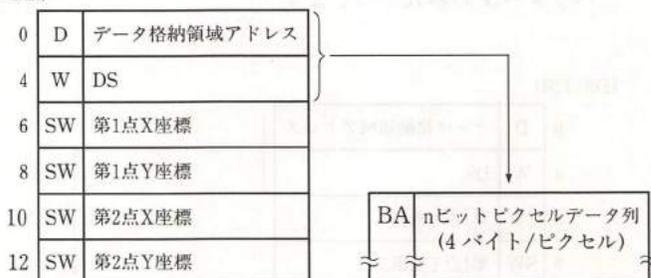
データ格納領域の大きさは、X と Y の大きさによって次の式で求められます。

2色モード時  $(X \text{ の大きさ} + 7) / 8 \times (Y \text{ の大きさ})$   
 16色モード時  $(X \text{ の大きさ} + 7) / 8 \times 4 \times (Y \text{ の大きさ})$   
 256色モード時  $(X \text{ の大きさ}) \times (Y \text{ の大きさ})$   
 32768色モード時  $(X \text{ の大きさ}) \times 2 \times (Y \text{ の大きさ})$

すべて、整数型で計算します。

パラメータの形式を示します。

(DS:ESI)



|               |            |
|---------------|------------|
| グラフィックス       | 20 H       |
| ドットデータの書き込み 1 | 機能コード 25 H |

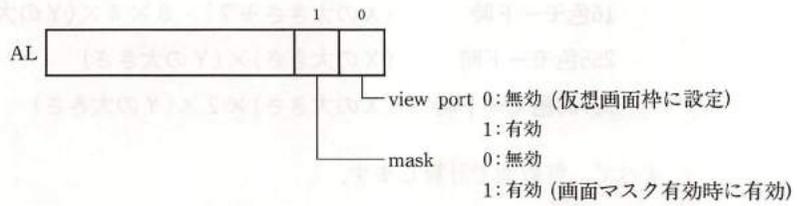
**エントリ**

AH = 25H  
 AL = クリップ枠  
 DS:ESI = パラメータのアドレス

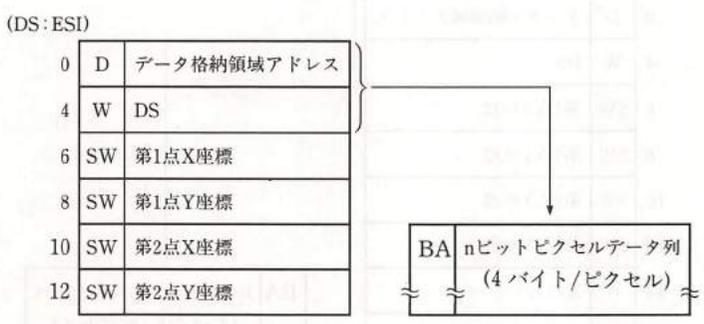
**リターン** AH = 00H (正常終了時)

**説明**

「ドットデータの読み出し 1 (機能コード 24H)」に対応する書き込みを行います。  
 書き込みページの任意の位置に、矩形のドットデータ(色識別番号)を転送します。  
 AL によりクリップ枠の有効/無効の設定ができます。  
 AL の形式を示します。



データの形式を示します。



|               |           |
|---------------|-----------|
| グラフィックス       | 20H       |
| ドットデータの読み出し 2 | 機能コード 26H |

**エントリ**      AH            =26H  
                   DS:ESI    =パラメータのアドレス

**リターン**      AH            =00H (正常終了時)

**説明**            書き込みページの任意の矩形内のドットデータを色識別番号のままで、拡大／縮小して読み込み、テーブルに格納します。

読み込み領域は対角線座標で、テーブルのデータ収容領域の大きさは、XとYの大きさ(ピクセル数)で指定します。画面枠外は、色識別番号0として処理されます。

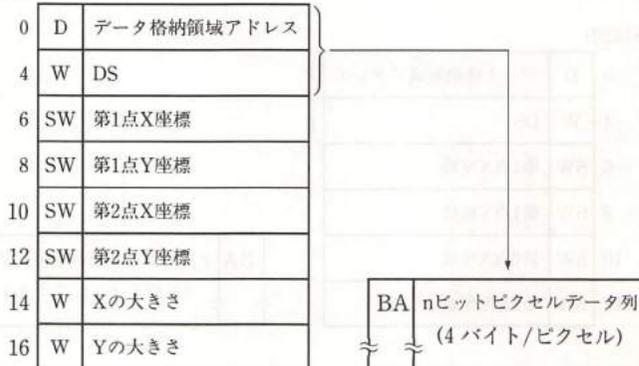
データ格納領域の大きさは、XとYの大きさによって次の式で求められます。

- 2色モード時            (Xの大きさ+7) / 8 × (Yの大きさ)
- 16色モード時          (Xの大きさ+7) / 8 × 4 × (Yの大きさ)
- 256色モード時        (Xの大きさ) × (Yの大きさ)
- 32768色モード時      (Xの大きさ) × 2 × (Yの大きさ)

すべて、整数型で計算します。

パラメータの形式を示します。

(DS:ESI)



グラフィックス

20H

ドットデータの書き込み 2

機能コード 27H

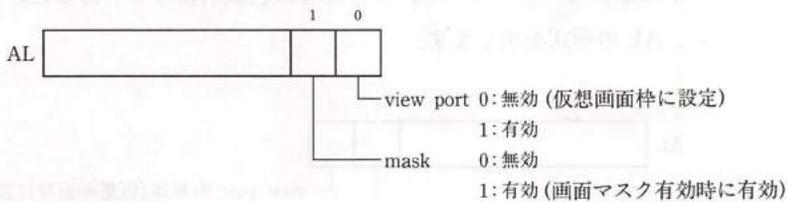
**エントリ**    AH        =27H  
               AL        =クリップ枠  
               DS:ESI    =パラメータのアドレス

**リターン**    AH        =00H (正常終了時)

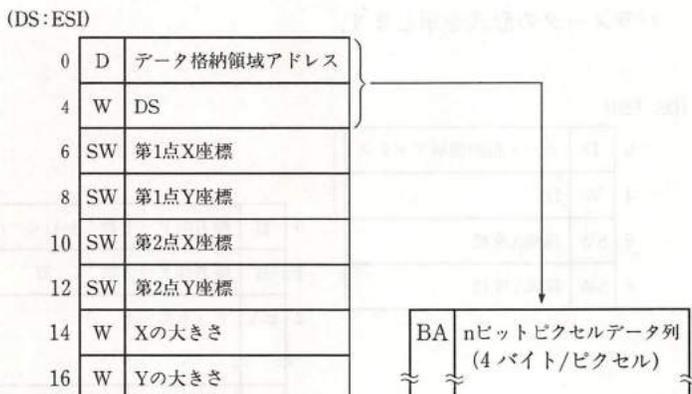
**説明**        「ドットデータの読み出し 2 (機能コード 26H)」に対応する、書き込みオペレーションです。

データはテーブルから、書き込みページの任意の矩形の画面領域に転送されます。このとき、X/Y方向のサイズ違いは拡大/縮小によって調整されます。つまり、格納されている大きさと、転送する画面領域の大きさの違いを、拡大/縮小により調整するということです。ALにより、ビューポート、マスクの有効/無効が設定可能です。

ALの形式を示します。



データの形式を示します。



|            |          |
|------------|----------|
| グラフィックス    | 20H      |
| グラフィックカーソル | 機能コード28H |

**エントリ**

AH = 28H

AL = クリップ枠

DS:ESI = パラメータのアドレス

**リターン**

AH = 00H (正常終了時)

**説明**

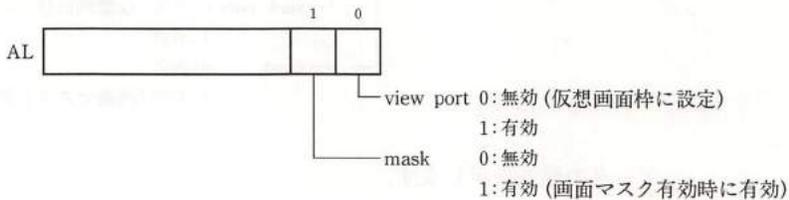
書き込みページにグラフィックカーソルを書き込みます。

ALにより、ビューポート、マスクの有効/無効が設定可能です。

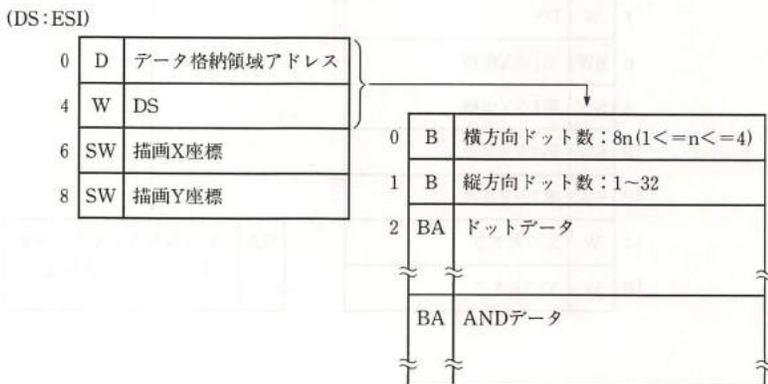
描画座標はカーソルを書き込む画面位置を表し、カーソルの左上端が座標位置に対応します。

データ格納領域には、カーソルパターンを示すドットデータと AND データを配置します。ドットデータと AND データを両方使用することにより、黒(色識別番号0)の輪郭を持ったグラフィックカーソルを表示することができます。AND データは、画面との AND 演算を(ピクセル単位)で行い、AND データが1の部分は元のドットを、0の部分は色識別番号0を書き込みます。

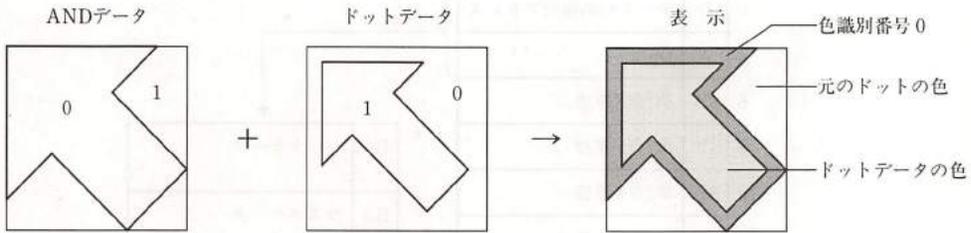
ALの形式を示します。



パラメータの形式を示します。



AND データ、ドットデータとグラフィックカーソル表示の関係の例を示します。



|             |          |
|-------------|----------|
| グラフィックス     | 20H      |
| マスクデータの書き込み | 機能コード29H |

**エントリ**    AH        =29H  
               AL        =クリップ枠  
               DS:ESI    =パラメータのアドレス

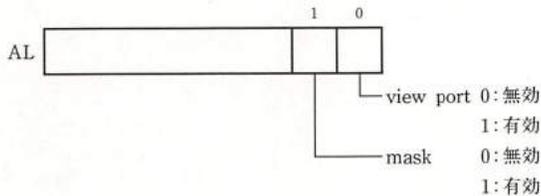
**リターン**    AH        =00H (正常終了時)

**説明**        書き込みページの任意の四角形の画面領域の内部に、各点についてドットデータとマスクデータの AND をとって、書き込みを行います。

マスクデータの値が0の位置は、ドットがマスクされ書き込みは行われません。マスクデータが1の位置のみ、書き込みが許可されます。このオペレーションは、複数の色を使ったカーソルを表示する際に使用します。

マスクデータには、モノクロデータを用意します。

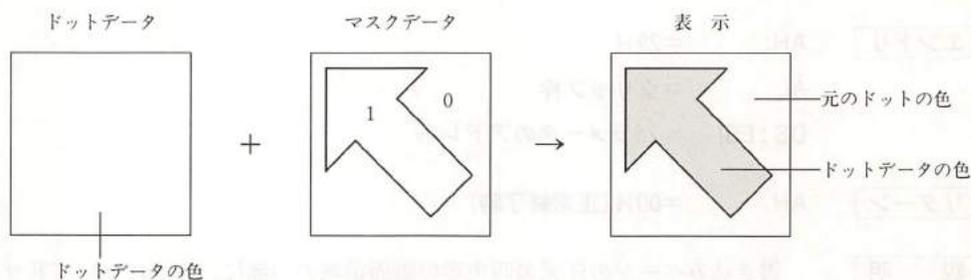
ALの形式を示します。



パラメータの形式を示します。



ドットデータ、マスクデータとグラフィックカーソル表示の関係の例を示します。



グラフィックス

20H

全画面スクロール

機能コード 2AH

エントリ

AH = 2AH

AL = 背景色描画 (0 : 描画しない, 1 : 描画する)

DX = 横方向移動ドット数

BX = 縦方向移動ドット数

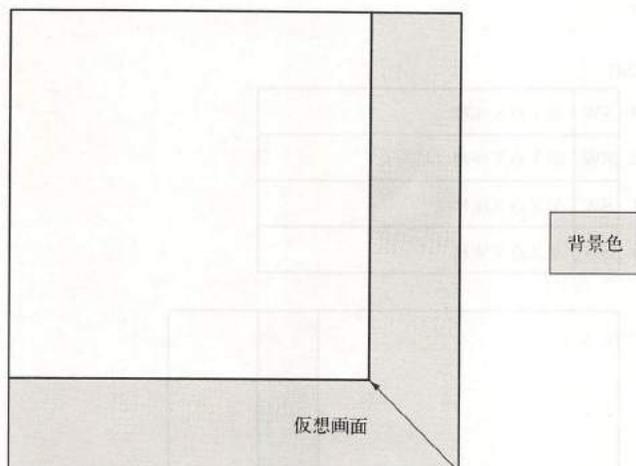
リターン

AH = 00H (正常終了時)

説明

書き込みページの画面枠を上下左右にスクロールさせます。

ハードウェアによる、円筒スクロールや球面スクロールのような画面の端の連続性はありません。移動により空いた部分は、ALが1の場合は背景色となり、0の場合は元の画面が残ります。



|           |           |
|-----------|-----------|
| グラフィックス   | 20H       |
| 部分画面スクロール | 機能コード 2BH |

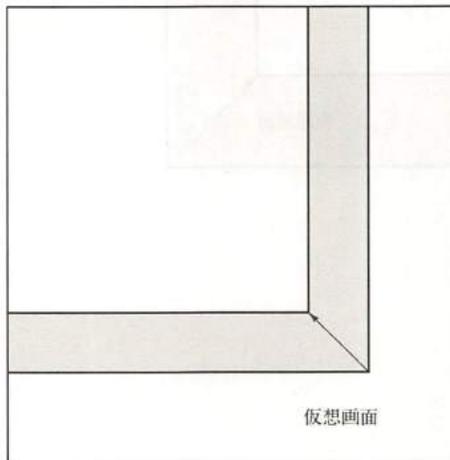
- エントリ**
- AH = 2BH
  - AL = 背景色描画 (0 : 描画しない, 1 : 描画する)
  - DX = 横方向移動ドット数
  - BX = 縦方向移動ドット数
  - DS:ESI = 範囲データのアドレス

**リターン** AH = 00H (正常終了時)

**説明** 書き込みページの指定された範囲内を上下左右にスクロールさせます。移動により空いた部分は、AL が 1 の場合は、背景色となり、0 の場合は元の画面が残ります。ビューポートの外側は影響を受けません。範囲データの形式を示します。

(DS:ESI)

|   |    |        |
|---|----|--------|
| 0 | SW | 第1点X座標 |
| 2 | SW | 第1点Y座標 |
| 4 | SW | 第2点X座標 |
| 6 | SW | 第2点Y座標 |



## グラフィックス

20H

## 領域の設定

機能コード 2CH

|      |        |              |
|------|--------|--------------|
| エントリ | AH     | =2CH         |
|      | AL     | =内点チェック      |
|      | DX     | =座標点X        |
|      | BX     | =座標点Y        |
|      | DS:ESI | =多角形データのアドレス |

|      |        |                       |
|------|--------|-----------------------|
| リターン | AH     | =00H (正常終了)           |
|      | AL     | =内点チェック結果(0:外点, 1:内点) |
|      | ECX    | =作業領域の大きさ             |
|      | DX     | =X座標点1                |
|      | BX     | =Y座標点1                |
|      | SI     | =X座標点2                |
| DI   | =Y座標点2 |                       |

## 説明

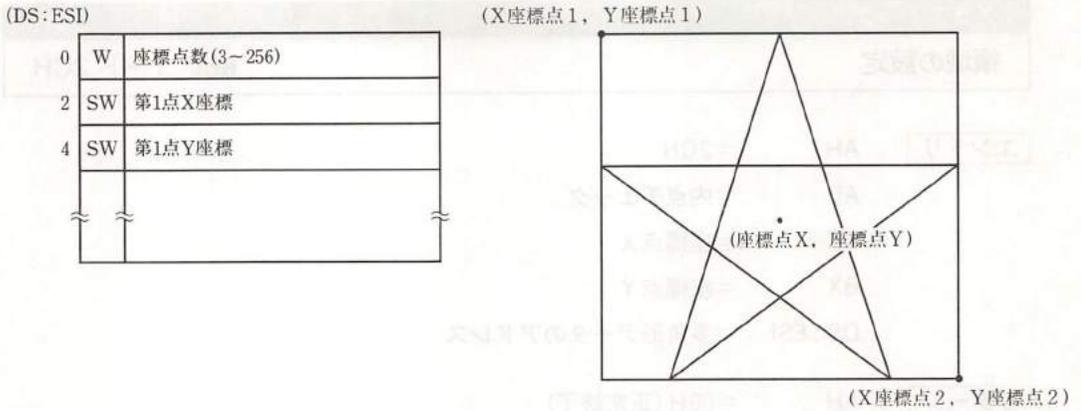
画面上の領域に複写、回転、画面ぼかしを行う際には、矩形の領域が対象になります。

そこで、任意の多角形に対して、上記のような処理を行う場合には、多角形に外接する矩形の大きさ、座標値を調べる必要があります。

このオペレーションは、多角形のデータを与えることにより、対象領域を矩形の対角座標で得るものです。作業領域の大きさを得ることもできます。また、任意の点(DX, BXで指定)に対して、それが対象領域に含まれるかどうかをチェック(内点チェック)することもできます。エントリのALのビット7が1の場合内点チェックを行い、結果はALに戻ります。この値が0ならば外点、1ならば内点として判断されたことになります。

得られる作業領域の大きさは、複写などのオペレーションで指定される作業領域のサイズを示すもので、ユーザーが後続のオペレーションを実行する際にこれだけの大きさの作業領域を確保しなければならないことを意味します。実際のプログラミングにおいては、最初から十分な大きさをもつ作業領域を与えておき、EGBによって返されたサイズが、用意した作業領域より大きくないかどうかをチェックする方法が一般的でしょう。

多角形データの形式を示します。



|         |           |
|---------|-----------|
| グラフィックス | 20H       |
| 画面の複写   | 機能コード 2DH |

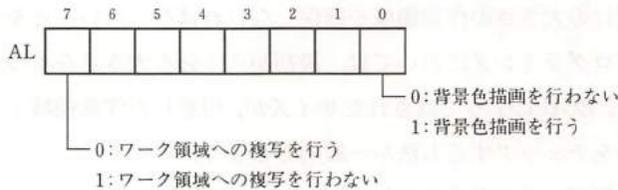
**エントリー**    AH        =2DH  
                   AL        =機能指定  
                   DS:ESI    =パラメータのアドレス  
                   ES:EBX    =作業領域のアドレス

**リターン**        AH        =00H (正常終了時)

**説明**            「領域の設定(機能コード 2CH)」で設定した領域の中にある図形を、複写データで指定する位置にコピーします。

DS:ESI に指定する座標値は、元の位置との相対位置です。AL によりワーク領域への複写をするかどうか、背景描画(コピー元を背景色でクリアするかどうか)が設定可能です。

AL の形式を示します。



パラメータの形式を示します。

(DS:ESI)

|   |    |        |
|---|----|--------|
| 0 | B  | 複写先ページ |
| 1 | B  | 0      |
| 2 | SW | 相対X座標  |
| 4 | SW | 相対Y座標  |

|         |           |
|---------|-----------|
| グラフィックス | 20H       |
| 画面の回転   | 機能コード 2EH |

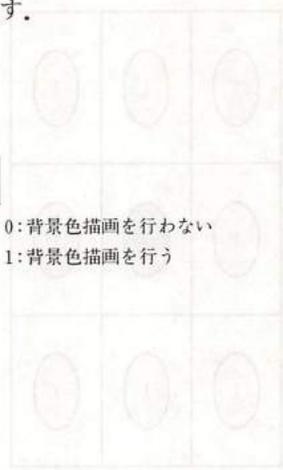
- エントリ**
- AH = 2EH
  - AL = 機能指定
  - DS:ESI = パラメータのアドレス
  - ES:EBX = 作業領域のアドレス

- リターン**
- AH = 00H (正常終了時)

**説明** 「領域の設定(機能コード 2CH)」で設定した領域の中にある図形を、パラメータで指定する位置に回転してコピーします。

ALによりワーク領域への複写をやるかどうか、背景描画(コピー元を背景色でクリアするかどうか)が設定可能です。

ALの形式を示します。



パラメータの形式を示します。

(DS:ESI)

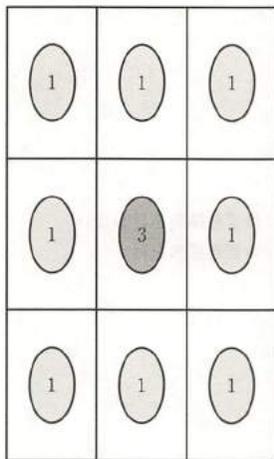
|   |    |              |
|---|----|--------------|
| 0 | B  | 複写先ページ       |
| 1 | B  | 0            |
| 2 | SW | 回転中心X座標      |
| 4 | SW | 回転中心Y座標      |
| 6 | W  | 回転角度(0~359°) |

|         |           |
|---------|-----------|
| グラフィックス | 20H       |
| 画面ぼかし   | 機能コード 2FH |

**エントリ**     AH        =2FH  
                  ES:EBX =作業領域のアドレス

**リターン**     AH        =00H (正常終了時)

**説 明**        「領域の設定(機能コード 2CH)」で設定した領域の中にある画像データに対し、ぼかし処理をします。  
 256色と32768色のモードのときに有効です。  
 ぼかし時の混色比率を示します。



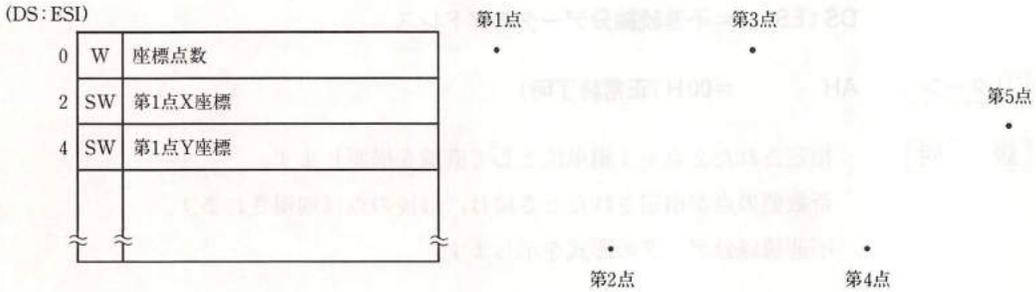
ぼかし時の混色比率は、この図の比率に従って各ピクセルについて8方向の値を出し、これを加算して各ピクセルの混色比率を求めます。

|         |          |
|---------|----------|
| グラフィックス | 20H      |
| ポイント    | 機能コード40H |

**エントリ**      AH      =40H  
 DS:ESI      =ポイントデータのアドレス

**リターン**      AH      =00H (正常終了時)

**説明**      点を描画します。  
 「線分パターンの設定(機能コード0BH)」で指定したラインスタイルの影響は受けません。座標点数で指定した個数の点が描画されるため、座標値(X, Y)は描画する点の数だけ指定します。  
 ポイントデータの形式を示します。



|         |          |
|---------|----------|
| グラフィックス | 20H      |
| 連続線分    | 機能コード41H |

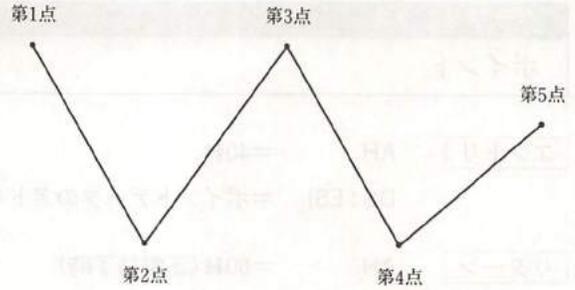
**エントリ**      AH      =41H  
 DS:ESI      =連続線分データのアドレス

**リターン**      AH      =00H (正常終了時)

**説明**      指定された各点を次々に直線で結び、連続線分を描画します。  
 連続線分データの形式を示します。

(DS:ESI)

|   |    |        |
|---|----|--------|
| 0 | W  | 座標点数   |
| 2 | SW | 第1点X座標 |
| 4 | SW | 第1点Y座標 |
| ~ | ~  | ~      |



|         |          |
|---------|----------|
| グラフィックス | 20H      |
| 不連続線分   | 機能コード42H |

エントリ

AH =42H

DS:ESI =不連続線分データのアドレス

リターン

AH =00H (正常終了時)

説明

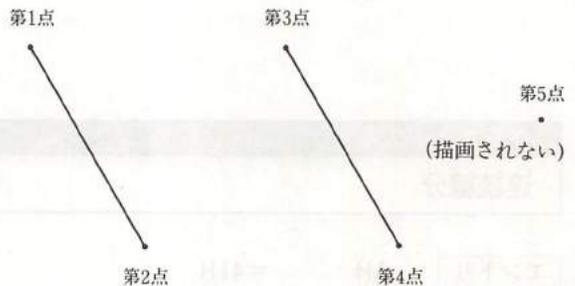
指定された2点を1組単位として直線を描画します。

奇数個の点が指定されたときには、最後の点は無視されます。

不連続線分データの形式を示します。

(DS:ESI)

|   |    |        |
|---|----|--------|
| 0 | W  | 座標点数   |
| 2 | SW | 第1点X座標 |
| 4 | SW | 第1点Y座標 |
| ~ | ~  | ~      |



|         |          |
|---------|----------|
| グラフィックス | 20H      |
| 多角形     | 機能コード43H |

**エントリー** AH =43H  
DS:ESI =多角形データのアドレス

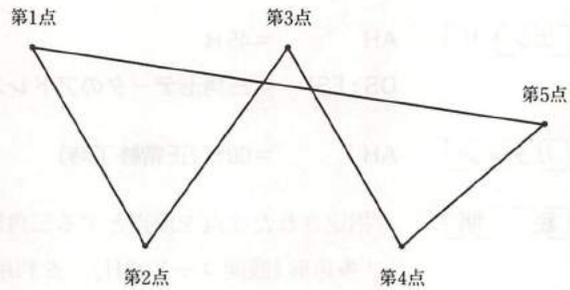
**リターン** AH =00H (正常終了時)

**説明** 指定された点を次々と結び、さらに最初の点と最後の点を結ぶことにより、多角形を描画します。

座標点数は3点以上必要で、2点以下の場合には描画が行われません。多角形に対して面塗りを行ったときには、多角形描画と面塗りのアルゴリズムの違いにより、境界線と重ならない場合があります。

多角形データの形式を示します。

|          |    |             |
|----------|----|-------------|
| (DS:ESI) |    |             |
| 0        | W  | 座標点数(3~256) |
| 2        | SW | 第1点X座標      |
| 4        | SW | 第1点Y座標      |
|          |    |             |
|          |    |             |
|          |    |             |



|         |          |
|---------|----------|
| グラフィックス | 20H      |
| 回転多角形   | 機能コード44H |

**エントリー** AH =44H  
DS:ESI =回転体データのアドレス

**リターン** AH =00H (正常終了時)

**説明** 多角形の回転体を描画します。

座標点は3以上必要で、2以下の場合には描画が行われません。多角形に対して面塗りを行ったときには、多角形描画と面塗りのアルゴリズムの違いにより、境界線と重ならない場合があります。

回転体データの形式を示します。

(DS:ESI)

|    |    |               |
|----|----|---------------|
| 0  | SW | 中心点X座標        |
| 2  | SW | 中心点Y座標        |
| 4  | W  | 回転角度 (0~359°) |
| 6  | W  | 座標点数 (3~256)  |
| 8  | SW | 第1点X座標        |
| 10 | SW | 第1点Y座標        |
| ~  | ~  | ~             |

|         |           |
|---------|-----------|
| グラフィックス | 20 H      |
| 三角形     | 機能コード45 H |

**エントリ**      AH      =45H  
                  DS:ESI    =三角形データのアドレス

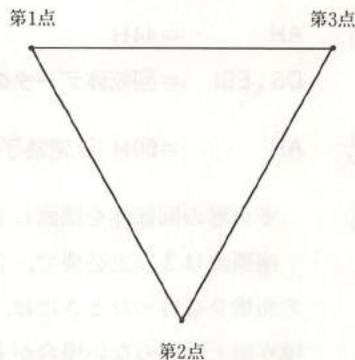
**リターン**      AH      =00H (正常終了時)

**説明**            指定された3点を頂点とする三角形を描画します。  
 「多角形 (機能コード43H)」を利用して三角形の描画は可能ですが、このオペレーションでは、頂点数の指定は不要です。三角形に対して面塗りを行ったときには、多角形描画と面塗りのアルゴリズムの違いにより、境界線と重ならない場合があります。

三角形データの形式を示します。

(DS:ESI)

|    |    |        |
|----|----|--------|
| 0  | SW | 第1点X座標 |
| 2  | SW | 第1点Y座標 |
| 4  | SW | 第2点X座標 |
| 6  | SW | 第2点Y座標 |
| 8  | SW | 第3点X座標 |
| 10 | SW | 第3点Y座標 |



|         |          |
|---------|----------|
| グラフィックス | 20H      |
| 矩形      | 機能コード46H |

**エントリー** AH =46H  
DS:ESI =矩形データのアドレス

**リターン** AH =00H (正常終了時)

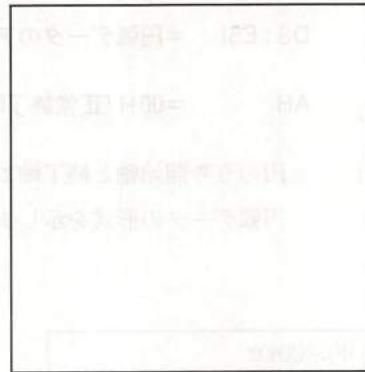
**説明** 指定された2点の対角線座標から、矩形を描画します。  
「多角形(機能コード43H)」を利用しても矩形の描画は可能ですが、こちらのオペレーションでは、頂点数の指定は不要であり、対角の2点だけの指定で見ます。

矩形データの形式を示します。

(DS:ESI)

|   |    |        |
|---|----|--------|
| 0 | SW | 第1点X座標 |
| 2 | SW | 第1点Y座標 |
| 4 | SW | 第2点X座標 |
| 6 | SW | 第2点Y座標 |

第1点



第2点

|         |          |
|---------|----------|
| グラフィックス | 20H      |
| 円       | 機能コード47H |

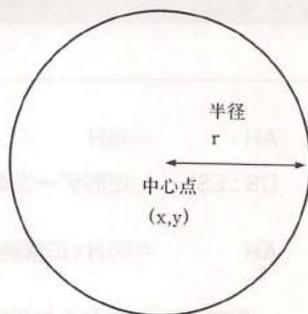
**エントリー** AH =47H  
DS:ESI =円データのアドレス

**リターン** AH =00H (正常終了時)

**説明** 円を描画します。  
円データの形式を示します。

(DS:ESI)

|   |    |        |
|---|----|--------|
| 0 | SW | 中心点X座標 |
| 2 | SW | 中心点Y座標 |
| 4 | W  | 半径     |



|         |           |
|---------|-----------|
| グラフィックス | 20 H      |
| 円弧      | 機能コード48 H |

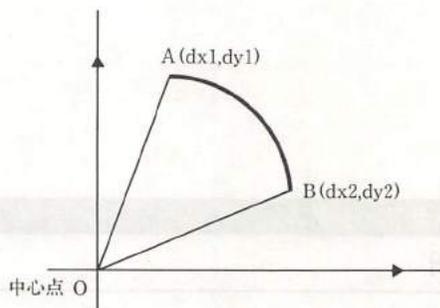
**エントリ** AH = 48 H  
 DS:ESI = 円弧データのアドレス

**リターン** AH = 00 H (正常終了時)

**説明** 円のうち開始軸と終了軸で切り取った部分の弧を描きます。  
 円弧データの形式を示します。

(DS:ESI)

|    |    |              |
|----|----|--------------|
| 0  | SW | 中心点X座標       |
| 2  | SW | 中心点Y座標       |
| 4  | SW | 開始軸X成分 (dx1) |
| 6  | SW | 開始軸Y成分 (dy1) |
| 8  | SW | 終了軸X成分 (dx2) |
| 10 | SW | 終了軸Y成分 (dy2) |
| 12 | W  | 半径           |



OA上, OB上にあればdx,dyはどんな値でもよい

|         |  |            |
|---------|--|------------|
| グラフィックス |  | 20 H       |
| 扇形      |  | 機能コード 49 H |

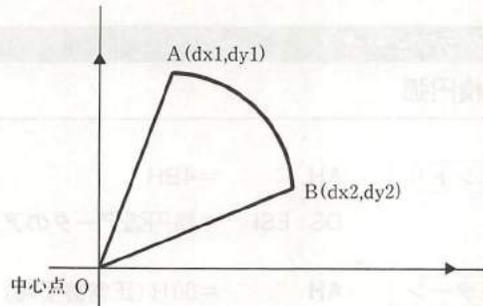
**エントリー**    AH        =49H  
                   DS:ESI    =扇形データのアドレス

**リターン**     AH        =00H (正常終了時)

**説明**         円弧の両軸と中心点を結んで扇形を描きます。  
                   扇形データの形式を示します。

(DS:ESI)

|    |    |              |
|----|----|--------------|
| 0  | SW | 中心点X座標       |
| 2  | SW | 中心点Y座標       |
| 4  | SW | 開始軸X成分 (dx1) |
| 6  | SW | 開始軸Y成分 (dy1) |
| 8  | SW | 終了軸X成分 (dx2) |
| 10 | SW | 終了軸Y成分 (dy2) |
| 12 | W  | 半径           |



OA上, OB上にあればdx,dyはどんな値でもよい

|         |  |           |
|---------|--|-----------|
| グラフィックス |  | 20 H      |
| 楕円      |  | 機能コード 4AH |

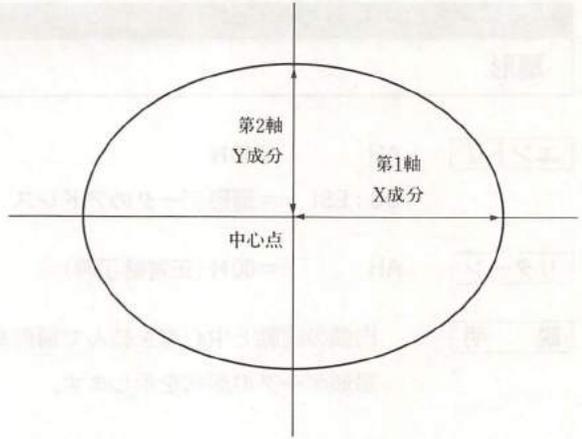
**エントリー**    AH        =4AH  
                   DS:ESI    =楕円データのアドレス

**リターン**     AH        =00H (正常終了時)

**説明**         中心点の座標と, 中心点を原点とするX軸座標との交点X, およびY軸座標との交点Yを与えて楕円を描画します。  
                   楕円データの形式を示します。

(DS:ESI)

|   |    |        |
|---|----|--------|
| 0 | SW | 中心点X座標 |
| 2 | SW | 中心点Y座標 |
| 4 | SW | 第1軸X成分 |
| 6 | SW | 第2軸Y成分 |



|         |           |
|---------|-----------|
| グラフィックス | 20H       |
| 楕円弧     | 機能コード 4BH |

**エントリ** AH = 4BH  
 DS:ESI = 楕円弧データのアドレス

**リターン** AH = 00H (正常終了時)

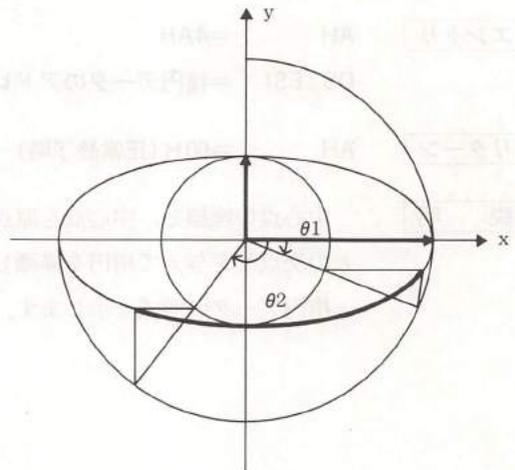
**説明** 中心点の座標と、中心点を原点とするX軸座標との交点X、およびY軸座標との交点Yを与えて作られる楕円のうち、開始角と終了角で挟まれた弧の部分を描画します。

開始角と終了角の指定は、ともにラジアンであり、ビット31～ビット16で小数点以上を、ビット15～ビット0で小数点以下を指定します。

楕円弧データの形式を示します。

(DS:ESI)

|    |    |           |
|----|----|-----------|
| 0  | SW | 中心点X座標    |
| 2  | SW | 中心点Y座標    |
| 4  | SW | 第1軸X成分    |
| 6  | SW | 第2軸Y成分    |
| 8  | FI | 開始角(ラジアン) |
| 12 | FI | 終了角(ラジアン) |



開始角( $\theta_1$ )と終了角( $\theta_2$ )は、X軸正方向からY軸正方向にまわる向き  
の角度をラジアン(32ビット固定小数点数)で指定します。「円弧(機能コード48H)」  
の開始軸、終了軸で指定する方法と異なることに注意してください。次の表に、  
標準的な角度を固定小数点数で表現した値を示します。

| 角 度                 | 固定小数点数(2ワード)          |
|---------------------|-----------------------|
| $\pi/6(30^\circ)$   | 0000 86B0H (約0.52360) |
| $\pi/4(45^\circ)$   | 0000 C910H (約0.78540) |
| $\pi/3(60^\circ)$   | 0001 0C15H (約1.04720) |
| $\pi/2(90^\circ)$   | 0001 9220H (約1.57080) |
| $2\pi/3(120^\circ)$ | 0002 182BH (約2.09440) |
| $\pi(180^\circ)$    | 0003 243FH (約3.14159) |
| $4\pi/3(240^\circ)$ | 0004 3055H (約4.18879) |
| $3\pi/2(270^\circ)$ | 0004 B65FH (約4.71239) |
| $2\pi(360^\circ)$   | 0006 487FH (約6.28319) |

楕円弧の開始点、終了点を求める sin 関数や cos 関数の値は、この表の  $2\pi$  の  
値を基準にして計算します。 $2\pi$  を越える角度や負の角度の場合、 $2\pi$  による剰余  
を計算して、 $0\sim 2\pi$  の範囲に納まる角度を求めた後、sin 関数や cos 関数の値を  
求めます。

## グラフィックス

20H

## 楕扇形

機能コード 4CH

## エントリ

AH = 4CH

DS:ESI = 楕扇形データのアドレス

## リターン

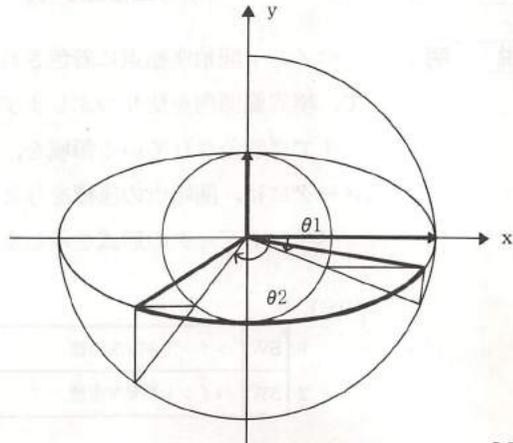
AH = 00H (正常終了時)

## 説 明

楕円弧の両端と中心点を直線で結んで、楕扇形を描画します。  
個々の項目の設定は「楕円弧(機能コード4BH)」と同じです。  
楕扇形データの形式を示します。

(DS:ESI)

|    |    |           |
|----|----|-----------|
| 0  | SW | 中心点X座標    |
| 2  | SW | 中心点Y座標    |
| 4  | SW | 第1軸X成分    |
| 6  | SW | 第2軸Y成分    |
| 8  | FI | 開始角(ラジアン) |
| 12 | FI | 終了角(ラジアン) |



|         |           |
|---------|-----------|
| グラフィックス | 20H       |
| ペイント 1  | 機能コード 4DH |

**エントリー** AH = 4DH  
DS:ESI = ペイントデータのアドレス

**リターン** AH = 00H (正常終了時)

**説明** 境界色で囲まれた境界範囲内を塗りつぶします。  
境界色数が 0 のときは、ペイントは行われません。ペイント開始座標は境界範囲内の任意の座標に置くことができます。  
ペイントデータの形式を示します。

(DS:ESI)

|    |    |           |         |
|----|----|-----------|---------|
| 0  | SW | ペイント開始X座標 | } 境界色数分 |
| 2  | SW | ペイント開始Y座標 |         |
| 4  | W  | 境界色数      |         |
| 6  | W  | 0         |         |
| 8  | DA | 色識別番号 1   |         |
| 12 | DA | 色識別番号 2   |         |
| ≈  | ≈  | ≈         |         |

|         |           |
|---------|-----------|
| グラフィックス | 20H       |
| ペイント 2  | 機能コード 4EH |

**エントリー** AH = 4EH  
DS:ESI = ペイントデータのアドレス

**リターン** AH = 00H (正常終了時)

**説明** ペイント開始座標点に着色されている色以外の色識別番号を境界色とみなして、境界範囲内を塗りつぶします。  
すでに着色されている領域を、別な色で塗りかえるときに使用します。パラメータには、開始点の座標を与えるだけです。  
ペイントデータの形式を示します。

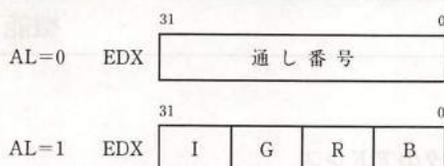
(DS:ESI)

|   |    |           |
|---|----|-----------|
| 0 | SW | ペイント開始X座標 |
| 2 | SW | ペイント開始Y座標 |

|         |           |
|---------|-----------|
| グラフィックス | 20H       |
| ポイント識別  | 機能コード 4FH |

|      |     |                         |
|------|-----|-------------------------|
| エントリ | AH  | =4FH                    |
|      | AL  | =識別モード(0:通し番号, 1:IGRB式) |
|      | DX  | =色識別X座標                 |
|      | BX  | =色識別Y座標                 |
| リターン | AH  | =00H(正常終了時)             |
|      | EDX | =色識別番号                  |

- 説明** 座標値で示される点の色識別番号を得ます。  
色識別番号は識別モードの指定で、通し番号か、IGRB式のいずれかが選択できます。  
ALの形式を示します。



|         |           |
|---------|-----------|
| グラフィックス | 20H       |
| 弓形 1    | 機能コード 50H |

|      |        |             |
|------|--------|-------------|
| エントリ | AH     | =50H        |
|      | DS:ESI | =弓形データのアドレス |
| リターン | AH     | =00H(正常終了時) |

- 説明** 指定された3点を通る円弧を描画します。  
第1点と第3点が弧の両端となります。  
弓形データの形式を示します。

(DS:ESI)

|    |    |        |
|----|----|--------|
| 0  | SW | 第1点X座標 |
| 2  | SW | 第1点Y座標 |
| 4  | SW | 第2点X座標 |
| 6  | SW | 第2点Y座標 |
| 8  | SW | 第3点X座標 |
| 10 | SW | 第3点Y座標 |

第1点

第2点

第3点

グラフィックス

20H

弓形2

機能コード51H

エントリ AH =51H  
DS:ESI =弓形データのアドレス

リターン AH =00H (正常終了時)

説明 第1点, 第2点を結ぶ線分を半径とし, 第3点を終了軸とする円弧を描きます。

弓形データの形式を示します。

(DS:ESI)

|    |    |        |
|----|----|--------|
| 0  | SW | 第1点X座標 |
| 2  | SW | 第1点Y座標 |
| 4  | SW | 第2点X座標 |
| 6  | SW | 第2点Y座標 |
| 8  | SW | 第3点X座標 |
| 10 | SW | 第3点Y座標 |

第2点

半径  
r

第3点

第1点

グラフィックス

20 H

文字列

機能コード60 H

**エントリ**    AH        =60H  
               DS:ESI    =パラメータのアドレス

**リターン**    AH        =00H (正常終了時)

**説明**        JIS8 ビット文字コード(グラフィックを除く), またはシフト JIS 漢字コードのいずれか, あるいは両方を含む文字列を表示します。  
               描画開始位置は, 最初の文字の左下の点を示します。  
               コントロールコードおよび, エスケープシーケンスは, そのコードを表す文字が表示されます。  
               パラメータの形式を示します。

(DS:ESI)

|   |    |         |
|---|----|---------|
| 0 | SW | 描画開始X座標 |
| 2 | SW | 描画開始Y座標 |
| 4 | W  | 文字列の長さ  |
| 6 | BA | 文字列データ  |
| ~ | ~  | ~       |

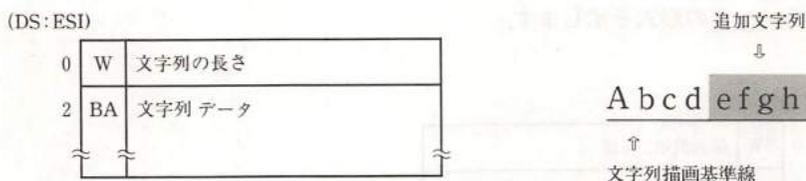
A b c d

↑  
文字列描画基準線

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| <b>グラフィックス</b> | 20H             |
| <b>追加文字列</b>   | <b>機能コード61H</b> |

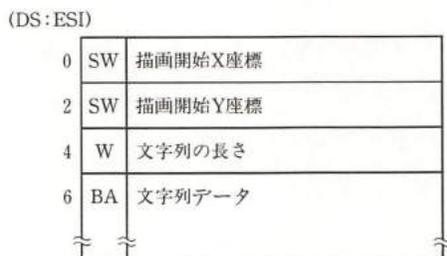
- エントリー**    AH        =61H  
                   DS:ESI    =パラメータのアドレス
- リターン**     AH        =00H (正常終了時)
- 説明**         「文字列(機能コード60H)」のあとに続けて同種の文字列を出力する場合に使用します。

描画開始位置の指定が不要なこと以外は、同等です。  
 パラメータの形式を示します。



|                |                 |
|----------------|-----------------|
| <b>グラフィックス</b> | 20H             |
| <b>文字列 1</b>   | <b>機能コード62H</b> |

- エントリー**    AH        =62H  
                   AL        =ドットフォント(0:8ドット1:16ドット)  
                   DS:ESI    =パラメータのアドレス
- リターン**     AH        =00H (正常終了時)
- 説明**         グラフィック文字を含む JIS8 ビット系文字列を描画します。  
 パラメータの形式を示します。



|         |            |
|---------|------------|
| グラフィックス | 20 H       |
| 追加文字列 1 | 機能コード 63 H |

|      |        |                           |
|------|--------|---------------------------|
| エントリ | AH     | =63H                      |
|      | AL     | =ドットフォント(0:8ドット, 1:16ドット) |
|      | DS:ESI | =パラメータのアドレス               |

|      |    |              |
|------|----|--------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了時) |
|------|----|--------------|

|    |                                                                                          |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 説明 | 「文字列 1 (機能コード 62 H)」に続けて同種の文字列表示を行う場合に使用します。<br>開始座標の指定が不要なこと以外は、同等です。<br>パラメータの形式を示します。 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------|

(DS:ESI)

|   |    |        |
|---|----|--------|
| 0 | W  | 文字列の長さ |
| 2 | BA | 文字列データ |
| ≈ | ≈  | ≈      |

|         |            |
|---------|------------|
| グラフィックス | 20 H       |
| 文字列 2   | 機能コード 64 H |

|      |        |             |
|------|--------|-------------|
| エントリ | AH     | =64H        |
|      | DS:ESI | =パラメータのアドレス |

|      |    |              |
|------|----|--------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了時) |
|------|----|--------------|

|    |                                        |
|----|----------------------------------------|
| 説明 | JIS 漢字コードの文字列を表示します。<br>パラメータの形式を示します。 |
|----|----------------------------------------|

(DS:ESI)

|   |    |         |
|---|----|---------|
| 0 | SW | 描画開始X座標 |
| 2 | SW | 描画開始Y座標 |
| 4 | W  | 文字列の長さ  |
| 6 | WA | 文字列データ  |
| ≈ | ≈  | ≈       |

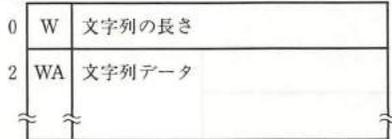
|         |           |
|---------|-----------|
| グラフィックス | 20H       |
| 追加文字列 2 | 機能コード 65H |

**エントリー**      AH            =65H  
                          DS:ESI    =パラメータのアドレス

**リターン**        AH            =00H (正常終了時)

**説明**            「文字列 2 (機能コード 64H)」に続けて JIS 漢字コードの文字列を表示する場合に使用します。  
                          開始座標の指定が不要なこと以外は、同等です。  
                          パラメータの形式を示します。

(DS:ESI)



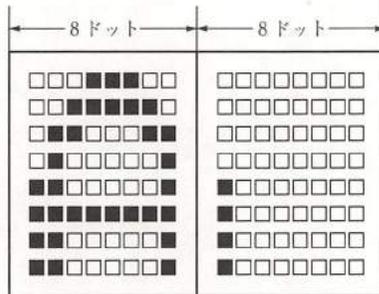
|       |     |
|-------|-----|
| 漢字コード | 70H |
| 漢字コード | 72H |
| 漢字コード | 74H |
| 漢字コード | 76H |

|         |            |
|---------|------------|
| グラフィックス | 20 H       |
| 任意文字表示  | 機能コード 66 H |

**エントリー**    AH        =66 H  
                   DX        =横サイズ(8ドット単位)(8, 16, 24・・・)  
                   BX        =縦サイズ  
                   DS:ESI =文字データのアドレス

**リターン**        AH        =00 H (正常終了時)

**説明**            ユーザーが作成した文字パターンを描画します。  
                   拡大率や字体の設定が行われているときは、その影響を受けます。  
                   文字データの形式を示します。



上図のようなパターンを右のように、16進数表示で登録する。

|          |     |     |     |
|----------|-----|-----|-----|
| (DS:ESI) | 0   | 1 C | 0 0 |
|          | + 2 | 3 E | 0 0 |
|          | + 4 | 6 3 | 0 0 |
|          | + 6 | 4 1 | 0 0 |
|          | + 8 | C 1 | 8 0 |
|          | +10 | F F | 8 0 |
|          | +12 | C 1 | 8 0 |
|          | +14 | C 1 | 8 0 |
|          | +16 |     |     |



# 第 3 章

## スプライトBIOS

スプライトは、画面上ではグラフィックデータと合成されて表示されますが、VRAMとは別システムの独立した操作が必要であり、グラフィック BIOSとは別に、スプライト BIOSが用意されています。

この章では、このスプライト BIOSについて解説します。

### 3.1 スプライト BIOS 一覧

スプライト BIOS は、次の3種類に分類することができます。

#### 1. 初期化オペレーション

スプライトを使用するためのハードウェアの設定を行います。

#### 2. 定義オペレーション

スプライトの定義、パレットブロックの設定、位置指定、アトリビュート設定の4種類があります。スプライトの定義では、スプライトデータの書き込みを行います。パレットブロックの設定では、パレットカラーデータをセットします。位置指定では、表示する位置を決めます。アトリビュート指定では、スプライトの状態を定義します。

#### 3. 表示オペレーション

画面の表示、移動指定、オフセット指定、アトリビュート読み出しの4種類があります。このうち画面表示はスプライトの表示を開始します。移動指定は画面上で移動させるときに使用します。移動させるときに、オフセット指定のあるスプライトは、オフセット指定オペレーションが使用できます。

アトリビュート読み出しでは、アトリビュートを参照できます。

表II-3-1に、スプライト BIOS 一覧を示します。

▼表II-3-1 スプライト BIOS 一覧

| 機能名称        | 機能コード |
|-------------|-------|
| 初期化         | 00H   |
| 画面の表示       | 01H   |
| スプライトの定義    | 02H   |
| パレットブロックの設定 | 03H   |
| 位置指定        | 04H   |
| アトリビュート設定   | 05H   |
| 移動指定        | 06H   |
| オフセット指定     | 07H   |
| アトリビュート読み出し | 08H   |

### 3.2 スプライト BIOS の基本機能と用語

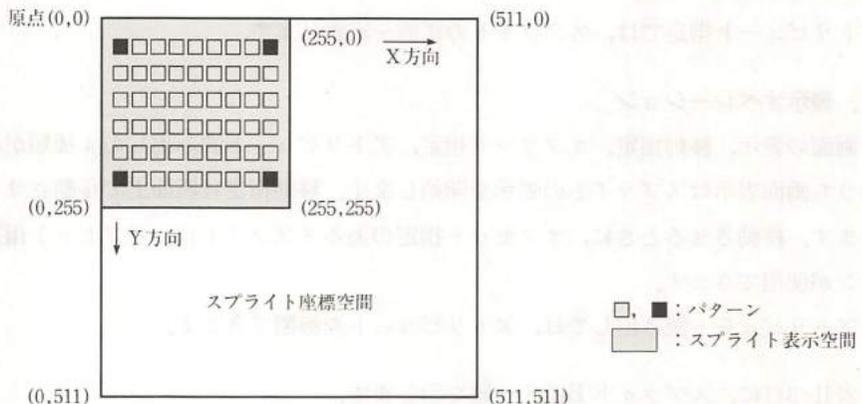
ここでは、スプライト BIOS の基本的な機能や用語について解説します。なお、スプライトのハードウェア仕様については、第I部第4章のスプライトの解説を参照してください。

#### ●スプライト座標空間とスプライト表示空間

スプライトの位置指定は、512×512ピクセルの範囲で可能です。これをスプライト座標空間といいます。ただし、この空間のすべての範囲に表示できるわけではありません。実際の表示は、256×256の範囲に限定されています。これをスプライト表示空間といいます。

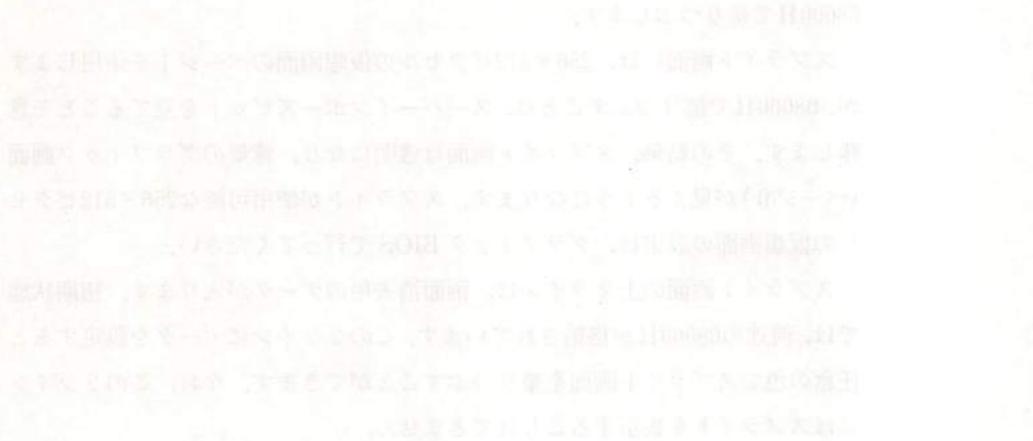
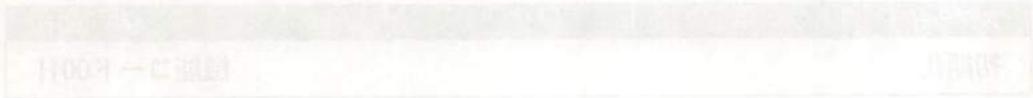
図II-3-1にスプライト表示空間とスプライト座標空間を示します。

▼図II-3-1 スプライト表示空間とスプライト座標空間



なお、スプライトの表示には、仮想画面256×512ピクセルの画面モードを使用します。表示可能な画面サイズは、256×256、256×240の2とおりが選べます。

256×240の画面モードでは、実際にスプライトが表示される範囲は、原点(0, 0)を起点として(255, 239)までの矩形の内部となります。



### 3.3 スプライト BIOS リファレンス

スプライト BIOS について個別に詳しく解説します。

|       |          |
|-------|----------|
| スプライト | 60H      |
| 初期化   | 機能コード00H |

エントリ AH =00H

リターン AH =00H (正常終了時)

**説明** スプライト関係のハードウェアを初期化し、スプライト画面を色識別番号 08000H で塗りつぶします。

スプライト画面には、256×512ピクセルの仮想画面のページ1を使用しますが、08000Hで塗りつぶすことは、スーパーインポーズビットを立てることを意味します。その結果、スプライト画面は透明になり、背景のグラフィック画面(ページ0)が見えるようになります。スプライトが使用可能な256×512ピクセルの仮想画面の設定は、グラフィック BIOSで行ってください。

スプライト画面の上2ラインは、画面消去用のデータが入ります。初期状態では、前述の08000Hが格納されています。この2ラインにデータを設定すると任意の色でスプライト画面を塗りつぶすことができます。なお、この2ラインにはスプライトを表示することはできません。

|       |          |
|-------|----------|
| スプライト | 60H      |
| 画面の表示 | 機能コード01H |

|      |    |                    |
|------|----|--------------------|
| エントリ | AH | =01H               |
|      | AL | =CRT 制御            |
|      | CX | =スプライトの個数 (1~1024) |

|      |    |              |
|------|----|--------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了時) |
|------|----|--------------|

**説明** スプライトは、初期状態では動作しない状態になっています。このオペレーションでは、スプライトの動作の開始、スプライトの個数の設定、スプライト書き込みのタイミング待ちなどの設定を行います。

CX に指定するスプライトの個数は、動作対象とするスプライトの総数を指定するもので、優先度の高いものから指定個数だけ表示します。

スプライトの転送が1表示期間中に終了しない場合、次の表示期間もスプライトの転送をします。

AL の値と意味を示します。

- 0 : スプライトを動作させない
- 1 : スプライトを動作させる
- 2 : スプライト READY(転送終了)を待つ

スプライトの動作と同期信号の関係を示します。



## スプライト

60H

## スプライトの定義

機能コード02H

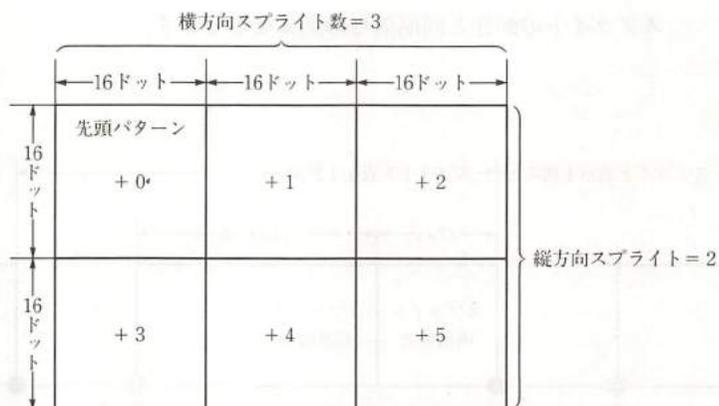
|      |        |                         |
|------|--------|-------------------------|
| エントリ | AH     | =02H                    |
|      | AL     | =色数の指定(0:16色, 1:32768色) |
|      | CX     | =先頭パターン番号(128~1024)     |
|      | DH     | =横方向スプライト数              |
|      | DL     | =縦方向スプライト数              |
|      | DS:ESI | =パターンデータのアドレス           |

|      |    |             |
|------|----|-------------|
| リターン | AH | =00H(正常終了時) |
|------|----|-------------|

**説明** スプライトのパターンデータを登録します。1つのスプライトが登録できるだけでなく、スプライトを縦横それぞれに複数個並べて、大きなブロックとして登録することができます。横方向スプライト数と縦方向スプライト数には、スプライトを横と縦に並べる数を指定します。

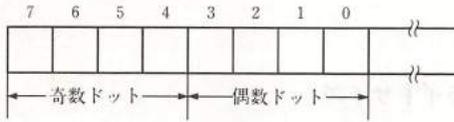
ブロックの先頭位置にあるスプライトを先頭パターン番号で指定すると、連続した番号のスプライトのパターンが登録できます。

32768色ではパターン番号が4の倍数で定義されることに注意してください。スプライトパターンの登録順の例を示します。



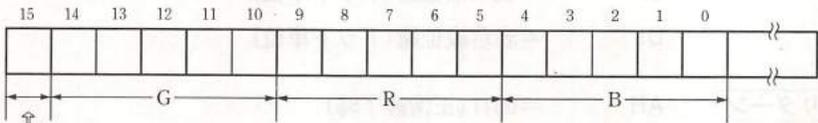
パターンデータの格納順を示します。

32768色中16色時(4ビットピクセル)



4ビットとも 0 がスルー表示。  
4ビットで示される16色が、カラーテーブルを経由して32768色に変換されて表示される。

32768色時(16ビットピクセル)



スルービット  
0 : 通常表示  
1 : スルー表示

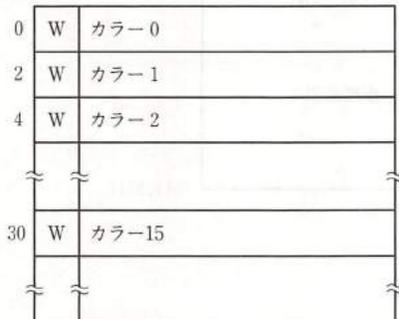
|             |          |
|-------------|----------|
| スプライト       | 60 H     |
| パレットブロックの設定 | 機能コード03H |

- エントリ**
- AH      =03H
  - CX      =先頭パレットブロック番号(256~511)
  - DX      =ブロック数
  - DS:ESI =パレットデータのアドレス

**リターン**      AH      =00H (正常終了時)

**説明**      指定したパレットブロックへ、カラーデータを転送します。  
パレットデータの形式を示します。

(DS:ESI)

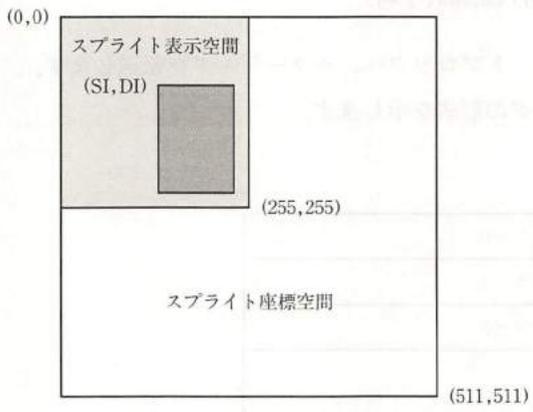
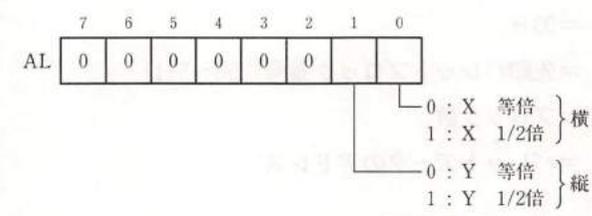


|       |          |
|-------|----------|
| スプライト | 60H      |
| 位置指定  | 機能コード04H |

|      |    |               |
|------|----|---------------|
| エントリ | AH | =04H          |
|      | AL | =スプライトサイズ     |
|      | CX | =先頭スプライト番号    |
|      | DH | =横方向スプライト数    |
|      | DL | =縦方向スプライト数    |
|      | SI | =表示横位置(ドット単位) |
|      | DI | =表示縦位置(ドット単位) |

|      |    |             |
|------|----|-------------|
| リターン | AH | =00H(正常終了時) |
|------|----|-------------|

**説明** スプライト(スプライトブロック)を指定の座標に表示します。  
 縦横の表示位置は、ブロックの先頭位置にあるスプライトの左上をスプライト座標空間の座標で指定します。  
 スプライトサイズは、縦横とも等倍と2分の1倍の大きさが選択できます。  
 ALの形式を示します。



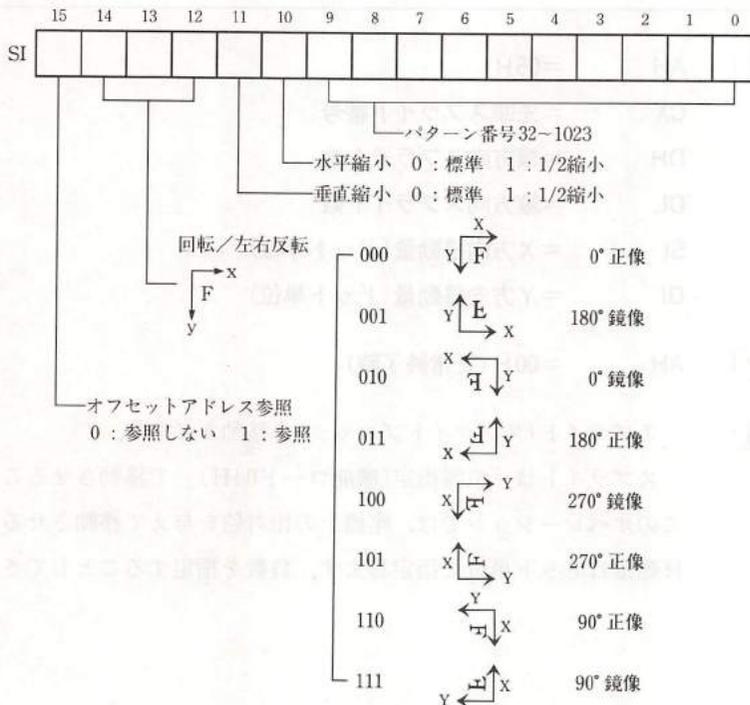
|           |          |
|-----------|----------|
| スプライト     | 60H      |
| アトリビュート設定 | 機能コード05H |

|      |    |            |
|------|----|------------|
| エントリ | AH | =05H       |
|      | CX | =先頭スプライト番号 |
|      | DH | =横方向スプライト数 |
|      | DL | =縦方向スプライト数 |
|      | SI | =アトリビュート   |
|      | DI | =色テーブル番号   |

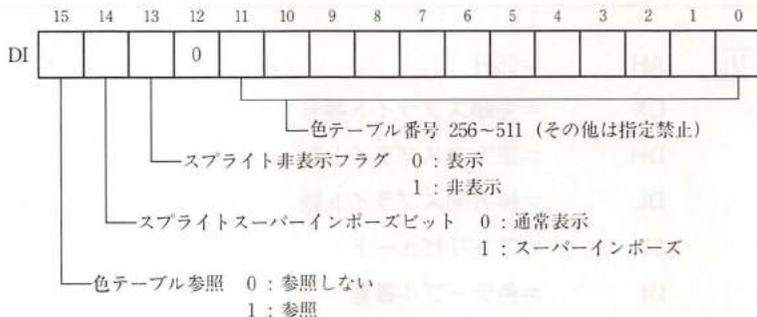
|      |    |              |
|------|----|--------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了時) |
|------|----|--------------|

**説明**      スプライト(スプライトブロック)のアトリビュートと色テーブル番号を設定するオペレーションです。

SIの形式を示します。



DIの形式を示します。



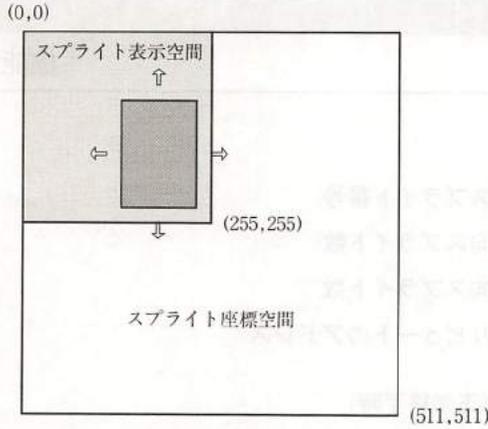
色テーブル参照が1のとき16色モード,0のとき32768色モードとなる。

|       |           |
|-------|-----------|
| スプライト | 60 H      |
| 移動指定  | 機能コード06 H |

|      |    |                |
|------|----|----------------|
| エントリ | AH | =06 H          |
|      | CX | =先頭スプライト番号     |
|      | DH | =横方向スプライト数     |
|      | DL | =縦方向スプライト数     |
|      | SI | =X方向移動量(ドット単位) |
|      | DI | =Y方向移動量(ドット単位) |

|      |    |               |
|------|----|---------------|
| リターン | AH | =00 H (正常終了時) |
|------|----|---------------|

**説明** スプライト(スプライトブロック)を移動させます。  
 スプライトは「位置指定(機能コード04H)」で移動させることができますが、このオペレーションでは、座標上の相対値を与えて移動させることができます。移動量はドット単位で指定します。負数を指定することもできます。



|         |          |
|---------|----------|
| スプライト   | 60H      |
| オフセット指定 | 機能コード07H |

**エントリー**

AH = 07H

SI = X方向移動量(ドット単位)

DI = Y方向移動量(ドット単位)

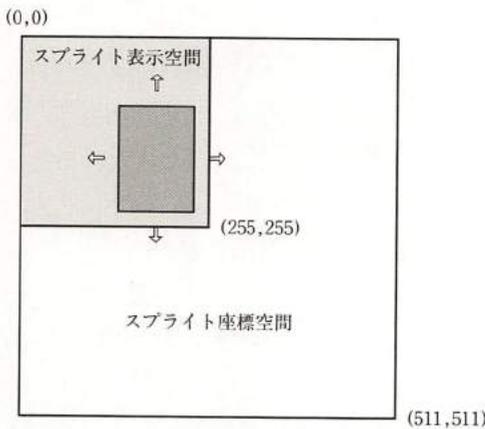
**リターン**

AH = 00H (正常終了時)

**説明**

オフセットアドレス参照を指定してあるスプライトについて、移動量を設定するときに使用します。

移動量は移動指定と同様にドット単位で指定します。



|             |          |
|-------------|----------|
| スプライト       | 60H      |
| アトリビュート読み出し | 機能コード08H |

|      |        |               |
|------|--------|---------------|
| エントリ | AH     | =08H          |
|      | CX     | =先頭スプライト番号    |
|      | DH     | =横方向スプライト数    |
|      | DL     | =縦方向スプライト数    |
|      | ES:DSI | =アトリビュートのアドレス |

|      |    |              |
|------|----|--------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了時) |
|------|----|--------------|

**説明** スプライト(スプライトブロック)の先頭座標, アトリビュート, カラーテーブル番号を, アトリビュートのアドレス(転送先先頭)で指定された領域にコピーします。

アトリビュートの形式を示します。

(ES:EDI)

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| 0 | W | X座標       |
| 2 | W | Y座標       |
| 4 | W | アトリビュート   |
| 6 | W | カラーテーブル番号 |
| ~ | ~ | ~         |

# 第 4 章

## マウスBIOS

この章では、TOWNS マウスを TOWNS OS の環境下で使用する場合の、BIOS の機能について解説します。

なお、日本語 MS-DOS の環境下で TOWNS マウスを動作させる場合には、FMR シリーズと共通のマウス BIOS (リアル BIOS) を使用します。この方法については、FMR シリーズの BIOS 解説書を参照してください。

### 4.1 マウス BIOS 一覧

マウス BIOS は、次の 5 種類に分類することができます。

#### 1. マウスドライバの ON/OFF オペレーション

動作開始、動作終了を行います。

#### 2. カーソル制御オペレーション

水平／垂直移動範囲指定、カーソル形状設定、カーソルの色の設定、タイルパターンの設定、位置の設定などを行います。

#### 3. マウス移動オペレーション

移動距離の読み取り、現在の座標の参照、ボタンの読み取りを行います。

#### 4. ボタン認識オペレーション

押下情報の読み取り、開放情報の読み取り、サブルーチンの登録などを行います。

#### 5. 画面オペレーション

パルス数／画素比の設定をします。

表II-4-1にマウス BIOS 一覧を示します。

▼表II-4-1 マウス BIOS 一覧

| 機能名称                 | 機能コード |
|----------------------|-------|
| 動作開始                 | 00H   |
| 動作終了                 | 01H   |
| 表示/消去                | 02H   |
| 位置とボタンの読み取り          | 03H   |
| 位置の設定                | 04H   |
| ボタンの押下情報の読み取り        | 05H   |
| ボタンの開放情報の読み取り        | 06H   |
| 水平移動範囲指定             | 07H   |
| 垂直移動範囲指定             | 08H   |
| 形状の設定                | 09H   |
| 移動距離の読み取り            | 0AH   |
| サブルーチンの登録            | 0BH   |
| パルス数/画素比の設定          | 0CH   |
| 仮想画面の設定              | 0DH   |
| 書き込みページの設定           | 0EH   |
| 表示色の設定               | 0FH   |
| タイルパターンの設定           | 10H   |
| 水平消去範囲指定             | 11H   |
| 垂直消去範囲指定             | 12H   |
| ボタン左右入れ換え状態の設定       | 13H   |
| 加速度検出状態の設定           | 14H   |
| 解像度ハンドルによるマウスの仮想画面設定 | 15H   |

## 4.2 マウス BIOS リファレンス

マウス BIOS について個別に詳しく解説します。

なお、マウスの動作を正常に行うためには、マウスセンスのルーチンを定期的 (約 20ms) に呼び出さなければなりません。マウスセンスのルーチンは 48H にあるので、これを FAR コールしてください。

また、設定する座標値は、特に断わり書きがない限りハード座標空間です。

マウス

40H

動作開始

機能コード 00H

エントリ

AH = 00H

ECX = 作業領域の大きさ (4096バイト必要)

GS:EDI = 作業領域のアドレス

リターン

AH = 00H (正常終了時)

説明

マウスドライバの初期設定を行い、マウスを使用可能な状態にします。

マウス作業領域は、事前に 0 でクリアしておく必要があります。0 クリアを行わないと、正常終了できない場合があります。なお、作業領域には 4096 バイトが必要です。

初期化の設定内容を示します。

| パラメータ         | 設定値          |
|---------------|--------------|
| 画面モード         | 0/1 とも 3 に設定 |
| 書き込みページ       | 0            |
| マウスカーソル表示     | しない          |
| マウスカーソル位置     | 画面中心         |
| マウスカーソル形状     | システムカーソル     |
| マウスカーソルの色識別番号 | 最大色識別番号      |
| マウスカーソル中心点    | (0, 0)       |
| マウスカーソル移動範囲   | 画面全体         |
| パルス数/画素比      | 垂直, 水平値ともに 8 |
| ユーザー定義サブルーチン  | 未登録          |

|      |  |          |
|------|--|----------|
| マウス  |  | 40H      |
| 動作終了 |  | 機能コード01H |

エントリ AH =01H

リターン AH =00H (正常終了時)

**説明** マウスドライバの動作を終了します。  
マウスを動かしても反応はなくなり、マウスカーソルも画面上から消えます。  
カーソルを表示していない場合は画面に影響はありません。

|       |  |          |
|-------|--|----------|
| マウス   |  | 40H      |
| 表示/消去 |  | 機能コード02H |

エントリ AH =02H  
AL =表示フラグ(0:消去する, 1:表示する, 2:マウス表示レベルのデクリメント, 3:マウス表示レベルのインクリメント)

リターン AH =00H (正常終了時)

**説明** マウスカーソルの表示/消去を制御します。  
マウスカーソルを消去すると、マウスを動かしても画面には表示されませんが、マウスカーソルの位置だけは移動します。マウスカーソルは消えてもマウスの機能は継続しています。  
マウス表示レベルは0~65535の値をとります。この値はマウスの表示で1に、消去で0に初期化されます。マウス表示レベルがインクリメントで0から1に変化すると、マウスカーソルが表示され、デクリメントで1から0に変化するとマウスカーソルは消去されます。

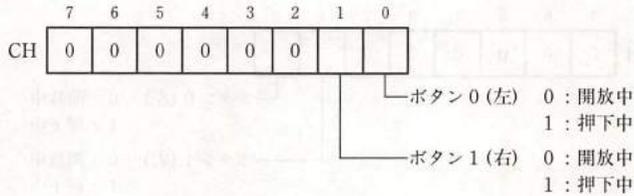
|             |  |          |
|-------------|--|----------|
| マウス         |  | 40H      |
| 位置とボタンの読み取り |  | 機能コード03H |

エントリ AH =03H

リターン AH =00H (正常終了時)  
CH =ボタンの状態  
DX =マウスカーソルの水平位置  
BX =マウスカーソルの垂直位置

## 説明

現在のマウスカーソルの位置と、マウスボタンの状態を読み出します。  
マウスの状態を連続的に監視する場合に用います。  
CH の形式を示します。



## マウス

40H

## 位置の設定

機能コード04H

## エントリ

AH = 04H  
DX = マウスカーソルの水平位置  
BX = マウスカーソルの垂直位置

## リターン

AH = 00H (正常終了時)

## 説明

マウスカーソルの位置をセットします。  
マウスカーソルの表示中に、このオペレーションを実行すると、その位置にカーソルが移動します。「水平移動範囲指定(機能コード07H)」、「垂直移動範囲指定(機能コード08H)」で、水平または垂直の移動範囲が設定されているときはその範囲内の位置に設定されます。

## マウス

40H

## ボタンの押下情報の読み取り

機能コード05H

## エントリ

AH = 05H  
AL = 状態を読み取るボタン番号(0または1)

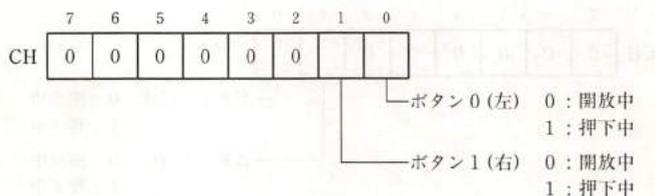
## リターン

AH = 00H (正常終了時)  
CH = ボタンの状態  
CL = ボタンの押下回数  
DX = X座標  
BX = Y座標

**説明**

左右どちらかのボタンが押下されたときの、各ボタンの状態とマウスカーソルの座標位置を読み取ります。

CHの形式を示します。



CLに返されるボタンの押下回数は、このオペレーションを実行するたびに0にクリアされるので、前回のオペレーションから現在までに押された回数を読みとられます。

座標点(X, Y)はボタンが最後に押された点の座標を返します。

|               |          |
|---------------|----------|
| マウス           | 40H      |
| ボタンの開放情報の読み取り | 機能コード06H |

**エントリ**

AH = 06H  
 AL = 状態を読み取るボタン番号(0または1)

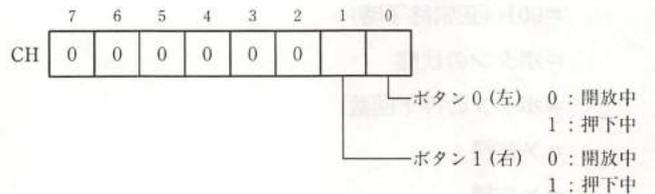
**リターン**

AH = 00H (正常終了時)  
 CH = ボタンの状態  
 CL = ボタンの開放回数  
 DX = X座標  
 BX = Y座標

**説明**

左右どちらかのボタンが開放されたときの各ボタンの状態とマウスカーソルの座標位置を読み取ります。

CHの形式を示します。



CL に返されるボタンの開放回数は、このオペレーションを実行するたびに 0 にクリアされるので、前回のオペレーションから現在までに開放された回数を読みとられます。

座標点 (X, Y) はボタンが最後に開放された点の座標を返します。

マウス

40H

水平移動範囲指定

機能コード 07H

エントリ

AH = 07H

DX = 最小水平位置

BX = 最大水平位置

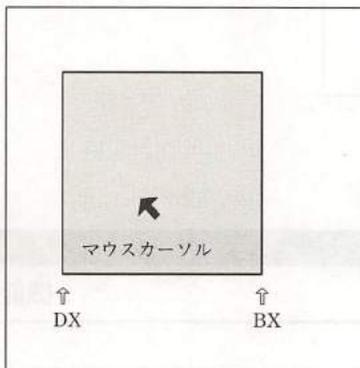
リターン

AH = 00H (正常終了時)

説明

マウスカーソルの水平方向の移動範囲を制限します。

マウスカーソルの移動範囲は最小水平位置から最大水平位置に限定され、はみ出すことができなくなります。なお、このオペレーション実行前にマウスカーソルが範囲外にあった場合、オペレーション実行によってマウスカーソルは前の位置に一番近い境界線の位置に移動します。



仮想画面枠

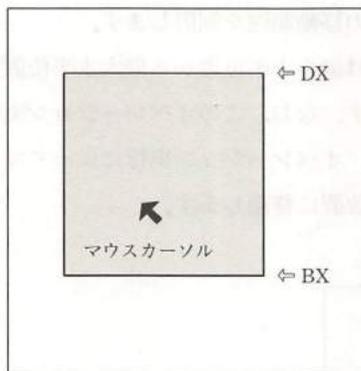
|          |          |
|----------|----------|
| マウス      | 40H      |
| 垂直移動範囲指定 | 機能コード08H |

|      |    |         |
|------|----|---------|
| エントリ | AH | =08H    |
|      | DX | =最小垂直位置 |
|      | BX | =最大垂直位置 |

|      |    |              |
|------|----|--------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了時) |
|------|----|--------------|

**説明** マウスカーソルの垂直方向の移動範囲を制限します。

マウスカーソルの移動範囲は最小垂直位置から最大垂直位置に限定され、はみ出すことができなくなります。なお、このオペレーション実行前にマウスカーソルが範囲外にあった場合、オペレーション実行によってマウスカーソルは前の位置に一番近い境界線の位置に移動します。



仮想画面枠

|       |          |
|-------|----------|
| マウス   | 40H      |
| 形状の設定 | 機能コード09H |

|      |        |                             |
|------|--------|-----------------------------|
| エントリ | AH     | =09H                        |
|      | AL     | =設定モード(0:システム, 1:単色, 2:カラー) |
|      | DH     | =カーソル中心点の水平位置               |
|      | DL     | =カーソル中心点の垂直位置               |
|      | DS:ESI | =カーソル形状パターンアドレス             |

|      |    |              |
|------|----|--------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了時) |
|------|----|--------------|



単色、カラーの場合とも、カーソル形状パターンを設定します。

横ドット数は、8、16、24、32のどれか、縦ドット数は1～32が選べます。

**単色の場合：**ドットデータとANDデータを両方使用することにより、黒の縁どりのあるグラフィックカーソルを表示することができます。グラフィックBIOSの「グラフィックカーソル(機能コード28H)」と同様ですから、詳しくはそちらを参照してください。

パターンの格納に必要なメモリの大きさは、次の式で求められます。

$$\text{ドットパターンバイト数} = \text{水平ドット数} \times \text{垂直ドット数} / 8$$

$$\text{ANDパターンバイト数} = \text{水平ドット数} \times \text{垂直ドット数} / 8$$

**カラーの場合：**複数の色を使うカーソルを表示するのに使用します。詳細はグラフィックBIOSの「マスクデータの書き込み(機能コード29H)」と同様です。

カーソル形状パターンの形式を示します。

(DS:ESI)

|   |   |                    |
|---|---|--------------------|
| 0 | B | 横ドット数/8            |
| 1 | B | 縦ドット数              |
| 2 | B | マウスカーソル<br>ドットパターン |
|   |   | マウスカーソル<br>ANDパターン |

マウス

40H

移動距離の読み取り

機能コード0AH

エントリ

AH = 0AH

リターン

AH = 00H

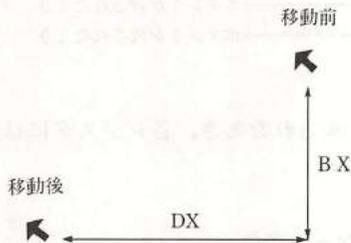
DX = 水平パルスカウンタの値

BX = 垂直パルスカウンタの値

**説明**

マウスの移動量をカウント値で読み取ります。

水平カウント値、垂直カウント値は、DX、BX によって与えられます。それぞれ、マウスの移動方向によって、正、負どちらかの値となります。DX と BX の値は、このオペレーションの実行の度に 0 にクリアされるので、前回のオペレーションから現在までの移動量が読みとられます。

**マウス**

40H

**サブルーチンの登録**

機能コード 0BH

**エントリ**

AH = 0BH  
 DX = 呼び出し条件  
 DS:ESI = サブルーチンのアドレス

**リターン**

AH = 00H (正常終了時)

**説明**

呼び出し条件が成立すると、指定したサブルーチンが起動します。

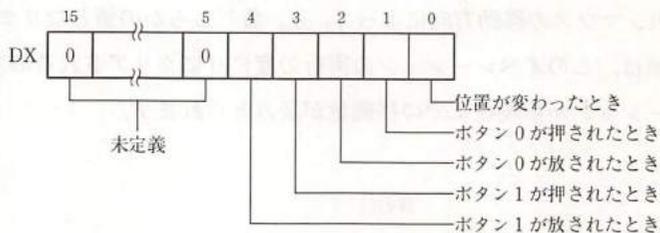
呼び出し条件のどれかが、1 つでも成立するとサブルーチンの呼び出しを行います。

ユーザーサブルーチンは、マウスドライバからセグメント間コール(far CALL)で呼び出されるため、ファーリターンによって制御をもどす必要があります。

このオペレーションを使用すると、マウスの状態をユーザーがプログラムで常時監視する必要がなくなり、条件成立とともに任意のサブルーチンが起動されます。

呼び出し条件は、DX に指定します。各ビットが 1 の場合に呼び出し条件となります。

DX の形式を示します。



ユーザーサブルーチンがコールされたとき、各レジスタには以下の情報がセットされています。

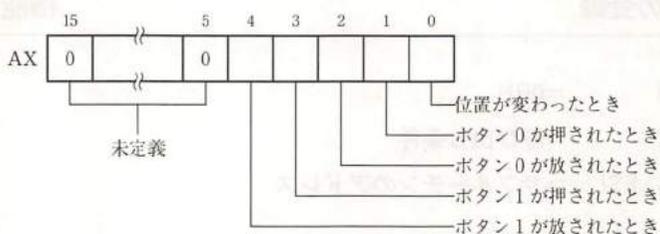
AX=呼び出しの原因となった条件

CH=ボタンの状態

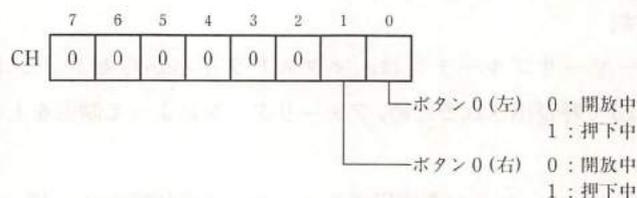
BX =マウスカーソルの水平位置

DX =マウスカーソルの垂直位置

AX の形式を示します。



CH の形式を示します。



|             |          |
|-------------|----------|
| マウス         | 40H      |
| パルス数／画素比の設定 | 機能コード0CH |

|      |    |             |
|------|----|-------------|
| エントリ | AH | =0CH        |
|      | DH | =水平値(1~255) |
|      | DL | =垂直値(1~255) |

|      |    |             |
|------|----|-------------|
| リターン | AH | =00H(正常終了時) |
|------|----|-------------|

**説明** マウスカーソルの移動の程度を、1ドット移動するのに必要なパルス数で設定します。

「動作開始(機能コード 00H)」が実行されたとき、マウス移動量の初期値は8パルス／1ドットとなっており、これを変更する場合にこのオペレーションを使用します。パルス数は水平／垂直それぞれ1~255の範囲で指定し、値が小さいほどカーソルの移動の程度が大きくなります。

|         |          |
|---------|----------|
| マウス     | 40H      |
| 仮想画面の設定 | 機能コード0DH |

|      |    |          |
|------|----|----------|
| エントリ | AH | =0DH     |
|      | AL | =ページ     |
|      | DX | =画面モード番号 |

|      |    |             |
|------|----|-------------|
| リターン | AH | =00H(正常終了時) |
|------|----|-------------|

**説明** マウスドライバにページごとに画面モードを通知します。

画面モードはグラフィック BIOS による仮想画面の設定と同じものを指定します。画面モードとページについては、「第2章 グラフィック BIOS」を参照してください。

このオペレーションにより、次のように初期化されます

|             |          |
|-------------|----------|
| マウスカーソル位置   | 画面中央     |
| マウスカーソル形状   | システムカーソル |
| マウスカーソル移動範囲 | 画面全体     |

なお、このオペレーションにより直接画面の表示制御は行われません。表示制御はグラフィック BIOS で行います。

|            |          |
|------------|----------|
| マウス        | 40H      |
| 書き込みページの設定 | 機能コード0EH |

|      |    |              |
|------|----|--------------|
| エントリ | AH | =0EH         |
|      | AL | =書き込みページ     |
| リターン | AH | =00H (正常終了時) |

- 説明** マウスカーソルを描画するページをマウスドライバに通知します。  
カーソルは書き込みページに描画されるので、グラフィック BIOS で書き込みページを変更した場合にはこのオペレーションを実行する必要があります。
- 説明** 変更前のページの画面モードと変更後のページの画面モードが異なる場合、以下のように設定します。

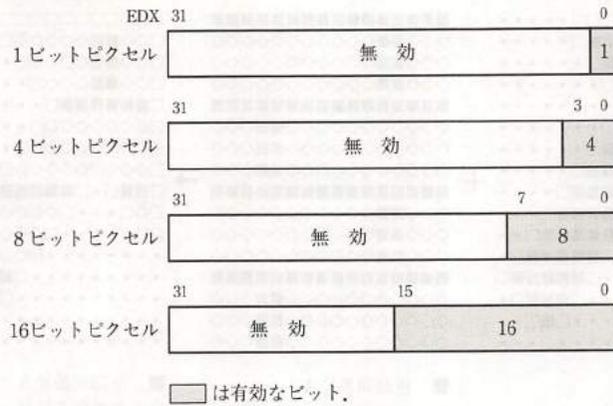
|             |      |
|-------------|------|
| マウスカーソル位置   | 画面中央 |
| マウスカーソル移動範囲 | 画面全体 |

|        |          |
|--------|----------|
| マウス    | 40H      |
| 表示色の設定 | 機能コード0FH |

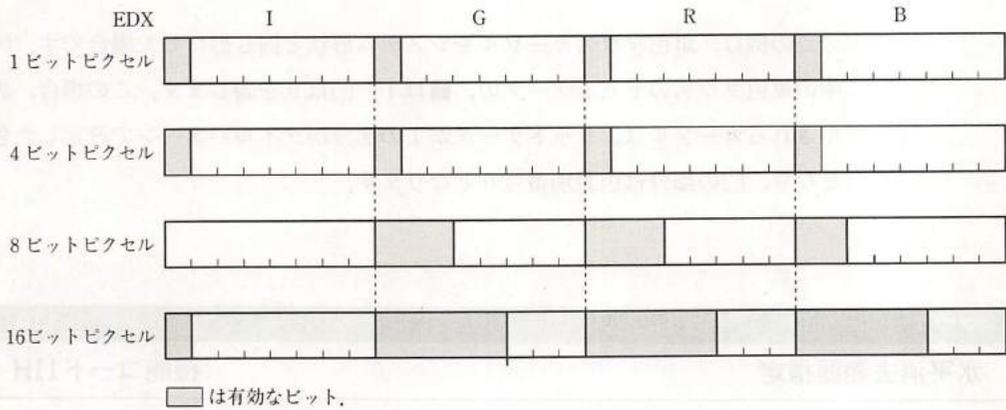
|      |     |                        |
|------|-----|------------------------|
| エントリ | AH  | =0FH                   |
|      | AL  | =設定モード(0:通し番号, 1:IGRB) |
|      | EDX | =設定色                   |
| リターン | AH  | =00H (正常終了時)           |

- 説明** マウスカーソル(システム形状と単色の場合)の表示色を色識別番号で指定します。  
設定モードが0のときは、通し番号で、1のときはIGRBで指定します。  
EDXの形式を示します。

通し番号の場合



IGRBの場合

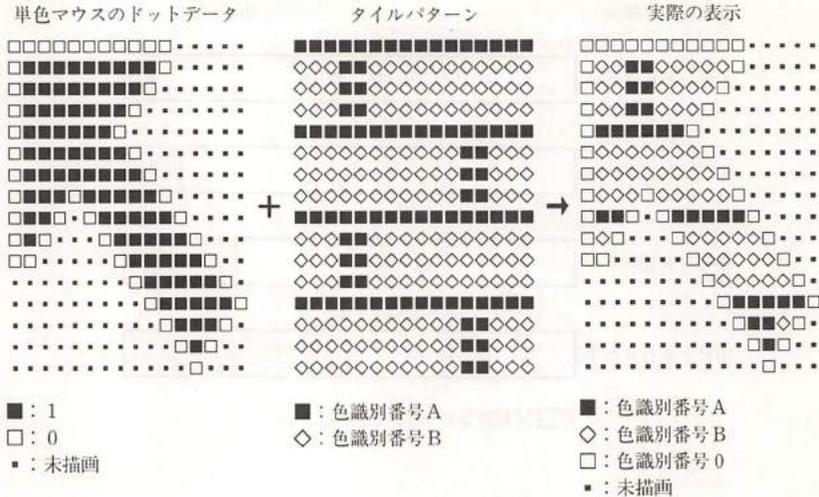


|            |          |
|------------|----------|
| マウス        | 40H      |
| タイルパターンの設定 | 機能コード10H |

- エントリ**
- AH = 10H
  - BH = 水平サイズ (1~4)
  - BL = 垂直サイズ (1~32)
  - DS:ESI = タイルパターンデータのアドレス

**リターン** AH = 00H (正常終了時)

**説明** 単色マウスカーソルのタイルパターンを設定します。  
 水平サイズは、1, 2, 3, 4のいずれか(設定されるサイズはそれぞれ、8, 16, 24, 32), 垂直サイズは1~32の整数で指定します。  
 タイルパターンの例(16×16)を示します。



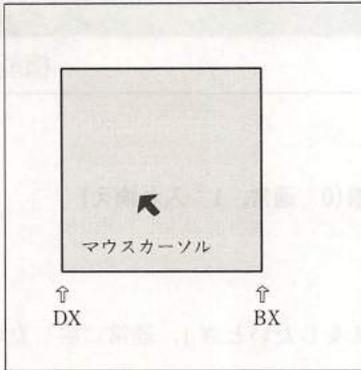
この例は、単色マウスカーソルをシステム形状と同じ形にした場合です。図中の単色マウスのドットデータの、■は1、□は0を表します。この場合、表示されるカーソルは、ドットデータが1の部分がタイルパターンで設定した色となり、□の部分は色識別番号0となります。

|          |          |
|----------|----------|
| マウス      | 40H      |
| 水平消去範囲指定 | 機能コード11H |

|      |    |                                  |
|------|----|----------------------------------|
| エントリ | AH | = 11H                            |
|      | AL | = マウス消去範囲の解除/設定 (0 : 解除, 1 : 設定) |
|      | DX | = 最小水平座標                         |
|      | BX | = 最大水平座標                         |

|      |    |               |
|------|----|---------------|
| リターン | AH | = 00H (正常終了時) |
|------|----|---------------|

**説明**      マウスカーソルの水平消去範囲の設定と解除を行います。  
 設定された範囲にマウスカーソルが入ると、マウスカーソルの表示、非表示にかかわらず、マウスカーソルは表示されません。



仮想画面枠

## マウス

40H

## 垂直消去範囲指定

機能コード12H

## エントリ

AH = 12H

AL = マウス消去範囲の解除／設定(0:解除, 1:設定)

DX = 最小垂直座標

BX = 最大垂直座標

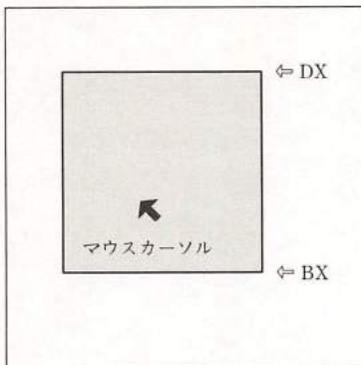
## リターン

AH = 00H (正常終了時)

## 説明

マウスカーソルの垂直消去範囲の設定と解除を行います。

設定された範囲にマウスカーソルが入ると、マウスカーソルの表示、非表示にかかわらず、マウスカーソルは表示されません。



仮想画面枠

|                |          |
|----------------|----------|
| マウス            | 40H      |
| ボタン左右入れ換え状態の設定 | 機能コード13H |

**エントリ**     AH        =13H  
                   AL        =左右入れ換え状態(0:通常, 1:入れ換え)

**リターン**     AH        =00H(正常終了)

**説明**            マウスボタンの左右入れ換えをしたいとき1, 通常に戻したいとき0を設定します。  
                   初期状態は0(通常)が設定されています。

|            |          |
|------------|----------|
| マウス        | 40H      |
| 加速度検出状態の設定 | 機能コード14H |

**エントリ**     AH        =14H  
                   AL        =加速度検出状態(0:無効, 1:有効)

**リターン**     AH        =00H(正常終了)

**説明**            マウスの加速度を検出したいとき1, 無効にしたいとき0を設定します。  
                   初期状態は1(有効)が設定されています。

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| マウス                  | 40H       |
| 解像度ハンドルによるマウスの仮想画面設定 | 機能コード 15H |

|      |    |              |
|------|----|--------------|
| エントリ | AH | =15H         |
|      | AL | =解像度ハンドル     |
| リターン | AH | =00H (正常終了時) |
|      |    | - 1 (エラー)    |

**説明** システム情報 BIOS で取得した解像度ハンドルを使って、マウスの仮想画面の設定を行うオペレーションです。ただし、画面の表示制御は含まれないので、必要ならばユーザーがグラフィックス BIOS で行わなければなりません。

仮想画面の設定内容は次のとおりです。

|             |        |
|-------------|--------|
| マウスカーソル位置   | 画面中央   |
| マウスカーソル形状   | システム形状 |
| マウスカーソル移動範囲 | 画面全体   |



# 第 5 章

## フォント BIOS

FM TOWNS には、ANK 文字(グラフィックキャラクタを含む)と JIS 第 1, 第 2 水準の漢字フォントが内蔵されており、フォント BIOS を使って読み出すことができます。

この章では、このフォント BIOS について解説します。

### 5.1 フォント BIOS 一覧

表 II-5-1 に、フォント BIOS 一覧を示します。

なお、フォント BIOS でサポートしているフォントの種類は

|     |                       |
|-----|-----------------------|
| ANK | (8×8ドット)<br>(8×16ドット) |
| 漢字  | (16×16ドット)            |

の 3 種類です。

ANK は 1 バイトコードで読み出します。また、漢字は JIS コードで読み出します。フォント BIOS では、シフト JIS コードと JIS コードの相互の変換もサポートしているので、シフト JIS コードを元にして漢字のフォントを読み出すことが容易にできます。

▼表 II-5-1 フォント BIOS 一覧

| 機能名称                | 機能コード |
|---------------------|-------|
| ANK フォントの読み出し       | 00H   |
| 漢字フォントの読み出し         | 01H   |
| シフト JIS から JIS への変換 | 02H   |
| JIS からシフト JIS への変換  | 03H   |

## 5.2 フォント BIOS リファレンス

フォント BIOS について個別に詳しく解説します。

|               |          |
|---------------|----------|
| フォント          | A0H      |
| ANK フォントの読み出し | 機能コード00H |

|      |        |                                |
|------|--------|--------------------------------|
| エントリ | AH     | =00H                           |
|      | AL     | =機能番号(0:アドレスを求める, 1:フォントを転送する) |
|      | DH     | =横ドット数(8)                      |
|      | DL     | =縦ドット数(8または16)                 |
|      | BL     | =ANK 文字コード                     |
|      | DS:ESI | =フォント転送先アドレス(AL=1のとき)          |

|      |        |                         |
|------|--------|-------------------------|
| リターン | AH     | =00H(正常終了時)             |
|      | DS:ESI | =フォントのROM内アドレス(AL=0のとき) |

**説明** ANK 文字フォントの ROM 内アドレス, または, フォントを読み出します。  
ANK フォントの例を示します。

| フォントパターン | パターン領域 (DS:ESI) |
|----------|-----------------|
| 7 0      | n               |
| 0        | 0 0 0 0 H       |
| 1        | 0 1 8 H         |
| 2        | 0 2 4 H         |
| 3        | 0 4 2 H         |
| 4        | 0 4 2 H         |
| 5        | 0 4 2 H         |
| 6        | 0 4 2 H         |
| 7        | 0 4 2 H         |
| 8        | 0 7 E H         |
| 9        | 0 4 2 H         |
| 10       | 0 4 2 H         |
| 11       | 0 4 2 H         |
| 12       | 0 4 2 H         |
| 13       | 0 4 2 H         |
| 14       | 0 0 0 H         |
| 15       | 0 0 0 H         |

(パターンサイズ 8 × 16 の場合: パターン格納領域サイズ 16 バイト)

フォント

A0H

漢字フォントの読み出し

機能コード01H

|      |        |                                |
|------|--------|--------------------------------|
| エントリ | AH     | =01H                           |
|      | AL     | =機能番号(0:アドレスを求める, 1:フォントを転送する) |
|      | DH     | =横ドット数(16)                     |
|      | DL     | =縦ドット数(16)                     |
|      | BX     | =漢字コード(JIS)                    |
|      | DS:ESI | =フォント転送先アドレス(AL=1のとき)          |
| リターン | AH     | =00H(正常終了時)                    |
|      | DS:ESI | =フォントのROM内アドレス(AL=0のとき)        |

**説明** 漢字フォントのROM内アドレス, または, フォントを読み出します。  
漢字フォントの例を示します。

| フォントパターン |                        | パターン領域(DS:ESI) |           |
|----------|------------------------|----------------|-----------|
| 15       | 8 7                    | n              | n+1       |
| 0        | ■                      | 0              | 001H 000H |
| 1        | ■■■■■■■■■■■■■■■■       | 2              | 0FFH 0FEH |
| 2        | ■                    ■ | 4              | 080H 002H |
| 3        | ■ ■■■■■■■■■■■■■■       | 6              | 0BFH 0FAH |
| 4        |                        | 8              | 000H 000H |
| 5        |                        | 10             | 01FH 0F0H |
| 6        |                        | 12             | 010H 010H |
| 7        |                        | 14             | 01FH 0F0H |
| 8        |                        | 16             | 000H 000H |
| 9        | ■■■■■■■■■■■■■■■■       | 18             | 03FH 0F8H |
| 10       | ■                    ■ | 20             | 021H 008H |
| 11       | ■                    ■ | 22             | 021H 008H |
| 12       | ■■■■■■■■■■■■■■■■       | 24             | 03FH 0F8H |
| 13       | ■                    ■ | 26             | 021H 008H |
| 14       | ■                    ■ | 28             | 021H 008H |
| 15       | ■■■■■■■■■■■■■■■■       | 30             | 03FH 0F8H |

(パターンサイズ16×16の場合:パターン格納領域サイズ32バイト)

|                     |          |
|---------------------|----------|
| フォント                | A0H      |
| シフト JIS から JIS への変換 | 機能コード02H |

- |      |    |                |
|------|----|----------------|
| エントリ | AH | =02H           |
|      | BX | =シフト JIS 漢字コード |
| リターン | AH | =00H (正常終了時)   |
|      | BX | =JIS 漢字コード     |

**説明**           シフト JIS 漢字コードを JIS 漢字コードに変換します。  
 「漢字フォントの読み出し(機能コード01H)」など、JIS 漢字コードが必要なオペレーションを行う前に、このオペレーションを使用して変換を行います。

|                    |          |
|--------------------|----------|
| フォント               | A0H      |
| JIS からシフト JIS への変換 | 機能コード03H |

- |      |    |                |
|------|----|----------------|
| エントリ | AH | =03H           |
|      | BX | =JIS 漢字コード     |
| リターン | AH | =00H (正常終了時)   |
|      | BX | =シフト JIS 漢字コード |

**説明**           JIS 漢字コードをシフト JIS 漢字コードに変換します。

# 第 6 章

## サウンド BIOS

サウンド BIOS では、FM 音源や PCM 音源による演奏や、PCM サンプリングを行うことができます。また、電子ボリューム、TOWNS マウス、TOWNS パッドの制御もサポートしています。

この章では、このサウンド BIOS について解説します。

### 6.1 サウンド BIOS の位置づけ

FM TOWNS には、FM 音源 LSI (YM2612) と PCM 音源 LSI (RF5C68) が搭載されていますが、それらをコントロールするソフトウェア (ドライバ) は図 II-6-1 のようなレベルがあります。

ユーザーはどのレベルからでも音源 LSI を動作させることができますが、最もハードウェア寄りのものが、サウンド BIOS です。

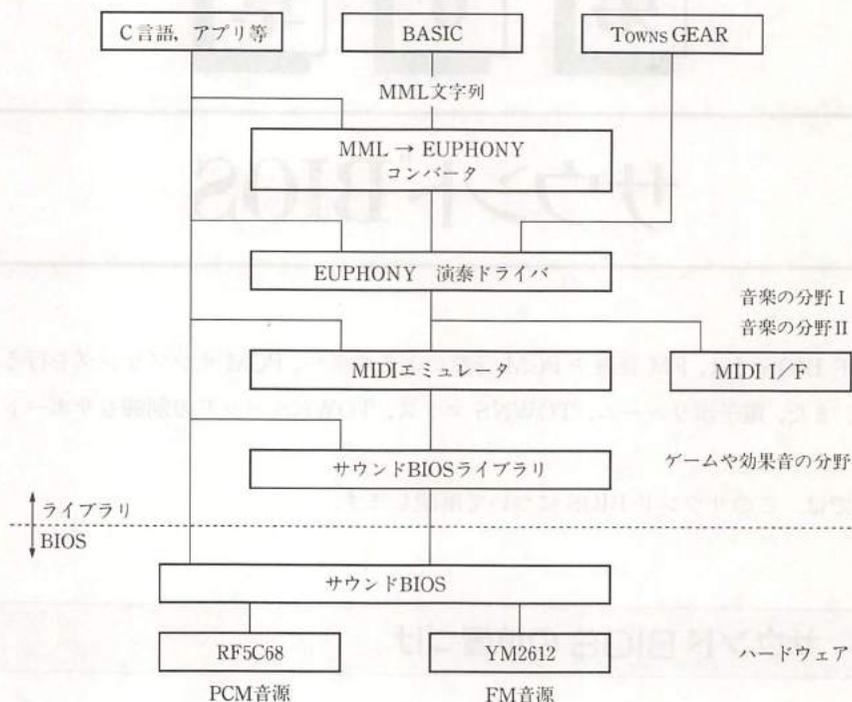
サウンド BIOS 上には、サウンド BIOS ライブラリ、MIDI エミュレータ、EUPHONY (MIDI 対応のソフトウェア) 演奏ドライバなどがあります。

MIDI エミュレータは、FM TOWNS の各音源を MIDI 機器としてみなして制御できるようにしているものです。これにより、MIDI カードに対応したアプリケーションを用いて、容易に内蔵音源に対応することができます。

EUPHONY 演奏ドライバは、EUPHONY 互換データ形式を採用しています。このデータ形式は、従来の MML (Music Macro Language) より、データの分解能が細かく、トラック数も大幅に増えており、よりきめ細かく、かつ重厚なサウンドを作り出すことができます。また、データの作成には、EUPHONY を用いることができるので、データの作成効率は格段に向上します。

また、従来の MML 文字列を EUPHONY 形式に変換するコンバータが用意されているので、BASIC などの MML 文字列を利用して、音源を制御することも可能になっています。

▼図II-6-1 サウンド BIOS の位置づけ



## 6.2 サウンド BIOS 一覧

サウンド BIOS は、次の 4 種類に分類することができます。

1. FM 音源 / PCM 音源共通のもの
2. FM 音源のみのもの
3. PCM 音源のみのもの
4. TOWNS パッド, TOWNS マウス制御
5. 電子ボリューム制御

サウンド BIOS の機能一覧を表II-7-1に示します。

▼表II-6-1 サウンド BIOS 一覧

| 機能名称                  | 機能コード | 機能名称              | 機能コード |
|-----------------------|-------|-------------------|-------|
| ドライバの初期化              | 00H   | サウンドの削除           | 23H   |
| キー ON                 | 01H   | PCM サンプリング開始      | 24H   |
| キー OFF                | 02H   | 音声モード PCM 再生      | 25H   |
| 出力先指定                 | 03H   | PCM サンプリング中断      | 26H   |
| 音色変更                  | 04H   | 音声モード PCM 再生中断    | 27H   |
| 音色データの書き込み            | 05H   | 音声モード PCM 再生状態参照  | 28H   |
| 音色データの読み出し            | 06H   | PCM 音源の強制停止       | 29H   |
| ピッチベンド                | 07H   | PCM メモリ→メインメモリ転送  | 2AH   |
| ボリューム変更               | 08H   | PCM メモリ→PCM メモリ転送 | 2BH   |
| 発音の強制停止               | 09H   | PCM メモリ転送 2       | 2CH   |
| 音声モード PCM 再生アドレスの読み取り | 0AH   | 高品位音声モード PCM 再生   | 2EH   |
| FM 音源ステータスレジスタの読み出し   | 10H   | FM 音源のみの初期化       | 30H   |
| FM 音源 1 バイト出力         | 11H   | FM 音源レジスタの書き込み    | 31H   |
| FM 音源 1 バイト入力         | 12H   | パッド入力 1           | 40H   |
| FM 音源レジスタの書き込み        | 13H   | パッド入力 2           | 41H   |
| FM 音源レジスタの読み出し        | 14H   | パッド出力             | 42H   |
| タイマ A コントロール 1        | 15H   | 電子ボリューム設定         | 43H   |
| タイマ B コントロール 1        | 16H   | 電子ボリューム初期化        | 44H   |
| タイマ A コントロール 2        | 17H   | 電子ボリューム設定読み出し     | 45H   |
| タイマ B コントロール 2        | 18H   | 電子ボリュームミュート       | 46H   |
| ハード LFO の設定           | 19H   | 電子ボリューム全ミュート      | 49H   |
| PCM メモリ転送             | 20H   | エンベロープ割り込みエントリ    | 50H   |
| 音声モードチャンネルの設定         | 21H   | 音声モード割り込みエントリ     | 51H   |
| サウンドの登録               | 22H   |                   |       |

## 6.3 サウンド BIOS の基本機能と用語

ここでは、サウンド BIOS の基本的な機能と用語について解説します。

### ● PCM 音源の楽器モードと音声モード

サウンド BIOS では、PCM 音源による再生を、楽器モードと音声モードの 2 種類の方法で行います。

楽器モードは、PCM 音源を音楽演奏の際の楽器のように使用することを目的としたものです。波形メモリに格納したデータをもとに、ボリューム、ピッチ(再生速度)、ループ(繰り返し)、エンベロープなどのデータを付加して再生します。

音声モードは、音声メッセージを再生することを目的としています。ユーザーメモリ内に波形データを展開し、これを波形メモリに転送しながら再生を行います。このモードでは、ボリュームとピッチとループの制御はできますが、エンベロープ制御はできません。

### ●楽器モードのデータ構造

楽器の音色は、低音から高音まで同じ音色とは限りません。例えば、ピアノの場合、低音部では筐体の共鳴音が音色に加わり、高音部では弦の部分の振動のみが音色としてとらえられます。また、中音部では弦の振動に微妙な共鳴音が加わります。このように、1つの楽器といえども音色は必ずしも、一様ではありません。

そこで、音域ごとに音をサンプリングし、それぞれが分担する音域を決めて再生すると、リアルな音を再現することができるようになります。

音域ごとのデータをサウンドデータと呼びます。また、サウンドデータをどの音域に割り当てるか、それぞれのサウンドをどのようなエンベロープで演奏するかなどを示すデータをインストルメントデータといいます。サウンドデータとインストルメントデータの組み合わせによって、さまざまな音が再現できます

### サウンドデータ

サウンドデータは、サンプリングした波形データにヘッダ情報として、サンプリング周波数、サンプリングレートなどを付け加えたものです。

表II-6-2にサウンドデータの形式を示します。

▼表II-6-2 サウンドデータの形式

| サイズ | 内容   | 説明        |                    |
|-----|------|-----------|--------------------|
| 0   | 8    | サウンドネーム   | 8文字の名前             |
| 8   | DW   | サウンドID    | BIOS内のサウンド管理識別用ID  |
| 12  | DW   | データ幅      | サンプリングデータの総バイト数    |
| 16  | DW   | ループポイント   | ループの開始点            |
| 20  | DW   | ループレングス   | ループの長さ（0のときはループなし） |
| 24  | W    | サンプリング周波数 | サンプリング時のサンプリング周波数  |
| 26  | W    | 原音の補正值    | サンプリング周波数に対する加減算値  |
| 28  | B    | 原音の音階     | サウンドデータの基本音階       |
| 29  | B    | 予約済       | 0にする               |
| 30  | W    | 予約済       | 0にする               |
| 32  | データ幅 | 波形データ     | PCMデータ             |

波形データの長さは最大64KBまでです。波形データは、量子化ビット数が8ビットで、最上位ビットは符号です。また、FFHはループストップデータであり、通常のデータではありません。詳しくは、第1部の「第5章 オーディオシステム」を参照してください。なお、サウンドデータのサンプリング周波数に書く値(F)は、次の式によって求められます。

$$F = \text{freq (KHz)} \times 62H$$

サウンドデータの先頭の32バイトの情報は、登録時(「サウンドの登録(機能コード22H)」)にBIOSのサウンド管理用領域にコピーされ、発音のためのデータとして使用されます。

サウンドデータは複数のインストルメントから参照することができます。

## インストゥルメントデータ

インストゥルメントデータは、どの音域にどのサウンドデータを使用するか、それぞれのサウンドデータをどのようなエンベロープで鳴らすかを示すものです。

表II-6-3にインストゥルメントデータの情報のフォーマットを示します。

▼表II-6-3 インストゥルメントデータの形式

|     | サイズ | 内容       | 説明                   |
|-----|-----|----------|----------------------|
| 0   | 8   | プログラムネーム | 8文字の名前               |
| 8   | 8   | 予約済      |                      |
| 16  | W   | スプリット 1  | サウンド 1 の音階の上限        |
| 18  | W   | スプリット 2  | サウンド 2 の音階の上限        |
| 30  | W   | スプリット 8  | サウンド 8 の音階の上限        |
| 32  | DW  | サウンド ID1 | スプリット 1 に使用するサウンド ID |
| 36  | DW  | サウンド ID2 | スプリット 2 に使用するサウンド ID |
| 60  | DW  | サウンド ID8 | スプリット 8 に使用するサウンド ID |
| 64  | 8   | エンベロープ 1 | スプリット 1 のエンベロープ      |
| 72  | 8   | エンベロープ 2 | スプリット 2 のエンベロープ      |
| 120 | 8   | エンベロープ 8 | スプリット 8 のエンベロープ      |

このように1つのインストゥルメントデータには、最大8個のサウンドデータを登録することができます。また、各サウンドごとにエンベロープを設定できます。

### 楽器モードのエンベロープ

楽器モードでは、サウンドごとにエンベロープの設定ができます。これにより、比較的少ないデータ量で、リアルな音の再現が可能になります。

エンベロープデータの形式を表II-6-4に示します。また、エンベロープの意味を図II-6-4に示します。

エンベロープをコントロールするためには、各アプリケーションなどで、10msごとに更新ルーチンを呼び出さなければなりません。ただし、Cのサウンド BIOS ライブラリを使用した場合は、SND\_init を用いて初期化すれば、自動的に割り込みルーチンが登録されるのでこの必要はありません。

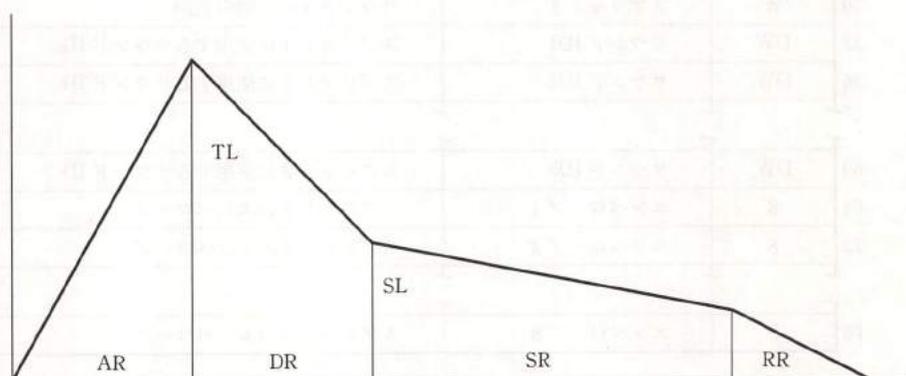
ゲームなどの効果音として PCM 音源を使用したいが、割り込み処理を毎回呼びたくないというときは、エンベロープデータを次のように設定します。そうするとエンベロープ機能は使用できませんが、割り込み処理を登録せずに PCM 音源が利用できます。

TL=0~127, AR=0, DR=127, SL=0~127, SR=127, RR=127

▼表II-6-4 エンベロープデータの形式

|   | サイズ | 内容       | 説明                       |          |
|---|-----|----------|--------------------------|----------|
| 0 | B   | トータルレベル  | 最大音量                     | 0～127    |
| 1 | B   | アタックレート  | アタックの増加レート               | 0～127    |
| 2 | B   | ディケイレート  | アタック後の減衰レート              | 0～127    |
| 3 | B   | サスティンレベル | 減衰レベル                    | 0～127    |
| 4 | B   | サスティンレート | 減衰レート                    | 0～127    |
| 5 | B   | リリースレート  | キー OFF 時の減衰レート           | 0～127    |
| 6 | B   | ルートキー    | 各スプリット毎のルートに<br>対するオフセット | -128～127 |
| 7 | B   | 予約済      | 0にする                     |          |

▼図II-6-2 エンベロープの意味



|    |          |                       |
|----|----------|-----------------------|
| TL | トータルレベル  | 最大音量, 127で最大          |
| AR | アタックレート  | 最大音量に達するまでの時間, 0で最も速い |
| DR | ディケイレート  | サスティンレベルに達するまでの時間     |
| SL | サスティンレベル | 持続音の音量                |
| SR | サスティンレート | 持続音の減衰する時間            |
| RR | リリースレート  | キーオフ後の余韻の時間           |

### 楽器モードのバンク

インストールデータとサウンドデータをひとまとめにしてファイルに格納することができます。その形式をバンクといいます。バンクの形式を表II-6-5に示します。

1つのバンクにはサウンドデータ128個とインストールデータ32個を格納できます。インストールデータに登録する8個のサウンドデータは128個の中から選択できます。ただし、サウンドデータは、128個すべてを書き込む必要はありません。バンクデータのファイルの拡張子は“.PMB”で表します。

### 楽器モードで発音させるためのデータの準備

インストールデータを、「音色データの書き込み(機能コード 05H)」で音色格納領域(サウンド BIOS の作業領域)に転送し、「音色変更(機能コード 04H)」でPCM音源が発音する音

▼表II-6-5 楽器モードのバンクデータの形式

| サイズ | 内容           | 説明       |
|-----|--------------|----------|
| 8   | バンクネーム       | 8文字までの名前 |
| 128 | インストゥルメント 1  |          |
| 128 | インストゥルメント 2  |          |
| 128 | インストゥルメント 3  |          |
| 128 | インストゥルメント 32 |          |
| 不定  | サウンド 1       |          |
| 不定  | サウンド 2       |          |
| 不定  | サウンド 3       |          |
| 不定  | サウンド 128     |          |

色データ番号を指定します。

インストゥルメントに登録したサウンドデータ中の波形データを、「サウンドの登録(機能コード22H)」で、波形メモリに転送します。このときサウンドデータのヘッダの32バイトは、サウンド BIOS の作業領域に転送されます。

#### ●音声モードのデータ構造

音声モードのデータは、サウンドデータのみです。インストゥルメントはありません。

データは楽器モードのサウンドデータと同様の形式(表II-6-6)になります。サウンドデータの長さは、メモリの許す限り設定できます。

音声モードのデータのファイルの拡張子は“.SND”です。

▼表II-6-6 音声モードのサウンドデータの形式

| サイズ | 内容   | 説明        |                     |
|-----|------|-----------|---------------------|
| 0   | 8    | サウンドネーム   | 8文字の名前              |
| 8   | DW   | サウンド ID   | BIOS内のサウンド管理識別用ID   |
| 12  | DW   | データ幅      | サンプリングデータの総バイト数     |
| 16  | DW   | ループポイント   | ループの開始点             |
| 20  | DW   | ループレングス   | ループの長さ (0のときはループなし) |
| 24  | W    | サンプリング周波数 | サンプリング時のサンプリング周波数   |
| 26  | W    | 原音の補正值    | サンプリング周波数に対する加減算値   |
| 28  | B    | 原音の音階     | サウンドデータの基本音階        |
| 29  | B    | 予約済       | 0にする                |
| 30  | W    | 予約済       | 0にする                |
| 32  | データ幅 | 波形データ     | PCM データ             |

## 音声モードで発音させるためのデータの準備

サウンドデータ中の波形データは、発音時に4KBずつ波形メモリに転送されて、随時再生されます。したがって、音声モードの場合は、「音声モードチャンネルの設定(機能コード21H)」で音声モードに指定するチャンネルを設定し、割り込みで「音声モード割り込みエントリ(機能コード51H)」を呼び、「音声モードPCM再生(機能コード25H)」を実行すれば再生ができます。

## ● FM音源のデータ構造

FM音源では、各インスツルメントが、音域ごとにサウンドデータを持ちません。インスツルメントがそのまま音色データとなっています。1つのインスツルメントのデータの長さは48バイトです。

FM音源のインスツルメントデータの形式を表II-6-7に示します。

各パラメータには、4つのスロットのデータを、1, 3, 2, 4の順で格納します。

▼表II-6-7 FM音源のインスツルメントデータの形式

|    | サイズ | 内容           | 説明                |
|----|-----|--------------|-------------------|
| 0  | 8   | プログラムネーム     | 8文字までの名前          |
| 8  | 4   | DT1, MULT1   | ディチューン, マルチプル     |
| 12 | 4   | TL           | トータルレベル           |
| 16 | 4   | KS, AR       | キースケール, アタックレート   |
| 20 | 4   | AMON, DR     | ディケイレート           |
| 24 | 4   | SR           | サスティンレート          |
| 28 | 4   | SL, RR       | サスティンレベル, リリースレート |
| 32 | B   | FB, CNCT     | フィードバック, コネクト     |
| 33 | B   | LR, AMS, PMS | パン, LFO           |
| 34 | 14  | 予約済          | 0にする              |

FM音源用データを格納するファイルは、インスツルメントの集合体であるバンクのデータ形式をとります。そのデータ形式を表II-6-8に示します。

FM音源バンクデータのファイルの拡張子は、".FMB"となっています。

▼表II-6-8 FM音源のバンクデータ

| サイズ | 内容          | 説明          |
|-----|-------------|-------------|
| 8   | バンクネーム      | 8文字までの名前    |
| 48  | インスツルメント1   | 1番目の音色データ   |
| 48  | インスツルメント2   | 2番目の音色データ   |
| 48  | インスツルメント128 | 128番目の音色データ |

### FM 音源で発音させるためのデータの準備

インストールメントデータを、「音色データの書き込み(機能コード05H)」で音色格納領域(サウンド BIOS の作業領域)に転送し、そのうちの音色データを「音色変更(機能コード04H)」で FM 音源 LSI に書き込みます。

## 6.4 サウンド BIOS オペレーションの共通事項

ここでは、サウンド BIOS の各オペレーションに共通する事項について解説します。

### ●作業領域

作業領域(ワーク)を必要とする BIOS を呼ぶときは、作業領域(16KB)の先頭アドレスを GS:EDI に入れておかなければなりません。

### ●FM 音源レジスタのアクセス

サウンド BIOS を使って、FM 音源のレジスタに対して読み書きすることができます。各レジスタの意味については、「第1部第5章 オーディオシステム」を参照してください。

### ●チャンネルと音源の対応

サウンド BIOS のオペレーションでは、チャンネルを指定する場合があります。表II-6-9に、チャンネルと音源との関係を示します。指定する際にはこの表に従って番号を選択してください。

▼表II-6-9 チャンネルの対応

| チャンネル | 音源種別      | チャンネル  | 音源種別       |
|-------|-----------|--------|------------|
| 0     | FM 音源 ch1 | 64     | PCM 音源 ch1 |
| 1     | FM 音源 ch2 | 65     | PCM 音源 ch2 |
| 2     | FM 音源 ch3 | 66     | PCM 音源 ch3 |
| 3     | FM 音源 ch4 | 67     | PCM 音源 ch4 |
| 4     | FM 音源 ch5 | 68     | PCM 音源 ch5 |
| 5     | FM 音源 ch6 | 69     | PCM 音源 ch6 |
| 6~15  | FM 音源拡張用  | 70     | PCM 音源 ch7 |
| 16~31 | 拡張用       | 71     | PCM 音源 ch8 |
| 32~63 | リズム音源等拡張用 | 72~95  | PCM 音源拡張用  |
|       |           | 96~127 | その他の音源拡張用  |

拡張用を除き、FM 音源と PCM 音源のチャンネルはハードウェアのチャンネルと対応しています。

## ●エラーコードについて

サウンド以外の BIOS では、リターンコードは AH レジスタに返されますが、サウンド BIOS の場合は AL に返されます。返される値と意味を表II-6-10に示します。

▼表II-6-10 AL に返される値の意味

| AL  | 意 味               |
|-----|-------------------|
| 00H | 正常終了              |
| 01H | チャンネル番号が異常        |
| 02H | キー ON 中           |
| 03H | パラメータエラー          |
| 04H | 未定義ファンクション        |
| 05H | 波形メモリ不足           |
| 06H | サウンド内にデータ長が存在しない  |
| 07H | 音声モードに使えないチャンネル   |
| 08H | スプリットの上限音階が小さすぎる  |
| 09H | サウンド ID が見つからない   |
| 0AH | サウンドの二重登録         |
| 0BH | 音声モードの上限周波数を越えた   |
| 0CH | サンプリングを強制停止した     |
| 0DH | サウンドデータのヘッダが異常である |

## 6.5 サウンド BIOS リファレンス

サウンド BIOS について個別に詳しく解説します。

|          |          |
|----------|----------|
| サウンド     | 80H      |
| ドライバの初期化 | 機能コード00H |

|      |        |                     |
|------|--------|---------------------|
| エントリ | AH     | =00H                |
|      | GS:EDI | =作業領域のアドレス(16KB 必要) |

|      |    |             |
|------|----|-------------|
| リターン | AL | =00H (正常終了) |
|------|----|-------------|

|     |                                                                                                   |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 説 明 | サウンド関係のハードウェアと BIOS を初期化します。<br>BIOS には 16KB(16384 バイト)の作業領域(ワーク)が必要であり、GS: EDI にはその先頭アドレスを指定します。 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|

初期化では、以下の処理が実行されます。

- ・ FM 音源 LSI の初期化
- ・ FM 音源の発音の停止
- ・ FM 音源タイマの停止
- ・ PCM 音源の初期化
- ・ PCM 音源の発音の停止
- ・ 波形メモリの初期化
- ・ 電子ボリュームの初期化(すべての入力要素にミュートがかかる)
- ・ ワークの初期化

| 項目        |            | 機能コード | 初期値                   |
|-----------|------------|-------|-----------------------|
| FM<br>音源  | キー OFF     | 02H   | OFF                   |
|           | 出力先指定      | 03H   | 中央                    |
|           | 音色変更       | 04H   | デフォルト音色(ELEPIANO)設定   |
|           | 音色データの書き込み | 05H   | デフォルト音色(ELEPIANO)書き込み |
|           | ピッチベンド     | 07H   | ピッチリセット               |
|           | ボリューム変更    | 08H   | 最大値設定                 |
| PCM<br>音源 | キー OFF     | 02H   | OFF                   |
|           | 出力先指定      | 03H   | 中央                    |
|           | 音色変更       | 04H   | 無音音色設定                |
|           | 音色データの書き込み | 05H   | 無音音色書き込み              |
|           | ピッチベンド     | 07H   | ピッチリセット               |
|           | ボリューム変更    | 08H   | 最大値設定                 |

|       |          |
|-------|----------|
| サウンド  | 80H      |
| キー ON | 機能コード01H |

|      |    |                 |
|------|----|-----------------|
| エントリ | AH | =01H            |
|      | BL | =チャンネル番号(0~127) |
|      | DH | =音程(0~127)      |
|      | DL | =音量(1~127)      |

|      |    |                 |
|------|----|-----------------|
| リターン | AL | =00H(正常終了)      |
|      |    | 01H(チャンネル番号エラー) |
|      |    | 02H(キー ON 中)    |
|      |    | 03H(パラメータエラー)   |

**説明** 音源(チャンネル)の発音を開始します。音程と音量の設定はMIDIに準拠しており、それぞれ127までの値が設定できます。MIDI規格では、音量0がキーOFFを意味するため、このオペレーションでは0を含めていません。  
音程の対応を示します。

| 音階 | オクターブ | 01 (#)  | 02 (#)  | 03 (#)  | 04 (#)  | 05 (#)  | 06 (#)  | 07 (#)    | 08 (#)    |
|----|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| C  | ①     | 24 (25) | 36 (37) | 48 (49) | 60 (61) | 72 (73) | 84 (85) | 96 (97)   | 108 (109) |
| D  | ②     | 26 (27) | 38 (39) | 50 (51) | 62 (63) | 74 (75) | 86 (87) | 98 (99)   | 110 (111) |
| E  | ③     | 28      | 40      | 52      | 64      | 76      | 88      | 100       | 112       |
| F  | ④     | 29 (30) | 41 (42) | 53 (54) | 65 (66) | 77 (78) | 89 (90) | 101 (102) | 113 (114) |
| G  | ⑤     | 31 (32) | 43 (44) | 55 (56) | 67 (68) | 79 (80) | 91 (92) | 103 (104) | 115 (116) |
| A  | ⑥     | 33 (34) | 45 (46) | 57 (58) | 69 (70) | 81 (82) | 93 (94) | 105 (106) | 117 (118) |
| B  | ⑦     | 35      | 47      | 59      | 71      | 83      | 95      | 107       | 119       |

|        |          |
|--------|----------|
| サウンド   | 80H      |
| キー OFF | 機能コード02H |

**エントリ** AH =02H  
BL =チャンネル番号(0~127)

**リターン** AL =00H(正常終了)  
01H(チャンネル番号エラー)

**説明** 音源(チャンネル)の発音停止を指示します。このオペレーションを実行すると、音源はリリースレートの減衰特性に従って発音を停止します。このため、リリースレートの設定によっては、すぐに発音を停止しないこともあります。  
強制的に停止させたい場合には、「発音の強制停止(機能コード09H)」を使用します。

|       |          |
|-------|----------|
| サウンド  | 80H      |
| 出力先指定 | 機能コード03H |

|      |    |                               |
|------|----|-------------------------------|
| エントリ | AH | =03H                          |
|      | BL | =チャンネル番号(0~127)               |
|      | DL | =パンポット(0~127)                 |
| リターン | AL | =00H(正常終了)<br>01H(チャンネル番号エラー) |

**説明** 各音源の左右の出力先を設定します。  
DL に設定する値は、0 が左のみ、64が中間、127が右のみの出力です。

|     |               |
|-----|---------------|
| 0   | 左音声ラインのみに出力する |
| ⋮   |               |
| 64  | 左右均等に出力する     |
| ⋮   |               |
| 127 | 右音声ラインのみに出力する |

ただし、0~127の範囲で値が設定できるのはPCM音源のみで、FM音源の場合は0、64、127の3種類しか指定できません。

このオペレーションは、PCM音源(楽器モード、音声モード)、FM音源のすべてで使用できます。

|      |          |
|------|----------|
| サウンド | 80H      |
| 音色変更 | 機能コード04H |

|      |    |                                                |
|------|----|------------------------------------------------|
| エントリ | AH | =04H                                           |
|      | BL | =チャンネル番号(0~127)                                |
|      | DH | =音色番号(0~127)                                   |
| リターン | AL | =00H(正常終了)<br>01H(チャンネル番号エラー)<br>03H(パラメータエラー) |

**説明** FM音源とPCM音源(楽器モード)において、「音色データの書き込み(機能コード05H)」で音色格納領域に格納したインストゥルメントデータのうち、音色の設定に必要なデータを音源に設定します。

|            |          |
|------------|----------|
| サウンド       | 80H      |
| 音色データの書き込み | 機能コード05H |

|      |        |                    |
|------|--------|--------------------|
| エントリ | AH     | =05H               |
|      | BL     | =チャンネル番号(0~127)    |
|      | DH     | =音色番号(0~127)       |
|      | DS:ESI | =インストゥルメントデータのアドレス |

|      |    |                 |
|------|----|-----------------|
| リターン | AL | =00H(正常終了)      |
|      |    | 01H(チャンネル番号エラー) |
|      |    | 03H(パラメータエラー)   |

**説明** FM音源とPCM音源(楽器モード)において、音色番号で指定された音色格納領域に、DS:ESIで示すアドレスに準備したインストゥルメントデータを転送します。

各チャンネルの音色を変更するには、「音色変更(機能コード04H)」を使って、音色格納領域のデータを音源LSIに転送します。

|            |          |
|------------|----------|
| サウンド       | 80H      |
| 音色データの読み出し | 機能コード06H |

|      |        |                    |
|------|--------|--------------------|
| エントリ | AH     | =06H               |
|      | BL     | =チャンネル番号(0~127)    |
|      | DH     | =音色番号(0~127)       |
|      | DS:ESI | =インストゥルメントデータのアドレス |

|      |    |                 |
|------|----|-----------------|
| リターン | AL | =00H(正常終了)      |
|      |    | 01H(チャンネル番号エラー) |
|      |    | 03H(パラメータエラー)   |

**説明** FM音源とPCM音源(楽器モード)において、指定の音色番号に登録されているインストゥルメントデータを、DS:ESIで示すアドレスの領域に転送します。

|        |          |
|--------|----------|
| サウンド   | 80H      |
| ピッチベンド | 機能コード07H |

|      |    |                      |
|------|----|----------------------|
| エントリ | AH | =07H                 |
|      | BL | =チャンネル番号(0~127)      |
|      | DX | =ピッチ(-8192~+8191)    |
| リターン | AL | =00H(正常終了)           |
|      |    | 01H(チャンネル番号エラー)      |
|      |    | 03H(パラメータエラー)        |
|      |    | 0BH(音声モードの上限周波数を越えた) |

- 説明** 音源(チャンネル)のピッチを設定します。音程を微調整するときに使用します。DXに指定するピッチの値の範囲は、-8192から+8191までです。
- 正常なピッチを0として、最大値~最小値までで、2オクターブの範囲を持ちます。マイナスの場合は音程が下がり、プラスの場合は上がります。
- ピッチの変更はピッチリセット(DX=0)を行うまで有効で、ピッチ変更以降のキーONと音声出力では、それぞれに指定した音程+ピッチ変更値でキーONや音声出力が行われるので注意してください。
- また、PCM音源の音声モードでは、サウンドデータのサンプリング周波数が高い場合、ピッチの設定値まで音程が上がらない場合があります。
- このオペレーションは、PCM音源(楽器モード、音声モード)、FM音源のすべてで使用できます。

|         |          |
|---------|----------|
| サウンド    | 80H      |
| ボリューム変更 | 機能コード08H |

|      |    |                 |
|------|----|-----------------|
| エントリ | AH | =08H            |
|      | BL | =チャンネル番号(0~127) |
|      | DL | =ボリューム(0~127)   |
| リターン | AL | =00H(正常終了)      |
|      |    | 01H(チャンネル番号エラー) |
|      |    | 03H(パラメータエラー)   |

- 説明** 各音源(チャンネル)の音量を設定します。音量の設定範囲は、0(無音)から127(最大)の範囲です。デフォルト値は127です。
- このオペレーションは、PCM音源(楽器モード、音声モード)、FM音源のすべてで使用できます。

|         |          |
|---------|----------|
| サウンド    | 80H      |
| 発音の強制停止 | 機能コード09H |

エントリ AH =09H  
BL =チャンネル番号(0~127)

リターン AL =00H (正常終了)  
01H (チャンネル番号エラー)  
03H (パラメータエラー)

- 説明** 各音源(チャンネル)の発音を強制的に停止します。  
リリース中でも強制的に停止されるので、通常のキー OFF の代わりに使用すると不自然な発音となります。  
このオペレーションは、PCM 音源(楽器モード、音声モード)、FM 音源のすべてで使用できます。

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| サウンド                  | 80H      |
| 音声モード PCM 再生アドレスの読み取り | 機能コード0AH |

エントリ AH =0AH  
BL =チャンネル番号(64~71)  
EDX =0  
DS:ESI =読み取り値転送先アドレス

リターン AL =00H (正常終了)  
01H (チャンネル番号エラー)  
03H (パラメータエラー)

- 説明** 指定されたチャンネルの、音声モードでの再生アドレス現在値を、転送先アドレスで示されたメモリに取得します。  
転送された内容は、次のような形式になっています。

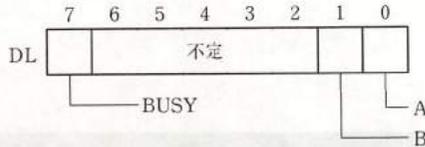
(DS:ESI)

|   |    |            |
|---|----|------------|
| 0 | DW | PCM 再生アドレス |
| 4 | W  | PCM 再生セレクト |

|                    |          |
|--------------------|----------|
| サウンド               | 80H      |
| FM音源ステータスレジスタの読み出し | 機能コード10H |

|      |    |                               |
|------|----|-------------------------------|
| エントリ | AH | =10H                          |
| リターン | DL | =ステータス                        |
|      | AL | =00H (正常終了)<br>03H (パラメータエラー) |

**説明** FM音源のステータスレジスタの値をDLに返します。  
このオペレーションはワークが不要です。  
DLの形式を示します。



|            |          |
|------------|----------|
| サウンド       | 80H      |
| FM音源1バイト出力 | 機能コード11H |

|      |    |                               |
|------|----|-------------------------------|
| エントリ | AH | =11H                          |
|      | BH | =バンク番号(0, 1)                  |
|      | DH | =レジスタ番号                       |
|      | DL | =データ                          |
| リターン | AL | =00H (正常終了)<br>03H (パラメータエラー) |

**説明** FM音源のレジスタに1バイトのデータを書き込みます。  
BHのバンク番号には、チャンネル0～2用のレジスタに書き込む場合は0を、チャンネル3～5用のレジスタに書き込む場合は1を指定します。  
このオペレーションは、特殊な効果音を作る場合などに、直接FM音源レジスタへの書き込みをするときに使用します。なお、普通にインストールメントデータを使用してFM音源を鳴らす際には、FM音源レジスタへの書き込みは、「音色変更(機能コード04H)」を使用します。

|             |          |
|-------------|----------|
| サウンド        | 80H      |
| FM 音源1バイト入力 | 機能コード12H |

|      |    |              |
|------|----|--------------|
| エントリ | AH | =12H         |
|      | BH | =バンク番号(0, 1) |
|      | DH | =レジスタ番号      |

|      |    |                             |
|------|----|-----------------------------|
| リターン | DL | =データ                        |
|      | AL | =00H(正常終了)<br>03H(パラメータエラー) |

**説明** FM音源のレジスタの値を読み込みます。ただし、現在のFMTOWNSで使用されているFM音源のレジスタは、書き込み専用で、読み取れるレジスタは存在しません。

|                |          |
|----------------|----------|
| サウンド           | 80H      |
| FM 音源レジスタの書き込み | 機能コード13H |

|      |    |                  |
|------|----|------------------|
| エントリ | AH | =13H             |
|      | BH | =バンク番号(0, 1)     |
|      | DH | =レジスタアドレス(0~255) |
|      | DL | =データ             |

|      |    |                             |
|------|----|-----------------------------|
| リターン | AL | =00H(正常終了)<br>03H(パラメータエラー) |
|------|----|-----------------------------|

**説明** FM音源レジスタの複写領域に指定データを書き込むオペレーションです。BHのバンク番号には、チャンネル0~2用のレジスタに書き込む場合は0を、チャンネル3~5用のレジスタに書き込む場合は1を指定します。

|                |          |
|----------------|----------|
| サウンド           | 80 H     |
| FM 音源レジスタの読み出し | 機能コード14H |

|      |    |                  |
|------|----|------------------|
| エントリ | AH | =14H             |
|      | BH | =バンク番号(0, 1)     |
|      | DH | =レジスタアドレス(0~255) |

|      |    |                             |
|------|----|-----------------------------|
| リターン | DL | =データ                        |
|      | AL | =00H(正常終了)<br>03H(パラメータエラー) |

**説明** 「FM 音源レジスタの書き込み(機能コード13H)」で FM 音源レジスタ複写領域に書き込んだデータを読み出します。

BHのバンク番号には、チャンネル0~2用のレジスタから読み出す場合は0を、チャンネル3~5用のレジスタから読み出す場合は1を指定します。

|             |          |
|-------------|----------|
| サウンド        | 80 H     |
| タイマAコントロール1 | 機能コード15H |

|      |    |               |
|------|----|---------------|
| エントリ | AH | =15H          |
|      | BL | =スイッチ(0, 255) |
|      | CX | =カウンタ(0~1023) |

|      |    |                             |
|------|----|-----------------------------|
| リターン | AL | =00H(正常終了)<br>03H(パラメータエラー) |
|------|----|-----------------------------|

**説明** タイマAのカウント動作を制御します。

スイッチの値が0以外のときは、CXにセットされたカウント値をFM音源に設定し、カウンタをスタートさせます。スイッチの値が0のときは、タイマを停止させ、ステータスフラグをリセットします。つまり、タイマを停止するときは、スイッチを0にしてこのオペレーションを実行します。

カウント時間は0が最大で、1023が最小値です。例えば、0の場合は0からインクリメントして1023までカウントします。1023をオーバーした時点が、タイマ割り込みを生ずるタイミングとなります。

カウント値(N)と時間間隔(T)との関係は次の式で表されます。

$$T(\text{ms}) = 12 \times (1024 - N) \times 12 / 8000 (\text{KHz})$$

|             |          |
|-------------|----------|
| サウンド        | 80H      |
| タイマBコントロール1 | 機能コード16H |

|      |    |                             |
|------|----|-----------------------------|
| エントリ | AH | =16H                        |
|      | BL | =スイッチ(0, 255)               |
|      | CX | =カウンタ(0~255)                |
| リターン | AL | =00H(正常終了)<br>03H(パラメータエラー) |

### 説明

タイマBのカウンタ動作を制御します。

スイッチの値が0以外のときは、CXにセットされたカウンタ値をFM音源に設定し、カウンタをスタートさせます。スイッチが0のときは、タイマを停止させステータスフラグをリセットします。つまり、タイマを停止するときは、スイッチを0にしてこのオペレーションを実行します。

カウンタ時間は0が最大で、255が最小値です。例えば、0の場合は0からインクリメントして255までカウントします。255をオーバーした時点で、タイマ割り込みを生ずるタイミングとなります。

カウンタ値(N)と時間間隔(T)との関係は次式で表されます。

$$T(\text{ms}) = 192 \times (256 - N) \times 12 / 8000(\text{KHz})$$

|             |          |
|-------------|----------|
| サウンド        | 80H      |
| タイマAコントロール2 | 機能コード17H |

エントリ AH =17H

リターン AL =00H (正常終了)  
03H (パラメータエラー)

**説明** タイマAを、「タイマAコントロール1 (機能コード15H)」で停止させた後、再スタートさせるときに使用します。  
カウント値は「タイマAコントロール1 (機能コード15H)」の設定が引き継がれます。

|             |          |
|-------------|----------|
| サウンド        | 80H      |
| タイマBコントロール2 | 機能コード18H |

エントリ AH =18H

リターン AL =00H (正常終了)  
03H (パラメータエラー)

**説明** タイマBを、「タイマBコントロール1 (機能コード16H)」で停止させた後、再スタートさせるときに使用します。  
カウント値は「タイマBコントロール1 (機能コード16H)」の設定が引き継がれます。

|             |          |
|-------------|----------|
| サウンド        | 80H      |
| ハード LFO の設定 | 機能コード19H |

|      |    |               |
|------|----|---------------|
| エントリ | AH | =19H          |
|      | DL | =LFO 周波数(0~8) |
| リターン | AL | =00H(正常終了)    |
|      |    | 03H(パラメータエラー) |

- 説明** FM音源内のLFOの周波数を設定します。
- 設定されたLFO周波数は、FM音源内の全チャンネル(6チャンネル)に共通のものとなります。周波数に0を設定したときは、LFO停止を意味し、設定する数が大きくなるほど、周波数が高くなります。個々のチャンネル別のLFOの程度は、音色データのAMON、AMS/PMSなどによって設定します。

| DLの値    | 0  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|---------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 周波数(Hz) | 解除 | 3.98 | 5.56 | 6.02 | 6.37 | 6.88 | 9.63 | 48.1 | 72.2 |

|          |          |
|----------|----------|
| サウンド     | 80H      |
| PCMメモリ転送 | 機能コード20H |

|      |        |                       |
|------|--------|-----------------------|
| エントリ | AH     | =20H                  |
|      | DS:ESI | =転送元アドレス              |
|      | EBX    | =転送先アドレス(0000H~FFFFH) |
|      | ECX    | =転送バイト数               |
| リターン | AL     | =00H(正常終了)            |
|      |        | 03H(パラメータエラー)         |
|      |        | 05H(波形メモリ不足)          |

- 説明** ユーザーメモリ内のPCM音声データを、波形メモリに転送します。
- 転送元アドレスで指定されるユーザーメモリ上の領域から、転送先アドレスで指定される波形メモリ上の領域へ、転送バイト数で指定したバイト数だけのデータが転送されます。

ハードウェアでは、波形メモリのアクセスは、C2200000H~C2200FFFHのアドレスの4KBのメモリに対して行いますが、BIOSでは、0000HからFFFFHまでの値で指定できるようになっています。

このオペレーションでは、サウンドデータのヘッダの32バイトをBIOSの格

納領域に転送することはしないので、通常、PCM音源の発音を目的としてサウンドデータをもとに波形データの波形メモリ転送をする場合には、「サウンドの登録(機能コード22H)」を使用してください。

|               |          |
|---------------|----------|
| サウンド          | 80H      |
| 音声モードチャンネルの設定 | 機能コード21H |

|      |    |                                 |
|------|----|---------------------------------|
| エントリ | AH | =21H                            |
|      | BL | =使用チャンネル数(0~8)                  |
| リターン | AL | =00H(正常終了)<br>04H(波形メモリオーバーフロー) |

**説明** 音声モードに使用するチャンネル数を割り当てます。

BLに指定した数だけ、PCMの下方のチャンネル(71~)から音声モードに割り当てられます。初期値は0です。

音声モードでは、1チャンネルにつき8KBのメモリを使用します(4KBずつをダブルバッファとして使う)。このため使用するチャンネル数×8KBのメモリを必要とするので、すでに波形メモリ内に楽器モードのサウンドデータが登録されていてこの領域を確保できないときはオーバーフローエラーとなります。オーバーフローを起こした場合には、「サウンドの削除(機能コード23H)」を使用してサウンドデータを削除し、再度このオペレーションを実行します。

音声モードは論理的に8チャンネルまでサポートされていますが、4~5チャンネル以上を同時に鳴らすのは処理スピードの限界を超えるため、実質的には困難な動作です。

| 設定数 | 使用可能なチャンネル                     |
|-----|--------------------------------|
| 0   | なし                             |
| 1   | 71                             |
| 2   | 71, 70                         |
| 3   | 71, 70, 69                     |
| 4   | 71, 70, 69, 68                 |
| 5   | 71, 70, 69, 68, 67             |
| 6   | 71, 70, 69, 68, 67, 66         |
| 7   | 71, 70, 69, 68, 67, 66, 65     |
| 8   | 71, 70, 69, 68, 67, 66, 65, 64 |

|         |          |
|---------|----------|
| サウンド    | 80H      |
| サウンドの登録 | 機能コード22H |

**エントリ**     AH        =22H  
                  DS:ESI    =サウンドデータのアドレス

**リターン**     AL        =00H(正常終了)  
                                   03H(パラメータエラー)  
                                   05H(波形メモリ不足)  
                                   06H(サウンド内にデータ長が存在しない)

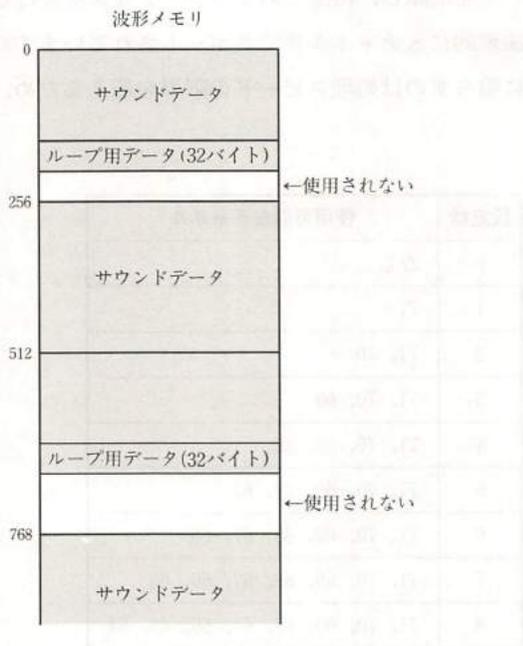
**説明**            楽器モードにおいて、サウンドデータ中の波形データを波形メモリに転送し、同時にサウンドデータの32バイトのヘッダ情報をBIOSのワーク領域に登録します。

サウンドデータの後にループ用のデータ(FFH)を32バイト付加します。サウンドデータの登録は256バイトを最小単位として行われるので、256バイト単位で余った波形メモリの部分は使用されません。

(256バイト×N)−32バイトのデータ長のサウンドデータが最も効率が高くなります。

複数のサウンドデータを登録できますが、すでに、波形メモリがいっぱいの場合にはエラーとなります。

波形メモリへのサウンドデータの登録の様式を図示します。



サウンド

80H

サウンドの削除

機能コード23H

エントリ

AH =23H

EDX =サウンド ID

リターン

AL =00H(正常終了)

09H(削除する ID が見つからない)

説明

楽器モードにおいて、波形メモリ内の波形データを削除し、BIOS の作業領域から、指定されたサウンド ID の情報を削除します。

このとき、波形メモリの空きエリアのガベージコレクションが行われます。オペレーション実行時には、データ移動が起こるため PCM 音源の発音は停止します。

なお、サウンド ID に FFFFFFFFH が指定されると、登録されているすべてのサウンドデータが消去されます。

サウンド

80H

PCM サンプリング開始

機能コード24H

エントリ

AH =24H

EDX =サンプリング周波数 (Hz)

DS:ESI =転送先アドレス

ECX =転送バイト数

BL =トリガレベル(0~127)

リターン

AL =00H(正常終了)

03H(パラメータエラー)

0CH(サンプリングを強制停止した)

説明

PCM サンプリングを開始します。サンプリング結果は、指定された転送先に格納されます。サンプリング周波数は、Hz 単位で指定します。

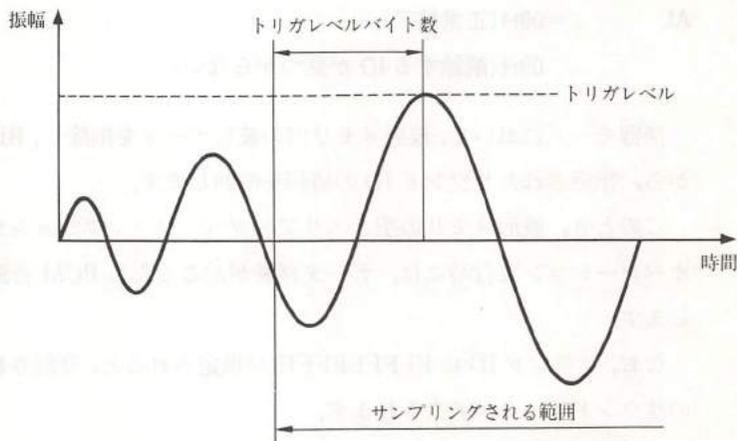
サンプリングデータが、トリガレベルを超えた時点からサンプリングを開始し、同時に開始時点より前のデータをトリガレベルバイト数分だけサンプリングデータとして加えます。録音ソースは、マイク、CD、LINE などから選択することができ、ミックスすることも可能です。

なお、サンプリングしたデータを再生させるには、先頭に32バイトのヘッダを付けてサウンドデータを作成しなければなりません。

また、録音時に処理時間のかかる割り込み処理が動作していると、データの取りこぼしが発生し、音質が著しく低下するので注意してください。

転送バイト数は、 $\text{転送バイト数} = (\text{時間} \times \text{サンプリング周波数})$ で計算し、指定します。

トリガレベルとサンプリングの範囲を図解します。



|              |          |
|--------------|----------|
| サウンド         | 80H      |
| 音声モード PCM 再生 | 機能コード25H |

|      |        |                 |
|------|--------|-----------------|
| エントリ | AH     | =25H            |
|      | BL     | =チャンネル番号(64~71) |
|      | DH     | =音程(0~127)      |
|      | DL     | =音量(1~127)      |
|      | DS:ESI | =データ領域アドレス      |

|      |    |                       |
|------|----|-----------------------|
| リターン | AL | =00H(正常終了)            |
|      |    | 01H(チャンネル番号が異常)       |
|      |    | 02H(キーON 中)           |
|      |    | 03H(パラメータエラー)         |
|      |    | 06H(サウンド内にデータ長が存在しない) |
|      |    | 07H(音声モードが使えないチャンネル)  |
|      |    | 0DH(サウンドデータのヘッダが異常)   |

**説明** 音声モードの再生を行います。  
 データは、音声モード形式で格納されていなければなりません。サンプリング周波数と音程を計算した結果が20KHzを超える場合は、20KHzで再生されます。

チャンネル番号には、PCM 音源のチャンネルのうち、「音声モードチャンネルの設定(機能コード21H)」で音声モードに設定したチャンネルの番号を指定します。

DS:ESI には、サウンドデータを格納しておきます。

|              |          |
|--------------|----------|
| サウンド         | 80H      |
| PCM サンプリング中断 | 機能コード26H |

エントリ AH =26H

リターン AL =00H (正常終了)

説明 PCM サンプリングを開始してから、サンプリングが終了するまでの間に動作を中断させたい場合に使用します。

|                |          |
|----------------|----------|
| サウンド           | 80H      |
| 音声モード PCM 再生中断 | 機能コード27H |

エントリ AH =27H  
BL =チャンネル番号(64~71)

リターン AL =00H (正常終了)  
03H (パラメータエラー)

説明 音声モードによる PCM 再生を途中で強制的に終了させます。

|                  |          |
|------------------|----------|
| サウンド             | 80H      |
| 音声モード PCM 再生状態参照 | 機能コード28H |

エントリ AH =28H  
BL =チャンネル番号(64~71)

リターン DL =演奏状態(0:停止中, 0以外:演奏中)  
AL =00H(正常終了)  
01H(チャンネル番号が異常)

説明 各チャンネルの音声モードによる演奏状態を DL に返します。

|             |  |          |
|-------------|--|----------|
| サウンド        |  | 80H      |
| PCM 音源の強制停止 |  | 機能コード29H |

|      |                              |             |
|------|------------------------------|-------------|
| エントリ | AH                           | =29H        |
| リターン | AL                           | =00H (正常終了) |
| 説明   | 8チャンネルすべてをモードに関係なく強制的に停止します。 |             |

|                  |  |          |
|------------------|--|----------|
| サウンド             |  | 80H      |
| PCM メモリ→メインメモリ転送 |  | 機能コード2AH |

|      |        |                                             |
|------|--------|---------------------------------------------|
| エントリ | AH     | =2AH                                        |
|      | EBX    | =転送元アドレス(0000H~FFFFH)                       |
|      | DS:ESI | =転送先アドレス                                    |
|      | ECX    | =転送バイト数                                     |
| リターン | AL     | =00H(正常終了)<br>03H(パラメータエラー)<br>05H(波形メモリ不足) |

**説明** 波形メモリ上のPCMデータをメインメモリに転送します。  
 この機能の使用中は、PCMの発音が停止されます。  
 また、この機能はBIOSの管理外で動作するので、使用する際には十分に注意してください。

|                   |          |
|-------------------|----------|
| サウンド              | 80H      |
| PCM メモリ→PCM メモリ転送 | 機能コード2BH |

|      |     |                       |
|------|-----|-----------------------|
| エントリ | AH  | =2BH                  |
|      | ESI | =転送元アドレス(0000H~FFFFH) |
|      | EBX | =転送先アドレス(0000H~FFFFH) |
|      | ECX | =転送バイト数               |

|      |    |               |
|------|----|---------------|
| リターン | AL | =00H(正常終了)    |
|      |    | 03H(パラメータエラー) |
|      |    | 05H(波形メモリ不足)  |

**説明** 波形メモリ上の PCM データを波形メモリに転送します。転送は 256 バイト単位で行われます。

この機能の使用中は、PCM の発音が停止されます。また、この機能は BIOS の管理外で動作するので、使用する際には十分に注意してください。

|            |          |
|------------|----------|
| サウンド       | 80H      |
| PCM メモリ転送2 | 機能コード2CH |

|      |          |                       |
|------|----------|-----------------------|
| エントリ | AH       | =2CH                  |
|      | DS : ESI | =転送元アドレス              |
|      | EBX      | =転送先アドレス(0000H~FFFFH) |
|      | ECX      | =転送バイト数               |

|      |    |               |
|------|----|---------------|
| リターン | AL | =00H(正常終了)    |
|      |    | 03H(パラメータエラー) |
|      |    | 05H(波形メモリ不足)  |

**説明** メインメモリ上の PCM データを波形メモリに転送します。「PCM メモリ転送(機能コード20H)」との相違点は、ループマーク用データ転送防止処理(0FFH→0FEHにデータを変換)が入っていない点です。また、この機能は BIOS の管理外で動作するので、使用する際には十分に注意してください。

|                 |          |
|-----------------|----------|
| サウンド            | 80H      |
| 高品位音声モード PCM 再生 | 機能コード2EH |

|      |                     |                       |
|------|---------------------|-----------------------|
| エントリ | AH                  | =2EH                  |
|      | BL                  | =チャンネル番号(64~71)       |
|      | DH                  | =音程(0~127)            |
|      | DL                  | =音量(0~127)            |
|      | DS:ESI              | =データ領域先頭アドレス          |
| リターン | AL                  | =00H(正常終了)            |
|      |                     | 01H(チャンネル番号が異常)       |
|      |                     | 02H(キーON中)            |
|      |                     | 03H(パラメータエラー)         |
|      |                     | 06H(サウンド内にデータ長が存在しない) |
|      |                     | 07H(音声モードが使えないチャンネル)  |
|      | 0DH(サウンドデータのヘッダが異常) |                       |

**説明** 音声モードによる音声出力を開始します。その際、音程、音量の指定が可能です。サンプリング周波数と音程を計算した結果が20KHzを超える場合は、20KHzで再生されます。音声を出力するためには、PCMの割り込みが起こるたびに、「音声モード割り込みエントリ(機能コード51H)」を呼ぶ必要があります。

|            |          |
|------------|----------|
| サウンド       | 80H      |
| FM音源のみの初期化 | 機能コード30H |

|      |    |            |
|------|----|------------|
| エントリ | AH | =30H       |
| リターン | AL | =00H(正常終了) |

**説明** TOWNSマウスやTOWNSパッドを動作させる場合には、FM音源LSIにアクセスして、タイマ割り込み機能を使用する必要があります。このオペレーションは、そのような場合にFM音源の初期化を行うためのもので、「ドライバの初期化(機能コード00H)」と違って16KBのワークを必要としません。このオペレーションはワークが不要です。

|                |          |
|----------------|----------|
| サウンド           | 80H      |
| FM 音源レジスタの書き込み | 機能コード31H |

|      |    |              |
|------|----|--------------|
| エントリ | AH | =31H         |
|      | BH | =バンク番号(0, 1) |
|      | DH | =レジスタ番号      |
|      | DL | =データ         |

|      |    |             |
|------|----|-------------|
| リターン | AL | =00H (正常終了) |
|------|----|-------------|

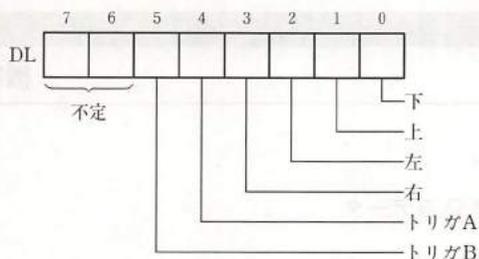
|    |                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 説明 | <p>タイマ割り込み設定の際にFM音源のレジスタに直接書き込む際に使用します。</p> <p>ステータス(割り込みフラグ)の読み出しは、「FM音源ステータス(機能コード10H)」を使用してください。</p> <p>このオペレーションはワークが不要です。</p> |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|        |          |
|--------|----------|
| サウンド   | 80H      |
| パッド入力1 | 機能コード40H |

|      |    |              |
|------|----|--------------|
| エントリ | AH | =40H         |
|      | DH | =ポート番号(0, 1) |

|      |    |             |
|------|----|-------------|
| リターン | AL | =00H (正常終了) |
|      | DL | =データ        |

|    |                                                       |
|----|-------------------------------------------------------|
| 説明 | <p>パッドポートの値(各ボタンの押下の有無)を参照します。</p> <p>DLの形式を示します。</p> |
|----|-------------------------------------------------------|



各ビットは対応するスイッチがONのときに値が0となります。

RUN ボタンが押されると、ビット3とビット2が0となり、SELECT ボタンが押されたときはビット1とビット0が、0となります。

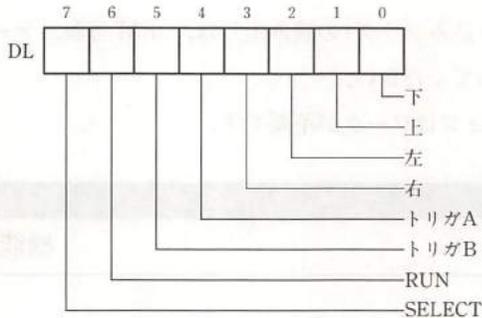
このオペレーションはワークが不要です。

|         |          |
|---------|----------|
| サウンド    | 80H      |
| パッド入力 2 | 機能コード41H |

**エントリー** AH = 41H  
DH = ポート番号(0, 1)

**リターン** AL = 00H (正常終了)  
DL = データ

**説明** パッドポートの値(各ボタンの押下の有無)を参照します。  
DLの形式を示します。



「パッド入力 1 (機能コード40H)」との違いは、ビット6がRUNボタンに、ビット7がSELECTボタンに、対応している点です。

十字方向パッドの誤動作を防止するための変換を行います。  
このオペレーションはワークが不要です。

|       |          |
|-------|----------|
| サウンド  | 80H      |
| パッド出力 | 機能コード42H |

**エントリー** AH = 42H  
BL = 書き込みデータ

**リターン** AL = 00H (正常終了)  
DH = ポート0のデータ  
DL = ポート1のデータ

**説明**

パッドポートに値を出力します。リターンは、それぞれのポートの値が DH, DL レジスタに入ります。ポートの値の形式はパッド入力のもと同じです。このオペレーションはワークが不要です。

**サウンド**

80H

**電子ボリューム設定****機能コード43H****エントリ**

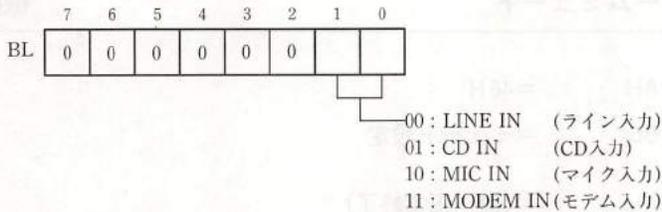
AH =43H  
 BL =ボリューム番号(0~3)  
 DH =左音量(0~127)  
 DL =右音量(0~127)

**リターン**

AL =00H(正常終了)

**説明**

電子ボリュームの音量を設定します。  
 音量を設定すると、指定したボリューム番号のミュートが解除されます。  
 ボリューム番号の値は、入力デバイスを表します。  
 BL の形式を示します。



このオペレーションはワークが不要です。

**サウンド**

80H

**電子ボリューム初期化****機能コード44H****エントリ**

AH =44H

**リターン**

AL =00H(正常終了)

**説明**

電子ボリュームを初期化します。  
 このオペレーション実行後はミュート状態となっており、音が出なくなります。

このオペレーションは、ワークが不要です。

|               |           |
|---------------|-----------|
| サウンド          | 80 H      |
| 電子ボリューム設定読み出し | 機能コード45 H |

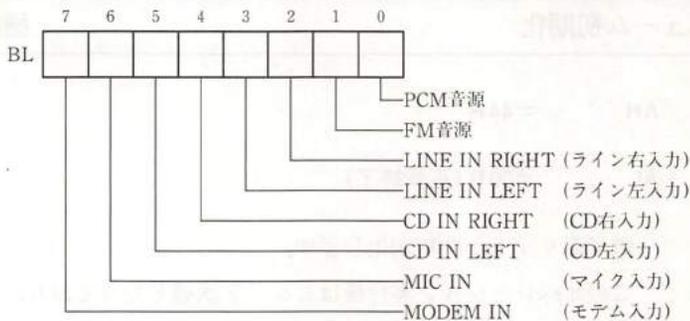
- |      |    |               |
|------|----|---------------|
| エントリ | AH | =45 H         |
|      | BL | =ボリューム番号(0~3) |
| リターン | AL | =00 H (正常終了)  |
|      | DH | =左音量(0~127)   |
|      | DL | =右音量(0~127)   |

**説明** 電子ボリュームの設定状態を DH, DL レジスタに返します。  
 設定状態を読み込むと、指定したボリューム番号のミュートが解除されます。  
 ボリューム番号の示す入力デバイスは、「電子ボリューム設定(機能コード43 H)」と同じです。  
 このオペレーションはワークが不要です。

|             |           |
|-------------|-----------|
| サウンド        | 80 H      |
| 電子ボリュームミュート | 機能コード46 H |

- |      |    |              |
|------|----|--------------|
| エントリ | AH | =46 H        |
|      | BL | =ミュート設定      |
| リターン | AL | =00 H (正常終了) |

**説明** 各電子ボリュームのミュートを設定します。  
 BL の形式を示します。



ビットが1のときはそのままの音量を維持し、0のときはミュートします。  
ただし、ボリュームの設定や読み出しのオペレーションを実行すると、PCM音源とFM音源以外のミュートは自動的に解除されてしまいます。

このオペレーションはワークが不要です。

|              |           |
|--------------|-----------|
| サウンド         | 80 H      |
| 電子ボリューム全ミュート | 機能コード49 H |

**エントリ**    AH        =49H  
                  DL        =スイッチ(00H：ミュート, FFH：ミュート解除)

**リターン**    AL        =00H(正常終了)

**説明**        すべての電子ボリュームのミュートを設定します。  
                  DLが00Hの場合にはミュートがかかり、FFHの場合はミュート解除になります。  
                  このオペレーションはワークが不要です。

|                |           |
|----------------|-----------|
| サウンド           | 80 H      |
| エンベロープ割り込みエントリ | 機能コード50 H |

**エントリ**    AH        =50H

**リターン**    なし

**説明**        PCM楽器モードで、10ms毎の割り込み処理を行うためのエントリです。

|               |          |
|---------------|----------|
| サウンド          | 80H      |
| 音声モード割り込みエントリ | 機能コード51H |

**エントリ** AH =51H

**リターン** なし

**説明** PCM 音声モードでの割り込み処理エントリです。  
音声モード割り込みが発生したら、このエントリを呼び出すようにしないと、正しく発音できません。

|          |               |
|----------|---------------|
| 機能コード51H | 音声モード割り込みエントリ |
|----------|---------------|

|          |               |
|----------|---------------|
| 機能コード80H | サウンド          |
| 機能コード51H | 音声モード割り込みエントリ |

## 6.6 サウンドBIOSの拡張機能

当初 FM TOWNS に搭載されていた PCM 音源は 8 ビットでしたが、FM TOWNS II MX などから、16 ビットステレオが可能になり、MPC (Multimedia Personal Computer) 規格に基づく、新 PCM 音源もサポートされました。この機能は CD や DAT のレベルと同等で、高音質の音楽データを処理することが可能です。新 PCM 音源では、次の属性を組み合わせることが出来ます。

|            |                                 |
|------------|---------------------------------|
| サンプリング周波数  | 11.025kHz, 22.050kHz, 44.100kHz |
| サンプリングビット数 | 8 ビット, 16 ビット                   |
| 種別         | モノラル, ステレオ                      |

このうちサンプリング周波数は MPC の推奨値で、規格上は任意の値がとれますが、互換性を考慮して固定値が選ばれています。

この形式のデータを収容するファイルは、マイクロソフト・ウェーブ・フォーム・データ形式 (以下「WAVE フォーマット」という) で、拡張子は“.WAV”です。

### 6.6.1 リングバッファの働きとオーバーラン、アンダーラン

今回の拡張機能では、長時間の録音/再生に対応するため、リングバッファを使用しています。

リングバッファは、バッファの先端と終端が文字どおりリング状につながっているメモリで、終端まで来るとそのまま先端に接続して運用されます。したがって、その堺目でのとぎれがなく、あたかもリングのように連続してデータを扱うことができます。

しかし、たとえば録音 (サンプリング) のとき、リングバッファ状のデータが一周して、アプリケーション側に渡らないうちにオーバーライトしなければならない状態になると、以前のデータは消えてしまいます。そして、もしそのままサンプリングを続けてもデータの連続性は断られているので、システムはエラー発生とみなして処理を中止します。このような現象を「オーバーラン」といいます。

一方、再生の場合は、アプリケーション側から来たデータがリングバッファに渡されて、それをシステムが音声に変換します。もし、アプリケーションのデータが残っているのに、リングバッファのデータが再生され尽くした場合は、同様に再生の中断が起こります。これが「アンダーラン」です。

## 6.6.2 リングバッファ管理テーブルとリングバッファの容量

リングバッファのメモリ区域は1個当たり4,096バイトで、最低2個必要ですが、最大個数はメモリが許す限り使用することができます。複数のリングバッファは、0番から順番に使用され、ひとつのバッファの終端まで来たら次のバッファに移ります。分割されてはいますが、実質的には一連のものとみなすことができ、最後の番号のバッファの終端は0番のバッファの先端に接続されています。すなわち、結果的にひとつのリングを形成していることになります。

そして、これらはリングバッファ管理テーブル（表II-6-11）により管理されています。

表中のリングバッファ総数 (n) は、使用するリングバッファの個数を定義します。

アプリケーション用バッファ位置 (0~n-1) は、録音時に取り出すデータが入っているリングバッファの番号を指します。また、再生時は、再生データを転送すべきリングバッファの番号を意味します。

システム用処理バッファ位置 (0~n-1) は、システムが処理中（録音中または再生中）のリングバッファの番号を表します。

バッファアドレスは、リングバッファの番号に対応した実際の前頭アドレスが入ります。

システムリザーブの部分は、システムが使用している領域で、アプリケーションには開放されていません。

リングバッファ管理テーブルを作成するには、リングバッファ総数のみ定義しておいて、後述の「リングバッファ管理テーブル作成（機能コード6BH）」を使えば、内容値が自動設定されます。

なお、個別のバッファの大きさは4,096バイトですが、全体の容量は

$$4096 \times (\text{リングバッファ総数} + 1)$$

だけ用意します。これは、個別のバッファが確実にページ境界に割り当てられるようにするためです。

▼表 II-6-11 リングバッファ管理テーブルの構造

| サイズ | 内 容 |                           |
|-----|-----|---------------------------|
| 0   | 4   | リングバッファ総数 (n)             |
| 4   | 4   | アプリケーション用処理バッファ位置 (0~n-1) |
| 8   | 4   | システム用処理バッファ位置 (0~n-1)     |
| 12  | 4   | 0番目バッファアドレス               |
| 16  | 8   | システムリザーブ                  |
| 24  | 4   | 1番目バッファアドレス               |
| 28  | 8   | システムリザーブ                  |
| ≡   | ≡   |                           |
|     | 4   | n-1番目バッファアドレス             |
|     | 8   | システムリザーブ                  |

### 6.6.3 8ビットのみのサポート時の制約事項

PCM 音源で8ビットのみがサポートされている状態（「録音／再生機能サポート状況の取得（機能コード 67H）」で参照した内容が16ビットPCMなしの場合）では、新PCM音源が使われず、旧PCM音源により動作します。

このため、サウンド BIOS とその拡張機能が重複して作用するケース、例えば再生音量のミュートなどでは、相互に影響し、最後に実行されたほうの結果が残ります。

ハードウェアは新PCM音源を使用しないため、録音時はモノラルしかサポートされず、録音時の処理関数も実行できません。また、録音の即時復帰はできず、すべて完了復帰となります。

録音時間は、「録音前準備（機能コード 70H）」で録音データ格納アドレスの指定があったときは、「録音開始（機能コード 71H）」のサンプリングデータ長で指定されたサイズを埋めるまでとなりますが、格納アドレスがないときは、リングバッファの総容量を埋めた時点で打ち切られます。

再生に当たっては、左右に振り分けする方法でのステレオ対応ができます。再生時の各モードで、旧PCM音源が持っているチャンネルは、次のように占有されます。

|           |     |
|-----------|-----|
| 8ビットモノラル  | 1ch |
| 8ビットステレオ  | 2ch |
| 16ビットモノラル | 2ch |
| 16ビットステレオ | 4ch |

また、16ビットWAVEファイルを再生すると、設定音量に対し実際の音量は8段階になります。

## 6.6.4 サウンド BIOS 拡張機能一覧

サウンド BIOS 拡張機能の一覧を、表 II-6-12 に示します。

▼表 II-6-12 サウンド BIOS 拡張機能一覧

| 機能名称                              | 機能コード |
|-----------------------------------|-------|
| 拡張機能の初期化                          | 60H   |
| 拡張機能の終了                           | 61H   |
| 録音/再生状態の初期化                       | 63H   |
| 再生音量のミュート                         | 64H   |
| 再生音量の設定                           | 65H   |
| 再生音量の取得                           | 66H   |
| 録音/再生機能サポート状況の取得                  | 67H   |
| 録音/再生状態の取得                        | 68H   |
| WAVE ファイルの情報の設定                   | 69H   |
| WAVE ファイルの情報の取得                   | 6AH   |
| リングバッファ管理テーブル作成                   | 6BH   |
| リングバッファ管理テーブルおよびリングバッファアドレスの取得/設定 | 6CH   |
| 録音前準備                             | 70H   |
| 録音開始                              | 71H   |
| 録音強制終了                            | 72H   |
| 録音データ格納アドレスの取得                    | 73H   |
| 再生前準備                             | 78H   |
| 再生開始                              | 79H   |
| 再生強制終了                            | 7AH   |
| 再生データアドレスの取得                      | 7BH   |

## 6.6.5 エラーコード一覧

サウンド BIOS 拡張機能のエラーコードの一覧を、表 II-6-13 に示します。

▼表 II-6-13 エラーコード一覧

| コード | 意味                 |
|-----|--------------------|
| 0   | 正常終了               |
| 20  | 動作環境不備             |
| 21  | パラメータエラー           |
| 22  | WAVE フォーマットのデータでない |
| 23  | 情報不足               |
| 24  | リングバッファ総数が 1 以下    |
| 25  | リングバッファ領域が適当でない    |
| 26  | 録音強制終了             |
| 27  | すでに初期化済            |
| 28  | リングバッファ管理テーブルが未作成  |
| 29  | 現在録音または再生中         |

エラーコードはすべて 10 進値です。

## 6.7 サウンドBIOS拡張機能リファレンス

サウンド BIOS の拡張機能について、個別に説明します。

|          |           |
|----------|-----------|
| サウンド     | 80H       |
| 拡張機能の初期化 | 機能コード 60H |

エントリ AH =60H

リターン EAX =0 (正常終了時)

説明 サウンド BIOS 拡張部分のハードウェアとソフトウェアの初期化を行うオペレーションで、拡張機能を使用するとき、事前に実行します。あくまで拡張部分のためのものなので、このオペレーション以前に、サウンド BIOS そのものの「ドライバの初期化 (機能コード 00H)」がなされていなければなりません。この機能が呼ばれると、次の処理が行われます。

- ・ 拡張機能用の作業エリアの初期化
- ・ 拡張機能用のハードウェアの初期化
- ・ 再生音量を 0 に設定

|         |           |
|---------|-----------|
| サウンド    | 80H       |
| 拡張機能の終了 | 機能コード 61H |

エントリ AH =61H

リターン EAX =0 (正常終了時)

説明 サウンド BIOS 拡張部分のハードウェアとソフトウェアの終了処理を行うオペレーションです。拡張機能を使い終えたときに実行します。

もし、プログラムでサウンド BIOS 全体の終了処理を行うときは、先にこのオペレーションが実行されていなければなりません。C 言語で、サウンドライブラリの終了関数 (SND.end) を呼ぶ場合も同じです。

|             |           |
|-------------|-----------|
| サウンド        | 80H       |
| 録音／再生状態の初期化 | 機能コード 63H |

|      |     |            |
|------|-----|------------|
| エントリ | AH  | =63H       |
| リターン | EAX | =0 (正常終了時) |

**説明** WAVE データの録音／再生状態の初期化を行うオペレーションです。WAVE データの処理から SND データの処理 (例えば、「PCM サンプリング開始 (機能コード 24H)」など) に移るとき、事前にこのオペレーションを実行します。実行後、再生音量が 0 となります。

|           |           |
|-----------|-----------|
| サウンド      | 80H       |
| 再生音量のミュート | 機能コード 64H |

|      |     |                                                  |
|------|-----|--------------------------------------------------|
| エントリ | AH  | =64H                                             |
|      | AL  | =ミュートモード<br>(0:ミュート解除, 1:ミュート設定, 2:ミュート状態取得)     |
| リターン | EAX | =0 (正常終了時)                                       |
|      | BL  | =ミュート状態 (CL = 2 のときのみ有効)<br>0:ミュート解除中<br>1:ミュート中 |

**説明** WAVE データの再生音量のミュート制御およびミュートの状態を参照するためのオペレーションです。戻り値の BL は、ミュート状態取得のときだけ有効で、その他のときは意味を持ちません。

|         |           |
|---------|-----------|
| サウンド    | 80H       |
| 再生音量の設定 | 機能コード 65H |

|       |    |              |
|-------|----|--------------|
| エントリー | AH | =65H         |
|       | BL | =左音量 (0~127) |
|       | BH | =右音量 (0~127) |

|      |     |            |
|------|-----|------------|
| リターン | EAX | =0 (正常終了時) |
|------|-----|------------|

**説明** WAVE データの左右の再生音量を設定します。もし、ミュート中の場合でも、この設定が優先され、ミュートが解除されます。

|         |           |
|---------|-----------|
| サウンド    | 80H       |
| 再生音量の取得 | 機能コード 66H |

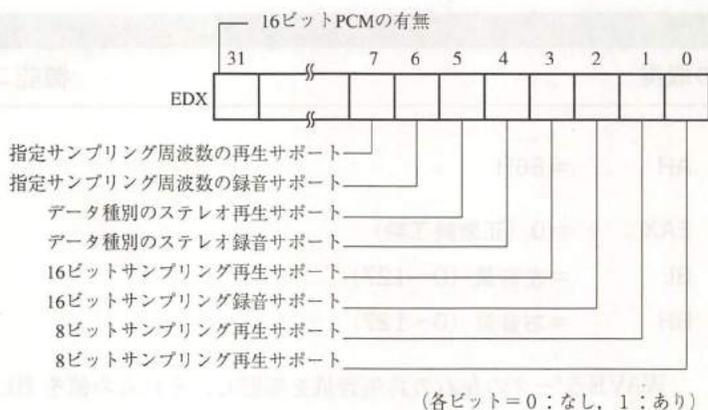
|       |     |              |
|-------|-----|--------------|
| エントリー | AH  | =66H         |
|       | EAX | =0 (正常終了時)   |
|       | BL  | =左音量 (0~127) |
| リターン  | BH  | =右音量 (0~127) |

**説明** WAVE データの左右の再生音量を参照し、それらの値を BL と BH に収容します。

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| サウンド              | 80H       |
| 録音／再生機能のサポート状況の取得 | 機能コード 67H |

|      |                     |
|------|---------------------|
| エントリ | AH = 67H            |
|      | EDX = 指定サンプリング周波数   |
| リターン | EAX = 0 (正常終了時)     |
|      | EDX = 録音／再生機能サポート状況 |

**説明** 現在の動作環境でサポートされている機能について、指定されたサンプリング周波数における状態を参照し、EDX に収容します。EDX の内容は、次のようになっています。



サウンド

80H

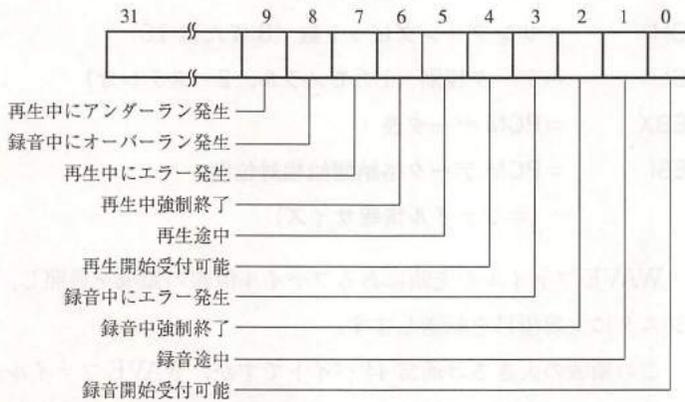
録音／再生状態の取得

機能コード 68H

エントリ AH =68H

リターン EAX =0 (正常終了時)  
EDX =録音／再生状態

説明 現在の録音／再生の状態を参照し、EDX に収容します。EDX の内容は、次のようになっています。



オーバーランとアンダーランについては、6.6.1の説明を参照してください。

サウンド

80H

WAVE ファイルの情報の設定

機能コード 69H

エントリ AH =69H

ES : EDI =WAVE ファイルの情報を格納するバッファアドレス  
EDX =サンプリング周波数 (Hz)  
CH =サンプリングビット数 (8 または 16)  
CL =データ種別 (1 : モノラル, 2 : ステレオ)  
EBX =PCM データ長

リターン EAX =0 (正常終了時)  
EDX =PCM データ格納開始相対位置

説明 WAVE ファイルの先頭には、44 バイトのファイル情報の領域が必要です。そして、その領域の内容値は、ここで述べるオペレーションで設定できます。

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| サウンド            | 80H       |
| WAVE ファイルの情報の取得 | 機能コード 6AH |

|      |        |                                                |
|------|--------|------------------------------------------------|
| エントリ | AH     | =6AH                                           |
|      | ES:EDI | =WAVE ファイルの情報が格納されているバッファアドレス                  |
|      | ECX    | =バッファサイズ (通常 44)                               |
| リターン | EAX    | =0 (正常終了時)<br>23 (エラー: ファイル情報サイズがバッファサイズより大きい) |
|      | EDX    | =サンプリング周波数 (Hz)                                |
|      | CH     | =サンプリングビット数 (8 または 16)                         |
|      | CL     | =データ種別 (1:モノラル, 2:ステレオ)                        |
|      | EBX    | =PCM データ長                                      |
|      | ESI    | =PCM データ格納開始相対位置<br>(=ファイル情報サイズ)               |

- 説明** WAVE ファイルの先頭にあるファイル情報の領域を参照し、EDX などのレジスタに主要項目を転送します。
- この領域の大きさは通常 44 バイトですが、WAVE ファイルを作成したアプリケーションによっては、もっと大きな場合があります。その場合はエラーが発生します。そのような WAVE ファイルを読むときは、バッファサイズを大きくとらなければなりません。
- または、あらかじめバッファサイズを大きめにとっておき、このオペレーションを実行して、ESI の値を実際のファイル情報サイズとして利用する方法もあります。この場合、その領域に続いて PCM データが格納されているので、ESI の値は同時に格納開始相対アドレスをも意味しています。

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| サウンド            | 80H       |
| リングバッファ管理テーブル作成 | 機能コード 6BH |

**エントリ**     AH        =6BH  
 DS : ESI    =リングバッファ領域アドレス  
 ES : EDI    =リングバッファ管理テーブルアドレス

**リターン**     EAX        =0 (正常終了時)

**説明**        WAVE データの録音/再生に使われるリングバッファと、それを管理するテーブルとを連結するためのオペレーションです。管理テーブルの先頭にはリングバッファの総数を入れておき、このオペレーションを実行すると、リングバッファを 4KB (4,096 バイト) 単位で区切り、個別の区域のアドレスをテーブル内のバッファアドレスに転送して関係づけが行われます。

リングバッファ管理テーブルは、リングバッファ区域数を  $n$  とすると、

$$12 + 12 \times n \text{ [バイト]}$$

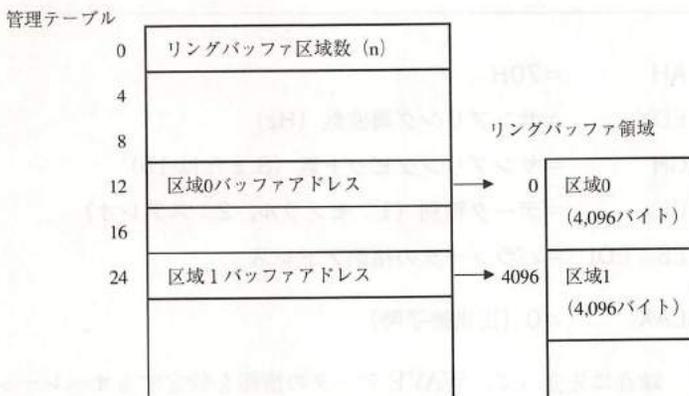
だけの大きさが必要です。

また、リングバッファの大きさは、すべてを確実にページ境界に割り付けするため、区域 0 を境界にシフトする目的のダミー 1 個分を加えて

$$4,096 \times (n + 1) \text{ [バイト]}$$

だけ用意します。ここでいう“ページ”は、アドレス下位が 000H で始まる 4,096 単位の領域です。

以上の関係を図示すると、次のようになります。



|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| サウンド                                        | 80H |
| リングバッファ管理テーブルおよびリングバッファアドレスの取得/設定 機能コード 6CH |     |

|      |        |                      |
|------|--------|----------------------|
| エントリ | AH     | =6CH                 |
|      | BL     | =処理モード (0:取得, 1:設定)  |
|      |        | (以下, BL = 1 の場合のみ有効) |
|      | DS:ESI | =リングバッファ領域アドレス       |
|      | ES:EDI | =リングバッファ管理テーブルアドレス   |

|      |        |                      |
|------|--------|----------------------|
| リターン | EAX    | =0 (正常終了時)           |
|      |        | (以下, BL = 0 の場合のみ有効) |
|      | DS:ESI | =リングバッファ領域アドレス       |
|      | ES:EDI | =リングバッファ管理テーブルアドレス   |

|    |                                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 説明 | <p>リングバッファと、リングバッファ管理テーブルのアドレスを設定 (BIOS に知らせる)、または既設定値を参照するオペレーションです。</p> <p>ただし、録音/再生実行中は、リングバッファが使用中のため、このオペレーションを実行するとエラーになります。</p> <p>参照したアドレスは BIOS 内部で管理されているものであり、場合によっては設定値と異なることがあるので注意が必要です。</p> |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|       |           |
|-------|-----------|
| サウンド  | 80H       |
| 録音前準備 | 機能コード 70H |

|      |        |                         |
|------|--------|-------------------------|
| エントリ | AH     | =70H                    |
|      | EDX    | =サンプリング周波数 (Hz)         |
|      | CH     | =サンプリングビット数 (8 または 16)  |
|      | CL     | =データ種別 (1:モノラル, 2:ステレオ) |
|      | ES:EDI | =パラメータの格納アドレス           |

|      |     |            |
|------|-----|------------|
| リターン | EAX | =0 (正常終了時) |
|------|-----|------------|

|    |                                                                                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 説明 | <p>録音に先立って、WAVE データの情報を設定するオペレーションです。</p> <p>パラメータにより、録音データの格納アドレスを設定した場合、システムが</p> |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|

リングバッファを参照して書き込みます。

また、録音処理と同期して呼び出される関数（サブルーチン）の指定があるときは、一定間隔でそれが実行されます。ただし、関数の処理時間が長いと、録音が途切れたり、停止することがあるので注意が必要です。

[パラメータ]

(ES : EDI)

|    |    |                       |
|----|----|-----------------------|
| 0  | DW | 録音データ格納アドレスのオフセット*1   |
| 4  | DW | 録音データ格納アドレスのセクタ       |
| 8  | DW | 録音処理と同期して行う関数のオフセット*1 |
| 12 | DW | 録音処理と同期して行う関数のセクタ     |
| 16 | DW | 処理関数用ローカルスタックのオフセット*2 |
| 20 | DW | 処理関数用ローカルスタックのセクタ     |
| 24 | DW | 処理関数実行時に設定される DS      |
| 28 | DW | 処理関数実行時に設定される ES      |
| 32 | DW | 処理関数実行時に設定される FS      |
| 36 | DW | 処理関数実行時に設定される GS      |

\*1 : 該当項目を使用しないときは、0 を設定。

\*2 : 処理関数を使用するときは、スタック領域の底のオフセットを設定。

[処理関数の呼び出し間隔例]

| サンプリング<br>周波数 | 8 ビット   |         | 16 ビット  |        |
|---------------|---------|---------|---------|--------|
|               | モノラル    | ステレオ    | モノラル    | ステレオ   |
| 11.025kHz     | 約 371ms | 約 185ms | 約 185ms | 約 92ms |
| 22.050kHz     | 約 185ms | 約 92ms  | 約 92ms  | 約 46ms |
| 44.100kHz     | 約 92ms  | 約 46ms  | 約 46ms  | 約 23ms |

|      |           |
|------|-----------|
| サウンド | 80H       |
| 録音開始 | 機能コード 71H |

|      |     |                                                               |
|------|-----|---------------------------------------------------------------|
| エントリ | AH  | =71H                                                          |
|      | BH  | =録音モード (1: 指定されたデータ長まで録音 (完了復帰),<br>2: 強制終了 (72H) で終了 (即時復帰)) |
|      | BL  | =トリガレベル (0~127)                                               |
|      | ECX | =サンプリングデータ長                                                   |
| リターン | EAX | =0 (正常終了時)                                                    |

**説明** WAVE データの録音開始オペレーションです。

完了復帰の場合、録音位置がサンプリングデータ長に達した段階で終了します。このため、このオペレーションを開始すると、完了するまでオペレーションの処理を継続します。

強制終了で終了させる場合は、録音は「録音強制終了 (機能コード 72H)」を実行した時点で終了します。したがって、72H を実行するためにはこのオペレーションを抜けていなければならないので、「録音開始 (機能コード 71H)」とともに、ただちに復帰します (即時復帰)。

録音ソースは、サウンド BIOS を使用して選択でき、マイク、CD、LINE-IN などが使えます。ミュートを解除して電子ボリュームを利用し、ミキシングした音をサンプルすることもできます。

注意しなければならないのは、再生音量が設定されていると信号の回り込みが起き、ハウリングの原因となるので、事前に再生音量をゼロにするか、ミュートするかのいずれかに設定することが必要です。

録音は、サンプリングデータの絶対値が指定トリガレベルを超えた時点から開始されます。トリガレベルの設定は 8 ビットなので、16 ビットサンプリングの場合は、サンプリングデータ絶対値の上位 8 ビットと比較が行われます。

録音動作に入ると、PCM データをリングバッファに格納し、同時にシステムのパッファ位置カウンタを更新します。完了復帰の場合は、この値がサンプリングデータ長と等しくなると終了します。また、「録音前準備 (機能コード 70H)」で録音データのアドレスを指定した場合は、アプリケーション用処理バッファ位置の更新もシステムが行います。

|        |           |
|--------|-----------|
| サウンド   | 80H       |
| 録音強制終了 | 機能コード 72H |

エントリ AH =72H

リターン EAX =0 (正常終了時)

**説明** WAVE データの録音を終了させるオペレーションです。基本的には「録音開始 (機能コード 71H)」オペレーションで即時復帰を指定した場合の終了動作のために使われます。

完了復帰の場合は、録音終了まで「録音開始 (機能コード 71H)」が続行するので、そのままでは強制終了させることができません。どうしても強制終了させたいときは、割り込み処理の中でこのオペレーションを実行する方法があります。

|                |           |
|----------------|-----------|
| サウンド           | 80H       |
| 録音データ格納アドレスの取得 | 機能コード 73H |

エントリ AH =73H

リターン EAX =0 (正常終了時)

ES : EDI =録音データアドレス

**説明** 「録音前準備 (機能コード 70H)」で録音データ格納アドレスを指定した場合、このオペレーションで ES (セクタ) と EDI (オフセット) に録音データアドレスを取得することができます。

その他の場合も、このオペレーションは一応正常終了しますが、録音データアドレスの値は無意味です。

|       |           |
|-------|-----------|
| サウンド  | 80H       |
| 再生前準備 | 機能コード 78H |

エントリ AH =78H

EDX =サンプリング周波数 (Hz)

CH =サンプリングビット数 (8 または 16)

CL =データ種別 (1 : モノラル, 2 : ステレオ)

ES : EDI =パラメータの格納アドレス

リターン EAX =0 (正常終了時)

## 説明

再生に先立って、WAVE データの情報を設定するオペレーションです。  
パラメータにより、再生データの先頭アドレスを設定した場合、システムが  
リングバッファを参照して読み出します。

また、再生処理と同期して呼び出される関数 (サブルーチン) の指定がある  
ときは、一定間隔でそれが実行されます。ただし、関数の処理時間が長いと、再  
生が途切れたり、停止したりすることがあるので注意が必要です。

## 〔パラメータ〕

(ES: EDI)

|    |    |                       |
|----|----|-----------------------|
| 0  | DW | 再生データ先頭アドレスのオフセット*1   |
| 4  | DW | 再生データ先頭アドレスのセレクト      |
| 8  | DW | 再生処理と同期して行う関数のオフセット*1 |
| 12 | DW | 再生処理と同期して行う関数のセレクト    |
| 16 | DW | 処理関数用ローカルスタックのオフセット*2 |
| 20 | DW | 処理関数用ローカルスタックのセレクト    |
| 24 | DW | 処理関数実行時に設定される DS      |
| 28 | DW | 処理関数実行時に設定される ES      |
| 32 | DW | 処理関数実行時に設定される FS      |
| 36 | DW | 処理関数実行時に設定される GS      |

\*1: 該当項目を使用しないときは、0 を設定。

\*2: 処理関数を使用するときは、スタック領域の  
底のオフセットを設定。

## 〔処理関数の呼び出し間隔例〕

| サンプリング<br>周波数 | 8 ビット   |         | 16 ビット  |        |
|---------------|---------|---------|---------|--------|
|               | モノラル    | ステレオ    | モノラル    | ステレオ   |
| 11.025kHz     | 約 371ms | 約 185ms | 約 185ms | 約 92ms |
| 22.050kHz     | 約 185ms | 約 92ms  | 約 92ms  | 約 46ms |
| 44.100kHz     | 約 92ms  | 約 46ms  | 約 46ms  | 約 23ms |

|      |           |
|------|-----------|
| サウンド | 80H       |
| 再生開始 | 機能コード 79H |

**エントリー**    AH        =79H  
                   ECX        =サンプリングデータ長

**リターン**     EAX        =0 (正常終了時)

**説明**            WAVE データの再生開始オペレーションです。

録音の場合は復帰タイミングが2種類ありますが、再生に関しては即時復帰のみで、再生開始と同時にこのオペレーションから戻ります。そして、あとはユーザープログラムと並行して再生処理が続行します。

再生動作に入ると、リングバッファに収容されている PCM データを読み出し、同時にシステムのバッファ位置カウンタを更新します。そして、この値がサンプリングデータ長と等しくなると再生を終了します。また、「再生前準備 (機能コード 78H)」で再生データのアドレスを指定した場合は、アプリケーション用処理バッファ位置の更新もシステムが行います。

|        |           |
|--------|-----------|
| サウンド   | 80H       |
| 再生強制終了 | 機能コード 7AH |

**エントリー**    AH        =7AH

**リターン**     EAX        =0 (正常終了時)

**説明**            WAVE データの再生を強制終了させるオペレーションです。

完了復帰の場合は、録音終了まで「録音開始 (機能コード 71H)」オペレーションが続行するので、そのままでは強制終了させることができません。どうしても強制終了させたいときは、割り込み処理の中でこのオペレーションを実行する方法があります。

|              |           |
|--------------|-----------|
| サウンド         | 80H       |
| 再生データアドレスの取得 | 機能コード 7BH |

エントリ AH = 7BH

リターン EAX = 0 (正常終了時)  
ES:EDI = 再生データアドレス

説明 「再生前準備 (機能コード 78H)」で再生データアドレスを指定した場合、このオペレーションで ES (セレクト) と EDI (オフセット) に再生データアドレスを取得することができます。  
その他の場合も、このオペレーションは一応正常終了しますが、録音データアドレスの値は無意味です。

# 第 7 章

## CD-ROM BIOS

FM TOWNS の CD-ROM BIOS は、FMR シリーズ用に開発された BIOS に FM TOWNS 独自の機能を付け加えたものです。

この章では、この CD-ROM BIOS について解説します。

### 7.1 CD-ROM BIOS 一覧

CD-ROM BIOS は FMR シリーズと共通のリアル BIOS であり、ディスク BIOS と同じ INT 93H で呼び出します。

なお、CD と CD-ROM はハード的には同一のメディアであり、ドライブ装置も同一です。したがって以下の説明では、CD と CD-ROM の総称として“CD”を使用し、ドライブ装置を CD ドライブと呼ぶことにします。

CD-ROM BIOS は次のように 5 種類に分類できます。

#### 1. ドライブ状態の設定／参照

CD のセクタ長 (2048/2336/2340 の 3 種類) を調べたり、CD ドライブの設定をセクタ長に合わせます。

#### 2. シーク

CD の最内周 (トラック 0) への移動であるリストア、論理セクタ番号および、時間指定による任意の位置へのシークを行います。

#### 3. データの読み取り

論理セクタ、または時間指定でデータを読み取り、メモリに転送します。1MB を越えるアドレスへデータ転送を行う場合には、拡張オペレーションを使用します。拡張オペレーションでは、0～4GB の範囲が転送可能です。

## 4. 演奏

演奏に関係するものとして、音楽演奏スタート、一時停止、一時停止解除、音楽演奏ストップ、リピート動作などがあります。

## 5. 演奏情報読み出し

CDの詳細な情報や演奏状態などを知ることができます。

表II-7-1に、CD-ROM BIOS一覧を示します。

▼表II-7-1 CD-ROM BIOS一覧

| 機能名称                            | 機能コード |
|---------------------------------|-------|
| ドライブモードの設定                      | 00H   |
| ドライブモードの読み取り                    | 01H   |
| ドライブステータス情報の読み取り                | 02H   |
| シリンダ0へのシーク                      | 03H   |
| 指定位置へのシーク(論理セクタ指定)              | 04H   |
| データの読み取り(論理セクタ指定)               | 05H   |
| データの読み取り(論理セクタ指定)〈拡張〉           | 05H   |
| 指定位置へのシーク(時間指定)                 | 14H   |
| データの読み取り(時間指定)                  | 15H   |
| データの読み取り(時間指定)〈拡張〉              | 15H   |
| 音楽演奏スタート                        | 50H   |
| 音楽演奏スタート<br>(リピート機能)〈拡張〉        | 50H   |
| 音楽演奏スタート<br>(回数指定のあるリピート機能)〈拡張〉 | 50H   |
| 音楽演奏情報の読み取り                     | 51H   |
| 音楽演奏ストップ                        | 52H   |
| CDドライブ停止時間の設定〈拡張〉               | 52H   |
| 音楽演奏状態の読み取り                     | 53H   |
| CD情報の読み取り                       | 54H   |
| 音楽演奏一時停止                        | 55H   |
| 音楽演奏一時停止解除                      | 56H   |

## 7.2 CD-ROM BIOS オペレーションの共通事項

ここでは、CD-ROM BIOS の各オペレーションに共通する事項について解説します。

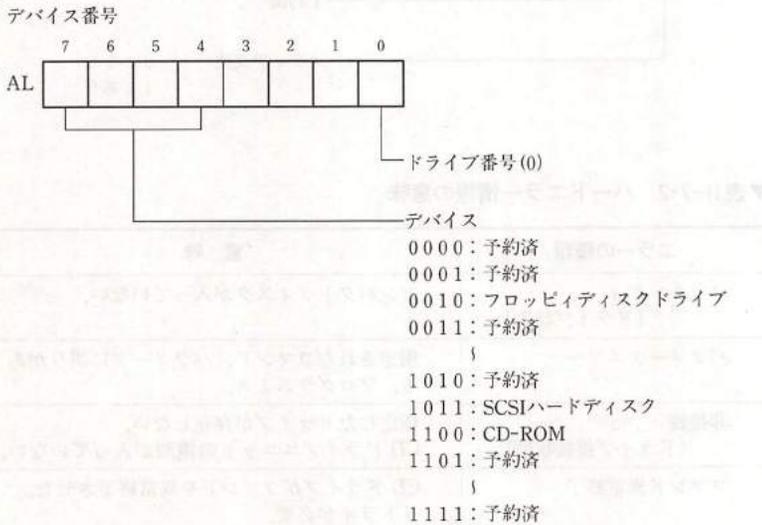
### ●デバイス番号

CD-ROM BIOS は、各種のデバイスに対応するように作られており、BIOS をコールする場合には、AL レジスタにデバイス番号を指定します。

図II-7-1に AL の形式を示します。

この図のように、CD-ROM BIOS では C0H を指定します。

▼図II-7-1 デバイス番号の形式



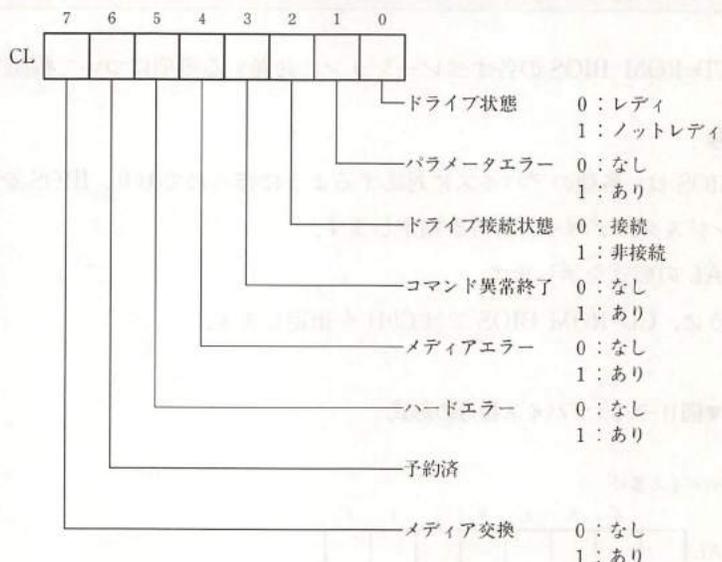
### ●ハードエラー情報

CD-ROM BIOS のすべてのオペレーションで、ハードエラーが発生する可能性があります。ハードエラーが発生すると、リターンの AH が80Hとなり、CX にその詳細情報が返されます。

図II-7-2に CX (CL) の形式を示します。各エラーの意味は表II-7-2に示します。

なお、エラー発生時、BIOS ではリトライを行いません。

▼図II-7-2 ハードエラー情報の形式



▼表II-7-2 ハードエラー情報の意味

| エラーの種類             | 意味                                                                   |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------|
| ノットレディ<br>(ドライブ状態) | コンパクトディスクが入っていない。                                                    |
| パラメータエラー           | 指定されたコマンド、パラメータに誤りがある。プログラムミス。                                       |
| 非接続<br>(ドライブ接続状態)  | 指定したドライブが存在しない。<br>CDドライブユニットの電源が入っていない。                             |
| コマンド異常終了           | CDドライブがコマンドを異常終了させた。<br>リトライが必要。                                     |
| メディアエラー            | メディアがキズなどによりアクセスできない。<br>オーディオトラックをROMリードした。<br>ROMトラックをオーディオアクセスした。 |
| ハードエラー             | コマンド実行中、ハード的にエラーが発生し、<br>アクセスが中断された。<br>自己診断異常。                      |
| メディア交換             | CDが交換された。                                                            |

## 7.3 CD-ROM BIOS リファレンス

CD-ROM BIOS について個別に詳しく解説します。

CD-ROM

INT 93H

ドライブモードの設定

機能コード00H

### エントリー

AH = 00H

AL = デバイス番号(C0H)

CH = 00H

DL = ドライブモード

### リターン

AH = 00H (正常終了)

02H (デバイス番号エラー)

80H (ハードエラー)

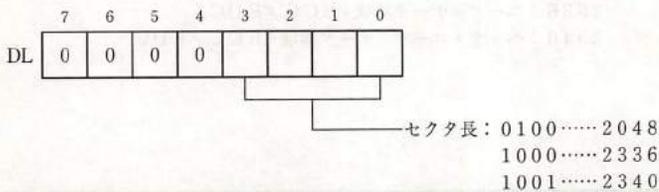
CX = エラー情報(AH が80Hの場合)

### 説明

CD のセクタ長を設定します。

システム起動時にセクタ長は2048バイトに設定されていますが、それを変更する場合に使用します。DL にセクタ長を指定します。

DL の形式を示します。



セクタ長

2048: ユーザーデータ領域のみ(物理セクタ長と同じ)

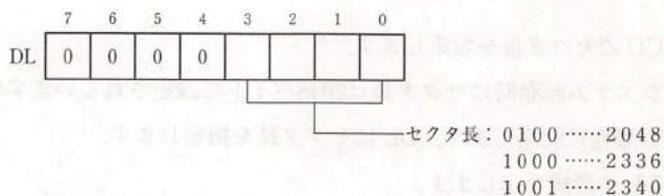
2336: ユーザーデータ領域+ECC/E DC

2340: ヘッド+ユーザーデータ領域+ECC/E DC

|              |          |
|--------------|----------|
| CD-ROM       | INT 93H  |
| ドライブモードの読み取り | 機能コード01H |

|       |    |                                                |
|-------|----|------------------------------------------------|
| エントリー | AH | =01H                                           |
|       | AL | =デバイス番号(C0H)                                   |
|       | CH | =00H                                           |
| リターン  | AH | =00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号エラー)<br>80H (ハードエラー) |
|       | DL | =ドライブモード                                       |
|       | CX | =エラー情報(AHが80Hの場合)                              |

**説明** CDのセクタ長を読み出します。  
DLに「ドライブモードの設定(機能コード00H)」で設定したセクタ長が返されます。  
DLの形式を示します。



セクタ長

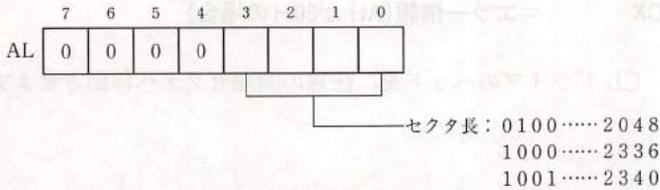
- 2048: ユーザーデータ領域のみ(物理セクタ長と同じ)
- 2336: ユーザーデータ領域+ECC/EDC
- 2340: ヘッダ+ユーザーデータ領域+ECC/EDC

|                  |          |
|------------------|----------|
| CD-ROM           | INT 93H  |
| ドライブステータス情報の読み取り | 機能コード02H |

|       |    |              |
|-------|----|--------------|
| エントリー | AH | =02H         |
|       | AL | =デバイス番号(C0H) |
|       | CH | =00H         |

|      |                    |                                                |
|------|--------------------|------------------------------------------------|
| リターン | AH                 | =00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号エラー)<br>80H (ハードエラー) |
|      | AL                 | =ドライブモード                                       |
|      | BH                 | =00H                                           |
|      | BL                 | =最大論理セクタ数(上位バイト)                               |
|      | DX                 | =最大論理セクタ数(下位バイト)                               |
| CX   | =エラー情報(AH が80Hの場合) |                                                |

**説明** 現在セットされている CD のセクタ数とセクタ長を得ます。  
AL にセクタ長が返されます。  
AL の形式を示します。



BL と DX に返される最大論理セクタ数は、ユーザーデータ領域を示しているため、セクタ長にかかわらず一定です。

|              |           |
|--------------|-----------|
| CD-ROM       | INT 93H   |
| シリンダ 0 へのシーク | 機能コード 03H |

|      |    |                                                |
|------|----|------------------------------------------------|
| エントリ | AH | =03H                                           |
|      | AL | =デバイス番号(C0H)                                   |
|      | CH | =00H                                           |
| リターン | AH | =00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号エラー)<br>80H (ハードエラー) |
|      | CX | =エラー情報(AH が80Hの場合)                             |

**説明** ヘッドを CD の先頭位置(最内周)へ移動(シーク)します。

| CD-ROM             | INT 93H  |
|--------------------|----------|
| 指定位置へのシーク(論理セクタ指定) | 機能コード04H |

|      |    |                 |
|------|----|-----------------|
| エントリ | AH | =04H            |
|      | AL | =デバイス番号(COH)    |
|      | CH | =00H            |
|      | CL | =論理セクタ番号(上位バイト) |
|      | DX | =論理セクタ番号(下位バイト) |

|      |    |                                                               |
|------|----|---------------------------------------------------------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号エラー)<br>10H (音楽演奏中)<br>80H (ハードエラー) |
|      | CX | =エラー情報(AHが80Hの場合)                                             |

説明 CDドライブのヘッドを、任意の論理セクタへ移動させます。

| CD-ROM            | INT 93H  |
|-------------------|----------|
| データの読み取り(論理セクタ指定) | 機能コード05H |

|       |            |                 |
|-------|------------|-----------------|
| エントリ  | AH         | =05H            |
|       | AL         | =デバイス番号(COH)    |
|       | CH         | =00H            |
|       | CL         | =論理セクタ番号(上位バイト) |
|       | DX         | =論理セクタ番号(下位バイト) |
|       | BX         | =読み取りするセクタ数     |
| DS:DI | =バッファのアドレス |                 |

|      |    |                                                               |
|------|----|---------------------------------------------------------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号エラー)<br>10H (音楽演奏中)<br>80H (ハードエラー) |
|      | BX | =残りのセクタ数                                                      |
|      | CX | =エラー情報(AHが80Hの場合)                                             |

**説明** CL, DX で指定した論理セクタ位置から, BX に指定されたセクタ数だけのデータを読み出し, 指定したバッファ (DS:DI) に格納します。  
また, 読み取り時にエラーが発生した場合には, 残りのセクタ数が BX に返されます。

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| CD-ROM                 | INT 93H   |
| データの読み取り(論理セクタ指定) <拡張> | 機能コード 05H |

**エントリ**

|    |                   |
|----|-------------------|
| AH | =05H              |
| AL | =デバイス番号(C0H)      |
| CH | =FFH              |
| CL | =論理セクタ番号(上位バイト)   |
| DX | =論理セクタ番号(下位バイト)   |
| BX | =読み取りするセクタ数       |
| SI | =バッファアドレス(上位2バイト) |
| DI | =バッファアドレス(下位2バイト) |

**リターン**

|    |                    |
|----|--------------------|
| AH | =00H (正常終了)        |
|    | 02H (デバイス番号エラー)    |
|    | 10H (音楽演奏中)        |
|    | 80H (ハードエラー)       |
| BX | =残りのセクタ数           |
| CX | =エラー情報(AH が80Hの場合) |

**説明** 「データの読み取り(論理セクタ指定)(機能コード05H, CH=00H)」では, アドレス空間は最大 1MB までに限定されますが, この拡張オペレーションでは, 32ビットのアドレス空間に対応し, 4GB までのメモリをバッファとして使用できます。CH に指定する値が FF となり, SI と DI でバッファアドレスを物理アドレスで指定する点以外は, 「データの読み取り(論理セクタ指定)(機能コード 05H, CH = 00H)」と同様です。

|                 |          |
|-----------------|----------|
| CD-ROM          | INT 93H  |
| 指定位置へのシーク(時間指定) | 機能コード14H |

|      |    |                                                           |
|------|----|-----------------------------------------------------------|
| エントリ | AH | =14H                                                      |
|      | AL | =デバイス番号(C0H)                                              |
|      | CH | =00H                                                      |
|      | CL | =分                                                        |
|      | DH | =秒                                                        |
|      | DL | =フレーム                                                     |
| リターン | AH | =00H(正常終了)<br>02H(デバイス番号エラー)<br>10H(音楽演奏中)<br>80H(ハードエラー) |
|      | CX | =エラー情報(AHが80Hの場合)                                         |

**説明** CDドライブのヘッドを、任意の時間位置(分, 秒, フレーム)に移動します。

|                |          |
|----------------|----------|
| CD-ROM         | INT 93H  |
| データの読み取り(時間指定) | 機能コード15H |

|       |            |              |
|-------|------------|--------------|
| エントリ  | AH         | =15H         |
|       | AL         | =デバイス番号(C0H) |
|       | CH         | =00H         |
|       | CL         | =分           |
|       | DH         | =秒           |
|       | DL         | =フレーム        |
|       | BX         | =読み取りするセクタ数  |
| DS:DI | =バッファのアドレス |              |

|      |    |                    |
|------|----|--------------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了)        |
|      |    | 02H (デバイス番号エラー)    |
|      |    | 10H (音楽演奏中)        |
|      |    | 80H (ハードエラー)       |
|      | BX | =残りのセクタ数           |
|      | CX | =エラー情報(AH が80Hの場合) |

**説明** CD の指定時間位置から、BX に指定されたセクタ数分だけデータを読み出し、DS:DI で示されるバッファに格納します。もどり値の BX には残りのセクタ数が格納されています。

データの読み取り時にエラーが起こった場合、BX に残りのセクタ数が返されます。

CD-ROM

INT 93H

データの読み取り(時間指定) &lt;拡張&gt;

機能コード15H

|      |    |                   |
|------|----|-------------------|
| エントリ | AH | =15H              |
|      | AL | =デバイス番号(C0H)      |
|      | CH | =FFH              |
|      | CL | =分                |
|      | DH | =秒                |
|      | DL | =フレーム             |
|      | BX | =読み取りするセクタ数       |
|      | SI | =バッファアドレス(上位2バイト) |
|      | DI | =バッファアドレス(下位2バイト) |

|      |    |                    |
|------|----|--------------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了)        |
|      |    | 02H (デバイス番号エラー)    |
|      |    | 10H (音楽演奏中)        |
|      |    | 80H (ハードエラー)       |
|      | BX | =残りのブロック数          |
|      | CX | =エラー情報(AH が80Hの場合) |

**説明**

「データの読み取り(時間指定)(機能コード15H, CH=00H)」では、アドレス空間は最大1MBまでに限定されますが、この拡張オペレーションでは、32ビットのアドレス空間に対応し、4GBまでのメモリをバッファとして使用できます。

CHに指定する値がFFとなり、SIとDIでバッファアドレスを物理アドレスで指定する点以外は、「データの読み取り(時間指定)(機能コード15H, CH=00H)」と同様です。

|          |          |
|----------|----------|
| CD-ROM   | INT 93H  |
| 音楽演奏スタート | 機能コード50H |

**エントリ**

- AH = 50H
- AL = デバイス番号(C0H)
- CH = 00H
- CL = 01H(時間指定)
- DS:DI = 音楽演奏データのアドレス

**リターン**

- AH = 00H(正常終了)  
02H(デバイス番号エラー)  
10H(音楽演奏中)  
80H(ハードエラー)
- CX = エラー情報(AHが80Hの場合)

**説明**

音楽演奏を開始します。  
音楽演奏データの形式を示します。

(DS:DI)

|   |   |   |              |
|---|---|---|--------------|
| 0 | E | B | 演奏開始時間(分)    |
| 1 | E | B | 演奏開始時間(秒)    |
| 2 | E | B | 演奏開始時間(フレーム) |
| 3 | E | B | 演奏終了時間(分)    |
| 4 | E | B | 演奏終了時間(秒)    |
| 5 | E | B | 演奏終了時間(フレーム) |

演奏開始時間と終了時間を分、秒、フレームで指定します。

最後の曲を演奏する場合には、終了時間にトータル演奏時間より1フレーム少ない値を設定します。このオペレーションを実行すると、演奏開始とともにただちにリターンします。また、次のCD-ROM BIOS オペレーションを使用するためには、演奏を終了していなければなりません。演奏を途中で終了させるには、「音楽演奏ストップ(機能コード52H)」を使用します。

| CD-ROM               | INT 93H  |
|----------------------|----------|
| 音楽演奏スタート(リピート機能)〈拡張〉 | 機能コード50H |

| エントリ  |   |              |
|-------|---|--------------|
| AH    | = | 50H          |
| AL    | = | デバイス番号(C0H)  |
| CH    | = | FFH          |
| CL    | = | 01H (時間指定)   |
| DS:DI | = | 音楽演奏データのアドレス |

| リターン |   |                  |
|------|---|------------------|
| AH   | = | 00H (正常終了)       |
|      | = | 02H (デバイス番号エラー)  |
|      | = | 10H (音楽演奏中)      |
|      | = | 80H (ハードエラー)     |
| CX   | = | エラー情報(AHが80Hの場合) |

**説明** 「音楽演奏スタート(機能コード50H, CH=00H)」にリピート機能を加えたもので、演奏開始時間から演奏終了時間まで繰り返して演奏します。

放っておくと永久に止まらないので、止めたいときは「音楽演奏ストップ(機能コード52H)」を実行します。

CHに入力する値がFFHとなる以外は、「音楽演奏スタート(機能コード50H, CH=00H)」と同じです。

|                             |          |
|-----------------------------|----------|
| CD-ROM                      | INT 93H  |
| 音楽演奏スタート(回数指定のあるリピート機能)〈拡張〉 | 機能コード50H |

|      |       |                                                           |
|------|-------|-----------------------------------------------------------|
| エントリ | AH    | =50H                                                      |
|      | AL    | =デバイス番号(C0H)                                              |
|      | BH    | =リピート回数                                                   |
|      | CH    | =FEH                                                      |
|      | CL    | =01H(時間指定)                                                |
|      | DS:DI | =音楽演奏データのアドレス                                             |
| リターン | AH    | =00H(正常終了)<br>02H(デバイス番号エラー)<br>10H(音楽演奏中)<br>80H(ハードエラー) |
|      | CX    | =エラー情報(AHが80Hの場合)                                         |

**説明** 「音楽演奏スタート(機能コード50H, CH=00H)」に回数指定のできるリピート機能を加えたものです。BHには、演奏を繰り返す回数より1少ない値を指定します。リピート回数をBHに指定することと、CHに入力する値がFEHとなる以外は、「音楽演奏スタート(機能コード50H, CH=00H)」と同じです。

|             |          |
|-------------|----------|
| CD-ROM      | INT 93H  |
| 音楽演奏情報の読み取り | 機能コード51H |

|      |       |                                             |
|------|-------|---------------------------------------------|
| エントリ | AH    | =51H                                        |
|      | AL    | =デバイス番号(C0H)                                |
|      | CH    | =00H                                        |
|      | CL    | =01H(時間指定)                                  |
|      | DS:DI | =音楽演奏データのアドレス                               |
| リターン | AH    | =00H(正常終了)<br>02H(デバイス番号エラー)<br>80H(ハードエラー) |
|      | CX    | =エラー情報(AHが80Hの場合)                           |

**説明** 「音楽演奏スタート(機能コード50H)」で設定した内容を読み出し、DS:DIで指定した領域に格納します。

音楽演奏データの形式を示します。

(DS:DI)

|   |   |   |              |
|---|---|---|--------------|
| 0 | E | B | 演奏開始時間(分)    |
| 1 | E | B | 演奏開始時間(秒)    |
| 2 | E | B | 演奏開始時間(フレーム) |
| 3 | E | B | 演奏終了時間(分)    |
| 4 | E | B | 演奏終了時間(秒)    |
| 5 | E | B | 演奏終了時間(フレーム) |

CD-ROM

INT 93H

音楽演奏ストップ

機能コード52H

**エントリ** AH =52H  
AL =デバイス番号(C0H)  
CH =00H

**リターン** AH =00H (正常終了)  
02H (デバイス番号エラー)  
80H (ハードエラー)  
CX =エラー情報(AHが80Hの場合)

**説明** 音楽演奏を終了し、CDドライブを停止させます。

音楽演奏を終了させた後、CDドライブを停止させずにデータを読み取るときは、「音楽演奏一時停止(機能コード55H)」を使用します。

|                    |          |
|--------------------|----------|
| CD-ROM             | INT 93H  |
| CD ドライブ停止時間の設定〈拡張〉 | 機能コード52H |

|      |    |                                                |
|------|----|------------------------------------------------|
| エントリ | AH | =52H                                           |
|      | AL | =デバイス番号(C0H)                                   |
|      | CH | =FFH                                           |
|      | CL | =ドライブ停止時間                                      |
| リターン | AH | =00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号エラー)<br>80H (ハードエラー) |
|      | CX | =エラー情報(AHが80Hの場合)                              |

**説明** CDドライブを動作させるオペレーションを実行し、それが終了したときに、自動的に停止するまでの時間(単位は秒)を設定します。

このファンクションを実行して、次のCD-ROM BIOS アクセス後に有効となります。

0を設定した場合は、ドライブは通常停止しません。初期値は約20秒です。

|             |          |
|-------------|----------|
| CD-ROM      | INT 93H  |
| 音楽演奏状態の読み取り | 機能コード53H |

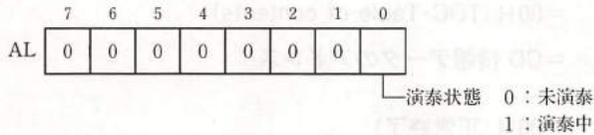
|      |       |                                                |
|------|-------|------------------------------------------------|
| エントリ | AH    | =53H                                           |
|      | AL    | =デバイス番号(C0H)                                   |
|      | CH    | =00H                                           |
|      | CL    | =00H (サブコードQデータ)                               |
|      | DS:DI | =音楽演奏状態データのアドレス                                |
| リターン | AH    | =00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号エラー)<br>80H (ハードエラー) |
|      | AL    | =演奏状態(0:演奏していない, 1:演奏中)                        |
|      | CX    | =エラー情報(AHが80Hの場合)                              |

## 説明

CDの演奏状態を調べます。

演奏状態データを格納する領域の先頭アドレスを DS:DI で指定して、このオペレーションを実行すると、演奏状態を知ることができます。エントリの CL の 00H は、BIOS に対して演奏状態を返すように指示するものです。

演奏の有無は AL に返されます。AL のデータの形式を示します。



音楽演奏状態データの形式を示します。

(DS:DI)

|   |   |   |                 |
|---|---|---|-----------------|
| 0 | R | B | 予約済             |
| 1 | R | B | 演奏曲番号           |
| 2 | R | B | 予約済             |
| 3 | R | B | トラック内演奏時間(分)    |
| 4 | R | B | トラック内演奏時間(秒)    |
| 5 | R | B | トラック内演奏時間(フレーム) |
| 6 | R | B | 予約済             |
| 7 | R | B | ディスク内演奏時間(分)    |
| 8 | R | B | ディスク内演奏時間(秒)    |
| 9 | R | B | ディスク内演奏時間(フレーム) |

ここで、トラックとは物理的に連続したデータのかたまりであり、オーディオ用の CD でいえば、1つのトラックが1つの曲に対応しています。

CD-ROM

INT 93H

CD情報の読み取り

機能コード54H

## エントリ

AH =54H  
 AL =デバイス番号(C0H)  
 CH =00H  
 CL =00H (TOC-Table of contents)  
 DS:DI =CD情報データのアドレス

## リターン

AH =00H (正常終了)  
       02H (デバイス番号エラー)  
       10H (音楽演奏中)  
       80H (ハードエラー)  
 CX =エラー情報(AHが80Hの場合)

## 説明

CDの詳細な情報を調べます。

CDの情報を格納する領域の先頭アドレスをDS:DIで指定して、このオペレーションを実行すると、CDのTOC(Table of Contents-CDに收容されている曲数、各トラック(曲)の演奏開始時間位置(分、秒、フレーム)など)を知ることができます。エントリのCLの00Hは、BIOSに対してTOCを返すように指示するものです。

CD情報データの形式を示します。

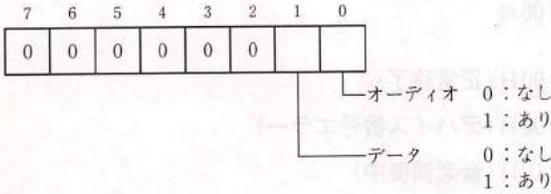
(DS:DI)

|    |   |   |                  |
|----|---|---|------------------|
| 0  | R | B | コンパクトディスクタイプ     |
| 1  | R | B | 先頭トラック(曲)番号      |
| 2  | R | B | 最終トラック(曲)番号      |
| 3  | R | B | ディスク内演奏時間(分)     |
| 4  | R | B | ディスク内演奏時間(秒)     |
| 5  | R | B | ディスク内演奏時間(フレーム)  |
| 6  | R | B | トラック演奏開始時間(分)    |
| 7  | R | B | トラック演奏開始時間(秒)    |
| 8  | R | B | トラック演奏開始時間(フレーム) |
| 9  | R | B | トラック演奏開始時間(分)    |
| 10 | R | B | トラック演奏開始時間(秒)    |
| 11 | R | B | トラック演奏開始時間(フレーム) |
| ≈  | ≈ | ≈ | 最終トラックまで続く       |

この TOC のデータ領域は、最大303バイト必要です。

ここで、トラックとは物理的に連続したデータのかたまりであり、オーディオ用の CD でいえば、1つのトラックが1つの曲に対応しています。

コンパクトディスクタイプの形式を示します。



トラック演奏開始時間(分)の7ビット目が ON の場合は、そのトラックはデータトラックです。

|          |          |
|----------|----------|
| CD-ROM   | INT 93H  |
| 音楽演奏一時停止 | 機能コード55H |

|      |                              |
|------|------------------------------|
| エントリ | AH       = 55H               |
|      | AL       = デバイス番号(C0H)       |
|      | CH       = 00H               |
| リターン | AH       = 00H (正常終了)        |
|      | 02H (デバイス番号エラー)              |
|      | 22H (すでに一時停止中である)            |
|      | 80H (ハードエラー)                 |
|      | CX       = エラー情報(AH が80Hの場合) |

**説明**       音楽演奏を一時停止します。  
再開は、「音楽演奏一時停止解除(機能コード56H)」の実行によります。

CD-ROM

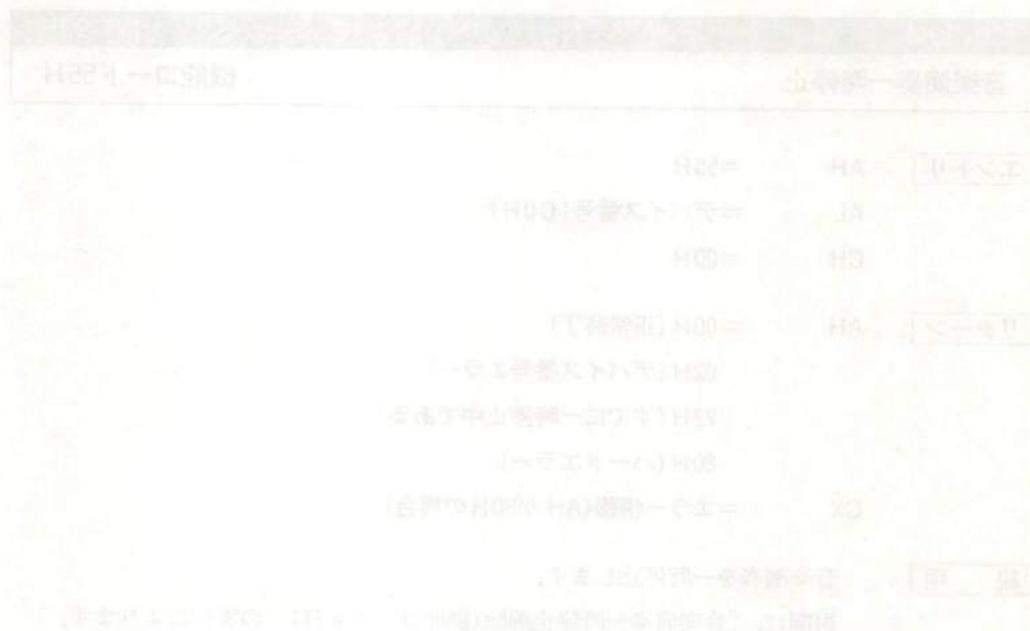
INT 93H

音楽演奏一時停止解除

機能コード56H

|      |    |                                                                                 |
|------|----|---------------------------------------------------------------------------------|
| エントリ | AH | =56H                                                                            |
|      | AL | =デバイス番号(C0H)                                                                    |
|      | CH | =00H                                                                            |
| リターン | AH | =00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号エラー)<br>10H (音楽演奏中)<br>23H (一時停止中でない)<br>80H (ハードエラー) |
|      | CX | =エラー情報                                                                          |

**説明** 「音楽演奏一時停止(機能コード55H)」の実行後、演奏を再開します。  
一時停止中以外のときに実行するとエラーになります。



# 第 8 章

## キーボード BIOS

この章では、キーボード BIOS について解説します。キーボード BIOS は、FMR シリーズのものと同様の仕様となっています。なお、FMR シリーズでは、キーボード BIOS でマウスの制御が可能です。TOWNS OS 上では、TOWNS マウスはこれに対応しておらず、マウス BIOS で制御します。

### 8.1 キーボード BIOS の概要

FM-TOWNS では、キー配置の異なる 4 種類のキーボード(親指シフト、JIS、それぞれテンキー付とテンキーなし)が用意されており、いずれかを選択して使用することができます。

キーボードから入力されたデータは、各種コードに変換された後、いったんキーボードバッファに格納され、プログラムからの読み出し要求に従って通知されます。このとき、インタフェース側からは、入力された文字を自動的にエコーバック(折り返し表示)することはありません。

変換コード系には、スキャンコード、ASCII コード、JIS コードの 3 種類があります。ASCII コードと JIS コードでは、詳細情報としてキーアドレスと、CTRL、SHIFT キーなどのシフトキー情報が合わせて通知されるので、より細かい制御ができます。

また、キーボードからの特定の文字コードごとに、別の文字や文字列を割り当てる機能もあり、オペレータの入力負荷を軽減することができます。

## 8.2 キーボード BIOS 一覧

表II-8-2にキーボード BIOS の一覧を示します。

▼表II-8-2 キーボード BIOS 一覧

| 機能名称                 | 機能コード |
|----------------------|-------|
| 初期化                  | 00H   |
| バッファリング機能の設定         | 01H   |
| コード系の設定              | 02H   |
| コード系の読み取り            | 03H   |
| キーボードロックの制御          | 04H   |
| クリック音の制御             | 05H   |
| バッファのクリア             | 06H   |
| 入力のチェック              | 07H   |
| シフトキー状態の読み取り         | 08H   |
| 文字の読み出し              | 09H   |
| マトリクス入力              | 0AH   |
| 入力文字列の追加             | 0BH   |
| PF キー割り込み処理ルーチンの登録   | 0CH   |
| PF キー割り込み処理ルーチンの読み取り | 0DH   |
| キー割り当て               | 0EH   |
| キー割り当て状態の読み取り        | 0FH   |

## 8.3 キーボード BIOS の基本機能と用語

ここでは、キーボード BIOS の基本的な機能や用語について解説します。

### ●キーボード BIOS とキー入力

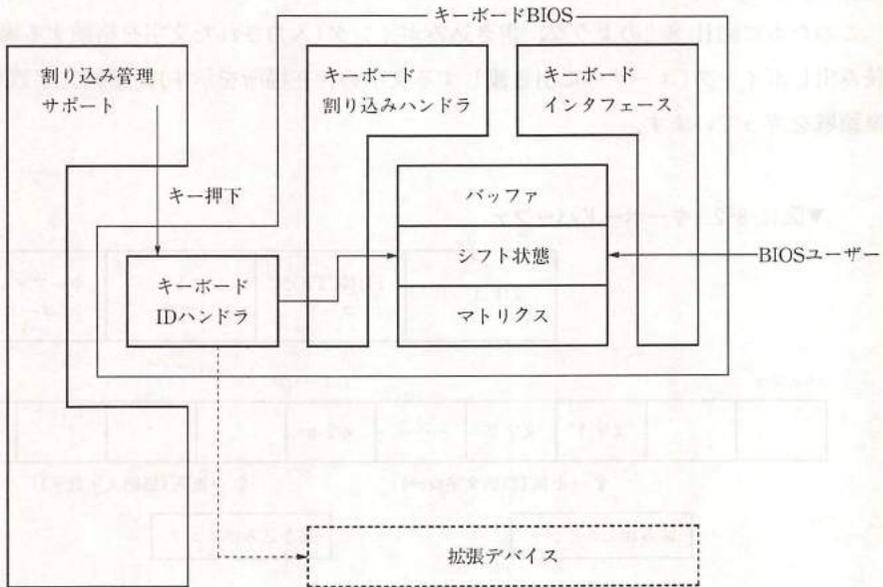
キーボード BIOS は、キー押下などによって起動され、ユーザーからの要求と同期して、入力情報を通知します。このために割り込みが使われていますが、ユーザーは単に BIOS をコールするだけですむようになっています。

一連の動作を段階別に説明すると次のようになります。

- ①ユーザーからの BIOS コールがあったとき、引き渡しすべきデータがあるかどうかを調べ、あるときはただちに引き渡す。ないときは、その情報が登録され、実行中のプログラムは待ち状態になる。
- ②キーの押下とともに割り込みが発生し、割り込み管理 BIOS が働く。このとき、内部のキーボード ID ハンドラが起動される。
- ③キーボード ID ハンドラはキーボードからの割り込みであるかどうかを検査し、該当する場合は、さらにキーボード割り込みハンドラを起動する。
- ④キーボード割り込みハンドラは、押下されたキーのアドレスを読み取り、必要があれば指定されたコード体系に従って変換する。その結果は、キーボードバッファに格納される。このとき CTRL, SHIFT などのシフトキーを含めたすべてのキーの押下情報を記憶する。
- ⑤ユーザーに引き渡しする条件が整った段階で、④のデータが引き渡しされる。

キーボード BIOS の概念図を示すと、図II-8-1のようになります。

▼図II-8-1 キーボード BIOS の概念図



●キーの種別

キーボード上の各キーは次のようにグループ分けされています。それぞれのグループ単位で入力を禁止(マスク)することが可能です。

文字キー : 以下のキー種別に示されたキー以外の文字キー

PF(programmable Function)キー

: PF(1~20), 取消, 実行, 漢字辞書, 単語抹消, 単語登録, 前行, 次行, 半角/全角, かな漢字, 変換, 無変換

編集キー : ↑, ↓, ←, →, 削除/EL, 挿入/DUP, HOME/CLS

通信キー : 他システムとの通信用のキーであり, 現在は未サポートです。

SF(System Function)キー

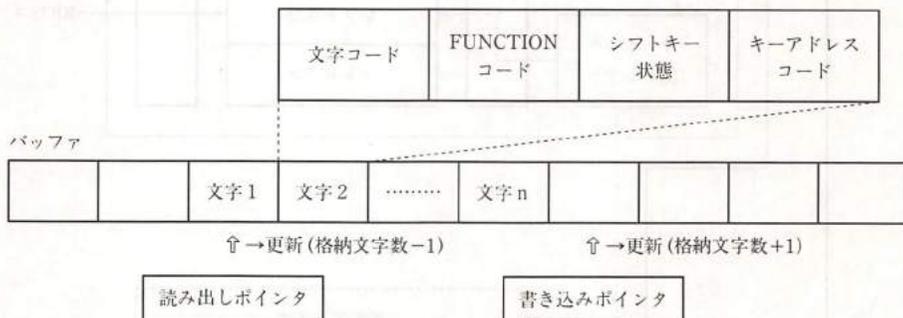
: BREAK, COPY

●キーボードバッファ

キーボードからの入力データは, 128文字分のキーボードバッファを経由して渡されます。バッファは, 入力した文字データを蓄積する働きを持つ一方, ユーザーに引き渡し済みの部分の内容を実質的に消去する(参照範囲外とする)ことができます。

このために図II-8-2のような, 書き込みポインタ(入力された文字を格納する場所を示す), 読み出しポインタ(ユーザーに引き渡しする文字の存在場所を示す), 格納文字数を収納する作業領域を持っています。

▼図II-8-2 キーボードバッファ



(1)バッファリングを行わない場合

最も考えやすいのは, バッファのデータ蓄積機能を使わず, 1文字ずつ入力するパターンです。

この動作モードでは, 書き込みポインタと読み出しポインタは常に同じ位置を指しており, 入力された文字を格納する場所とユーザーが読み出す場所とが, メモリ上で一致しています。

このため、以前の文字が読み出されないうちに次の文字が入力されたときは、以前の文字データは消えてしまいます。

## (2)バッファリングを行う場合

各ポインタの本来の機能を生かした動作モードです。

このモードでは、1文字書き込みを行うたびに書き込みポインタの値が1文字分だけ増え、1文字読み出しが行われる都度、同様に読み出しポインタが更新されます。また、書き込みの際は格納文字数が1加算され、読み出しのときは1減算されるようになっているので、常に格納文字数の値は、読み出されていない文字の数を示しています。そして格納文字数が0のときは読み出しが行われないので、読み出しポインタが書き込みポインタに先行することはありません。バッファはリング構造になっており、最後のポイントは先頭のポイントに連結しています。

もし、読み出しが行われないうまま書き込みが続いて、リングをひと回りしてしまったときは、そのまま続行すると以前のデータが消え、格納文字数の値と矛盾が生じます。従って、読み出しによってバッファが空くまで、BIOSは新規に入力された内容を無視します。

## 1. 文字コード

キーボード BIOS では、スキャンモード(キーのアドレスを読み取る)とエンコードモード(文字コードに変換して読み取る)をサポートしています。また、エンコードモードでは、ASCII または、JIS のいずれかの文字コード体系が選択できます。

### (1)スキャンモード

ハードウェアに近い読み出しモードです。このモードでは、押下されたキーのアドレスが読み出され、またそのキーが押されている(MAKE という)か、離された(BREAK という)かの情報も与えられます。

このモードを利用すると、同じ文字でもキーが異なる(例えば数字はテンキーで入力されることもある)場合、どちらから入力されたかを識別することも可能です。

### (2)エンコードモード

キーのアドレスに対応した文字コードに変換して読み取るモードで、一般に使われているのがこの形態です。

ASCII コードは7ビットで形成され、最上位の1ビットは常に0になっています。英文字専用のコード体系のため、カナ文字を扱うことができず、カナモードへの移行操作は無視されます。また、カナ文字以外でも8ビットになる文字キー(“” など)は無効です。

JIS コードは、8ビットのコード体系で、英文字の外にカナ文字を加えたものです。通常はこのモードが使われます。漢字(2バイト文字)は、シフト JIS 漢字コードで扱われています。

エンコードモードでは、PF キーを入力したとき、BIOS 独自の内部コードが与えられます。

## 2. FUNCTION コード

読み出しモードや変換コード体系などの情報です。BIOS のオペレーションを通じて参照することができます。詳しくはコード系の読み取りオペレーションなどを参照してください。

## 3. シフトステータス

現在有効なシフトキーなどの状態を参照するための情報です。項目は表II-8-1のとおりで、シフトキー状態の読み取りオペレーションで参照することができます。

▼表II-8-1 シフトキー状態とビットの値

| シフトキー状態                     | ビットの値(0 : OFF, 1 : ON)                     |
|-----------------------------|--------------------------------------------|
| 英大/英小(英大のとき1)<br>カナ(カナのとき1) | 英大のとき1, カナのとき1となる。ただし、カナが1のときはカナモードが優先される。 |
| SHIFT<br>CTRL               | 各キーを押しながら、文字入力したときに1となる。                   |
| 右親指シフト<br>左親指シフト            | 親指シフトキーを同時打鍵して文字入力したときに1となる。               |

右、あるいは左親指シフトの情報がいずれか1であるときには、親指シフトキーの同時打鍵により文字が入力されたことを示しており、親指シフトキーボードが接続されているときのみに有効です。JIS キーボードでは常に0が通知されます。

## 4. キーアドレスコード

ハードウェアがスキャンして得たキーアドレスの値そのまま、記憶されます。文字の読み出しオペレーションで参照することができます。

### ●文字列の割り当て

文字コードの指定とは別に、文字コード単位に文字列を割り当てることができます。すなわち、ある1文字が入力されたとき、登録済みの文字列の各文字が連続して入力されたかのように制御することが可能です。

このことを利用して、例えば、PF キーが押されたとき"dir"の3文字が入力されたとみなすなどのようにすると、コマンドや決まりきった文字列の入力を合理化できます。

### ●入力モード

入力モードは、親指シフトキーボードと JIS キーボードの場合で、異なるシフト変遷をします。

## 8.4 キーボード BIOS リファレンス

キーボード BIOS について個別に詳しく解説します。

|       |          |
|-------|----------|
| キーボード | INT 90H  |
| 初期化   | 機能コード00H |

エントリ AH =00H

リターン AH =00H (正常終了)

説明 キーボードを次のように初期化します。

| 内容          | 状態           |
|-------------|--------------|
| バッファリング機能   | あり           |
| キーボードバッファ   | クリア状態        |
| コード系        | JIS(8ビット)コード |
| キーのマスク      | なし           |
| シフト状態       | 英小文字         |
| キーボードロック    | なし           |
| クリック音       | あり           |
| PF キー割り込み機能 | なし           |
| キー割り当て      | キー配列どおり      |
| オートリピート待ち時間 | 400ms        |
| オートリピート周期   | 30ms         |

コード系が“JIS(8ビット)コード”の状態では、漢字はシフト JIS 漢字コードで扱われます。

|              |          |
|--------------|----------|
| キーボード        | INT 90H  |
| バッファリング機能の設定 | 機能コード01H |

エントリ AH =01H  
AL =00H または 02H 以上 (バッファリング機能あり)  
01H (バッファリング機能なし)

リターン AH =00H (正常終了)

**説明**

キーボードから文字入力の際、バッファリングを行うか否かを設定します。  
ALレジスタに02H以上の値を設定した場合は、バッファリング機能ありと見なされます。なお、バッファリング機能の設定後、キーボードバッファはクリア状態(格納文字数=0)となりますが、その外の状態は変更されません。

| 内容          | 状態    |
|-------------|-------|
| バッファリング     | 指定値   |
| キーボードバッファ   | クリア状態 |
| コード系        | 変更なし  |
| キーのマスク      | 変更なし  |
| シフト状態       | 変更なし  |
| キーボードロック    | 変更なし  |
| クリック音       | 変更なし  |
| PFキー割り込み機能  | 変更なし  |
| キー割り当て      | 変更なし  |
| オートリピート開始時間 | 変更なし  |
| オートリピート周期   | 変更なし  |

|         |          |
|---------|----------|
| キーボード   | INT 90H  |
| コード系の設定 | 機能コード02H |

**エントリ**

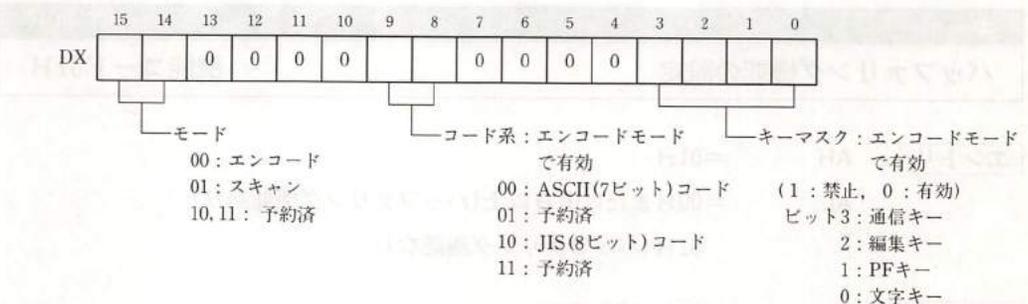
AH = 02H  
DX = モード/コード系/キーマスク

**リターン**

AH = 00H (正常終了)

**説明**

「入力のチェック(機能コード07H)」、「文字の読み出し(機能コード09H)」で文字コードを通知する際にモード/コード系を指定します。指定形式を示します。



コード系が「JIS(8ビット)コード」の状態では、漢字はシフト JIS 漢字コードで扱われます。

なお、未サポートキー(BIOS でサポートしているが、ハードウェア的にないキー)のマスクは、無条件に禁止に設定されます。

コード系を切り換えた後は、キーボードバッファはクリア状態に、シフト状態は英小文字に設定されますが、その他の状態は変更されません。

| 内 容         | 状 態   |
|-------------|-------|
| バッファリング機能   | 変更なし  |
| キーボードバッファ   | クリア状態 |
| コード系        | 指定値   |
| キーのマスク      | 指定値   |
| シフト状態       | 英小文字  |
| キーボードロック    | 変更なし  |
| クリック音       | 変更なし  |
| PF キー割り込み機能 | 変更なし  |
| キー割り当て      | 変更なし  |
| オートリピート開始時間 | 変更なし  |
| オートリピート周期   | 変更なし  |

|           |          |
|-----------|----------|
| キーボード     | INT 90H  |
| コード系の読み取り | 機能コード03H |

エントリ AH =03H

リターン AH =00H (正常終了)  
DX =モード/コード系/キーマスク

説 明 現在のコード系を通知します。  
通知形式を次に示します。



コード系が“JIS(8ビット)コード”の状態では、漢字はシフト JIS 漢字コードで扱われます。

なお、未サポートキー(BIOS でサポートしているが、ハードウェア上にないキー)のマスクは無条件に禁止に設定されます。

|             |          |
|-------------|----------|
| キーボード       | INT 90H  |
| キーボードロックの制御 | 機能コード04H |

**エントリー**    AH        =04H  
                   AL        =00Hまたは02H以上(キーボードロックなし)  
                                   01H(キーボードロックあり)

**リターン**    AH        =00H(正常終了)

**説明**        エンコードモードのとき、キーボードよりキーの入力を許すかどうかを制御します。  
                   ALレジスタに02H以上の値を指定した場合には、キーボードロックなしと見なされます。

|          |          |
|----------|----------|
| キーボード    | INT 90H  |
| クリック音の制御 | 機能コード05H |

**エントリー**    AH        =05H  
                   AL        =00Hまたは02H以上(クリック音あり)  
                                   01H(クリック音なし)

**リターン**    AH        =00H(正常終了)

**説明**        キー押下時(シフトキーを除く)にクリック音を鳴らすかどうかを制御します。  
                   ALレジスタに02H以上の値を指定した場合には、クリック音ありと見なされます。

|          |          |
|----------|----------|
| キーボード    | INT 90H  |
| バッファのクリア | 機能コード06H |

**エントリー**    AH        =06H  
                   AL        =00H

**リターン**    AH        =00H(正常終了)

**説明**        キーボードバッファ内のすべての文字を消去します。

|         |          |
|---------|----------|
| キーボード   | INT 90H  |
| 入力のチェック | 機能コード07H |

|      |    |                                    |
|------|----|------------------------------------|
| エントリ | AH | =07H                               |
| リターン | AH | =00H (正常終了)                        |
|      | AL | =文字数                               |
|      | DH | =FFH (入力文字なし)<br>FFH 以外の値 (入力文字あり) |
|      | DL | =文字コード (DH が FFH 以外の場合に有効)         |
|      | BX | =エンコード情報 (BH: キーアドレス, BL: シフトキー状態) |

**説明**

キーボードバッファ内に格納されている文字数と、キーボードバッファの読み出しポイントが示している文字(文字コードおよびエンコード情報)を通知します。

その際、読み出しポイントは更新されません。

**●文字コード**

文字コードは、モードにより通知形式が次のように異なります。

**エンコードモードの場合**

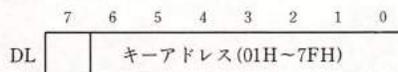
DH = 00H (PF キー, シフトキー以外のキー押下により文字コードが発生したことを示す)  
80H (PF キー押下により文字コードが発生したことを示す)  
FFH (入力文字がないことを示す)

DL = 文字コード (DH が FFH 以外の場合に有効)

**スキャンモードの場合**

DH = 00H (スキャンコードが有効)  
FFH (入力文字がないことを示す)

DL = スキャンコード



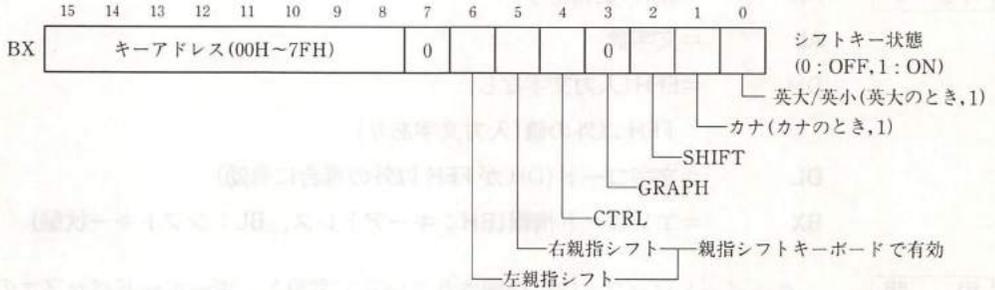
0: キーアドレスで通知されたキーが押されていることを示す (MAKE).

1: キーアドレスで通知されたキーが離されたことを示す (BREAK).

キーアドレスは各機種固有の形式です。

●エンコード情報

エンコード情報はエンコードモードにおいて有効であり、次のようにどのキーから文字コードが得られたかを示すキーアドレスと、押下時のシフトキー状態から構成されます。



なお、キーボードバッファ内に格納されている文字が、次のようにして入力されたとき、キーアドレス(BH)には、00Hが通知されます。

- ・「入力文字列の追加(機能コード 0BH)」により入力された文字
- ・「キー割り当て(機能コード 0EH)」により入力された文字
- ・DSR シーケンス(ESC [6n)による、CPR シーケンス(ESC [P1; Pc R)(カーソル位置)の通知
- ・ESC ? シーケンスによるカーソル位置の通知

文字数はキーボードバッファに格納されている文字(この場合、キーに2文字以上の文字が割り当てられていたとしても、1文字と見なされます)、およびキー割り当て処理時に使用するキー割り当てバッファ(1文字)です。

キーボード

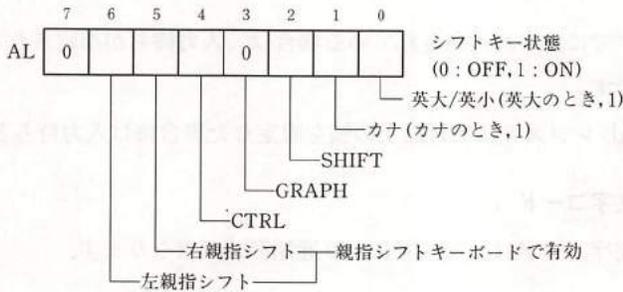
INT 90H

シフトキー状態の読み取り

機能コード08H

|      |    |             |
|------|----|-------------|
| エントリ | AH | =08H        |
| リターン | AH | =00H (正常終了) |
|      | AL | =シフトキー状態    |

**説明** 現在のキーボードのシフトキー状態を通知します。  
 スキャンモードのときには意味を持ちません。  
 通知形式を示します。



キーボード

INT 90H

文字の読み出し

機能コード09H

|      |    |                                      |
|------|----|--------------------------------------|
| エントリ | AH | =09H                                 |
|      | AL | =00H (入力待ち)<br>01H (入力待ちなし)          |
| リターン | AH | =00H (正常終了)                          |
|      | DH | =FFH (入力文字なし)<br>FFH 以外の値 (入力文字あり)   |
|      | DL | =文字コード (DH が FFH 以外の場合に有効)           |
|      | BX | =エンコード情報 (BH : キーアドレス, BL : シフトキー状態) |

**説明** キーボードから文字を入力します。  
 すなわち、キーボードバッファから読み出しポインタが示す文字(文字コードとエンコード情報)を取り出して通知します。「入力のチェック(機能コード07H)」と異なり、文字を取り出した後、読み出しポインタが更新されます。

入力待ちが指定された場合、有効なキー(コード系あるいはキーのマスクにより無効なキーがあります)が押下されるまで待ちます。

入力待ちなしが指定されていて、かつ、この機能が呼び出された際、まだ文字が入力されていなければ、直ちにこの機能から復帰します。その際には次に示す情報が通知されます。

AH=00H

DH=FFH

DL=FFH

BH=FFH

BLはこの機能が呼び出された際のシフトキー状態

すでに文字が入力されている場合は、入力待ちが指定された場合の機能と同じです。

ALレジスタに02H以上の値を設定した場合には入力待ちと見なされます。

### ●文字コード

文字コードは、モードにより通知形式が異なります。

#### エンコードモードの場合

DH =00H (PF キー、シフトキー以外のキー押下により文字コードが発生したことを示す)

80H (PF キー押下により文字コードが発生したことを示す)

FFH (入力文字がないことを示す)

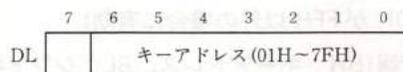
DL =文字コード (DH がFFH 以外の場合に有効)

#### スキャンモードの場合

DH =00H (スキャンコードが有効)

=FFH (入力文字がないことを示す)

DL =スキャンコード



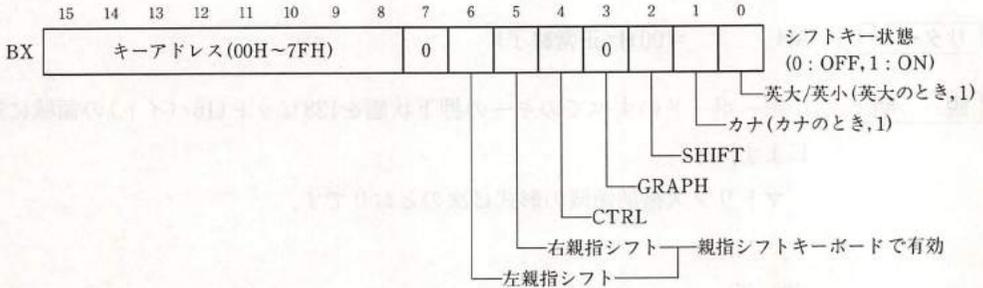
0 : キータドレスで通知されたキーが押されていることを示す(MAKE).

1 : キータドレスで通知されたキーが離されたことを示す(BREAK).

キータドレスは各機種固有の形式です。

●エンコード情報

エンコード情報はエンコードモードにおいて有効であり、どのキーから文字コードが得られたかを示すキーアドレスと押下時のシフトキー状態から構成されます。



なお、キーボードバッファ内に格納されている文字が次のようにして入力されたとき、キーアドレス(BH)には00Hが通知されます。

- ・「入力文字列の追加(機能コード 0BH)」により入力された文字
- ・「キー割り当て(機能コード 0EH)」により入力された文字
- ・ DSR シーケンス(ESC [6n)による、CPR シーケンス(ESC [PI; Pc R)(カーソル位置)の通知
- ・ ESC ? シーケンスによるカーソル位置の通知



|          |          |
|----------|----------|
| キーボード    | INT 90H  |
| 入力文字列の追加 | 機能コード0BH |

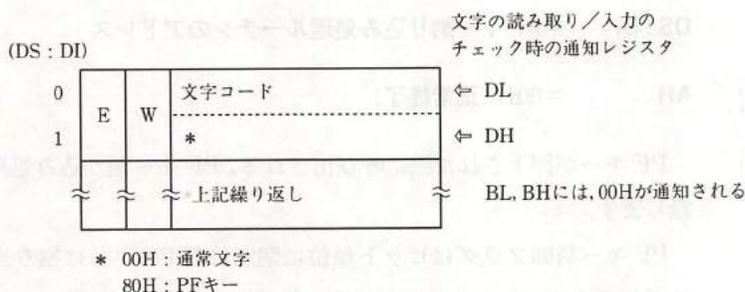
|      |                                                         |
|------|---------------------------------------------------------|
| エントリ | AH           =0BH                                       |
|      | AL           =00Hまたは、02H以上(キーボードバッファの先頭に挿入-読み出しポインタの前側) |
|      | 01H(キーボードバッファの最後に追加-書き込みポインタ以降)                         |
|      | CX           =追加文字数                                     |
|      | DS:DI       =文字列アドレス                                    |
| リターン | AH           =00H(正常終了)                                 |
|      | 02H(入力文字列の追加は不可)                                        |

**説明**            キーボードバッファの先頭あるいは最後に文字列を追加します。

                  このオペレーションのあとで、「文字の読み出し(機能コード09H)」を使用してみると、先頭に挿入した場合は、追加した文字列を最初に読み取り、続いてすでにキーボードから入力していた文字を読み取ります。

                  最後に追加した場合には、すでにキーボードから入力した文字をすべて読み取った後、その追加文字を読み取ります。

                  文字列の設定形式を示します。



この機能は、「バッファリング機能あり」の場合に有効であり、「バッファリング機能なし」の場合には、AH に02H(入力文字列の追加は不可)が通知されます。

ALレジスタに02H以上の値を設定した場合は、AL=0と見なされます。

追加した文字は、「入力のチェック(機能コード07H)」、「文字の読み出し(機能コード09H)」を使用した場合には、キー割り当て(機能コード0EH)により割り当てられた文字に変換され通知されます。すなわち、オペレータから入力された文字となんら変わりなく扱われます。

文字格納形式の詳細は「入力チェック(機能コード07H)」あるいは、「文字の読み出し(機能コード09H)」を参照してください。

ただし、キーボードバッファには、指定された文字コードを単に格納するのみで、格納した文字コードが正常であるか否かはまったくチェックしないので注意してください。

キーボードバッファの空き領域がなく、追加が不可の場合には、エラーを通知するのみで、キーボードバッファの内容は変化しません。

|                    |          |
|--------------------|----------|
| キーボード              | INT 90H  |
| PF キー割り込み処理ルーチンの登録 | 機能コード0CH |

|      |       |                       |
|------|-------|-----------------------|
| エントリ | AH    | =0CH                  |
|      | DX    | =PF キー制御フラグ           |
|      | BX    | =PF キー制御フラグ           |
|      | CX    | =PF キー制御フラグ           |
|      | DS:DI | =PF キー割り込み処理ルーチンのアドレス |

|      |    |             |
|------|----|-------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了) |
|------|----|-------------|

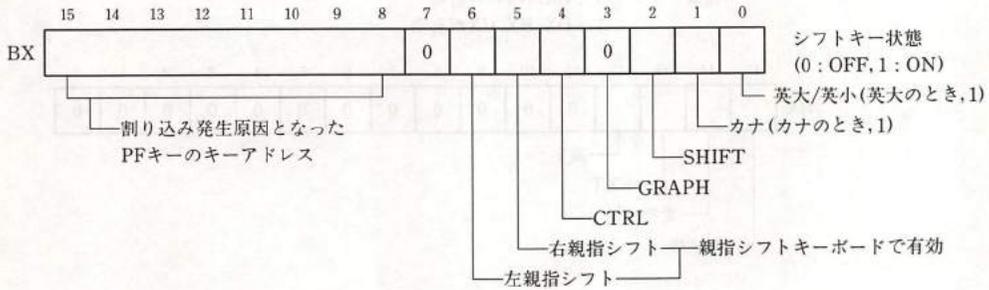
**説明** PF キーが押下された際に呼び出される、PF キー割り込み処理ルーチンを登録します。

PF キー制御フラグはビット単位に個別に各 PF キーに割り当てられ、各フラグの示す値が1のときに割り込み処理ルーチンが呼び出されます。0の場合には、通常の文字キーと同様に PF キーに対応する文字コードとエンコード情報がキーボードバッファに格納されます。さらに、拡張フラグを1にするとCXが有効になります。



PF キー割り込み処理ルーチンを呼び出す際には、セグメント間呼び出し (far CALL) が使用されるので、セグメント間復帰 (far RET) を使用してキーボード割り込みハンドラに復帰してください (レジスタを復旧する必要はありません)。

呼び出し時には、BX レジスタにより割り込み発生原因となったキーアドレスと、シフトキー情報がハンドラに通知されます。



PF キーがマスクされている場合でも、設定情報は保持されており、マスクが解除された際に有効となります。

|                      |          |
|----------------------|----------|
| キーボード                | INT 90H  |
| PF キー割り込み処理ルーチンの読み取り | 機能コード0DH |

|      |       |                       |
|------|-------|-----------------------|
| エントリ | AH    | =0DH                  |
| リターン | AH    | =00H (正常終了)           |
|      | DX    | =PF キー制御フラグ           |
|      | BX    | =PF キー制御フラグ           |
|      | CX    | =PF キー制御フラグ           |
|      | DS:DI | =PF キー割り込み処理ルーチンのアドレス |

**説明** 現在登録されている PF キー割り込み処理ルーチンのアドレスと PF キー制御フラグを通知します。

PF キー制御フラグは各 PF キーに割り当てられ、各ビットの示す値が1のときに割り込み処理ルーチンが呼び出されます。0の場合には通常の文字キーと同様に、キーボードバッファに PF キーに対応する文字コードと、エンコード情報が格納されます。拡張フラグが1のときにはCXが有効であることを表しています。



キーボード

INT 90H

キー割り当て

機能コード0EH

|      |       |                                                                        |
|------|-------|------------------------------------------------------------------------|
| エントリ | AH    | =0EH                                                                   |
|      | AL    | =00Hまたは02H以上(割り当てられた文字に押下されたキーアドレスを付加)<br>01H(割り当てられた文字のキーアドレスに00Hを付加) |
|      | DX    | =文字コード                                                                 |
|      | CX    | =割り当て文字数                                                               |
|      | DS:DI | =文字列アドレス                                                               |

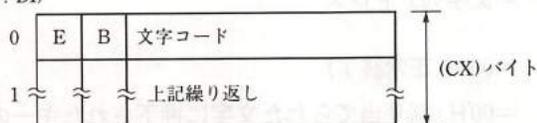
|      |    |            |
|------|----|------------|
| リターン | AH | =00H(正常終了) |
|------|----|------------|

## 説明

文字コードが示すキーに文字列を割り当てます。  
キー押下時には、割り当てられる前の文字コードが、キーボードバッファに格納されます。

文字列の指定形式を示します。

(DS:DI)



AL=00Hであれば、エンコード情報の押下キーのキーアドレスと押下時のシフトキー状態がすべての文字列に付加されます。

AL=01Hであれば、エンコード情報のキーアドレスには00Hが、シフトキー状態には押下時のシフトキー状態が、すべての文字列に付加されます。

ALレジスタに20H以上の値を設定した場合には、AL=00Hと見なされま

文字コードの指定形式を次に示します。

## 英数カナ、グラフィック文字キーの場合

|    |                  |
|----|------------------|
| DH | =00H             |
| DL | =ASCII / JIS コード |

## PF キーの場合

|    |           |
|----|-----------|
| DH | =80H      |
| DL | =PF キーコード |

なお、割り当て可能な最大文字数はキー種別によって異なります。この文字数を越えたキー割り当てに対しては、先頭からの最大文字数分の文字列が有効となります。

|                    |        |
|--------------------|--------|
| PF キー              | 15文字   |
| 編集キー               | 7文字    |
| コントロールキー以外の文字コード   | 7文字    |
| コントロールキー(CTRL+@~_) | 割り当て不可 |

割り当て文字数に0を指定したときには、その文字コードに対応するキーの押下が読み取れなくなるので注意してください。

|               |          |
|---------------|----------|
| キーボード         | INT 90H  |
| キー割り当て状態の読み取り | 機能コード0FH |

**エントリ**

- AH = 0FH
- DX = 文字コード
- DS:DI = 文字列アドレス

**リターン**

- AH = 00H (正常終了)
- AL = 00H (割り当てられた文字に押下されたキーのキーアドレスを付加)  
01H (割り当てられた文字のキーアドレスに00Hを付加)
- CX = 割り当て文字数

**説明**

文字コードが示すキーに割り当てられている文字列を通知します。文字列の通知形式を示します。

(DS:DI)

|   |   |   |            |
|---|---|---|------------|
| 0 | E | B | 領域サイズ(バイト) |
| 1 | R | B | 文字コード      |
| 2 | ≈ | ≈ | 上記繰り返し     |

CXレジスタで通知される文字数は、「キー割り当て(機能コード0EH)」によって割り当てられた文字数です。

領域サイズが、割り当てられた文字数よりも小さい場合には、割り当て文字列の先頭から領域サイズ分の文字が通知されます。

# 第 9 章

## ディスク BIOS

この章では、ディスク BIOS について解説します。

ディスク BIOS により、フロッピーディスクドライブとハードディスクドライブを制御することができます。第7章で解説されている CD-ROM BIOS も、ディスク BIOS の1つですが、制御の仕方が著しく異なるため別章で解説しています。

### 9.1 ディスク BIOS 一覧

表II-9-1にディスク BIOS の一覧を示します。

▼表II-9-1 ディスク BIOS 一覧

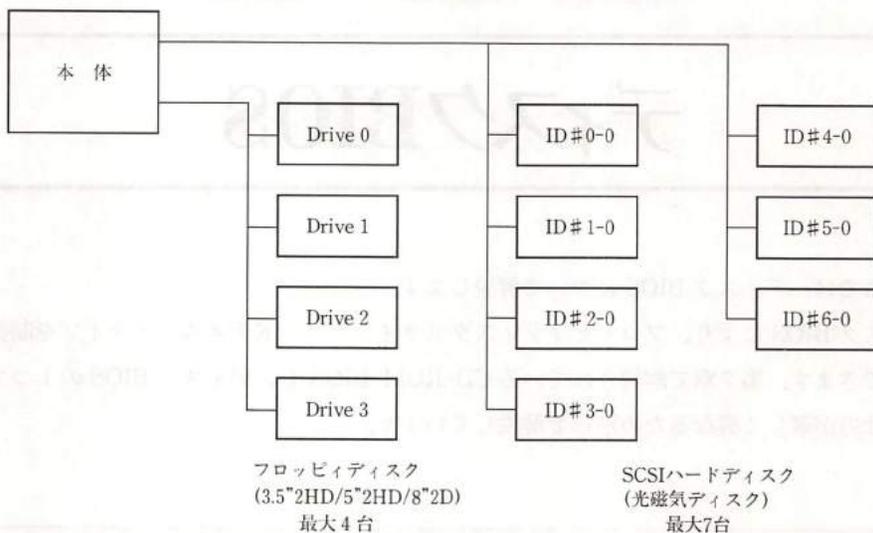
| 機能名称               | 機能コード | 備考     |
|--------------------|-------|--------|
| ドライブモードの設定         | 00H   | FD     |
| ドライブモードの取り出し       | 01H   | FD     |
| ドライブステータス情報の取り出し   | 02H   | FD, HD |
| シリンダ0へのシーク         | 03H   | FD, HD |
| シーク                | 04H   | FD     |
| データの読み出し           | 05H   | FD, HD |
| データの書き込み           | 06H   | FD, HD |
| セクタの検査             | 07H   | FD, HD |
| ハードディスクコントローラのリセット | 08H   | HD     |
| セクタIDの取り出し         | 09H   | FD     |
| トラックのフォーマット        | 0AH   | FD     |
| 詳細エラー情報の取り出し       | 0DH   | HD     |

FD : フロッピーディスク

HD : ハードディスク

図II-9-1にディスク BIOS がサポートする補助記憶周辺装置とその最大構成を示します。

▼図II-9-1 ディスク BIOS がサポートする補助記憶装置



注) FMTOWNS の内蔵ドライブは3.5インチ，拡張ドライブは5インチ。

3.5インチ 2D，5インチ 2D はリードのみ可能。

SCSI ハードディスクには 20MB，40MB，60MB，130MB などがある。

SCSI ハードディスク(光磁気ディスク)は，以降，「ハードディスク」と略記する。

## 9.2 ディスク BIOS オペレーションの共通事項

ここでは，ディスク BIOS のオペレーションに共通する事項について解説します。

### ●デバイスとドライブ番号の識別

補助記憶装置をアクセスするオペレーションでは，AL にデバイスの種類とドライブ番号を指定します。図II-9-2にその形式を示します。

### ●エラー情報の識別

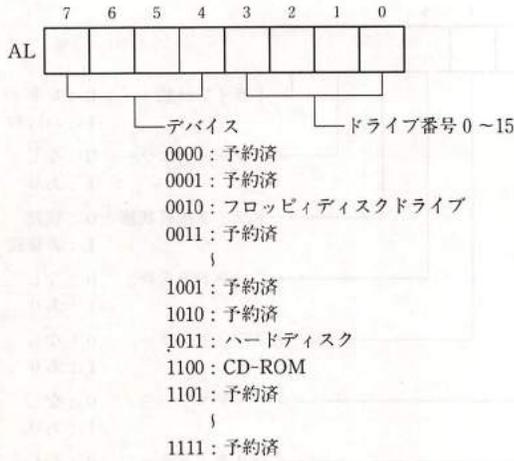
ハードエラー情報は CX に設定されます。

図II-9-3にフロッピーディスクのエラー情報の形式を，図II-9-4にハードディスクのエラー情報の形式を示します。

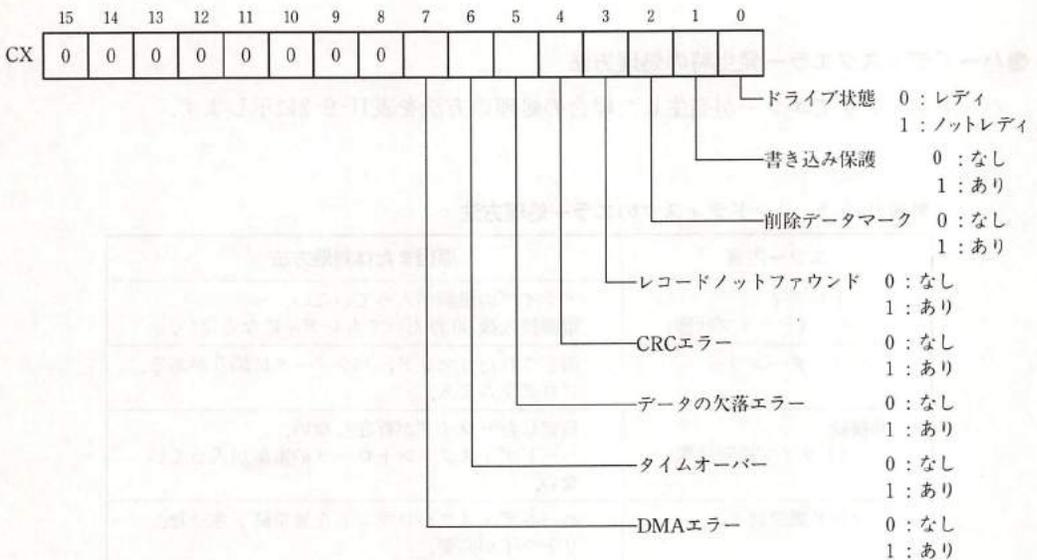
エラー発生時，BIOS ではリトライを行いません。

なお，「ドライブステータス情報の取り出し(機能コード02H)」は，リトライの対象外です。

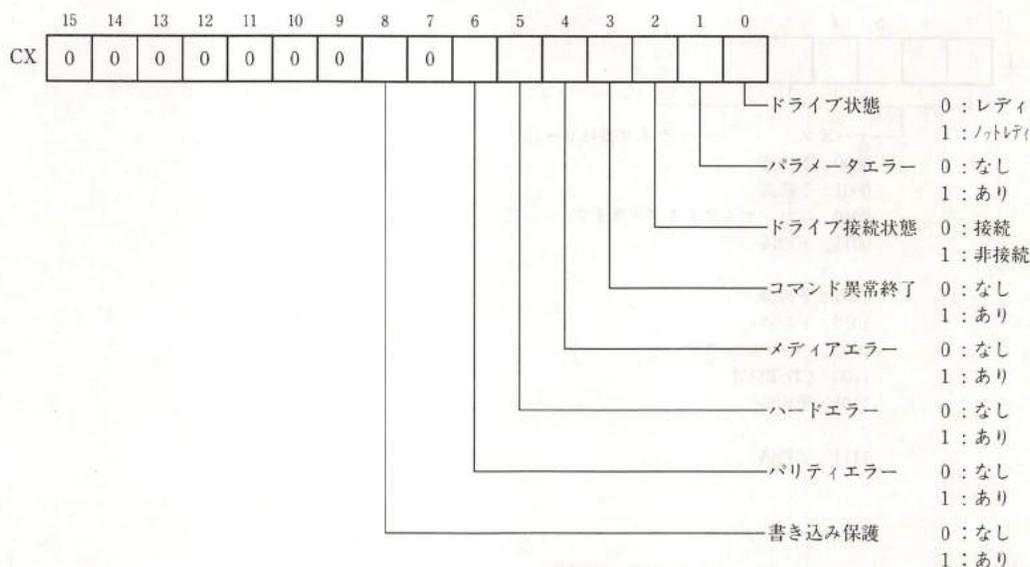
▼図II-9-2 デバイス番号の形式



▼図II-9-3 フロッピーディスクのエラー情報



▼図II-9-4 ハードディスクのエラー情報



●ハードディスクエラー発生時の処理方法

ハードディスクでエラーが発生した場合の処理の方法を表II-9-2に示します。

▼表II-9-2 ハードディスクのエラー処理方法

| エラー内容              | 原因または対処方法                                           |
|--------------------|-----------------------------------------------------|
| ノットレディ<br>(ドライブ状態) | ドライブの電源が入っていない。<br>電源投入後 30 秒たってもレディにならない。          |
| パラメーターエラー          | 指定されたコマンド、パラメータに誤りがある。<br>プログラムミス。                  |
| 非接続<br>(ドライブ接続状態)  | 指定したドライブが存在しない。<br>ハードディスクコントローラの電源が入っていない。         |
| コマンド異常終了           | ハードディスクがコマンドを異常終了させた。<br>リトライが必要。                   |
| メディアエラー            | メディアがキズなどによりアクセスができない。<br>リトライが必要。                  |
| ハードエラー             | コマンド実行中、ハード的にエラーが発生し、<br>アクセスが中断された。ハードディスクリセットが必要。 |
| パリティエラー            | SCSI バス上でパリティエラーが発生した。<br>リトライが必要。                  |
| 書き込み保護             | 光磁気ディスク媒体が書き込み保護されている。                              |

リトライは、シリンダ0ヘシーク(INT 93H AH=03H)後、行ってください。

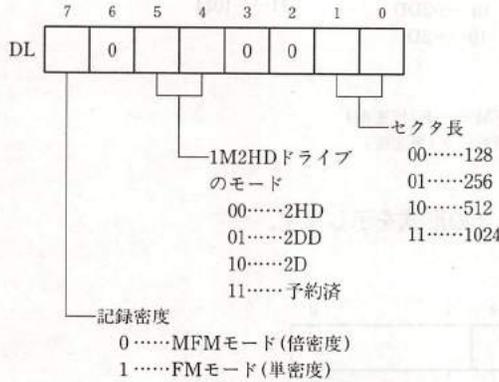
## 9.3 ディスク BIOS リファレンス

ディスク BIOS について個別に詳しく解説します。

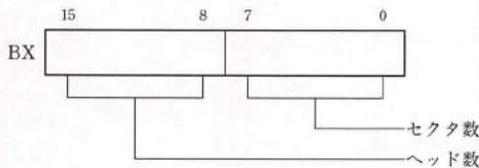
|                      |          |
|----------------------|----------|
| ディスク                 | INT 93H  |
| ドライブモードの設定(フロッピディスク) | 機能コード00H |

|      |    |                                            |
|------|----|--------------------------------------------|
| エントリ | AH | =00H                                       |
|      | AL | =デバイス番号                                    |
|      | DL | =ドライブモード 1                                 |
|      | BX | =ドライブモード 2                                 |
| リターン | AH | =00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号の誤り, ドライブモードの誤り) |

**説明** 各デバイスのセクタ長, ドライブモード, 記録密度, セクタ数, ヘッド数などを設定します。  
ドライブモード 1 の形式を示します。



ドライブモード 2 の形式を示します。



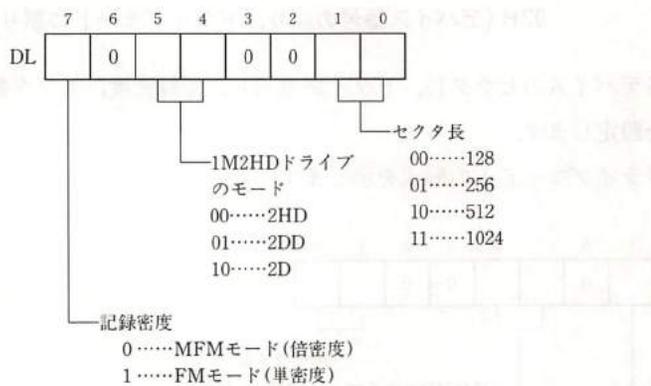
注意) ヘッド数は, 1 あるいは 2 が有効。  
(3 以上の指定でのフロッピディスクの動作は, 保証されない。)

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| ディスク                    | INT 93H  |
| ドライブモードの取り出し(フロッピーディスク) | 機能コード01H |

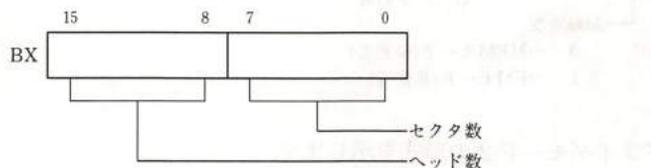
**エントリ**    AH        =01H  
               AL        =デバイス番号

**リターン**    AH        =00H(正常終了)  
                               02H(デバイス番号の誤り)  
               DL        =ドライブモード1  
               BX        =ドライブモード2

**説明**        現在、設定されているセクタ長、ドライブモード、記録密度、セクタ数、ヘッド数の取り出しを行います。  
               ドライブモード1の形式を示します。



ドライブモード2の形式を示します。



ディスク

INT 93H

ドライブステータス情報の取り出し

機能コード02H

|       |    |                                                |
|-------|----|------------------------------------------------|
| エントリー | AH | =02H                                           |
|       | AL | =デバイス番号                                        |
|       | CH | =00H                                           |
| リターン  | AH | =00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号の誤り)<br>80H (ハードエラー) |
|       | DL | =ドライブステータス(フロッピーディスクのみ)                        |
|       | AL | =ドライブモード(ハードディスクのみ)                            |
|       | BX | =最大論理ブロック数(High)(ハードディスクのみ)                    |
|       | DX | =最大論理ブロック数(Low)(ハードディスクのみ)                     |
|       | CX | =エラー情報(AHが80Hの場合)                              |

## 説明

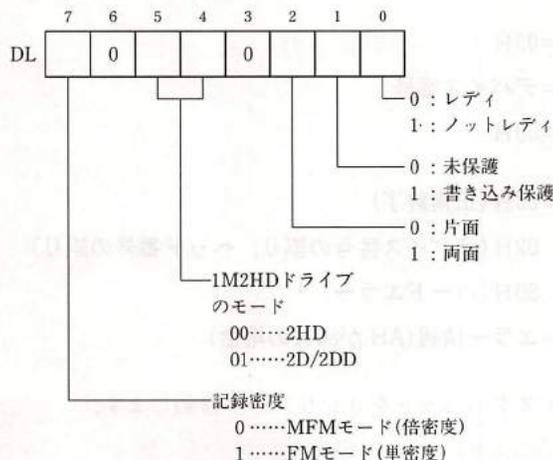
現在のドライブ状態を取り出します。

1MBドライブでは、ドライブのヘッドをリストアした後、ドライブステータスを返し、正常終了のときは取り出した情報のモードに設定されますが、エラー終了および、1M2HDドライブモードが2D/2DDのときは「ドライブモードの設定(機能コード00H)」によりモードの再設定を行う(2Dと2DDの区別を行うため)必要があります。

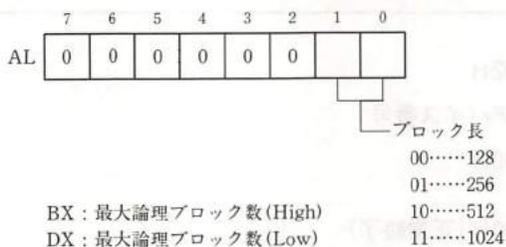
この機能はフォーマット済みのフロッピーディスクのみに動作します。

ハードディスクの場合は指定されたハードディスクのブロック長、最大論理ブロック数を返します。

ドライブステータスの形式を示します。



ドライブモードの形式を示します。



|                       |          |
|-----------------------|----------|
| ディスク                  | INT 93H  |
| シリンダ0へのシーク(フロッピィディスク) | 機能コード03H |

- |      |                                                    |
|------|----------------------------------------------------|
| エントリ | AH = 03H                                           |
|      | AL = デバイス番号                                        |
| リターン | AH = 00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号の誤り)<br>80H (ハードエラー) |
|      | CX = エラー情報(AHが80Hの場合)                              |

**説明** フロッピィディスクのリセットおよび、ヘッドを0シリンダへ移動します。

|                     |          |
|---------------------|----------|
| ディスク                | INT 93H  |
| シリンダ0へのシーク(ハードディスク) | 機能コード03H |

- |      |                                                              |
|------|--------------------------------------------------------------|
| エントリ | AH = 03H                                                     |
|      | AL = デバイス番号                                                  |
|      | CH = 00H                                                     |
| リターン | AH = 00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号の誤り, ヘッド番号の誤り)<br>80H (ハードエラー) |
|      | CX = エラー情報(AHが80Hの場合)                                        |

**説明** ハードディスクのヘッドを0シリンダへ移動します。

| ディスク           |  | INT 93H  |
|----------------|--|----------|
| シーク(フロッピィディスク) |  | 機能コード04H |

|      |    |                                             |
|------|----|---------------------------------------------|
| エントリ | AH | =04H                                        |
|      | AL | =デバイス番号                                     |
|      | CX | =シリンダ番号                                     |
| リターン | AH | =00H(正常終了)<br>02H(デバイス番号の誤り)<br>80H(ハードエラー) |
|      | CX | =エラー情報(AHが80Hの場合)                           |

**説明** フロッピィディスクの指定されたシリンダアドレスへ、ヘッドを移動します。

| ディスク                |  | INT 93H  |
|---------------------|--|----------|
| データの読み出し(フロッピィディスク) |  | 機能コード05H |

|      |       |                   |
|------|-------|-------------------|
| エントリ | AH    | =05H              |
|      | AL    | =デバイス番号           |
|      | CX    | =シリンダ番号           |
|      | DH    | =ヘッド番号            |
|      | DL    | =セクタ番号            |
|      | BX    | =セクタ数             |
|      | DS:DI | =バッファ先頭アドレス       |
|      | リターン  | AH                |
| BX   |       | =残りのセクタ数          |
| CX   |       | =エラー情報(AHが80Hの場合) |

**説明** フロッピィディスクの指定されたセクタのデータを読み出します。

|                   |          |
|-------------------|----------|
| ディスク              | INT 93H  |
| データの読み出し(ハードディスク) | 機能コード05H |

|      |       |                 |
|------|-------|-----------------|
| エントリ | AH    | =05H            |
|      | AL    | =デバイス番号         |
|      | CH    | =00H            |
|      | CL    | =論理ブロック番号(High) |
|      | DX    | =論理ブロック番号(Low)  |
|      | BX    | =ブロック数          |
|      | DS:DI | =バッファアドレス       |

|      |    |                                                |
|------|----|------------------------------------------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号の誤り)<br>80H (ハードエラー) |
|      | BX | =残りのブロック数                                      |
|      | CX | =エラー情報(AHが80Hの場合)                              |

**説明** ハードディスクより指定したブロックのデータを読み出します。

|                     |          |
|---------------------|----------|
| ディスク                | INT 93H  |
| データの書き込み(フロッピィディスク) | 機能コード06H |

|      |       |           |
|------|-------|-----------|
| エントリ | AH    | =06H      |
|      | AL    | =デバイス番号   |
|      | CX    | =シリンダ番号   |
|      | DH    | =ヘッド番号    |
|      | DL    | =セクタ番号    |
|      | BX    | =セクタ数     |
|      | DS:DI | =バッファアドレス |

|      |    |                                                          |
|------|----|----------------------------------------------------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号の誤り, ヘッド番号の誤り)<br>80H (ハードエラー) |
|      | BX | =残りのセクタ数                                                 |
|      | CX | =エラー情報(AHが80Hの場合)                                        |

**説明** フロッピィディスクのセクタヘータを書き込みます。

| ディスク              | INT 93H  |
|-------------------|----------|
| データの書き込み(ハードディスク) | 機能コード06H |

|      |       |                                             |
|------|-------|---------------------------------------------|
| エントリ | AH    | =06H                                        |
|      | AL    | =デバイス番号                                     |
|      | CH    | =00H                                        |
|      | CL    | =論理ブロック番号(High)                             |
|      | DX    | =論理ブロック番号(Low)                              |
|      | BX    | =ブロック数                                      |
|      | DS:DI | =バッファアドレス                                   |
| リターン | AH    | =00H(正常終了)<br>02H(デバイス番号の誤り)<br>80H(ハードエラー) |
|      | BX    | =残りのブロック数                                   |
|      | CX    | =エラー情報(AHが80Hの場合)                           |
|      |       |                                             |

**説明** ハードディスクのブロックにデータを書き込みます。

| ディスク              | INT 93H  |
|-------------------|----------|
| セクタの検査(フロッピィディスク) | 機能コード07H |

|      |    |                                                       |
|------|----|-------------------------------------------------------|
| エントリ | AH | =07H                                                  |
|      | AL | =デバイス番号                                               |
|      | CX | =シリンダ番号                                               |
|      | DH | =ヘッド番号                                                |
|      | DL | =セクタ番号                                                |
|      | BX | =セクタ数                                                 |
| リターン | AH | =00H(正常終了)<br>02H(デバイス番号の誤り, ヘッド番号の誤り)<br>80H(ハードエラー) |
|      | BX | =残りのセクタ数                                              |
|      | CX | =エラー情報(AHが80Hの場合)                                     |
|      |    |                                                       |

**説明** フロッピィディスクのセクタのデータを検査します。

| ディスク            |  | INT 93H  |
|-----------------|--|----------|
| セクタの検査(ハードディスク) |  | 機能コード07H |

|      |    |                                             |
|------|----|---------------------------------------------|
| エントリ | AH | =07H                                        |
|      | AL | =デバイス番号                                     |
|      | CH | =00H                                        |
|      | CL | =論理ブロック番号(High)                             |
|      | DX | =論理ブロック番号(Low)                              |
|      | BX | =ブロック数                                      |
| リターン | AH | =00H(正常終了)<br>02H(デバイス番号の誤り)<br>80H(ハードエラー) |
|      | BX | =残りのブロック数                                   |
|      | CX | =エラー情報(AHが80Hの場合)                           |
|      |    |                                             |

**説明**      ハードディスクのブロックのデータを検査します。

| ディスク                        |  | INT 93H  |
|-----------------------------|--|----------|
| ハードディスクコントローラのリセット(ハードディスク) |  | 機能コード08H |

|      |    |                           |
|------|----|---------------------------|
| エントリ | AH | =08H                      |
| リターン | AH | =00H(正常終了)<br>80H(ハードエラー) |
|      | CX | =エラー情報(AHが80Hの場合)         |

**説明**      ハードエラーが発生した場合、ハードディスクコントローラをリセットします。

ディスク

INT 93H

セクタ ID の取り出し(フロッピーディスク)

機能コード09H

**エントリ**

AH =09H  
 AL =デバイス番号  
 CX =シリンダ番号  
 DH =ヘッド番号  
 DS:DI =バッファ先頭アドレス

**リターン**

AH =00H(正常終了)  
 02H(デバイス番号の誤り)  
 80H(ハードエラー)  
 CX =エラー情報(AHが80Hの場合)

**説明** 指定トラックのセクタ ID をバッファに読み出します。  
 バッファの形式を示します。

(DS:DI)

|   |   |   |        |
|---|---|---|--------|
| 0 | R | B | トラック番号 |
| 1 | R | B | ヘッド番号  |
| 2 | R | B | セクタ番号  |
| 3 | R | B | セクタ長   |
| 4 | R | B | CRC    |
| 5 | R | B | CRC    |

[ 0 : 128バイト  
 1 : 256バイト  
 2 : 512バイト  
 3 : 1024バイト

|                        |          |
|------------------------|----------|
| ディスク                   | INT 93H  |
| トラックのフォーマット(フロッピィディスク) | 機能コード0AH |

|       |       |                                                          |
|-------|-------|----------------------------------------------------------|
| エントリー | AH    | =0AH                                                     |
|       | AL    | =デバイス番号                                                  |
|       | CX    | =シリンダ番号                                                  |
|       | DH    | =ヘッド番号                                                   |
|       | DS:DI | =フォーマットデータ先頭アドレス                                         |
| リターン  | AH    | =00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号の誤り, ヘッド番号の誤り)<br>80H (ハードエラー) |
|       | CX    | =エラー情報(AHが80Hの場合)                                        |

|    |                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 説明 | <p>1トラック分のフォーマットを行います。</p> <p>フォーマットデータの形式は、「第1部第7章 各種のデバイス」を参照してください。</p> <p>この機能の実行時には、書き込むデータが正しく媒体に書かれたかどうか(ハード上)検出することができないため(リターンが正常であっても、再度読むことができない場合がある)、この機能を実行後に書き込んだ1トラック分のセクタをベリファイ(「セクタの検査(機能コード07H)」)することを推奨します。</p> |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| ディスク                  | INT 93H  |
| 詳細エラー情報の取り出し(ハードディスク) | 機能コード0DH |

|       |       |                                                |
|-------|-------|------------------------------------------------|
| エントリー | AH    | =0DH                                           |
|       | AL    | =デバイス番号                                        |
|       | CH    | =00H                                           |
|       | DS:DI | =出力エラーアドレス                                     |
| リターン  | AH    | =00H (正常終了)<br>02H (デバイス番号の誤り)<br>80H (ハードエラー) |
|       | CX    | =エラー情報(AHが80Hの場合)                              |

|    |                  |
|----|------------------|
| 説明 | 詳細なエラー情報を読み出します。 |
|----|------------------|

# 第 10 章

## プリンタBIOS

この章では、プリンタを制御する BIOS について解説します。

### 10.1 プリンタ BIOS 一覧

表II-10-1にプリンタ BIOS の一覧を示します。

▼表II-10-1 プリンタ BIOS 一覧

| 機能名称        | 機能コード |
|-------------|-------|
| プリンタ状態の読み取り | 00H   |
| 1文字出力       | 01H   |
| 文字列出力       | 02H   |

出力形式には、1文字出力と文字列出力があります。1文字出力は印字データ、文字列出力は文字長と文字格納アドレスを指定することによってプリンタに印字できます。

なお、プリンタ BIOS は、標準実装セントロニクスインタフェースに接続したプリンタのみをサポートしているので、それ以外のプリンタ番号を指定するとエラーになります。

## 10.2 プリンタ BIOS リファレンス

プリンタ BIOS について個別に詳しく解説します。

|             |          |
|-------------|----------|
| <b>プリンタ</b> | INT 94H  |
| プリンタ状態の読み取り | 機能コード00H |

|             |    |                                                                                               |
|-------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>エントリ</b> | AH | =00H                                                                                          |
|             | AL | =00H (標準プリンタポート)                                                                              |
| <b>リターン</b> | AH | =00H (正常終了)<br>=02H (プリンタポートの指定エラー)<br>=03H (標準プリンタポート以外のポートを指定) (FM16 $\beta$ でサポート可であったポート) |
|             | DX | =プリンタステータス                                                                                    |

**説明** 現在のプリンタの情報を通知します。  
プリンタステータスの形式を示します。



RINF については、各プリンタの仕様書を参照してください。また、セレクトが1のとき、エラー状態、または、プリンタ情報が返ります(ただし、RINFはプリンタによってはサポートされないことがあります)。

アラームビットは、オフライン、用紙切れでオンになり、一度読むとオフになります。

|       |          |
|-------|----------|
| プリンタ  | INT 94H  |
| 1文字出力 | 機能コード01H |

|      |                       |                                                     |
|------|-----------------------|-----------------------------------------------------|
| エントリ | AH                    | =01H                                                |
|      | AL                    | =00H (標準プリンタポート)                                    |
|      | DL                    | =印字データのキャラクタコード                                     |
| リターン | AH                    | =00H (正常終了)                                         |
|      |                       | 02H (プリンタポートの指定エラー)                                 |
|      |                       | 03H (標準プリンタポート以外のボードを指定-FM16 $\beta$ でサポート可であったポート) |
|      |                       | 04H (プリンタの用紙切れ)                                     |
|      |                       | 05H (プリンタがノットレディ状態)                                 |
|      | 80H (プリンタに動作エラーが発生した) |                                                     |

|    |                                                                                         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 説明 | <p>プリンタに印字データを送ります。</p> <p>文字を印字するときは、その文字コードを送った後にプリンタの LF, CR コードも送らない限り、印字されません。</p> |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|

|       |          |
|-------|----------|
| プリンタ  | INT 94H  |
| 文字列出力 | 機能コード02H |

|      |            |                                                     |
|------|------------|-----------------------------------------------------|
| エントリ | AH         | =02H                                                |
|      | AL         | =00H (標準プリンタポート)                                    |
|      | CX         | =データ長(バイト数)                                         |
|      | DS:DI      | =文字列データアドレス                                         |
| リターン | AH         | =00H (正常終了)                                         |
|      |            | 02H (プリンタポートの指定エラー)                                 |
|      |            | 03H (標準プリンタポート以外のボードを指定-FM16 $\beta$ でサポート可であったポート) |
|      |            | 04H (プリンタの用紙切れ)                                     |
|      |            | 05H (プリンタがノットレディ状態)                                 |
|      |            | 80H (プリンタに動作エラーが発生した)                               |
| CX   | =残り文字のバイト数 |                                                     |

|    |                                                                                                                |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 説明 | <p>プリンタへ文字列を送ります。</p> <p>印字中にプリンタのエラーが発生したときには、印字されなかった残りのバイト数を通知します。プリンタ内にあるバッファに残っているデータの印字については保証されません。</p> |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

# 第 11 章

## 時計をサポートするBIOS

この章では、時計をサポートする BIOS について解説します。

時計サポートの BIOS としてはカレンダー時計、タイマ管理、時計管理の 3 種類があります。

### 11.1 時計をサポートする BIOS 一覧

表 II-11-1 に、カレンダー時計、タイマ管理、時計管理の BIOS の一覧を示します。

▼表 II-11-1 時計をサポートする BIOS 一覧

#### カレンダー時計 BIOS

| 機能名称       | 機能コード |
|------------|-------|
| 日付/時刻の設定   | 00H   |
| 日付/時刻の読み取り | 01H   |

#### タイマ管理 BIOS

| 機能名称           | 機能コード |
|----------------|-------|
| タイマの登録         | 00H   |
| タイマの取り消し       | 01H   |
| タイマのカウント値の読み取り | 02H   |

#### 時計管理 BIOS

| 機能名称             | 機能コード |
|------------------|-------|
| 指定時刻の割り込み処理の登録   | 00H   |
| 指定時刻の割り込み処理の取り消し | 01H   |

### 1. カレンダー時計 BIOS

システムのカレンダー時計に対して、日付/時刻の設定と読み取りを行います。

### 2. タイマ管理 BIOS

指定された周期で割り込みを発生し、その解除を行うことができます。

この BIOS を利用することにより、通常の処理とは別に一定時間間隔で作業を行うことができます。例えば、一定時間間隔で状態変化を見たりするときには有効です。

割り込みはタイマの登録が正常に行われた時点から有効になります。

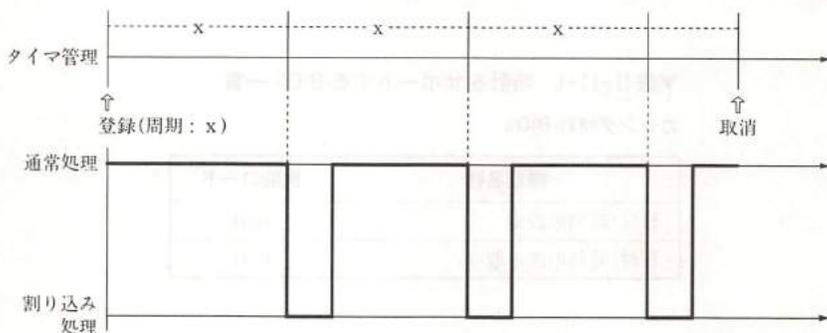
割り込み先では、必要な処理の後、必ずタイマ管理に制御をもどしてください。すなわち、リターンすることが必要です。このとき、レジスタ値は保存されていなくても支障ありません。

割り込み周期の最小単位は、10ms です。

タイマ割り込みルーチンは、他へ与える影響(システムの時間的負荷)が大きいため、割り込み処理内では、フラグを立てる程度の処理にしてください。

図II-11-1にタイマ管理 BIOS の割り込み周期を示します。

▼図II-11-1 タイマ管理 BIOS の割り込み周期



### 3. 時計管理 BIOS

指定時刻での割り込みの発生と、その解除を行います。制御の流れは、タイマと同じです。

## 11.2 時計をサポートする BIOS リファレンス

時計をサポートする BIOS について個別に解説します。

|          |           |
|----------|-----------|
| カレンダー時計  | INT 96H   |
| 日付/時刻の設定 | 機能コード 00H |

**エントリ**      AH      =00H  
                  DS:DI    =日付/時刻パラメータブロックアドレス

**リターン**      AH      =00H (正常終了)  
                                  02H (日付/時刻の指定エラー)

**説明**            指定された日付/時刻を、カレンダー時計に設定します。  
                          日付/時刻の指定は、日付/時刻パラメータブロックで指定します。  
                          日付/時刻パラメータブロックの形式を示します。

(DS:DI)

|   |   |   |              |
|---|---|---|--------------|
| 0 | E | W | 年(1980~2079) |
| 2 | E | B | 月(1~12)      |
| 3 | E | B | 日(1~31)      |
| 4 | E | B | 0            |
| 5 | E | B | 時(0~23)      |
| 6 | E | B | 分(0~59)      |
| 7 | E | B | 秒(0~59)      |
| 8 | E | B | 0            |
| 9 | E | B | 0            |

各パラメータ値は、バイナリで、括弧内の範囲に指定してください。それ以外の値を指定した場合は、エラーとなります。

曜日は内部で自動設定されます。

## カレンダー時計

INT 96H

## 日付／時刻の読み取り

機能コード01H

## エントリ

AH =01H

DS:DI =日付／時刻パラメータブロックアドレス

## リターン

AH =00H (正常終了)

## 説明

カレンダー時計から現在の日付／時刻を取得します。

取得した日付／時刻は、パラメータブロックにセットされます。

日付／時刻パラメータブロックの形式を示します。

(DS:DI)

|   |   |   |              |
|---|---|---|--------------|
| 0 | R | W | 年(1980~2079) |
| 2 | R | B | 月(1~12)      |
| 3 | R | B | 日(1~31)      |
| 4 | R | B | 曜(0~6)       |
| 5 | R | B | 時(0~23)      |
| 6 | R | B | 分(0~59)      |
| 7 | R | B | 秒(0~59)      |
| 8 | R | B | 1/100秒(0~99) |
| 9 | R | B | 0            |

各パラメータ値は、バイナリです。

曜日はそれぞれ、次のようになります。0 = 日, 1 = 月, 2 = 火, 3 = 水, 4 = 木, 5 = 金, 6 = 土。

|        |           |
|--------|-----------|
| タイマ管理  | INT 97H   |
| タイマの登録 | 機能コード 00H |

**エントリ** AH = 00H  
 DS:DI = タイマ管理パラメータブロックアドレス

**リターン** AH = 00H (正常終了)  
 02H (入力パラメータエラー)  
 03H (登録に失敗した)  
 AL = タイマ管理番号

**説明** タイマ割り込み処理の登録をします。  
 タイマ割り込みの詳細は、タイマ管理パラメータブロックで指定します。  
 タイマ管理パラメータブロックの形式を示します。

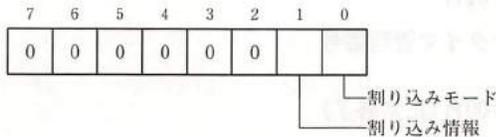
(DS:DI)

|   |   |   |               |
|---|---|---|---------------|
| 0 | E | B | タイマ割り込みモード    |
| 1 | E | B | 0             |
| 2 | E | D | タイマ割り込み処理アドレス |
| 6 | E | W | タイマ周期(HIGH)   |
| 8 | E | W | タイマ周期(LOW)    |

それぞれのパラメータの詳細を説明します。

### ●タイマ割り込みモード

次の 2 つのモードがあります。



#### 割り込みモード

- 0 : インターバルモード (指定時間間隔で割り込み処理を起動し、取り消されない限り同じ時間間隔で、割り込み処理をし続ける)。
- 1 : ワンショットモード (指定時間経過後、割り込み処理を起動する。割り込み処理は 1 回のみで、割り込み処理後、そのタイマはタイマ管理により自動的に取り消されるので、タイマの取り消しをする必要はない)。

## 割り込み情報

- 0：割り込みモード(指定された周期で指定アドレスに割り込みを行う)。  
 1：カウントモード(タイマカウントのみ行うことの指定であり、割り込み処理を起動することはない)。

## ●タイマ割り込み処理アドレス

タイマ割り込み処理のオフセットアドレスとセグメントアドレス(カウントモードの場合、ALL0)。

## ●タイマ周期(HIGH/LOW)

タイマの周期を示します。

周期の上位2バイトをHIGHに、下位2バイトをLOWに設定してください。周期は10ms単位に指定します(1=10ms, 2=20ms, 3=30ms,.....)。

周期として0を指定した場合はパラメータエラーとなります。

タイマ割り込みが発生した場合、指定されたタイマ割り込み処理にセグメント間コール(far CALL)します。処理を終了したときはセグメント間リターン(far RETURN)を行ってください。

割り込み処理内でのレジスタの保護は、必要ありません。

## タイマ管理

INT 97H

## タイマの取り消し

機能コード01H

## エントリ

AH =01H  
 AL =タイマ管理番号

## リターン

AH =00H(正常終了)  
 02H(タイマ管理番号エラー)

## 説明

指定されたタイマ管理番号のタイマ割り込み処理を取り消します。  
 タイマ管理番号は、登録済のタイマ管理番号でなければなりません。

## タイマ管理

INT 97H

## タイマのカウント値の読み取り

機能コード02H

|      |       |                     |
|------|-------|---------------------|
| エントリ | AH    | =02H                |
|      | AL    | =タイマ管理番号            |
|      | DS:DI | =タイマ管理パラメータブロックアドレス |

|      |    |                  |
|------|----|------------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了)      |
|      |    | 02H (タイマ管理番号エラー) |

## 説明

タイマ管理では、登録されているタイマごとに 10ms 単位でカウントを行っています。

このカウント値は、タイマの登録時に指定された周期に達すると 0 にもどされ、再びカウントを始めます(例えば周期が100(1000ms)の場合、タイマカウント値は 0～99の値になります)。

この機能は、指定されたタイマ管理番号の、取得要求があった時点でのタイマカウント値を返すものです。

取得したタイマカウント値は、タイマ管理パラメータブロックに格納されます。

タイマ管理番号は、登録済のタイマ管理番号でなければなりません。

タイマ管理パラメータブロックの形式を示します。

(DS:DI)

|   |   |   |               |
|---|---|---|---------------|
| 0 |   |   |               |
| 6 | R | W | タイマカウント(HIGH) |
| 8 | R | W | タイマカウント(LOW)  |

## ●タイマカウント(HIGH/LOW)

取得要求があった時点のタイマカウント値を示します。

カウント値の上位 2 バイトが HIGH に、下位 2 バイトが LOW に設定されます。

時計管理

INT 98H

指定時刻の割り込み処理の登録

機能コード00H

エントリ

AH = 00H

DS:DI = 時計管理パラメータブロックアドレス

リターン

AH = 00H (正常終了)

02H (時計管理パラメータブロックの指定エラー)

03H (登録に失敗した)

AL = 時計管理番号

説明

指定時刻の割り込み処理を登録します。

登録が正常に行われると、時計管理パラメータブロックにより指定された年、月、日、時、分、秒から、割り込みを開始します。割り込みが発生した場合、指定された割り込み処理にセグメント間コール(far CALL)します。処理を終了したときにはセグメント間リターン(far RETURN)を行ってください。割り込み処理内でのレジスタの保護は、必要ありません。

時計管理パラメータブロックは、割り込み制御部分と、時刻指定部分の2つに分かれています。形式を次に示します。

(DS:DI)

|    |   |   |                |   |        |
|----|---|---|----------------|---|--------|
| 0  | E | B | 設定フラグ          | } | 割り込み制御 |
| 1  | E | B | 0              |   |        |
| 2  | E | D | 時計管理割り込み処理アドレス |   |        |
| 6  | E | W | 割り込み周期         | } | 時刻指定   |
| 8  | E | W | 0              |   |        |
| A  | E | W | 年(1980~2079)   |   |        |
| C  | E | B | 月(1~12)        |   |        |
| D  | E | B | 日(1~31)        |   |        |
| E  | E | B | 0              |   |        |
| F  | E | B | 時(0~23)        |   |        |
| 10 | E | B | 分(0~59)        |   |        |
| 11 | E | B | 秒(0~59)        |   |        |

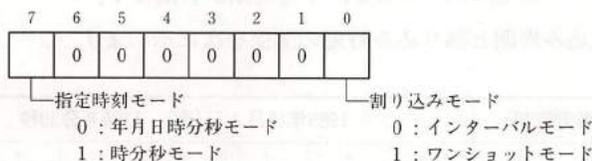
時刻指定パラメータは、バイナリ形式で括弧内の値の範囲で指定してください。それ以外の値を指定した場合は、エラーとなります。

曜日は内部で自動設定されます。

各パラメータの形式について説明します。

### ●設定フラグ

次の 2 つの情報があります。



### 割り込みモード

インターバルモード：指定時刻から指定時間間隔で割り込み処理を起動し、取り消さない限り指定周期で割り込み処理をし続ける。

ワンショットモード：指定時刻を通過すると、1 回だけ割り込み処理を起動する(割り込み周期は意味を持たない)。

### 指定時刻モード

年月日時分秒モード：指定されたパラメータブロックの年月日時分秒から、割り込みを開始する。

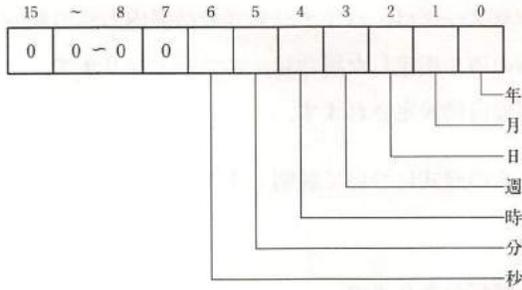
時分秒モード：パラメータブロックの年月日部分の指定を無効とし(指定された時分秒は有効)、このオペレーションが実行された時点での年月日が指定されたものとする。すなわち、当日の今後の割り込みに対して用いられる。

### ●時計管理割り込み処理アドレス

時計管理割り込み処理のオフセットアドレスとセグメントアドレスを指定します。

### ●割り込み周期

割り込み時刻の間隔を指定します。



各ビットがON(1)のとき、その周期が有効です。  
 割り込み周期と割り込み時刻の関係を次に示します。

| 指定時刻      |   | 1985年10月4日(金) 11時8分30秒 |    |    |    |    |    |   |    |
|-----------|---|------------------------|----|----|----|----|----|---|----|
| 割り込み周期ビット | 年 | 毎年                     | ↑  | ↑  | ↑  | ↑  | ↑  | ↑ | ↑  |
|           | 月 |                        | 毎月 | ↑  | ↑  | ↑  | ↑  | ↑ | ↑  |
|           | 日 |                        |    | 毎日 | ↑  | ↑  | ↑  | ↑ | ↑  |
|           | 週 |                        |    |    | 毎週 | ↑  | ↑  | ↑ | ↑  |
|           | 時 |                        |    |    |    | 毎時 | ↑  | ↑ | ↑  |
|           | 分 |                        |    |    |    |    | 毎分 | ↑ | ↑  |
|           | 秒 |                        |    |    |    |    |    |   | 毎秒 |

指定時刻から、割り込みが開始します。

例えば、割り込み周期が年の場合、指定時刻から毎年同じ月日の同じ時刻に、割り込みが発生します。

なお、割り込み周期は、複数指定できません。必ず1つのビットのみがONで、その他はOFFにしてください。複数指定した場合はパラメータエラーとなります。

|                  |          |
|------------------|----------|
| 時計管理             | INT 98H  |
| 指定時刻の割り込み処理の取り消し | 機能コード01H |

エントリ AH =01H  
 AL =時計管理番号

リターン AH =00H (正常終了)  
 02H (時計管理番号エラー)

説明 指定された時計管理番号の、指定時刻の割り込み処理を取り消します。

# 第 12 章

## RS-232C BIOS

この章では、RS-232C の制御を行う BIOS について解説します。

FM TOWNS には、RS-232C ポートとして、本体に実装されている RS-232C インタフェースと、オプションの内蔵モデムの 2 系統があります。

RS-232C BIOS は、両方の制御が可能です。

### 12.1 RS-232C BIOS 一覧

表II-12-1に、RS-232C BIOS の一覧を示します。

▼表II-12-1 RS-232C BIOS 一覧

| 機能名称                | 機能コード |
|---------------------|-------|
| シリアルポートの検出          | 00H   |
| 回線オープン              | 01H   |
| 回線クローズ              | 02H   |
| 通信パラメータの設定          | 03H   |
| 通信パラメータの読み取り        | 04H   |
| 受信バッファ内部有効データ数の読み取り | 05H   |
| データの受信              | 06H   |
| データの送信              | 07H   |
| シリアルポートの制御          | 08H   |
| ステータス情報の読み取り        | 09H   |
| 受信バッファの初期化          | 0AH   |
| ブ레이크信号の送信           | 0BH   |
| 拡張割り込みの設定           | 0CH   |
| 拡張割り込みの読み取り         | 0DH   |
| 拡張 DTR 信号の保持設定      | 0EH   |
| XOFF 受信のクリア         | 0FH   |
| 送信バッファ内有効データ数の読み取り  | 10H   |

内蔵モデムを接続しない状態では、本体に実装されている RS-232C インタフェースが有効で、内蔵モデムを接続すると内蔵モデムが有効となります。

なお、BIOS においてポートの指定をする際には、どちらの場合もポート 0 を指定してください。

## RS-232C BIOS

この BIOS は、RS-232C インタフェースを制御するための BIOS です。この BIOS を実行すると、RS-232C インタフェースが有効になります。また、この BIOS を実行すると、内蔵モデムが有効になります。

### 1.1 RS-232C BIOS

#### RS-232C BIOS の設定

| 項目      | 説明                             |
|---------|--------------------------------|
| ポート     | RS-232C インタフェースのポート番号を指定します。   |
| 速度      | RS-232C インタフェースの通信速度を指定します。    |
| パリティ    | RS-232C インタフェースのパリティを指定します。    |
| ストップビット | RS-232C インタフェースのストップビットを指定します。 |
| フロー制御   | RS-232C インタフェースのフロー制御を指定します。   |
| モデム     | 内蔵モデムを有効にするかどうかを指定します。         |
| 電源      | RS-232C インタフェースの電源を指定します。      |
| その他     | RS-232C インタフェースに関するその他の設定項目。   |

## 12.2 RS-232C BIOS リファレンス

RS-232C BIOS について個別に詳しく解説します。

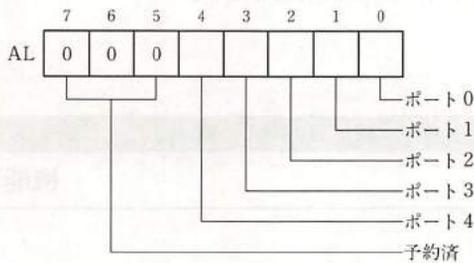
| RS-232C    | INT 9BH  |
|------------|----------|
| シリアルポートの検出 | 機能コード00H |

**エントリ** AH =00H

**リターン** AH =00H (正常終了)  
AL =検出データ

**説明** 拡張 I/O ユニット内に入るインタフェースカードの接続状態を読み取ります。

検出データは次のようになります。



ビット対応により、0：非接続、1：接続となります。

ポート0は内蔵のため1となります。

|         |          |
|---------|----------|
| RS-232C | INT 9BH  |
| 回線オープン  | 機能コード01H |

|      |    |                                      |
|------|----|--------------------------------------|
| エントリ | AH | =01H                                 |
|      | AL | =ポート番号(0~4)                          |
| リターン | AH | =00H(正常終了)                           |
|      |    | 02H(範囲以外のポート番号を指定した)                 |
|      |    | 03H(拡張カードが接続されていないポートを指定した)          |
|      |    | 05H(回線がクローズ状態でない)                    |
|      |    | 07H(通信パラメータが設定されていないのに回線をオープンしようとした) |

**説明** 「通信パラメータの設定(機能コード03H)」で設定したモードでオープンを行います。

通信パラメータを設定しない場合、または、すでにオープンされている状態ではオープンできません。回線オープン時には受信バッファ内の文字カウンタ、入力ポインタ、出力ポインタを初期化します。

|         |          |
|---------|----------|
| RS-232C | INT 9BH  |
| 回線クローズ  | 機能コード02H |

|      |    |                             |
|------|----|-----------------------------|
| エントリ | AH | =02H                        |
|      | AL | =ポート番号(0~4)                 |
| リターン | AH | =00H(正常終了)                  |
|      |    | 02H(範囲以外のポート番号を指定した)        |
|      |    | 03H(拡張カードが接続されていないポートを指定した) |
|      |    | 04H(回線がオープン状態でない)           |

**説明** 回線のクローズ(回線による割り込みの禁止)を行います。

ポートが送信バッファに指定されている場合、送信バッファ内に残っている出力待ちデータはすべて無効になります。

**注意** 送信バッファ指定されている場合に、このコマンドを使用するときは、事前に送信バッファ内の有効データ読み取り機能を利用し、データ数=0を確認後クローズしてください。

RS-232C

INT 9BH

## 通信パラメータの設定

機能コード03H

**エントリ**    AH        =03H  
               AL        =ポート番号(0~4)  
               DS:DI    =通信パラメータアドレス

**リターン**    AH        =00H (正常終了)  
                           02H (範囲以外のポート番号を指定した)  
                           03H (拡張カードが接続されていないポートを指定した)  
                           05H (回線がクローズ状態でない)  
                           06H (受信バッファ領域が確保されていない)

**説明**

シリアルポートの通信パラメータを設定します。

オープン状態でパラメータを変更することはできません。通信パラメータを設定すると「通信パラメータの読み取り(機能コード04H)」で、『通信パラメータが設定されていないのに・・・』のエラーは発生しません。

通信パラメータの形式を示します。

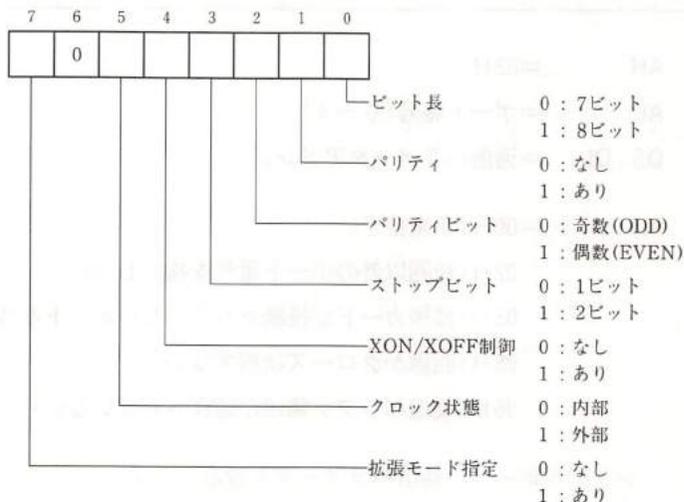
(DS:DI)

|    |   |   |            |
|----|---|---|------------|
| 0  | E | B | 通信モード      |
| 1  | E | B | ボーレート      |
| 2  | E | D | 受信バッファアドレス |
| 6  | E | W | 送信タイムアウト時間 |
| 8  | E | W | 受信タイムアウト時間 |
| A  | E | D | 受信通知アドレス   |
| E  | E | B | 拡張通信モード    |
| F  | E | B | XON コード    |
| 10 | E | B | XOFF コード   |
| 11 | E | D | 送信バッファアドレス |

**注意)** オフセットアドレス 0EH 以降は通信モードの拡張モード指定(ビット7)がON のときしか設定できないので、OFF のときは設定する必要はありません。

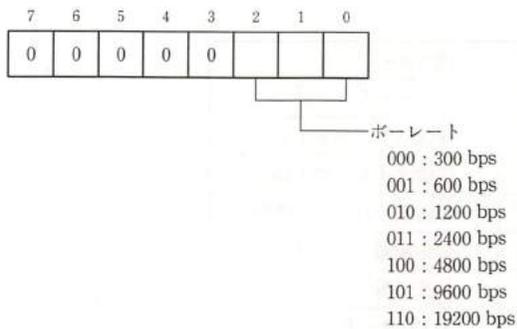
各パラメータを説明します。

●通信モード



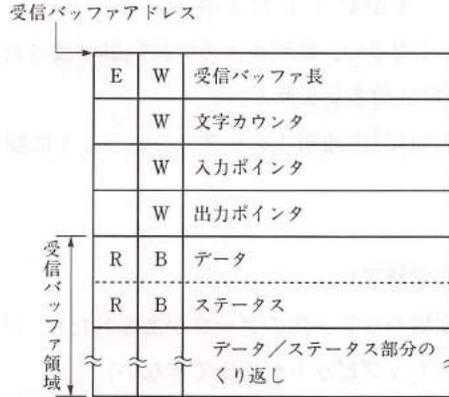
●ボーレート

シリアルポートのボーレートを設定します。



●受信バッファ

シリアルポートから受信したデータを格納するバッファを指定します。



バッファ長 : 受信バッファ領域の大きさを示す

文字カウンタ : 受信バッファ内に入っているデータ数を示す

入力ポインタ : 次に入力される文字のバッファ位置を示す

出力ポインタ : 次に出力される文字のバッファ位置を示す

注意 1) 受信バッファ内でのセグメントオーバーランを防ぐため、受信バッファアドレス(オフセット)を0にするか、受信バッファ領域を受信バッファ長より16バイト余分に確保してください。

注意 2) 文字カウンタ、入力ポインタ、出力ポインタは回線オープン時に初期化を行います。

●タイムアウト時間

送信/受信のタイムアウト時間を設定します。

| 指定時間<br>(1~65534×10ms) | 意味                                   |
|------------------------|--------------------------------------|
| 0                      | 送/受信の結果にかかわらず即時復帰を行う。                |
| 1~65534                | 指定時間内に送/受信が完了しない場合はタイムアウトとなり強制復帰を行う。 |
| 65535                  | 送/受信が完了するまで復帰しない。                    |

●受信通知アドレス

回線からデータを受信したことを通知する、処理ルーチンのアドレスを設定します。データを受信した場合、処理ルーチンへセグメント間コール(far CALL)するので、処理が終了したときは、セグメント間リターン(far RETURN)を行ってください。処理ルーチンに制御が渡ったとき、ルーチン内でのレジスタの保護は必要ありません。

また、通知する場合は受信通知ステータスをいっしょに渡します。

受信通知ステータス

AH = 00H (正常終了)

= 10H (受信バッファ内のデータがあふれた)

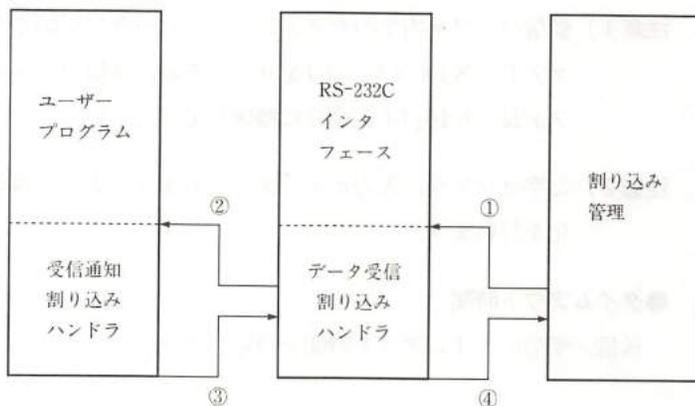
= 11H (ストップビットが検出できない)

= 12H (正しいパリティビットが検出できない)

AL = 受信ポート番号

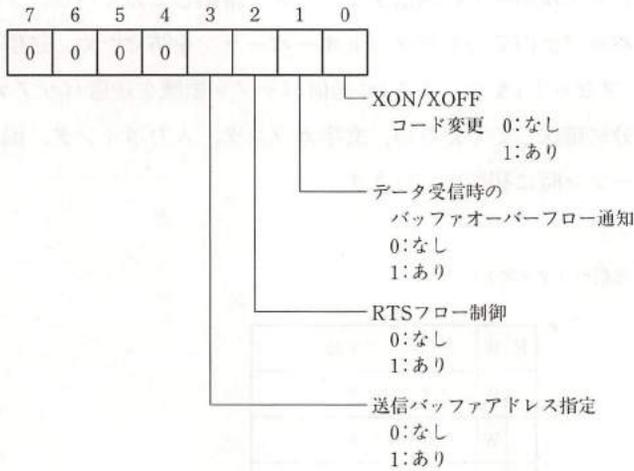
注意) セグメントとオフセットアドレスの値が0のときは通知しません。

受信通知割り込み処理の流れ



- ①回線よりデータが受信され、割り込み管理からRS-232Cの割り込みハンドラへ制御が渡る。
- ②データを受信バッファに入れ、ユーザーの割り込みハンドラが登録されている場合にそのハンドラへ通知を行う。
- ③受信通知ハンドラからRS-232Cの割り込みハンドラへ復帰を行う
- ④RS-232Cの割り込みハンドラから割り込み処理への復帰を行う。

## ●拡張通信モード



## ●RTS フロー制御

XON/XOFF のバッファ制御の代わりに、RTS 信号の ON/OFF でフロー制御を行います。

データ受信時に、受信バッファがいっぱいになると RTS 信号を OFF にし、受信バッファが受信可能になると RTS 信号を ON にします。

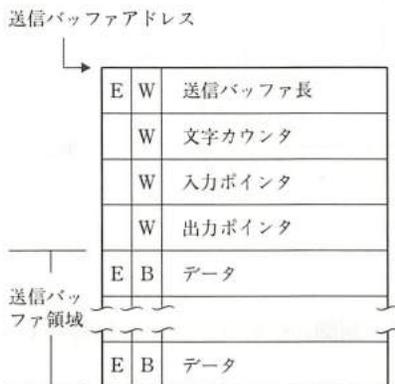
このビットを 1 に設定すると、「通信モード」の XON/XOFF 制御の指定が無視され、RTS フロー制御になります。

## ●送信バッファアドレス指定

割り込みを使用してデータの送信を行います。割り込みで送信を行うため、データ送信中に他の処理を行うことが可能です。

●送信バッファ

シリアルポートに送信するデータを格納しておくバッファを指定します。送信バッファ内でのセグメントオーバーランを防ぐため、送信バッファアドレス(オフセット)を0にするか、送信バッファ領域を送信バッファ長より16バイト余分に確保してください。文字カウンタ、入力ポインタ、出力ポインタは回線オープン時に初期化されます。



バッファ長 : 送信バッファ領域の大きさを示します  
 文字カウンタ: 送信バッファ内に入っているデータ数を示します  
 入力ポインタ: 次に入力される文字のバッファ位置を示します  
 出力ポインタ: 次に出力される文字のバッファ位置を示します

●XON/XOFF コード

XON/XOFF のバッファ制御コードを指定します。

このコードは拡張通信モードの XON/XOFF コード変更(ビット0)が1の場合にのみ設定されます。

RS-232C

INT 9BH

通信パラメータの読み取り

機能コード04H

**エントリー**    AH        =04H  
                  AL        =ポート番号(0~4)  
                  DS:DI    =通信パラメータアドレス

**リターン**     AH        =00H (正常終了)  
                               02H (範囲以外のポート番号を指定した)  
                               03H (拡張カードが接続されていないポートを指定した)  
                               07H (通信パラメータが設定されていないのに通信パラメータを  
                                   取得しようとした)

**説明**            「通信パラメータの設定(機能コード03H)」で設定した通信パラメータを指定された通信パラメータ領域に読み込みます。  
                               通信パラメータの形式を示します。

(DS:DI)

|    |   |   |            |
|----|---|---|------------|
| 0  | E | B | 通信モード      |
| 1  | E | B | ボーレート      |
| 2  | E | D | 受信バッファアドレス |
| 6  | E | W | 送信タイムアウト時間 |
| 8  | E | W | 受信タイムアウト時間 |
| A  | E | D | 受信通知アドレス   |
| E  | E | B | 拡張通信モード    |
| F  | E | B | XON コード    |
| 10 | E | B | XOFF コード   |
| 11 | E | D | 送信バッファアドレス |

**注意 1)** 受信バッファアドレスはセグメントオーバーラン防止のため、「通信パラメータの設定(機能コード03H)」で設定した値と異なる場合があります。

**注意 2)** オフセットアドレス 0EH 以降は通信モードの拡張モード指定(ビット 7)が ON のときのみ読み取りができ、OFF のときは読み取りができません。

RS-232C

INT 9BH

受信バッファ内有効データ数の読み取り

機能コード05H

|      |    |                                                                                        |
|------|----|----------------------------------------------------------------------------------------|
| エントリ | AH | =05H                                                                                   |
|      | AL | =ポート番号(0~4)                                                                            |
| リターン | AH | =00H(正常終了)<br>02H(範囲以外のポート番号を指定した)<br>03H(拡張カードが接続されていないポートを指定した)<br>04H(回線がオープン状態でない) |
|      | DX | =データ数                                                                                  |

**説明** 受信バッファ内に入っているデータ数を返します。

|         |          |
|---------|----------|
| RS-232C | INT 9BH  |
| データの受信  | 機能コード06H |

|      |    |                                                                                                                                                        |
|------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| エントリ | AH | =06H                                                                                                                                                   |
|      | AL | =ポート番号(0~4)                                                                                                                                            |
| リターン | AH | =00H(正常終了)<br>02H(範囲以外のポート番号を指定した)<br>03H(拡張カードが接続されていないポートを指定した)<br>04H(回線がオープン状態でない)<br>08H(タイムアウト時間内にデータの受信ができなかった)<br>0AH(即時復帰の場合に受信バッファにデータがなかった) |
|      | DL | =データ                                                                                                                                                   |
|      | DH | =ステータス                                                                                                                                                 |
|      | CL | =拡張ステータス                                                                                                                                               |
|      | CH | =00H                                                                                                                                                   |

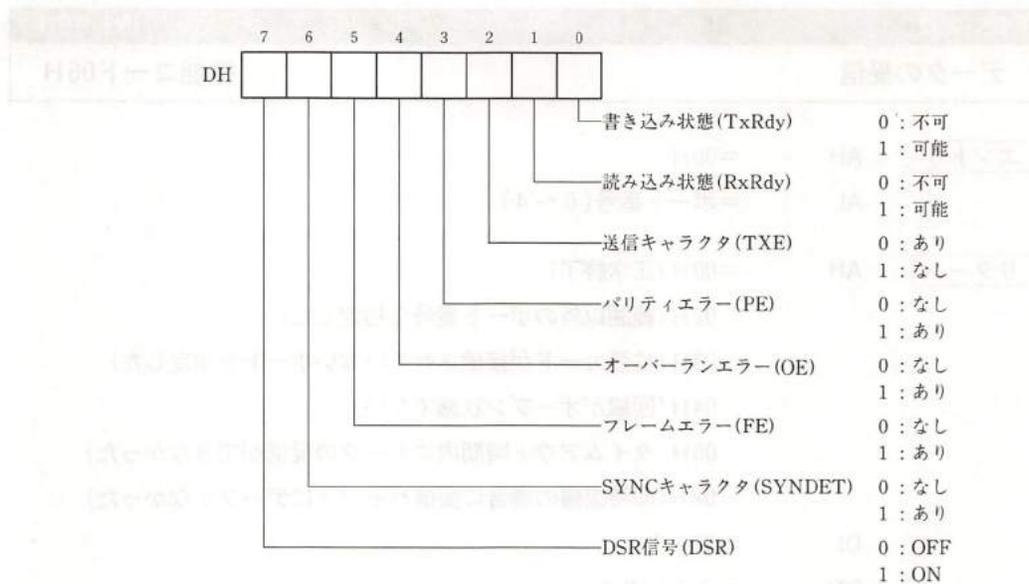
**説明**

受信バッファ内に入っているデータを受け渡します。

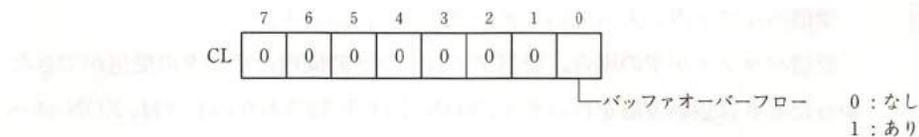
受信バッファが空の場合、受信タイムアウト時間内にデータの受信ができなかったときは強制復帰を行います。XON/XOFF制御ありのときは、XONコードとXOFFコードはデータになりません。バッファオーバーフローになった場合、あふれたデータは捨てられます。

**注意)** CLとCHは拡張通信モードの「データ受信時のバッファオーバーフローの通知」が1のときのみ有効です。「バッファオーバーフローの通知」が0のときはCLとCHの値は保存されます。

ステータスの形式を示します。



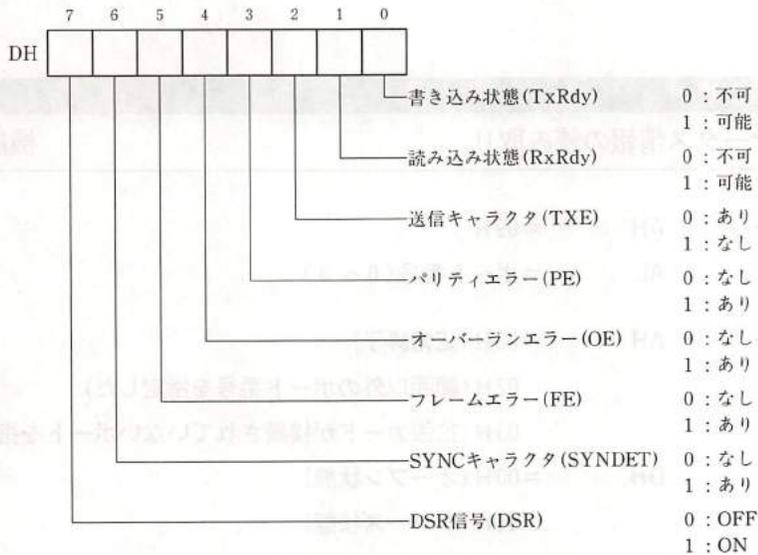
拡張ステータスの形式を示します。



|         |          |
|---------|----------|
| RS-232C | INT 9BH  |
| データの送信  | 機能コード07H |

|      |    |                                               |  |
|------|----|-----------------------------------------------|--|
| エントリ | AH | =07H                                          |  |
|      | AL | =ポート番号(0~4)                                   |  |
|      | DL | =データ                                          |  |
|      |    |                                               |  |
| リターン | AH | =00H(正常終了)                                    |  |
|      |    | 02H(範囲以外のポート番号を指定した)                          |  |
|      |    | 03H(拡張カードが接続されていないポートを指定した)                   |  |
|      |    | 04H(回線がオープン状態でない)                             |  |
|      |    | 08H(タイムアウト時間内にデータの送信ができなかった)                  |  |
|      |    | 09H(XOFFコードを受信していたため、タイムアウト時間内にデータの送信ができなかった) |  |
|      |    | 0BH(即時復帰の場合にデータの送信できる状態でなかった)                 |  |
|      | DH | =ステータス                                        |  |

**説明** シリアルポートにデータを書き込みます。  
 送信タイムアウト時間内に送信できない場合には強制復帰を行います。  
 ステータスの形式を示します。



|            |          |
|------------|----------|
| RS-232C    | INT 9BH  |
| シリアルポートの制御 | 機能コード08H |

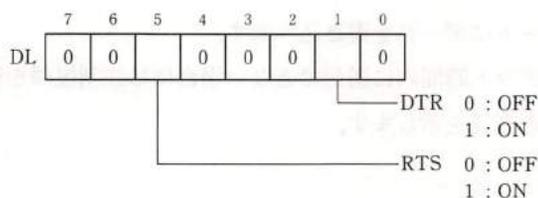
|      |                              |
|------|------------------------------|
| エントリ | AH       =08H                |
|      | AL       =ポート番号(0~4)         |
|      | DL       =制御データ              |
| リターン | AH       =00H (正常終了)         |
|      | 02H (範囲以外のポート番号を指定した)        |
|      | 03H (拡張カードが接続されていないポートを指定した) |
|      | 04H (回線がオープン状態になっていない)       |

|     |
|-----|
| 説 明 |
|-----|

シリアルポートの DTR/RTS の信号をコントロールします。

このモードは、次にこの機能が呼び出されて書き換えられるか、回線がクローズされるまで続きます。

制御データの形式を示します。

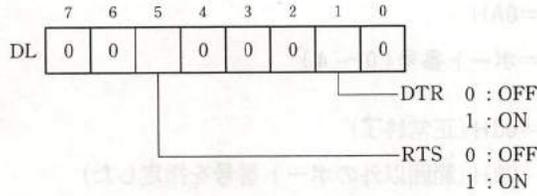


|              |          |
|--------------|----------|
| RS-232C      | INT 9BH  |
| ステータス情報の読み取り | 機能コード09H |

|      |                              |
|------|------------------------------|
| エントリ | AH       =09H                |
|      | AL       =ポート番号(0~4)         |
| リターン | AH       =00H (正常終了)         |
|      | 02H (範囲以外のポート番号を指定した)        |
|      | 03H (拡張カードが接続されていないポートを指定した) |
|      | DH       =00H (オープン状態)       |
|      | 01H (クローズ状態)                 |
|      | DL       =シリアルポートの状態         |
|      | BH       =ステータス              |
|      | BL       =信号線状態              |

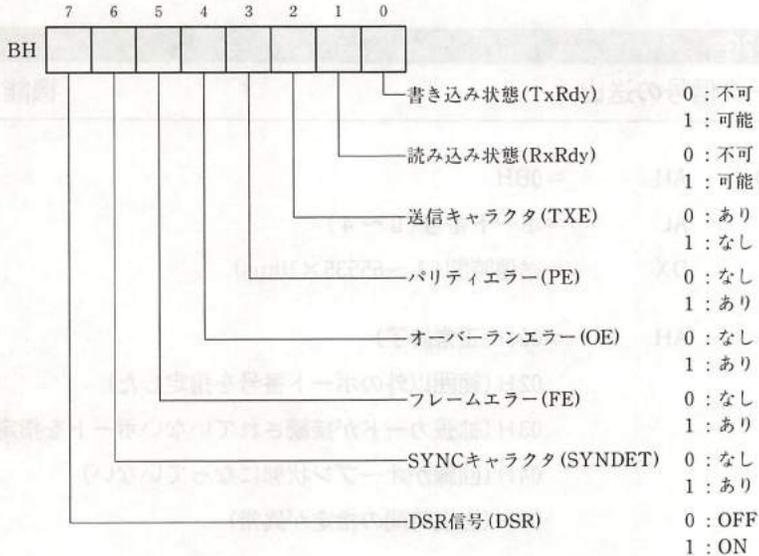
**説明**

シリアルポートのステータス情報を通知します。  
シリアルポートの状態を示します。

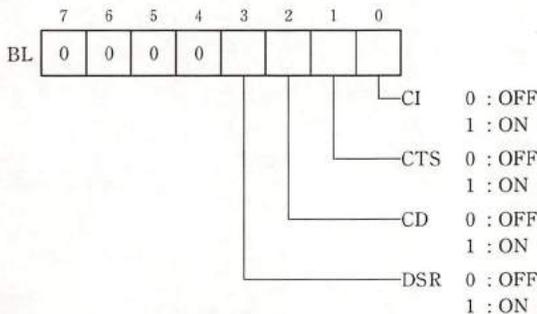


これは、「シリアルポートの制御(機能コード08H)」で設定した DTR/RTS 信号の状態です。

ステータスの形式を示します。



信号線状態の形式を示します。



RS-232C

INT 9BH

## 受信バッファの初期化

機能コード 0AH

- エントリー**    AH        = 0AH  
                   AL        = ポート番号 (0 ~ 4)
- リターン**     AH        = 00H (正常終了)  
                               02H (範囲以外のポート番号を指定した)  
                               03H (拡張カードが接続されていないポートを指定した)  
                               04H (回線がオープン状態になっていない)
- 説明**            受信バッファ内のデータカウント、各ポインタを初期化します。

RS-232C

INT 9BH

## ブ레이크信号の送出

機能コード 0BH

- エントリー**    AH        = 0BH  
                   AL        = ポート番号 (0 ~ 4)  
                   DX        = 送信時間 (1 ~ 65535 × 10ms)
- リターン**     AH        = 00H (正常終了)  
                               02H (範囲以外のポート番号を指定した)  
                               03H (拡張カードが接続されていないポートを指定した)  
                               04H (回線がオープン状態になっていない)  
                               06H (送信時間の指定が異常)
- 説明**            送信時間が終了するまでブ레이크信号を送信します。  
                   送信時間の指定が 0 のときはエラーとなります。

RS-232C

INT 9BH

## 拡張割り込みの設定

機能コード0CH

**エントリ**    AH        =0CH  
               AL        =ポート番号(0~4)  
               DS:DI    =割り込みパラメータアドレス

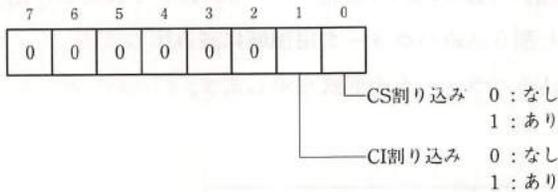
**リターン**    AH        =00H(正常終了)  
                           02H(範囲以外のポート番号を指定した)  
                           03H(拡張カードが接続されていないポートを指定した)

**説明**        拡張割り込みの設定を行います。  
               割り込みパラメータの形式を示します。

(DS:DI)

|   |   |   |              |
|---|---|---|--------------|
| 0 | E | B | 割り込みフラグ      |
| 1 | E | D | CS信号割り込みアドレス |
| 5 | E | D | CI信号割り込みアドレス |

割り込みフラグの形式を示します。



CS 割り込みアドレスには、回線から CS(Clear to Send)による割り込みがあったことを通知する処理ルーチンのアドレスを設定します。

この指定は、割り込みフラグの CS 割り込み(ビット1)が1の場合のみに設定されます。なお、セグメントとオフセットの値が0のときは通知しません。

CI 割り込みアドレスには、回線から CI(Calling Indicator)による割り込みがあったことを通知する処理ルーチンのアドレスを設定します。

この指定は割り込みフラグのCI割り込み(ビット1)が1の場合のみに設定されます。なお、セグメントとオフセットの値が0のときは通知しません。

注意) CS割り込みとCI割り込みは割り込みが入った場合、処理ルーチンへセグメント間コール(far CALL)しますので、処理が終了したときは、セグメント間リターン(far RETURN)を行ってください。

処理ルーチンに制御が渡ったとき、ルーチン内でのレジスタの保護は必要ありません。

|             |          |
|-------------|----------|
| RS-232C     | INT 9BH  |
| 拡張割り込みの読み取り | 機能コード0DH |

**エントリ**

- AH = 0DH
- AL = ポート番号(0~4)
- DS:DI = 割り込みパラメータアドレス

**リターン**

- AH = 00H (正常終了)
- 02H (範囲以外のポート番号を指定した)
- 03H (拡張カードが接続されていないポートを指定した)

**説明**

「拡張割り込みの設定(機能コード0CH)」で設定した割り込みパラメータを、指定した割り込みパラメータ用領域に読み出します。  
割り込みパラメータの形式を示します。

(DS:DI)

|   |   |   |              |
|---|---|---|--------------|
| 0 | E | B | 割り込みフラグ      |
| 1 | E | D | CS信号割り込みアドレス |
| 5 | E | D | CI信号割り込みアドレス |

|                |          |
|----------------|----------|
| RS-232C        | INT 9BH  |
| 拡張 DTR 信号の保持設定 | 機能コード0EH |

|      |    |                                                                   |
|------|----|-------------------------------------------------------------------|
| エントリ | AH | =0EH                                                              |
|      | AL | =ポート番号(0~4)                                                       |
|      | DL | =00H(保持しない)<br>01H(保持する)                                          |
| リターン | AH | =00H(正常終了)<br>02H(範囲以外のポート番号を指定した)<br>03H(拡張カードが接続されていないポートを指定した) |

|    |                                                                                                                                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 説明 | <p>「回線クローズ(機能コード02H)」を行っても DTR 信号が OFF されないように保持します。</p> <p>なお、この機能は「回線オープン(機能コード01H)」を行うと無効になります。</p> <p>初期状態では「保持しない」になっています。</p> |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|             |          |
|-------------|----------|
| RS-232C     | INT 9BH  |
| XOFF 受信のクリア | 機能コード0FH |

|      |    |                                                                                        |
|------|----|----------------------------------------------------------------------------------------|
| エントリ | AH | =0FH                                                                                   |
|      | AL | =ポート番号(0~4)                                                                            |
| リターン | AH | =00H(正常終了)<br>02H(範囲以外のポート番号を指定した)<br>03H(拡張カードが接続されていないポートを指定した)<br>04H(回線がオープン状態でない) |

|    |                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 説明 | <p>XON/XOFF 制御を行っているときには、XOFF の後には通常 XON がきますが、何らかの原因で、XON がこなかった場合は、送信不能となります。このような場合、このファンクションを実行することにより、XOFF の受信がクリアされ、送信可能になります。</p> |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

RS-232C

INT 9BH

送信バッファ内有効データ数の読み取り

機能コード10H

|      |    |                             |
|------|----|-----------------------------|
| エントリ | AH | =10H                        |
|      | AL | =ポート番号(0~4)                 |
| リターン | AH | =00H(正常終了)                  |
|      |    | 02H(範囲以外のポート番号を指定した)        |
|      |    | 03H(拡張カードが接続されていないポートを指定した) |
|      |    | 04H(回線がオープン状態でない)           |
|      | DX | =データ数                       |

**説明** 送信バッファ内に入っているデータ数を DX に返します。

# 第 13 章

## ブザーBIOS

この章では、本体に内蔵されているブザー(BEEP音)のON/OFFの制御を行うブザーBIOSについて解説します。

### 13.1 ブザーBIOS一覧

表II-13-1に、ブザーBIOSの一覧を示します。

▼表II-13-1 ブザーBIOS一覧

| 機能名称                | 機能コード |
|---------------------|-------|
| ブザー ON              | 00H   |
| ブザー OFF             | 01H   |
| ブザー ON(一定時間)        | 02H   |
| ブザー ON(カウンタ数, 指定時間) | 03H   |
| ブザー情報の読み取り 1        | 04H   |
| ブザー ON(周波数, 指定時間)   | 05H   |
| ブザー情報の読み取り 2        | 06H   |

## 13.2 ブザー BIOS リファレンス

ブザー BIOS について個別に詳しく解説します。

| ブザー    |  | INT 9EH  |
|--------|--|----------|
| ブザー ON |  | 機能コード00H |

エントリ AH =00H

リターン AH =00H (正常終了)

説明 システムが設定した周波数で、ブザーを鳴らします。

システム周波数=1200Hz

| ブザー     |  | INT 9EH  |
|---------|--|----------|
| ブザー OFF |  | 機能コード01H |

エントリ AH =01H

リターン AH =00H (正常終了)

説明 「ブザー ON (機能コード00H)」で鳴らしたブザーを止めます。

| ブザー           |  | INT 9EH  |
|---------------|--|----------|
| ブザー ON (一定時間) |  | 機能コード02H |

エントリ AH =02H

リターン AH =00H (正常終了)

説明 システムが設定した周波数、時間でブザーを鳴らします。

システム周波数=1200Hz

システム時間 =200ms

| ブザー                 |  | INT 9EH  |
|---------------------|--|----------|
| ブザー ON(カウンタ数, 指定時間) |  | 機能コード03H |

|      |    |             |
|------|----|-------------|
| エントリ | AH | =03H        |
|      | BX | =時間         |
|      | DX | =カウンタ数      |
| リターン | AH | =00H (正常終了) |

**説明** 指定された周波数, 時間でブザーを鳴らします。  
 時間は, 10ms 単位で, 指定時間が 0 のときは音は鳴りません。  
 カウンタ数は, BEEP 音の周波数を決める値で, 次の計算式によって求められます。

$$\text{カウンタ数} = \text{基本周波数 (19200Hz)} \div \text{周波数}$$

| ブザー          |  | INT 9EH  |
|--------------|--|----------|
| ブザー情報の読み取り 1 |  | 機能コード04H |

|      |    |                                          |
|------|----|------------------------------------------|
| エントリ | AH | =04H                                     |
| リターン | AH | =00H (正常終了)                              |
|      | AL | =00H (ブザーが止まっている状態)<br>01H (ブザーが鳴っている状態) |
|      | BX | =時間                                      |
|      | DX | =カウンタ数                                   |

**説明** 「ブザー ON(カウンタ数, 指定時間)(機能コード03H)」で指定した情報(カウンタ数, 時間)を読み取ります。  
 時間は, 10ms 単位で, カウンタ数は BEEP 音の周波数を決める値です。  
 「ブザー ON(カウンタ数, 指定時間)(機能コード03H)」で, 周波数, 時間が指定されていない場合のカウンタ数と時間は, 0 になっています。

| ブザー               |  | INT 9EH  |
|-------------------|--|----------|
| ブザー ON(周波数, 指定時間) |  | 機能コード05H |

|      |    |      |
|------|----|------|
| エントリ | AH | =05H |
|      | BX | =時間  |
|      | DX | =周波数 |

|      |    |             |
|------|----|-------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了) |
|------|----|-------------|

|    |                                                                                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 説明 | 指定された周波数, 時間でブザーを鳴らします。<br>時間は, 10ms 単位で, 指定時間が0 のときは音は鳴りません。周波数は, ブザー音の周波数を決める値です。 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|

| ブザー          |  | INT 9EH  |
|--------------|--|----------|
| ブザー情報の読み取り 2 |  | 機能コード06H |

|      |    |                                          |
|------|----|------------------------------------------|
| エントリ | AH | =06H                                     |
| リターン | AH | =00H (正常終了)                              |
|      | AL | =00H (ブザーが止まっている状態)<br>01H (ブザーが鳴っている状態) |
|      | BX | =時間                                      |
|      | DX | =周波数                                     |

|    |                                                                                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 説明 | 「ブザー ON(周波数, 指定時間) (機能コード05H)」で指定した情報(周波数, 時間)を読み取ります。<br>周波数はブザーの周波数を決める値です。時間は 10ms 単位です。<br>「ブザー ON(周波数, 指定時間) (機能コード05H)」で周波数, 時間が指定されていない場合の周波数と時間は0 になっています。 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

# 第 14 章

## 割り込み管理BIOS

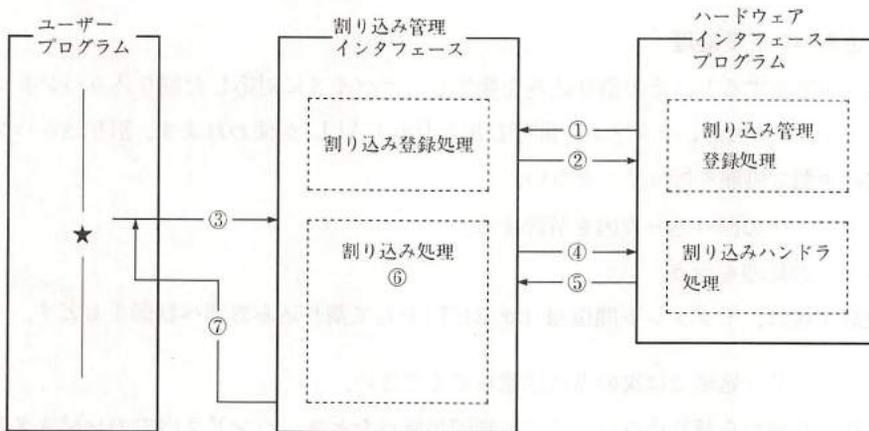
割り込み管理 BIOS は、ハードウェア割り込みを管理します。割り込みが発生すると割り込み要因を解析し、その要因に一致した割り込みハンドラに制御を渡します。

この章では、この割り込み管理 BIOS について解説します。

### 14.1 割り込み管理 BIOS の概要

図II-14-1に割り込みの制御の流れを示します。

▼図II-14-1 割り込み制御の流れ



★は、ハードウェア割り込み発生を示します。

①割り込み管理に、割り込みを登録する。

②指定された割り込みが受け付け可能となる。

③ハードウェアより割り込みが発生すると、割り込み管理 BIOS に制御が渡る。

- ④割り込み管理は要因を解析し、その要因の登録されている割り込みハンドラに制御を渡す(セグメント間コール)。
- ⑤割り込みハンドラの処理を行い、終了時に割り込み管理に制御をもどす(セグメント間リターン)。
- ⑥割り込み管理は、割り込みコントローラに対し、EOI(END Of Interrupt)を返す。
- ⑦ハードウェア割り込みが発生した時点のプログラムに制御をもどす。

割り込み管理 BIOS の使用方法は次のとおりです。

## 1. 割り込み登録処理

次の手順で行います。

この登録処理を行うことにより、指定された要因のハードウェア割り込みが有効となります。

- ①各ハードウェアの初期化を行う。
- ②「割り込みデータブロックアドレスの取り出し(機能コード01H)」で、登録済みの割り込みデータブロックアドレスを取り出す。
- ③「割り込みデータブロックアドレスの登録(機能コード00H)」で、登録する割り込みハンドラのブロックアドレスを設定する。
- ④「割り込み許可データの取り出し(機能コード03H)」でマスク情報を取り出す。
- ⑤「割り込み許可データの書き込み(機能コード02H)」で、④で取り出したマスク情報に登録したい要因を追加し、割り込み管理への登録処理を終了する。

## 2. 割り込みハンドラ処理

割り込みが発生すると、その割り込みを発生したデバイスに対応した割り込みハンドラに制御を渡します。このとき、セグメント間呼び出し(far CALL)が使われます。割り込みハンドラでは、次の手順で処理を行ってください。

- ①ハードウェアの割り込み要因を解除する。
- ②ハンドラの処理を行う。
- ③処理終了後は、セグメント間復帰(far RET)をして割り込み管理へ制御をもどす。

割り込みハンドラ処理では次の点に注意してください。

- ・割り込み管理から割り込みハンドラに制御が渡ったとき、ハンドラ内でのレジスタの保存の必要はありません。保存のためレジスタの退避、復帰を行うと、無駄なオーバーヘッドタイムがかかります。
- ・同様にオーバーヘッドタイムを少なくするためハンドラ処理はフラグをセットするとか、必要なデータを転送する程度にし、なるべく処理時間を最小限にとどめてください。

- ハードウェア割り込み要因は、必ず解除しなければなりません。解除しない場合、割り込み処理を終了しても、またすぐに同じ割り込みが発生して永久ループとなるため、ユーザープログラムに制御が渡らなくなります。

解除の方法はデバイスによって異なり、あるレジスタを読み出すとかレジスタの特定ビットを変更するなどの操作が必要です。詳しくは第 I 部の該当デバイスの説明を参照してください。

- 割り込みコントローラに対する EOI (END Of Interrupt) は行う必要はありません。割り込みハンドラ内では、I フラグ(インタラプトフラグ)を変えることは、原則としては行ってはいけません。
- 各割り込み機能の処理中は、割り込みはすべてマスクされており不可能になっています(ただし NMI はマスク不可能です)。

## 14.2 割り込み管理 BIOS 一覧

表II-14-1に割り込み管理 BIOS の一覧を示します。

▼表II-14-1 割り込み管理 BIOS 一覧

| 機能名称                 | 機能コード |
|----------------------|-------|
| 割り込みデータブロックアドレスの登録   | 00H   |
| 割り込みデータブロックアドレスの取り出し | 01H   |
| 割り込み許可データの書き込み       | 02H   |
| 割り込み許可データの取り出し       | 03H   |
| 割り込みデータブロックテーブルの取り出し | 04H   |

## 14.3 割り込み管理 BIOS リファレンス

割り込み管理 BIOS について個別に詳しく解説します。

### 割り込み管理

INT AEH

### 割り込みデータブロックアドレスの登録

機能コード00H

#### エントリ

AH = 00H  
 DL = 割り込み要因コード  
 DS:DI = 割り込みデータブロックアドレス

#### リターン

AH = 00H (正常終了)  
 02H (割り込み要因コードの誤り)

#### 説明

割り込みハンドラを指定された要因コード別に登録します。

このオペレーション実行後、割り込みが発生した場合は、指定された要因の割り込みデータブロックの割り込みハンドラアドレスを参照し、割り込みハンドラへ制御を渡します。

割り込み要因コードを示します。

| 要因コード | IRQ   | 割り込み要因内容            | 優先順位                                                             |
|-------|-------|---------------------|------------------------------------------------------------------|
| 00H   | IRQ 0 | タイマ                 | 高<br>↑<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>↓<br>低 |
| 01H   | IRQ 1 | キーボード               |                                                                  |
| 02H   | IRQ 2 | RS-232C             |                                                                  |
| 03H   | IRQ 3 | 拡張 RS-232C          |                                                                  |
| 04H   | IRQ 4 | I/O 拡張ユニット          |                                                                  |
| 05H   | IRQ 5 | I/O 拡張ユニット          |                                                                  |
| 06H   | IRQ 6 | フロッピーディスク制御         |                                                                  |
| 07H   | IRQ 7 | 使用不可(カスケード接続に使用のため) |                                                                  |
| 08H   | IRQ 8 | SCSI 制御             |                                                                  |
| 09H   | IRQ 9 | CD-ROM              |                                                                  |
| 0AH   | IRQ A | I/O 拡張ユニット          |                                                                  |
| 0BH   | IRQ B | VSYNC               |                                                                  |
| 0CH   | IRQ C | プリンタ制御              |                                                                  |
| 0DH   | IRQ D | FM, PCM             |                                                                  |
| 0EH   | IRQ E | I/O 拡張ユニット          |                                                                  |
| 0FH   | IRQ F | 予約済                 |                                                                  |

割り込みデータブロックの内容を示します。

| (DS:DI) |   |   |              |
|---------|---|---|--------------|
| 0       | E | B | 0            |
| 1       | E | B | 0            |
| 2       | E | D | 割り込みハンドラアドレス |

割り込みハンドラアドレスは、割り込みが発生したときに制御を渡す割り込みハンドラのアドレスを指定します。

割り込みハンドラを呼び出す際には、セグメント間呼び出し (far CALL) が使用されるので、リターン時にはセグメント間復帰 (far RET) を使用して復帰させます。このとき、レジスタを復旧する必要はありません。

#### 割り込み管理

INT AEH

#### 割り込みデータブロックアドレスの取り出し

機能コード01H

**エントリ** AH =01H  
DL =割り込み要因コード

**リターン** AH =00H (正常終了)  
02H (割り込み要因コードの誤り)  
DS:DI =割り込みデータブロックアドレス

**説明** 割り込みデータブロックテーブル中で、指定された要因コードが現在登録されているデータブロックのアドレスを取り出します。

割り込みハンドラの登録を行う際、登録以前に別なハンドラが登録されていて、その機能を使用したい場合、この機能でデータブロックアドレスを取り出しておく必要があります。

割り込みハンドラで、登録以前に登録されているハンドラに制御を渡したいときは、この機能でデータブロックアドレスを取り出しておき、ハンドラの処理を終了した後、取り出しておいたデータブロック内の割り込みハンドラアドレスにジャンプすることにより、すでに登録していた割り込みハンドラに制御を渡すことが可能となります。

使用した割り込みハンドラの登録を解除するときには、新しいデータブロックのアドレスを「割り込みデータブロックアドレスの登録(機能コード00H)」で書き換えてください。

|                |          |
|----------------|----------|
| 割り込み管理         | INT AEH  |
| 割り込み許可データの書き込み | 機能コード02H |

**エントリ**

AH = 02H  
 DS:DI = 割り込み許可データパラメータブロックアドレス

**リターン**

AH = 00H (正常終了)

**説明**

割り込み許可データの値を書き込みます。

割り込み許可データの書き込みを行う場合、「割り込み許可データの取り出し (機能コード03H)」で現在の状態を参照し、必要なビット (各ビットは0が割り込み不許可、1が割り込み許可) を操作してから書き込みを行ってください。

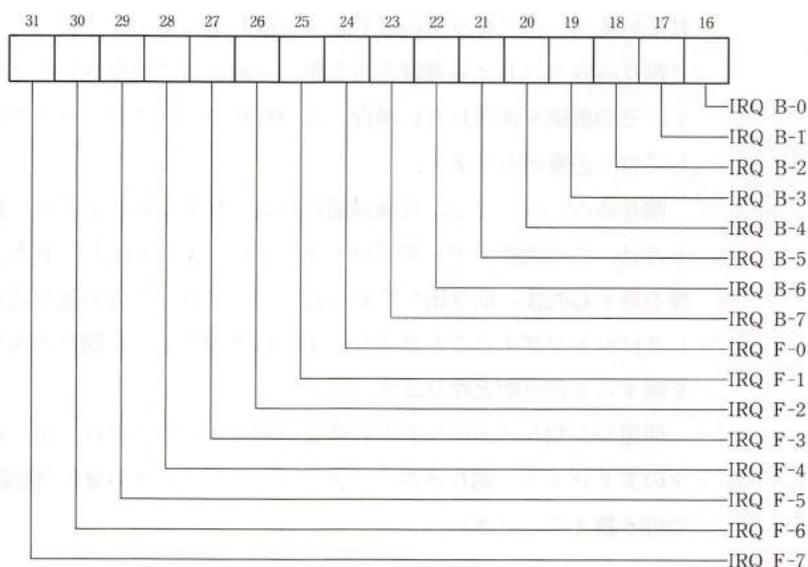
この機能を使用するときは、事前に「割り込みデータブロックアドレスの登録 (機能コード00H)」で、各ハードウェアの初期化が行われていなければなりません。

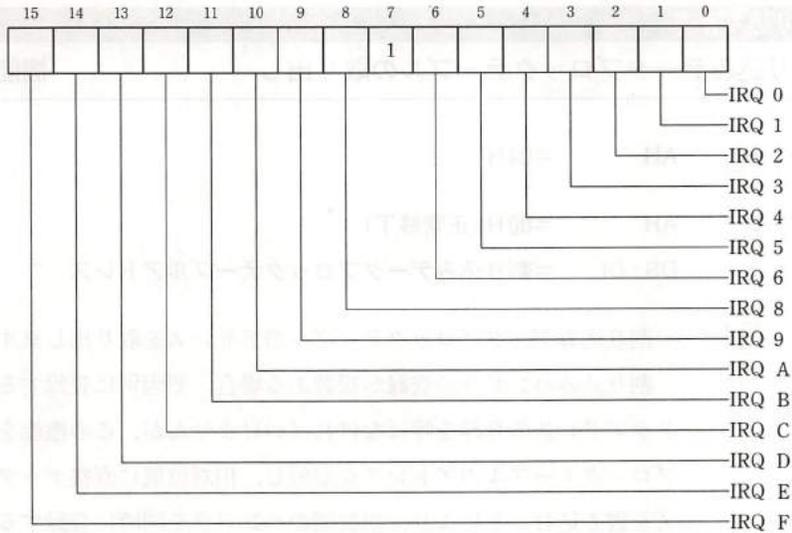
割り込み許可データパラメータの形式を示します。

(DS:DI)

|   |   |     |       |
|---|---|-----|-------|
| E | B | ビット | 31~24 |
| E | B | ビット | 23~16 |
| E | B | ビット | 15~8  |
| E | B | ビット | 7~0   |

割り込み管理の初期化が終了したときは、すべての割り込みが不許可になっています。





|                |          |
|----------------|----------|
| 割り込み管理         | INT AEH  |
| 割り込み許可データの取り出し | 機能コード03H |

**エントリ**     AH        =03H  
                  DS:DI    =割り込み許可データパラメータブロックアドレス

**リターン**     AH        =00H (正常終了)

**説明**            割り込み許可データの値を取り出します。  
                  割り込み許可データの書き込みを行う場合、この機能で割り込み許可データを取り出し、ビット操作(各ビットは0が割り込み不許可、1が割り込み許可)後、書き込みを行います。  
                  割り込み許可データパラメータの形式を示します。

(DS:DI)

|   |   |     |       |
|---|---|-----|-------|
| R | B | ビット | 31~24 |
| R | B | ビット | 23~16 |
| R | B | ビット | 15~8  |
| R | B | ビット | 7~0   |

割り込み管理の初期化が終了したときは、すべての割り込みが不許可になっています。

## 割り込み管理

INT AEH

## 割り込みデータブロックテーブルの取り出し

機能コード04H

|      |    |      |
|------|----|------|
| エントリ | AH | =04H |
|------|----|------|

|      |    |             |
|------|----|-------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了) |
|------|----|-------------|

|       |                      |
|-------|----------------------|
| DS:DI | =割り込みデータブロックテーブルアドレス |
|-------|----------------------|

## 説明

割り込みデータブロックテーブルのアドレスを取り出します。

割り込みハンドラの登録が複数ある場合、要因別に登録すると複数回、ハンドラアドレスの登録を呼ばなければいけません。この機能を利用してデータブロックテーブルのアドレスを参照し、相対位置に直接データブロックアドレスを書き込むことにより、複数個のハンドラを同時に登録することができます。

割り込みデータブロックテーブルの形式を示します。

(DS:DI)

|    |   |                 |
|----|---|-----------------|
| 0  | D | 要因00H オフセットアドレス |
|    |   | 要因00H セグメントアドレス |
| ~  | ~ | ~               |
| 18 | D | 要因06H オフセットアドレス |
|    |   | 要因06H セグメントアドレス |
| 1C | D | 0               |
|    |   | 0               |
| 20 | D | 要因08H オフセットアドレス |
|    |   | 要因08H セグメントアドレス |
| ~  | ~ | ~               |
| 40 | D | 要因10H オフセットアドレス |
|    |   | 要因10H セグメントアドレス |
| ~  | ~ | ~               |
| 7C | D | 要因1FH オフセットアドレス |
|    |   | 要因1FH セグメントアドレス |

# 第 15 章

## サービスルーチンと拡張サービスルーチン

よく使用される機能をまとめたサービスルーチンと、TOWNS OS のシステム情報を取得、あるいは設定する機能などを記述した拡張サービスルーチンが用意されています。この章では、これらについて解説します。

### 15.1 サービスルーチン、拡張サービスルーチン一覧

表II-15-1にサービスルーチン、拡張サービスルーチンの一覧を示します。

▼表II-15-1 サービスルーチン、拡張サービスルーチン一覧  
サービスルーチン

| 機能名称                  | 機能コード |
|-----------------------|-------|
| JIS からシフト JIS への変換    | 00H   |
| シフト JIS から JIS への変換   | 01H   |
| CPU タイプの読み取り          | 02H   |
| JIS からシフト JIS への変換 2  | 03H   |
| シフト JIS から JIS への変換 2 | 04H   |
| 機器情報の読み取り             | 05H   |

拡張サービスルーチン

| 機能名称            | 機能コード |
|-----------------|-------|
| システム情報の取得       | 00H   |
| カットシートフィーダ制御の設定 | 01H   |

## 15.2 サービスルーチン、拡張サービスルーチンリファレンス

サービスルーチンと拡張サービスルーチンについて、個別に詳しく解説します。

なお、各機能が正常に終了したか否かは、AH レジスタに通知されます。次のエラーコードについては、各機能共通です。

AH = 00H (正常終了)  
 01H (未定義ファンクションコードのエラー)

| サービスルーチン           | INT AFH   |
|--------------------|-----------|
| JIS からシフト JIS への変換 | 機能コード 00H |

**エントリー** AH = 00H  
 DX = JIS 漢字コード

**リターン** AH = 00H (正常終了)  
 DX = シフト JIS 漢字コード

**説明** JIS 漢字コードを、シフト JIS 漢字コードに変換します。  
 DX に設定する値の形式を示します。

| DH      | DL      |
|---------|---------|
| 漢字上位バイト | 漢字下位バイト |

| サービスルーチン            | INT AFH   |
|---------------------|-----------|
| シフト JIS から JIS への変換 | 機能コード 01H |

**エントリー** AH = 01H  
 DX = シフト JIS 漢字コード

**リターン** AH = 00H (正常終了)  
 02H (シフト JIS 漢字コードの誤り)  
 DX = JIS 漢字コード

**説明** シフト JIS 漢字コードを、JIS 漢字コードに変換します。  
DX に返される値の形式を示します。

|         |         |
|---------|---------|
| DH      | DL      |
| 漢字上位バイト | 漢字下位バイト |

|               |           |
|---------------|-----------|
| サービスルーチン      | INT AFH   |
| CPU のタイプの読み取り | 機能コード 02H |

**エントリ** AH =00H

**リターン** AH =00H (正常終了)  
DH =00H  
DL =01H (8086)  
02H (80186)  
03H (80286)  
04H (80286-0WAIT)  
05H (80386)  
06H (80486)  
07H (80386SX)

**説明** CPU のタイプを読み取ります。

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| サービスルーチン             | INT AFH   |
| JIS からシフト JIS への変換 2 | 機能コード 03H |

**エントリ** AH =03H  
DX =JIS 漢字コード

**リターン** AH =00H (正常終了)  
DX =シフト JIS 漢字コード

**説明** JIS 漢字コードを、シフト JIS 漢字コードに変換します。  
DX に設定する値の形式を示します。

|         |         |
|---------|---------|
| DH      | DL      |
| 漢字下位バイト | 漢字上位バイト |

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| サービスルーチン              | INT AFH   |
| シフト JIS から JIS への変換 2 | 機能コード 04H |

|      |    |                                     |
|------|----|-------------------------------------|
| エントリ | AH | =04H                                |
|      | DX | =シフト JIS コード                        |
| リターン | AH | =00H (正常終了)<br>02H (シフト JIS コードの誤り) |
|      | DX | =JIS 漢字コード                          |

**説明** シフト JIS 漢字コードを、JIS 漢字コードに変換します。  
DX に返される値の形式を示します。

|         |         |
|---------|---------|
| DH      | DL      |
| 漢字下位バイト | 漢字上位バイト |

|           |           |
|-----------|-----------|
| サービスルーチン  | INT AFH   |
| 機器情報の読み取り | 機能コード 05H |

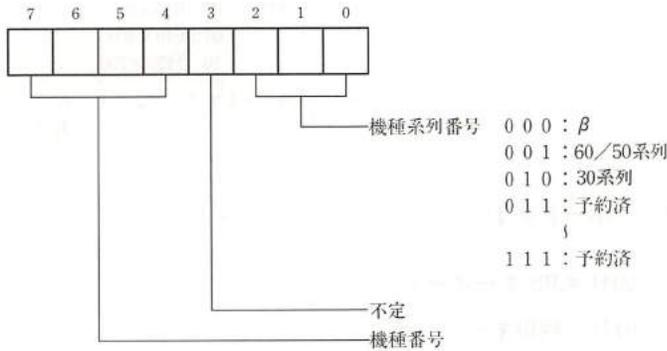
|      |       |              |
|------|-------|--------------|
| エントリ | AH    | =05H         |
|      | DS:DI | =機器情報エリアアドレス |
| リターン | AH    | =00H (正常終了)  |

**説明** 機器情報を指定されたエリアに設定します。機器情報エリアとして、16バイトが必要です。  
機器情報エリアの形式を示します。

(DS:DI)

|    |   |   |                 |
|----|---|---|-----------------|
| 0  | R | B | 機種 ID           |
| 1  | R | B | CPU タイプ         |
| 2  | R | B | ディスプレイタイプ       |
| 3  | R | B | ディスプレイ解像度       |
| 4  | R | B | キーボードタイプ        |
| 5  | R | W | BIOS バージョン      |
| 7  | R | B | 数値演算プロセッサの有無    |
| 8  | R | B | DOS レベル番号       |
| 9  | R | B | DOS レベル番号サフィックス |
| 10 | R | B | 内蔵フロッピー識別情報     |
| 11 | R | B | 拡張ディスプレイ機能      |
| 12 | R | B | CPU クロックレート     |
| 13 | R | B | メモリウェイト数        |
| 14 | R | B | アスペクト比          |
| 15 | R | B | 予約済             |

● 機種 ID



機種系列番号・機種番号と機種名との関係を以下に示します。

|      |         | 機種系列番号       |            |          |
|------|---------|--------------|------------|----------|
|      |         | 0 0 0        | 0 0 1      | 0 1 0    |
| 機種番号 | 0 0 0 0 | FM16 $\beta$ | FMR-60/50* | FMR-30   |
|      | 0 0 1 0 | 予約済          | FMR-70*    | FMR-30HX |
|      | 0 0 1 1 | 予約済          | FMR-50S    | FMR-30BX |
|      | 0 1 0 0 | 予約済          | FMR-50LT   | 予約済      |
|      | 0 1 0 1 | 予約済          | FM TOWNS   | 予約済      |
|      | {       |              | 予約済        |          |
|      | 1 1 1 1 | 予約済          | 予約済        | FMR-10LT |

\* FMR-60/50 .....FMR-60HX/60FX/60/50HX/50FX/50/50A/  
 50LX/50TX/50FV/50HV/50ALX/CARD/  
 50NB1/50SHX/50SFX/50SIIFX/50SIHX

\* FMR-70.....FMR-70HX3/70HX2/70HX1/70/70 $\Sigma$ /70HX2S

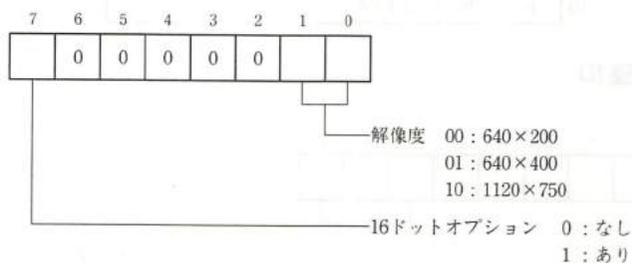
●CPU タイプ

- 01H = 8086
- 02H = 80186
- 03H = 80286
- 05H = 80386
- 06H = 80486
- 07H = 80386SX

●ディスプレイタイプ

- 00H = カラー
- 01H = 白黒

●解像度



●キーボードタイプ

- 00H = JIS キーボード
- 01H = 親指キーボード

●BIOS のバージョン

2 バイトのバイナリ表現です。

●数値プロセッサの有無

- 00H = 数値プロセッサなし
- 01H = 数値プロセッサあり

●DOS レベル番号

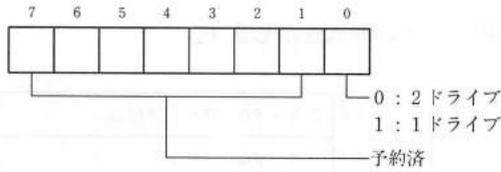
MS-DOS システムのレベル番号をバイナリで表します。

●DOS レベル番号サフィックス

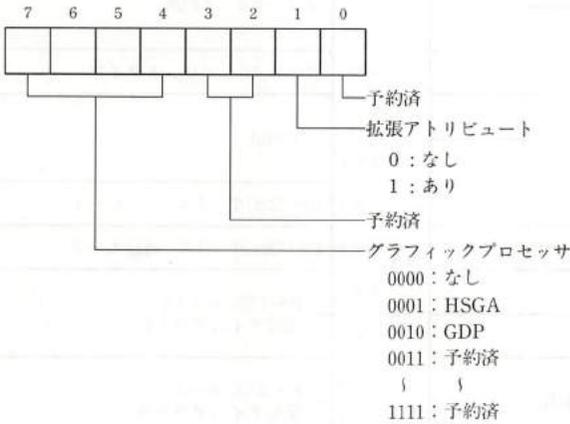
MS-DOS システムのレベル番号サフィックスをバイナリで表します。

●内蔵フロッピー識別情報

本体に内蔵されているフロッピーディスクドライブについての情報を示します。



●拡張ディスプレイ機能



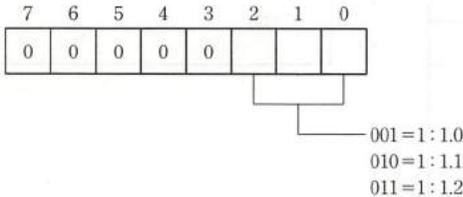
●CPU クロックレート

MHz 単位のクロックレートをバイナリで表します。

●メモリウェイト

メモリのウェイト数をバイナリで表します。

●アスペクト比



拡張サービスルーチン

INT 8EH

システム情報の取得

機能コード00H

エントリ

AH = 00H

DS:DI = システム情報取得エリアアドレス

リターン AH =00H (正常終了)

説明 指定されたシステム情報取得エリアにシステム情報を書き込みます。  
システム情報取得エリアは200バイト必要です。  
システム情報取得エリアの形式を示します。

(DS:DI)

|     |                                   |     |                          |                    |
|-----|-----------------------------------|-----|--------------------------|--------------------|
| 000 | BOOTデバイスタイプ                       | 050 | プリンタ0 プリンタ種別             | プリンタ<br>情報         |
| 001 | BOOTユニット番号                        | 051 | プリンタ0 プリントモード            |                    |
| 002 | メモリ実装フラグ                          | 052 | プリンタ0 オプション              |                    |
| 003 |                                   | 053 | プリンタ0 予約済                |                    |
| 004 | メモリサイズ(パラグラフ)                     | 054 |                          |                    |
| 005 |                                   | 055 | プリンタ0 プリンタタイプ            | }                  |
| 006 | シングルドライブ                          | 056 | 予約済                      |                    |
| 007 | 予約済                               | 061 |                          | RC-232C<br>情報(0~4) |
| 008 |                                   | 062 | RS-232Cポート0 ボーレート        |                    |
| 009 | CP-MGRインストールフラグ                   | 063 | RS-232Cポート0 通信モード        |                    |
| 00A | VJEインストールフラグ                      | 064 | RS-232Cポート0<br>送信タイムアウト値 |                    |
| 00B |                                   | 065 |                          | }                  |
| 00C | RAMディスクサイズ(KB)                    | 066 | RS-232Cポート0<br>受信タイムアウト値 |                    |
| 00D |                                   | 067 |                          | }                  |
| 00E |                                   | 068 | RS-232Cポート1              |                    |
| 00F | 予約済                               | 06D |                          | }                  |
| 010 |                                   | 06E | 3<br>RS-232Cポート2         |                    |
| 011 | かな漢字変換インストールフラグ                   | 073 |                          | }                  |
| 012 | 予約済                               | 074 | RS-232Cポート3              |                    |
| 01C |                                   | 079 |                          | }                  |
| 01D | 未割当領域先頭アドレス(d word)<br>0のとき、未割当なし | 07A | RS-232Cポート4              |                    |
| 020 |                                   | 07F |                          | }                  |
| 021 | 未割当領域サイズ(KB)(word)<br>0のとき、未割当なし  | 080 | 予約済                      |                    |
| 022 |                                   | 0C7 |                          | }                  |
| 023 | 予約済                               |     |                          |                    |
| 024 |                                   |     |                          | }                  |
| 030 | ドライブAのドライブ種別                      |     |                          |                    |
| 031 | ドライブAの物理ドライブ番号                    |     |                          | ドライブ<br>情報(A~P)    |
| 032 | ドライブBのドライブ種別                      |     |                          |                    |
| 033 | ドライブBの物理ドライブ番号                    |     |                          | }                  |
| 034 | ドライブC~0                           |     |                          |                    |
| 04E | ドライブPのドライブ種別                      |     |                          | }                  |
| 04F | ドライブPの物理ドライブ番号                    |     |                          |                    |

## ●BOOT デバイスタイプ

01H=ハードディスク

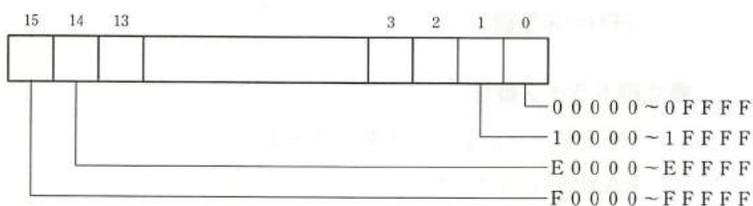
02H=1MB フロッピーディスク

## ●BOOT ユニット番号

1MB フロッピーディスク：0～3

ハードディスク：0～6

## ●メモリ実装フラグ



各ビットが64KB単位にメモリの実装を示しています。ビットONでメモリが存在していることを示します。

## ●シングルドライブ

00H≠ シングルオペレーションあり。

## ●CP-MGR インストールフラグ

ビット0=ON インストールされている。

●VJE- $\alpha$  インストールフラグ

ビット0=ON インストールされている。

## ●RAM DISK サイズ

指定されているRAM DISKのサイズをKBで示す。

## ●かな漢字変換インストールフラグ

ビット0=ON インストールされている。

## ●未割当領域先頭アドレス

拡張アドレス(100000H以降)で、MS-DOSシステムに割り当てられていない領域の先頭アドレスを示す(32ビット絶対アドレス表現)。なお、0のとき未割当領域なし。

●未割当領域サイズ

拡張アドレス(100000H以降)で、MS-DOSシステムに割り当てられていない領域のサイズを示す(KB単位)。なお、0のとき未割当領域なし。

●ドライブ種別

00H=1MBフロッピー

01H=予約済

02H=ハードディスク

03H=RAMディスク

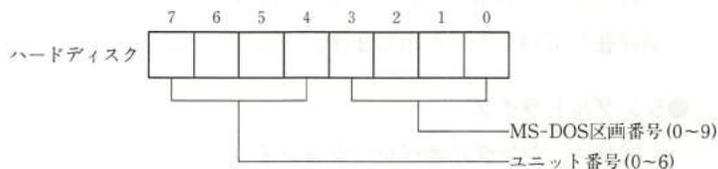
FFH=未登録

●物理ドライブ番号

1MBフロッピーディスク：0～2

RAMディスク：0

ハードディスク



●プリンタ種別

01H=漢字プリンタ

●プリントモード

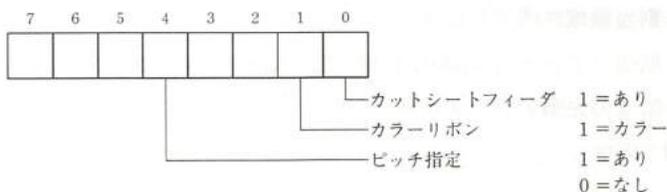
(漢字プリンタ)

00H=非漢字モード

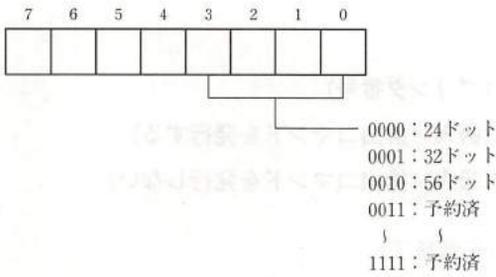
01H=漢字モード、横書き、縮小 ANK 文字

03H=漢字モード、横書き、標準 ANK 文字

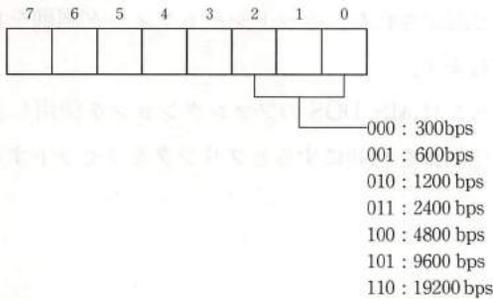
●プリンタオプション



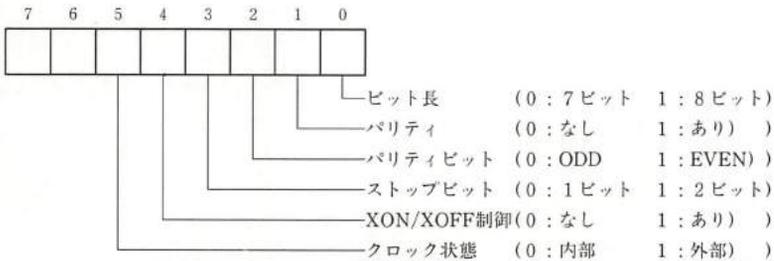
●プリンタタイプ



●RS-232C ボーレート



●通信モード



●送受信タイムアウト値

- 0 : 即時復帰  
 65535 : 完了復帰  
 1 ~ 65534 : 指定時間(単位 10ms)内に完了しない場合、強制復帰

拡張サービスルーチン

INT 8EH

カットシートフィーダ制御の設定

機能コード01H

|      |    |                                                |
|------|----|------------------------------------------------|
| エントリ | AH | =01H                                           |
|      | AL | =00H (プリンタ番号)                                  |
|      | DL | =00H (吸入/排出コマンドを発行する)<br>01H (吸入/排出コマンドを発行しない) |

|      |    |                                                          |
|------|----|----------------------------------------------------------|
| リターン | AH | =00H (正常終了)<br>02H (無効なプリンタ番号指定)<br>03H (無効な吸入/排出コマンド指定) |
|------|----|----------------------------------------------------------|

**説明** TOWNS MENU で設定された、カットシートフィーダ制御を有効にするか無効にするかを設定します。

このファンクションは MS-DOS のファンクションを使用している場合に有効です。また、一度制御を有効にするとプリンタをリセットするまで制御が無効にできません。

# 第 16 章

## システム情報BIOS

システム情報 BIOS は、一部のネイティブ BIOS で与えられた設定値を読み出すためのもので、グラフィック、マウス、サウンドの各 BIOS に対応する機能がサポートされています。

読み出される内容は、これらの BIOS で指示された値がシステム領域に転送され、現在値が残っているものが対象となります。したがって、ユーザーが BIOS を使用せずに設定した場合は、読み出し結果は意味がないので注意が必要です。

### 16.1 システム情報 BIOS 一覧

システム情報 BIOS は、次のグループに分類することができます。

#### 1. グラフィック BIOS 設定値読み取り

現在の画面モード、書き込みページ、表示ページ、表示開始位置、パレットを読み取ることができます。

#### 2. マウス BIOS 設定値読み取り

マウスカーソルの表示/消去状態、水平移動範囲、垂直移動範囲、ユーザー定義サブルーチンの設定、マウスカーソルの移動量、画面モード、書き込みページ、加速度検出状態、動作状態を読み取ることができます。

#### 3. サウンド BIOS 設定値読み取り

電子ボリュームの設定状態、電子ボリュームミュート設定状態を読み取ることができます。

#### 4. 解像度ハンドルの取得

解像度ハンドルとは、FM TOWNS の高解像度化に伴い、画面の解像度などの情報を取得し細かな画面制御に反映できるようにするために、システムから与えられる仮定値をいいます。

この値は、本章で述べるオペレーションでいろいろな角度から取得でき、第 2 章のグラフィッ

ク BIOS の解像度ハンドルによる「仮想画面の設定（機能コード 1CH）」などで利用します。その際、取得した解像度ハンドルをもとに、解像度を設定することができます。

また、画面表示の高速化のため VRAM への直接アクセスを行う際に必要な情報として、VRAM 先頭アドレスなどの値が得られるため、これを利用すれば、機種や画面モードに依存しないプログラムを作成することができます。

表 II-16-1 に、システム情報 BIOS 一覧を示します。

▼表 II-16-1 システム情報 BIOS 一覧

| 機能名称                  | 機能コード |
|-----------------------|-------|
| 仮想画面の読み取り             | 01H   |
| 書き込みページの読み取り          | 02H   |
| 表示ページの読み取り            | 03H   |
| 表示開始位置の読み取り           | 04H   |
| パレットレジスタの読み取り         | 05H   |
| 画面モードに関する情報の取得        | 0AH   |
| 現在の表示画面サイズの取得         | 0BH   |
| 表示/消去状態の読み取り          | 11H   |
| 水平移動範囲の読み取り           | 12H   |
| 垂直移動範囲の読み取り           | 13H   |
| サブルーチンの読み取り           | 14H   |
| パルス数/画素比の読み取り         | 15H   |
| 仮想画面の読み取り             | 16H   |
| 書き込みページの読み取り          | 17H   |
| ボタン左右入れ換え状態の読み取り      | 18H   |
| 加速度検出状態の読み取り          | 19H   |
| 動作状態の読み取り             | 1AH   |
| 電子ボリュームの設定状態の読み取り     | 21H   |
| 電子ボリュームミュート設定状態の読み取り  | 22H   |
| 現在登録されている全サウンド ID の取得 | 23H   |
| 音声モード使用チャンネル数の取得      | 24H   |
| 割り込み管理システム情報の設定       | 30H   |
| 割り込み管理システム情報の取得       | 31H   |
| パラメータによる解像度ハンドルの取得    | 40H   |
| ページ指定による解像度の取得        | 41H   |
| ピクセル数（色数）による解像度の取得    | 42H   |
| 画面モード番号による解像度ハンドルの取得  | 43H   |
| 表示設定可能ページの取得          | 44H   |
| パレット有効ビットの取得          | 45H   |
| VRAM 有効ビットの取得         | 46H   |

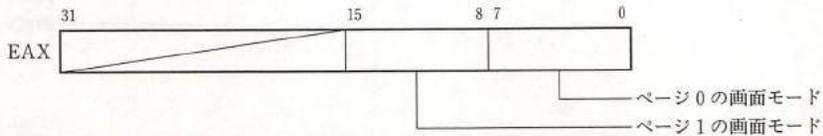
## 16.2 システム情報 BIOS リファレンス

|           |           |
|-----------|-----------|
| システム情報    | 1C0H      |
| 仮想画面の読み取り | 機能コード 01H |

**エントリ** AH = 01H

**リターン** EAX = 画面モード

**説明** ページ 0 およびページ 1 の現在の画面モードを読み取ります。結果は図のような形式で EAX に収容されます。



|              |           |
|--------------|-----------|
| システム情報       | 1C0H      |
| 書き込みページの読み取り | 機能コード 02H |

**エントリ** AH = 02H

CX = 作業領域のセグメント

EDX = 作業領域のアドレス

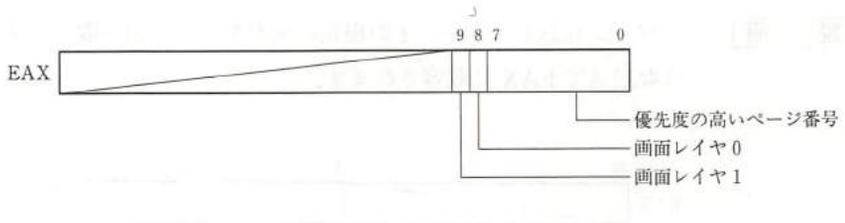
**リターン** EAX = 書き込みページ

**説明** 指定された EGB 作業域内の現書き込みページを読み取ります。  
CX=0 にした場合は、EGB が実際にハードウェア上で設定した書き込みページを読み取ります。

|            |          |
|------------|----------|
| システム情報     | 1C0H     |
| 表示ページの読み取り | 機能コード03H |

|       |                      |
|-------|----------------------|
| エントリー | AH = 03H             |
| リターン  | EAX = 表示ページ, プライオリティ |

**説明** 現在の表示ページとその優先順位を読み取ります。結果は図のような形式で EAX に収容されます。

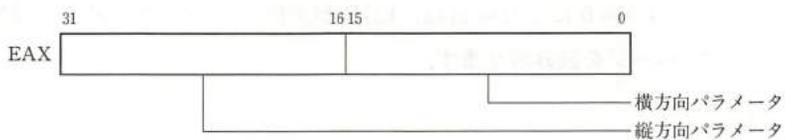


|             |          |
|-------------|----------|
| システム情報      | 1C0H     |
| 表示開始位置の読み取り | 機能コード04H |

|       |                  |
|-------|------------------|
| エントリー | AH = 04H         |
|       | CX = ページ番号(0, 1) |
|       | CH = モード(0~3)    |

|      |                |
|------|----------------|
| リターン | EAX = 表示開始位置など |
|------|----------------|

**説明** 現在の表示開始位置などを読み取ります。結果は図のような形式で EAX に収容されます。モードの意味については、グラフィック BIOS の「表示開始位置の設定(機能コード 02H)」を参照してください。



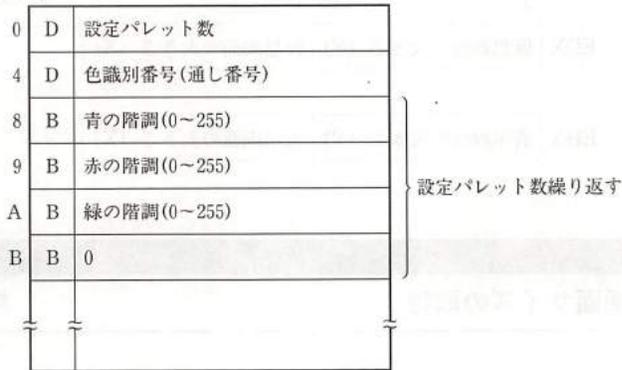
|               |           |
|---------------|-----------|
| システム情報        | 1C0H      |
| パレットレジスタの読み取り | 機能コード 05H |

**エントリ**    AH        = 05H  
               AL        = ページ番号 (0, 1)  
               DS : EDX = 読み取り先アドレス

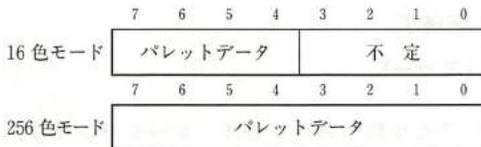
**リターン**    EAX        = 0 (正常終了時)  
                               = -1 (パレットの存在しない画面モードでこのコマンドを実行したとき。たとえば、32768 色の画面モードのときなど)

**説明**        現在のパレットの設定状態を取得します。取得データは、指定された読み取り先アドレスに以下のデータ形式で出力されます。

(DS:EDX)



赤、青、緑色の階調データは、以下のような意味を持ちます。



|                |           |
|----------------|-----------|
| システム情報         | 1C0H      |
| 画面モードに関する情報の取得 | 機能コード 0AH |

|      |     |                         |
|------|-----|-------------------------|
| エントリ | AH  | =0AH                    |
|      | AL  | =画面モード番号 (1~18)         |
| リターン | EAX | =0 (正常終了)               |
|      | EDX | =仮想画面サイズ (X, Y)         |
|      | EBX | =表示画面サイズ (X, Y)         |
|      | ECX | =同時発色数 (16, 256, 32768) |

**説明** 指定された画面モードの仮想画面サイズ、表示画面サイズ、同時発色数をレジスタに取得します。

画面サイズを取得した結果は、次のような形式になっています。

|     |              |    |              |   |
|-----|--------------|----|--------------|---|
|     | 32           | 16 | 15           | 0 |
| EDX | 仮想画面の大きさ (Y) |    | 仮想画面の大きさ (X) |   |
| EBX | 表示画面の大きさ (Y) |    | 表示画面の大きさ (X) |   |

|               |           |
|---------------|-----------|
| システム情報        | 1C0H      |
| 現在の表示画面サイズの取得 | 機能コード 0BH |

|      |          |               |
|------|----------|---------------|
| エントリ | AH       | =0BH          |
|      | AL       | =ページ番号 (0, 1) |
|      | DS : ECX | =取得バッファのアドレス  |

|      |     |            |
|------|-----|------------|
| リターン | EAX | =0 (正常終了)  |
|      |     | = -1 (エラー) |

**説明** 表示中の画面のピクセル数を取得するオペレーションです。このとき、画面倍率は関係しません。

画面サイズを取得した結果は、次のような形式になっています。

(DS : ECX)

|    |    |          |
|----|----|----------|
| 0  | DW | 表示開始位置 X |
| 4  | DW | 表示開始位置 Y |
| 8  | DW | 画面サイズ X  |
| 12 | DW | 画面サイズ Y  |

## システム情報

1C0H

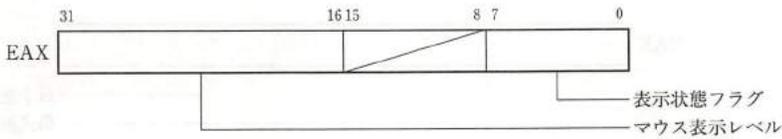
## 表示/消去状態の読み取り

機能コード11H

エントリ AH =11H

リターン EAX =表示フラグ, マウス表示レベル

説明 現在のマウス表示状態とマウス表示レベルを読み取ります。結果は、図のような形式で EAX に収容されます。



## システム情報

1C0H

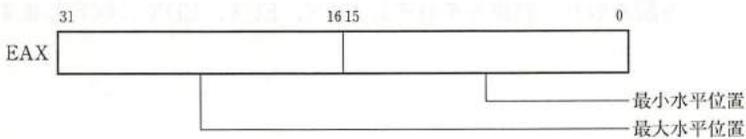
## 水平移動範囲の読み取り

機能コード12H

エントリ AH =12H

リターン EAX =最小水平位置, 最大水平位置

説明 現在のマウスの水平方向の移動範囲を読み取ります。結果は、図のような形式で EAX に収容されます。

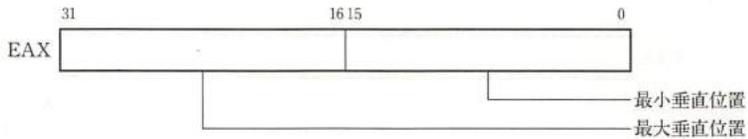


|             |          |
|-------------|----------|
| システム情報      | 1C0H     |
| 垂直移動範囲の読み取り | 機能コード13H |

エントリ AH = 13H

リターン EAX = 最小垂直位置, 最大垂直位置

説明 現在のマウスの垂直方向の移動範囲を読み取ります。結果は、図のような形式で EAX に収容されます。



|             |          |
|-------------|----------|
| システム情報      | 1C0H     |
| サブルーチンの読み取り | 機能コード14H |

エントリ AH = 14H

リターン EAX = 呼び出し条件(定義時に指定した値)

ECX = サブルーチンのセグメント

EDX = サブルーチンのアドレス

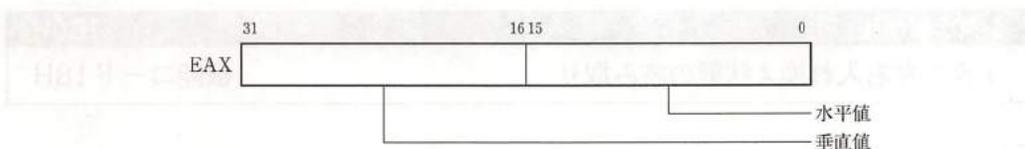
説明 マウスのユーザー定義サブルーチンの呼び出し条件とセグメント、アドレスを読み取り、結果をそれぞれ EAX, ECX, EDX に収容します。

|               |          |
|---------------|----------|
| システム情報        | 1C0H     |
| パルス数／画素比の読み取り | 機能コード15H |

エントリー AH = 15H

リターン EAX = 1ドットの移動に必要なパルス数

説明 マウスカーソルを1ドット移動するのに必要なパルス数が読み取られます。結果は、図のような形式でEAXに收容されます。

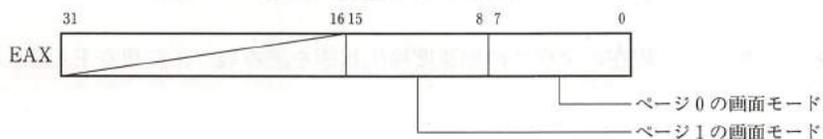


|           |          |
|-----------|----------|
| システム情報    | 1C0H     |
| 仮想画面の読み取り | 機能コード16H |

エントリー AH = 16H

リターン EAX = 画面モード番号

説明 現在のマウスの画面モードを読み取ります。結果は、図のような形式でEAXに收容されます。



|              |          |
|--------------|----------|
| システム情報       | 1C0H     |
| 書き込みページの読み取り | 機能コード17H |

エントリ AH =17H

リターン EAX =書き込みページ

説明 現在のマウスの書き込みページを読み取り、結果を EAX に収容します。

|                  |          |
|------------------|----------|
| システム情報           | 1C0H     |
| ボタン左右入れ換え状態の読み取り | 機能コード18H |

エントリ AH =18H

リターン EAX =入れ換え状態(0:通常, 1:入れ換え)

説明 現在のマウスボタンの左右入れ換え状態を読み取り、結果を EAX に収容します。

|              |          |
|--------------|----------|
| システム情報       | 1C0H     |
| 加速度検出状態の読み取り | 機能コード19H |

エントリ AH =19H

リターン EAX =加速度検出状態(0:無効, 1:有効)

説明 現在のマウスの加速度検出状態を読み取り、結果を EAX に収容します。

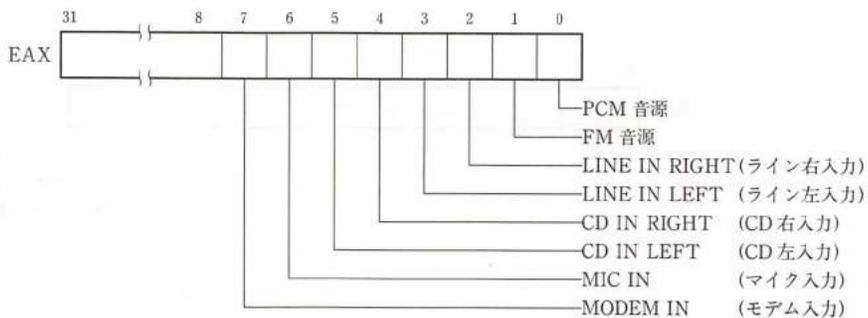


|                      |          |
|----------------------|----------|
| システム情報               | 1C0H     |
| 電子ボリュームミュート設定状態の読み取り | 機能コード22H |

エントリ AH =22H

リターン EAX =ミュート設定状態(各ビットとも0:ミュート, 1:解除)

説明 電子ボリュームのミュート/解除の設定値を読み取ります。



システム情報

1C0H

現在登録されている全サウンド ID の取得

機能コード 23H

**エントリ**    AH        =23H

DS : EDX =サウンド ID 取得バッファのアドレス

**リターン**    EAX        =0 (正常終了)

**説明**

現在登録されている全サウンド ID について、個別の ID 値とそれに対応するデータ長を読み出し、バッファ (メモリ) に展開します。

バッファの大きさは、ひとつの ID について 8 バイト×最大登録数 (128 個分) だけ必要なので、1024 バイト用意します。

メモリに展開した結果は、次のような形式になっています。なお、サウンドがまったく登録されていないときは、サウンド 1 の ID 値に 0 が入ります。

(DS : EDX)

|      |   |                |
|------|---|----------------|
| 0    | D | サウンド 1 の ID    |
| 4    | D | サウンド 1 のデータ長   |
| 8    | D | サウンド 2 の ID    |
| 12   | D | サウンド 2 のデータ長   |
| 16   |   |                |
|      |   | ⋮              |
| 1016 | D | サウンド 128 の ID  |
| 1020 | D | サウンド 128 のデータ長 |

|                  |           |
|------------------|-----------|
| システム情報           | 1C0H      |
| 音声モード使用チャンネル数の取得 | 機能コード 24H |

エントリ AH = 24H

リターン EAX = 音声モードのチャンネル数

説明 現在音声モードに設定されているチャンネル数を、EAX に取得します。

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| システム情報          | 1C0H      |
| 割り込み管理システム情報の設定 | 機能コード 30H |

エントリ AH = 30H

AL = 設定番号

1: ネイティブ割り込みベクタアドレス

2: ネイティブ割り込みベクタセクタ

3: リアル割り込みベクタアドレス

4: リアル割り込みベクタセクタ

5: マウスのカウント値設定

注) 「ネイティブ」とは、プロテクトモードを指します。

EDX = 設定する値

リターン EAX = 0 (正常終了)

説明 設定番号で指定された割り込み管理の情報項目について、設定値がシステムに書き込まれます。即ち、以後システムがこれらの値を参照すると、その値が使われます。

システム情報

1C0H

割り込み管理システム情報の取得

機能コード 31H

エントリー

AH = 31H

AL = 設定番号

1: ネイティブ割り込みベクタアドレス

2: ネイティブ割り込みベクタセクタ

3: リアル割り込みベクタアドレス

4: リアル割り込みベクタセクタ

5: マウスの設定カウント値

注) 「ネイティブ」とは、プロテクトモードを指します。

リターン

EAX = 0 (正常終了時)

EDX = 取得した値

説明

設定番号で指定された割り込み管理の情報項目について、現在システムに設定されている値が EDX に読み出されます。

システム情報

1C0H

パラメータによる解像度ハンドルの取得

機能コード 40H

## エントリ

AH = 40H  
 AL = ビデオモード (0:無効, 1:有効)  
 CL = 設定する画面総数 (1, 2)  
 DS: EDX = パラメータのアドレス

## リターン

EAX = -1 以外 (取得した解像度ハンドル (正常終了))  
 -1 (エラー)

## 説明

1画面あたり 32 バイトで、画面総数だけのパラメータを並べ、それに対応する解像度ハンドルを取得します。パラメータは、勝手に設定すると今後の解像度の拡大に対応できなくなるため、ほかのオペレーションにより BIOS 経由で取得した値を使用することが望まれます。

また、解像度ハンドルの値は、あくまで仮定値であって OS のレベルや実行状態の変動するため、この値を固定的に運用することはできません。

## パラメータ形式

## ページ 0 のパラメータ

(DS: EDX)

|    |    |                     |
|----|----|---------------------|
| 0  | DW | 仮想画面 X 方向解像度 (ピクセル) |
| 4  | DW | 仮想画面 Y 方向解像度 (ピクセル) |
| 8  | DW | 表示画面 X 方向解像度 (ピクセル) |
| 12 | DW | 表示画面 Y 方向解像度 (ピクセル) |
| 16 | DW | VRAM ピクセルのビット数      |
| 20 | DW | ライン当たりバイト数          |
| 24 | DW | VRAM 先頭オフセット        |
| 28 | W  | VRAM セレクタ           |
| 30 | W  | 予約済                 |

## ページ 1 のパラメータ (画面総数=2 のとき追加)

|    |    |                     |
|----|----|---------------------|
| 32 | DW | 仮想画面 X 方向解像度 (ピクセル) |
|    |    |                     |

⋮

(ページ 0 と同様)

システム情報

1C0H

ページ指定による解像度の取得

機能コード 41H

エントリ

AH = 41H

AL = ページ番号 (1, 2)

DS : ECX = 取得バッファのアドレス

リターン

EAX = -1 以外 (取得した解像度ハンドル (正常終了))

-1 (エラー)

説明

現在設定されている画面の解像度情報を 32 バイトで取得します。内容は図のとおりです。

同時に取得される解像度ハンドルの値は、あくまで仮定値であって OS のレベルや実行状態で変動するため、この値を固定的に運用することはできません。

取得バッファのデータ形式

(DS : ECX)

|    |    |                     |
|----|----|---------------------|
| 0  | DW | 仮想画面 X 方向解像度 (ピクセル) |
| 4  | DW | 仮想画面 Y 方向解像度 (ピクセル) |
| 8  | DW | 表示画面 X 方向解像度 (ピクセル) |
| 12 | DW | 表示画面 Y 方向解像度 (ピクセル) |
| 16 | DW | VRAM ピクセルのビット数      |
| 20 | DW | ライン当たりバイト数          |
| 24 | DW | VRAM 先頭オフセット        |
| 28 | W  | VRAM セレクタ           |
| 30 | W  | 予約済                 |

システム情報

1C0H

ピクセル数 (色数) による解像度の取得

機能コード 42H

## エントリ

AH = 42H

AL = ビデオモード (0:無効, 1:有効)

DS: ECX = 取得バッファのアドレス

DS: EDX = パラメータのアドレス

## リターン

EAX = -1 以外 (取得した解像度ハンドル (正常終了))

-1 (エラー)

## 説明

パラメータで指定されたピクセル数対応の最大解像度を取得するオペレーションです。取得される情報はページあたり 32 バイトで、総ページ数が 2 のときは 2 ページ分の領域が必要となります。

また、解像度ハンドルの値は、あくまで仮定値であって OS のレベルや実行状態で変動するため、この値を固定的に運用することはできません。

## パラメータ形式

(DS: EDX)

|   |    |                 |
|---|----|-----------------|
| 0 | DW | 総ページ数 (1 または 2) |
| 4 | DW | ページ 0 のピクセル数    |
| 8 | DW | ページ 1 のピクセル数    |

## 取得バッファのデータ形式

ページ 0 の情報

(DS: ECX)

|    |    |                     |
|----|----|---------------------|
| 0  | DW | 仮想画面 X 方向解像度 (ピクセル) |
| 4  | DW | 仮想画面 Y 方向解像度 (ピクセル) |
| 8  | DW | 表示画面 X 方向解像度 (ピクセル) |
| 12 | DW | 表示画面 Y 方向解像度 (ピクセル) |
| 16 | DW | VRAM ピクセルのビット数      |
| 20 | DW | ライン当たりバイト数          |
| 24 | DW | VRAM 先頭オフセット        |
| 28 | W  | VRAM セレクタ           |
| 30 | W  | 予約済                 |

ページ 1 の情報 (画面総数=2 のとき追加)

|    |    |                     |
|----|----|---------------------|
| 32 | DW | 仮想画面 X 方向解像度 (ピクセル) |
|    |    | ⋮                   |

(ページ 0 と同様)

システム情報

1C0H

画面モード番号による解像度ハンドルの取得

機能コード 43H

**エントリ**     AH        =43H  
                  DS : ECX =取得バッファのアドレス  
                  DS : EDX =パラメータのアドレス

**リターン**     EAX        = - 1 以外 (取得した解像度ハンドル (正常終了時))  
                              - 1 (エラー)

**説明**            パラメータで指定された画面モード番号対応の解像度ハンドルを取得するオペレーションです。同時に、取得バッファに図示の形式の内容が転送されます。取得される情報はページあたり 32 バイトで、総ページ数が 2 のときは 2 ページ分の領域が必要となります。

また、解像度ハンドルの値は、あくまで仮定値であって OS のレベルや実行状態で変動するため、この値を固定的に運用することはできません。

## パラメータ形式

(DS : EDX)

|   |    |                 |
|---|----|-----------------|
| 0 | DW | 総ページ数 (1 または 2) |
| 4 | DW | ページ 0 の画面モード番号  |
| 8 | DW | ページ 1 の画面モード番号  |

## 取得バッファのデータ形式

ページ 0 の情報

(DS : ECX)

|    |    |                     |
|----|----|---------------------|
| 0  | DW | 仮想画面 X 方向解像度 (ピクセル) |
| 4  | DW | 仮想画面 Y 方向解像度 (ピクセル) |
| 8  | DW | 表示画面 X 方向解像度 (ピクセル) |
| 12 | DW | 表示画面 Y 方向解像度 (ピクセル) |
| 16 | DW | VRAM ピクセルのビット数      |
| 20 | DW | ライン当たりバイト数          |
| 24 | DW | VRAM 先頭オフセット        |
| 28 | W  | VRAM セレクタ           |
| 30 | W  | 予約済                 |

ページ 1 の情報 (画面総数=2 のとき追加)

|    |    |                     |
|----|----|---------------------|
| 32 | DW | 仮想画面 X 方向解像度 (ピクセル) |
|    |    | ⋮                   |

(ページ 0 と同様)

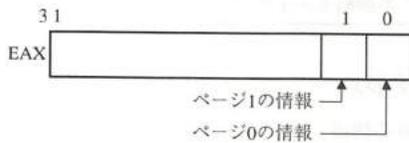
|              |           |
|--------------|-----------|
| システム情報       | 1C0H      |
| 表示設定可能ページの取得 | 機能コード 44H |

**エントリ**     AH        = 44H  
                  DX        = 解像度ハンドル

**リターン**     EAX        = - 1 以外 (表示可能ページ (正常終了))  
                               - 1 (エラー)

**説明**            ほかのオペレーションで取得した解像度ハンドルを指定して、現在設定されている画面の各ページが表示可能かどうかを参照します。現在表示されている画面のものを参照するときは、解像度ハンドルの指定を 0 とします。  
                       参照された内容は、次のビット構成で示されます。

表示可能ページの情報



(各ビットの内容=0:表示不可能, 1:表示可能)

|              |           |
|--------------|-----------|
| システム情報       | 1C0H      |
| パレット有効ビットの取得 | 機能コード 45H |

**エントリ**     AH        =45H  
                  DX        =解像度ハンドル  
                  DS:ECX =取得バッファのアドレス

**リターン**     EAX        =0 (正常終了)  
                               - 1 (エラー)

**説明**            ほかのオペレーションで参照した解像度ハンドルを使って、現在設定されている画面のパレット有効ビットを取得するオペレーションです。現在表示されている画面のものを参照するときは、解像度ハンドルの指定を0とします。

取得バッファは、1ページ当たり8バイト必要です。もし、総ページ数がプログラミング時点で確定しない場合で、静的に割り付けするときは最大2ページ分用意するのが適当です。ただし、ページ0が表示不可能でページ1が表示可能な場合、バッファの先頭からページ1の内容が入ります。

「表示設定可能ページの取得 (機能コード 44H)」で、総ページ数を表示可能ページの合計により算出した結果によって動的に割り付けする場合は、そのページ数分のバイト数を確保します。

取得した内容のうち、パレット/輝度の有効ビットは、設定時に有効なビット数を表します。パレットが存在しない画面モードでは、この値は0となります。

表現に必要な最小値は、色/輝度を表現するときの数値上の最小値を表し、パレットが存在しない画面モードでは、この値は0となります。

取得バッファのデータ形式

最初の表示ページの情報

(DS : ECX)

|   |   |             |
|---|---|-------------|
| 0 | B | 青パレットの有効ビット |
| 1 | B | 赤パレットの有効ビット |
| 2 | B | 緑パレットの有効ビット |
| 3 | B | 輝度の有効ビット    |
| 4 | B | 青色表現に必要な最小値 |
| 5 | B | 赤色表現に必要な最小値 |
| 6 | B | 緑色表現に必要な最小値 |
| 7 | B | 輝度表現に必要な最小値 |

ページ1の情報 (画面総数=2 のとき追加)

|   |   |             |
|---|---|-------------|
| 8 | B | 青パレットの有効ビット |
|   |   | ⋮           |

(ページ0と同様)

システム情報

1C0H

VRAM 有効ビットの取得

機能コード 46H

**エントリ**    AH        =46H  
               DX        =解像度ハンドル  
               DS:ECX =取得バッファのアドレス

**リターン**    EAX        =0 (正常終了時)  
                       - 1 (エラー)

**説明**

ほかのオペレーションで参照した解像度ハンドルを使って、現在設定されている画面の VRAM 有効ビットを取得するオペレーションです。現在表示されている画面のものを参照するときは、解像度ハンドルの指定を 0 とします。

取得バッファは、1 ページ当たり 4 バイト必要です。もし、総ページ数がプログラミング時点で確定しない場合で、静的に割り付けするときは最大 2 ページ分用意するのが適当です。ただし、ページ 0 が表示不可能でページ 1 が表示可能な場合、バッファの先頭からページ 1 の内容が入ります。

「表示設定可能ページの取得 (機能コード 44H)」で、総ページ数を表示可能ページの合計により算出した結果によって動的に割り付けする場合は、そのページ数分のバイト数を確保します。

## 取得バッファのデータ形式

## 最初の表示ページの情報

(DS:ECX)

|   |   |                |
|---|---|----------------|
| 0 | B | VRAM の青対応ビット数  |
| 1 | B | VRAM の赤対応ビット数  |
| 2 | B | VRAM の緑対応ビット数  |
| 3 | B | VRAM の輝度対応ビット数 |

## ページ 1 の情報 (画面総数=2 のとき追加)

|   |   |               |
|---|---|---------------|
| 4 | B | VRAM の青対応ビット数 |
|   |   | ⋮             |

(ページ 0 と同様)



# 第 17 章

## 音源割り込み管理BIOS

音源割り込み管理 BIOS は、マウス制御、音声処理、エンベロープ処理などを行うための、FM 音源タイマの制御を行います。音源割り込みは頻度も高く、またサウンドとマウスの組み合わせにより制御が複雑化する傾向にあります。このため、第 14 章で述べた通常の割り込み管理を使用するとユーザープログラムに負担がかかりやすいことから、独立してサポートされることになったものです。

音源割り込み管理 BIOS では、ユーザー制御ルーチンを登録し、これらの割り込みが発生したとき、起動させることができます。

ここで対象となっている割り込みは、2 系統に分類されています。ひとつはサウンド用、もうひとつはマウス用で、それぞれに適した BIOS が用意されています。

なお、付録 C9 に、音源割り込み管理 BIOS を使ったサンプルプログラムが掲載されています。

### 17.1 音源割り込み管理BIOSの概要

音源割り込みは、FM 音源のタイマ A およびタイマ B による割り込みと PCM 音源の割り込みを対象にしています。

#### ●サウンド用 BIOS とマウス用 BIOS

サウンド用 BIOS とマウス用 BIOS の関係は、図のようになっています。

すなわち、一方のサウンド用 BIOS は、サウンド対応割り込みとマウス対応割り込みに対処できます。他方、マウス用 BIOS は、マウス対応割り込みにだけ対処できます。したがって、サウンド対応割り込みはサウンド用 BIOS のもとでのみ働き、マウス対応割り込みは両方で作動することができます。

このような構造から、マウス対応割り込みとサウンド対応割り込みの登録が重なったときはサウンド用 BIOS が使われ、マウス対応割り込みのみが登録されたときはマウス用 BIOS が働きます。



サウンド用 BIOS は、具体的には次の処理を行います。

- タイマ A とタイマ B の再始動
- エンベロープ割り込みエントリ (50H) の処理
- 音声モード割り込みエントリ (51H) の処理
- マウス対応割り込みが登録されているときのマウス制御

また、マウス用 BIOS の処理内容は次のとおりです。

- タイマ B の再始動
- マウス制御

### ●タイマ B の作動間隔

サウンド用 BIOS では、タイマ B がエンベロープ処理とマウス制御に使われます。この場合、エンベロープ処理は 10ms 程度の間隔で行う必要があるため、時間間隔は通常 10.08ms(0DDH) に設定されています。

一方、マウスについては、この時間間隔では速過ぎるので、2 回に 1 回の割合で「間引き」してマウス対応割り込み処理を行わせ、CPU の負担を少なくしています。

マウス用 BIOS では、タイマ B はマウス専用に使えるので、時間間隔は 23.04ms(0B0H) に設定されています。

### ●割り出し処理

音源割り込み管理 BIOS では、割り込みのほかに、割り出しもサポートしています。

頻繁に発生する割り込みに対しては、対応処理に時間を割き過ぎると、続く割り込みに対応できなくなるため、割り込み処理の内容に限界があります。しかし、時には画面の描き換えなど時間がかかる処理をせざるを得ない場面があり、このようなときプログラムを工夫してカバーすることもできないことはありませんが、割り出しを使えば簡単です。

割り出しは、PIC を利用して、最初に割り込みが発生した段階で、優先度の低い割り込みにもその処理を引き継がせます。こうすれば、低優先の処理をしながら、ほかの高優先の割り込みを受け付けることができ、例えば演奏を一時中断するなどの問題を避けることができます。

## 17.2 音源割り込み管理 BIOS 一覧

表 II-17-1 に、音源割り込み管理 BIOS の一覧を示します。

▼表 II-17-1 音源割り込み管理 BIOS 一覧

| 機能名称                     | 機能コード |
|--------------------------|-------|
| マウス対応割り込み処理の登録           | 01H   |
| マウス対応割り込み処理の登録解除         | 02H   |
| サウンド対応割り込み処理の登録          | 03H   |
| サウンド対応割り込み処理の登録解除        | 04H   |
| マウス割り込み動作回数の取得           | 05H   |
| 割り込み処理と割り出し処理の登録         | 06H   |
| 割り込み処理と割り出し処理の登録解除       | 07H   |
| 割り込み処理と割り出し処理の登録状態の取得    | 08H   |
| マウス用/サウンド用各割り込み処理登録状態の取得 | 09H   |

## 17.3 音源割り込み管理 BIOS リファレンス

音源割り込み BIOS について、個別に詳しく説明します。

|                |           |
|----------------|-----------|
| 音源割り込み管理       | 1A0H      |
| マウス対応割り込み処理の登録 | 機能コード 01H |

|      |                                                |
|------|------------------------------------------------|
| エントリ | AH = 01H<br>DS : EDX = マウス割り込み処理用ローカルスタックのアドレス |
| リターン | EAX = 0(サウンド用がすでに登録済)<br>- 1(正常終了)             |

**説明**      マウスの制御のための割り込み処理を登録します。このための割り込みにはタイマ B が使われているので、それをサウンド用割り込みと併用するかどうかにより、動作が異なります。

### 1. 正常終了(戻り値=-1)

- マウス用 BIOS に設定、マウス割り込み処理登録
- マウス割り込み動作回数をクリア
- 割り込み処理用のローカルスタックアドレス設定
- FM 音源初期化
- 割り込みコントローラの初期化

### 2. サウンド用 BIOS がすでに登録されている場合(戻り値=0)

- サウンド用 BIOS のマウス割り込み処理登録
- マウス割り込み動作回数をクリア

|                  |           |
|------------------|-----------|
| 音源割り込み管理         | 1A0H      |
| マウス対応割り込み処理の登録解除 | 機能コード 02H |

|      |     |                                  |
|------|-----|----------------------------------|
| エントリ | AH  | =02H                             |
| リターン | EAX | =0(サウンド用 BIOS が登録済)<br>- 1(正常終了) |

**説明** 登録されているマウス対応割り込み処理を解除します。このための割り込みデバイスにはタイマ B が使われているため、それをサウンド用割り込みと併用するかどうかで動作が異なります。

1. 正常終了(戻り値=-1)

- マウス用 BIOS と、マウス対応割り込み処理登録を解除
- FM 音源初期化
- 割り込みコントローラの初期化

2. サウンド用 BIOS がすでに登録されている場合(戻り値=0)

- サウンド用 BIOS のマウス対応割り込み処理登録を解除

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| 音源割り込み管理        | 1A0H      |
| サウンド対応割り込み処理の登録 | 機能コード 03H |

|      |          |                                           |
|------|----------|-------------------------------------------|
| エントリ | AH       | =03H                                      |
|      | DS : EDX | =サウンド割り込み処理用ローカルスタックのアドレス                 |
| リターン | EAX      | =0(マウス用 BIOS の割り込み処理がすでに登録済)<br>- 1(正常終了) |

**説明** サウンド対応の割り込み処理を登録します。このための割り込みデバイスにはタイマ B が使われているので、それをマウス用割り込みと併用するかどうかにより、動作が異なります。

## 1. 正常終了 (戻り値=-1)

- サウンド用 BIOS に設定, サウンド対応割り込み処理登録
- 割り込み処理用のローカルスタックアドレス設定
- 割り込みコントローラの初期化

## 2. マウス用割り込みがすでに登録されている場合 (戻り値=0)

- マウス用 BIOS をサウンド用 BIOS に切り換え, サウンド対応割り込み処理登録
- サウンド用 BIOS のマウス対応割り込み処理登録

音源割り込み管理

1A0H

サウンド対応割り込み処理の登録解除

機能コード 04H

エントリ

AH =04H

リターン

EAX =0(マウス用が登録済)  
-1(正常終了時)

説 明

登録されているサウンド対応用割り込み処理を解除します。このための割り込みにはタイマ B が使われているため、それをマウス用割り込みと併用するかどうかで動作が異なります。

## 1. 正常終了 (戻り値=-1)

- サウンド用 BIOS と, サウンド割り込み処理登録を解除
- 割り込みコントローラの初期化

## 2. マウス用割り込みがすでに登録されている場合 (戻り値=0)

- サウンド用 BIOS をマウス用 BIOS に切り換え
- マウス用 BIOS のマウス割り込み処理に切り換え

## 音源割り込み管理

1A0H

## マウス割り込み動作回数の取得

機能コード 05H

エントリ AH =05H

リターン EAX =マウス割り込み回数

説明 マウス割り込みの動作を開始してから、現在までのマウス割り込み回数を EAX に取得します。

## 音源割り込み管理

1A0H

## 割り込み処理と割り出し処理の登録

機能コード 06H

エントリ AH =06H

AL =割り込み(割り出し)処理番号  
 0(タイマ A 割り込み処理 (EOI 前に呼び出し))  
 1(タイマ B 割り込み処理 (EOI 前に呼び出し))  
 2(タイマ A 割り込み処理 (EOI 後に呼び出し))  
 3(マウスイベント割り出し処理 1)  
 4(マウスイベント割り出し処理 2)

DS : ESI =パラメータ領域のアドレス

リターン EAX =0(正常処理)

説明 割り込み(割り出し)処理のために呼び出されるルーチンのアドレスなどを、次のパラメータ形式で登録します。

(DS : ESI)

|    |   |                 |
|----|---|-----------------|
| 0  | D | 呼び出されるルーチンのアドレス |
| 4  | D | 呼び出されるルーチンのセレクト |
| n8 | D | 呼び出し時に設定される DS  |
| 12 | D | 呼び出し時に設定される ES  |
| 16 | D | 呼び出し時に設定される FS  |
| 20 | D | 呼び出し時に設定される GS  |

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| 音源割り込み管理           | 1A0H      |
| 割り込み処理と割り出し処理の登録解除 | 機能コード 07H |

|      |      |                                                                                                                                                             |
|------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| エントリ | AH   | =07H                                                                                                                                                        |
|      | AL   | =割り込み(割り出し)処理番号<br>0(タイマ A 割り込み処理 (EOI 前に呼び出し))<br>1(タイマ B 割り込み処理 (EOI 前に呼び出し))<br>2(タイマ A 割り込み処理 (EOI 後に呼び出し))<br>3(マウスイベント割り出し処理 1)<br>4(マウスイベント割り出し処理 2) |
|      | リターン | EAX =0(正常処理)                                                                                                                                                |
|      | 説明   | 割り込み(割り出し)処理のために登録したルーチンのアドレスなどを抹消して、対応処理を停止します。                                                                                                            |

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| 音源割り込み管理              | 1A0H      |
| 割り込み処理と割り出し処理の登録状態の取得 | 機能コード 08H |

|      |      |                                                                                                                                                             |
|------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| エントリ | AH   | =08H                                                                                                                                                        |
|      | AL   | =割り込み(割り出し)処理番号<br>0(タイマ A 割り込み処理 (EOI 前に呼び出し))<br>1(タイマ B 割り込み処理 (EOI 前に呼び出し))<br>2(タイマ A 割り込み処理 (EOI 後に呼び出し))<br>3(マウスイベント割り出し処理 1)<br>4(マウスイベント割り出し処理 2) |
|      |      | DS:ESI =パラメータ領域のアドレス                                                                                                                                        |
|      | リターン | EAX =0(正常処理)                                                                                                                                                |
|      | 説明   | 割り込み(割り出し)処理のために登録されているルーチンのアドレスなどを、次のパラメータ形式で参照します。                                                                                                        |

(DS : ESI)

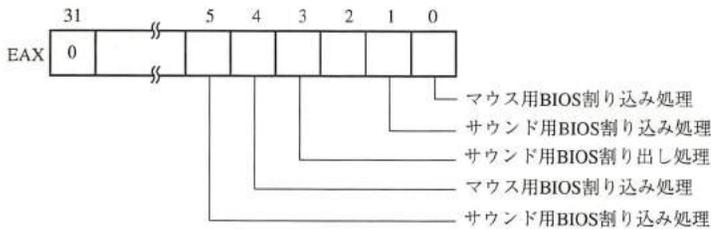
|    |   |                 |
|----|---|-----------------|
| 0  | D | 呼び出されるルーチンのアドレス |
| 4  | D | 呼び出されるルーチンのセクタ  |
| 8  | D | 呼び出し時に設定される DS  |
| 12 | D | 呼び出し時に設定される ES  |
| 16 | D | 呼び出し時に設定される FS  |
| 20 | D | 呼び出し時に設定される GS  |

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| 音源割り込み管理                 | 1A0H      |
| マウス用/サウンド用割り込み処理の登録状態の取得 | 機能コード 09H |

**エントリ**     AH        =09H

**リターン**    EAX        =登録状態

**説明**        サウンド用 BIOS, マウス用 BIOS の割り込み処理登録の有無を, 図の形式で参照します. ここでは, 対応ビットの値により,  
                   0 : 未登録  
                   1 : 登録済  
 を表します.





# 第 18 章

## MIDIマネージャBIOS

MIDI楽器の操作についてはサウンド BIOS にも関連オペレーションがありますが、MIDI マネージャ BIOS は、それらを強化統合して拡張したものです。この BIOS は、TOWNSOS V2.1 L30 からサポートされています。

通常の BIOS は、直接にはアセンブラで作成されたソフトから引用されますが、MIDI マネージャ BIOS は一般にパラメータが多く、C 言語によるソフトから間接的に引用するのに適しています。すなわち、ほかの BIOS とは異質なのです。

したがって、ここでは C と関連させながら説明します。アセンブラでプログラミングする場合、C の関係部分の説明も併せて参照してください。

### 18.1 MIDIマネージャBIOSの概要

MIDI マネージャ BIOS では、従来の EUPHONY ドライバと MIDI エミュレータ、および標準 MIDI ファイル準拠フォーマットによる演奏の各機能がサポートされています。これらを使えば、FM TOWNS を 480bpm の高分解能シーケンサとして駆動することができます。

ハードウェア対応については、従来の MIDI I/F カード、FMT-40x シリーズのほか、Roland の Super-MPU までも含まれます。

従来のアプリケーションで EUPHONY ドライバを使用している場合は、ほとんど関数名を書き換えるだけで MIDI マネージャに置き換えることができます。

MIDI マネージャ BIOS の主な仕様を図 II-18-1 に示します。

▼図 II-18-1 MIDI マネージャ BIOS の主な仕様

- 最大トラック数 1~256 トラック (プログラマブル)
- 最大同時発音数 任意 (プログラマブル)
- テンポの範囲 5~500
- MIDI 入力フィルタ
  - MIDI チャンネル
  - コントロールチェンジの置き換え
  - ベロシティ固定
  - トランスポーズ
- 各トラックごとの制御情報
  - 出力ポート
  - 出力 MIDI チャンネル
  - ミュート
  - 各ステータスごとのミュート
  - トランスポーズ
  - ベロシティのオフセット
  - メインボリュームのオフセット
  - エクスプレッションのオフセット
- コールバックルーチンの登録および呼び出し
  - トラックのイベント出力毎
  - 入力ポートのイベント入力毎
  - 演奏の空き時間
- 対応フォーマット
  - 標準 MIDI ファイル準拠フォーマット
  - EUP フォーマット

## 18.2 MIDI マネージャ BIOS の組み込み

MIDI マネージャは、TBIOS の一部として組み込まれます。使用するとき、TBIOS 立ち上げのときに参照される TBIOS.INI に、次の文を登録することによってメモリに常駐できます。

```
TMM=¥ TBIOS¥ MIDIMAN.BIN
```

## 18.3 MIDI マネージャ BIOS の呼び出し

MIDI マネージャ(エントリアドレス 110:0C0H) のシステムコールは、MIDI マネージャ BIOS リファレンスで述べる機能コードや、エントリのために必要なレジスタおよびパラメータを設定したあと、次のように呼び出します。

```
push fs
```

```

push  dword ptr 0110h
pop    fs
call   dword ptr fs:[0c0h]
pop    fs

```

## 18.4 MIDIとEUPHONYについて

ここでは、MIDI ポートと、MIDI および EUPHONY のファイル形式について説明します。

### 18.4.1 MIDI ポート

MIDI ポートは、MIDI マネージャBIOS が入出力を行う対象です。ポートは複数使用するとき区別できるように、個別の番号が付けられています。そして、その番号系列には、物理ポートと論理ポートの 2 とおりがあります。

物理ポートは、MIDI インターフェースのハードウェアで決められた番号で、表 II-18-1 のように上位 4 ビットがインターフェースの種類、下位 4 ビットがその中の順番を示します。

論理ポートは、アプリケーション内で勝手に決めることができる仮想番号で、決定したら、BIOS に物理ポートとの対応づけを登録します。そうすると、あとは見かけ上論理ポートに対して入出力を行っているようにプログラミングできます。

以下の説明で、特にことわりのないときは、「ポート」とは論理ポートを指します。

▼表 II-18-1 インターフェースタイプと物理ポート

| タイプ別番号 | I/F 種別           | 出力ポート数 | 入力ポート数 |
|--------|------------------|--------|--------|
| 0nh    | FMT-40x シリーズ     | 8      | 4      |
| 1nh    | RS-MIDI          | 1      | 1      |
| 2nh    | Roland Super-MPU | 2      | 2      |
| fnh    | 内蔵音源             | 1      | 0      |

### 18.4.2 標準 MIDI ファイル準拠フォーマット

標準 MIDI ファイルでは、具体的なコマンドに相当するイベントに、時間間隔を表すデルタタイムと、操作対象のトラック番号を加えた標識部を付けたデータを並べて、演奏情報を構成します (図 II-18-2)。

デルタタイムは、現在のイベントとひとつ前のイベントの時間間隔で、0 ならばひとつ前のイベントと同時に処理することを意味します。それ以外では、指定された時間だけ経過した後、そのイベントが処理されます。

また、デルタタイムは可変長データで表現されます。具体的には、1 バイトを 7 ビットだけ使用し、最上位 1 ビットにひとつ下のバイトと連結がある (1) かない (0) かのステータスの意味を持たせています。すなわち、6BH(2 進で 0110 1011) はそれ自身 1 バイトだけで完結していますが、85H/6BH は 2 進で 1000 0101/0110 1011 となり、ステータスを削除してシフトすると 0000 0010/1110 1011(02H/EBH) が最終値として得られます。このように、固定長と違って、小さな数値なら少ないバイト数で表現できるのが特長で、まれに現れる大きな値のために最大桁だけ用意するような無駄を省く表現方法を実現しています。

イベントにはチャンネルイベント (表 II-18-2)、システムエクスクルーシブイベント (表 II-

▼図 II-18-2 標準 MIDI ファイル準拠のフォーマット

| 標識部    |                | コマンド            |
|--------|----------------|-----------------|
| デルタタイム | トラックNo.        | イベント            |
| デルタタイム | トラックNo.        | イベント            |
| デルタタイム | トラックNo.        | イベント            |
| ...    | ...            | ...             |
| デルタタイム | トラックNo.<br>(0) | イベント<br>(終端マーカ) |

演奏データ

▼表 II-18-2 標準 MIDI ファイル準拠フォーマット (チャンネルイベント)

| イベント (フォーマット)                                                   | 説明                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ノートオフ<br>(0x8n, Note, Velocity)                                 | ノートオンとノートオフを別々に管理したい場合に用いる。その場合は対応するノートオンの Duration を 0 にする。                                                                                         |
| ノートオン<br>(0x9n, Note, Velocity, Duration(VLen)[, Off-velocity]) | ノート番号 (Note)、ベロシティ (Velocity) に続いてそのノートの長さ (Duration)、さらに対応するノートオフのオフベロシティ (Off-velocity) が並ぶ。長さは可変長データで表す。もし、長さが 0 のときは対応するノートオフを出力しないのでオフベロシティは不要。 |
| ポリフォニックキープレッシャ<br>(0xan, Note, Value)                           | ノート番号と圧力値を指定する。                                                                                                                                      |
| コントロールチェンジ<br>(0xbn, Number, Value)                             | コントロール番号とコントロール値を指定する。                                                                                                                               |
| プログラムチェンジ<br>(0xcn, Number)                                     | プログラム番号を指定する。                                                                                                                                        |
| チャンネルプレッシャ<br>(0xdn, Value)                                     | 圧力値を指定する。                                                                                                                                            |
| ピッチベンド<br>(0xen, ValueL, ValueH)                                | ベンド値 (上位, 下位 7 ビットずつの計 14 ビット) を指定する。                                                                                                                |

すべてのチャンネルメッセージは MIDI チャンネルを持っていて、実際に出力するときは、そのトラックの出力 MIDI チャンネルに置き換えられる。ただし、そのトラックの出力 MIDI チャンネルが "omni" であるときには、そのままの MIDI チャンネルで出力される。また、標準 MIDI ファイルではランニングステータスによるステータスの省略が許されるが、MIDI マネージャではステータスは省略せずに必ず入れること。

18-3), メタイベント (表 II-18-4) があり, それぞれ表中に示すような働きとフォーマットを持っていきます。

▼表 II-18-3 標準 MIDI ファイル準拠フォーマット (システムエクスクルーシブイベント)

| イベント (フォーマット)                                       | 説明                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| システムエクスクルーシブメッセージ<br>(0xf0, Length(VLen), data....) | 0xf0 を除くエクスクルーシブデータの長さを可変長で入れ, その後にデータの本体を置く。実際には 0xf0 が出力され, それに続いて指定された長さのデータを送る。必ずしも 0xf7(eox) で終わる必要はないが, その場合は, 次の継続データを使ってエクスクルーシブを完結させること。 |
| 継続エクスクルーシブ<br>(0xf7, Length(Vlen), data....)        | エクスクルーシブデータが 1 つのパケットに収まらない場合などに使用する。最初の 0xf7 は出力されない。                                                                                            |

▼表 II-18-4 標準 MIDI ファイル準拠フォーマット (メタイベント)

| イベント (フォーマット)                       | 説明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| テンポ<br>0xff, 0x51, 0x03, tempo      | tempo は 3 バイトで四分音符の長さ (単位 $\mu\text{sec}$ ) を表す。例えば 1 分当たり四分音符で 120 拍 (120bpm) なら $60000000\mu\text{sec}/120\text{beat}$ で $500000\mu\text{sec}$ が実際の値となる。30bpm なら $60000000\mu\text{sec}/30\text{beat}$ で $2000000\mu\text{sec}$ が実際の値に対応する。このイベントがない場合は 120bpm で演奏される。                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 拍子記号<br>0xff, 0x58, 0x04, signature | signature は 4 バイトで, 第 1 バイト目が拍数を, 第 2 バイト目が分母を表す。第 3 バイト目はメトロノームの間隔 (MIDI クロック数) を, 第 4 バイト目は音符の記譜上の長さが入る。MIDI マネージャでは第 3, 第 4 バイト目は無視される。第 2 バイト目の分母は, 2 のマイナス乗が入る。つまり $n/4$ なら 2 が $n/8$ なら 3 が入る。このイベントがない場合は $4/4$ で演奏される。小節の途中の中途半端な位置にあった場合は, それよりあとの演奏がうまくできない恐れがあるので, 拍子記号は必ず正しい位置に入れること。<br>例)<br>0xff, 0x58, 0x04, 0x04, 0x02, 0x18, 0x08 → $4/4$<br>0xff, 0x58, 0x04, 0x02, 0x02, 0x18, 0x08 → $2/4$<br>0xff, 0x58, 0x04, 0x03, 0x03, 0x0c, 0x08 → $3/8$<br>0xff, 0x58, 0x04, 0x08, 0x04, 0x06, 0x08 → $8/16$ |
| 終端マーカー<br>0xff, 0x2f, 0x00          | 曲の最後には必ずこのマーカーを入れる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| データ継続<br>0xff, 0x7f, 0x01, 0x4b     | 曲データが継続することを意味する。リングバッファなどにデータを転送しながら演奏する場合などに, MIDI マネージャが書き込みポイントを追いついてしまわないようにするためにある。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

メタイベントは直接 MIDI 出力されるデータではないが, シーケンス名やテキスト, 歌詞などのデータがあり, 特に進行上非常に重要なテンポや拍子も含まれる。メタイベントは 0xff で始まり, その次の 1 バイトがそれがどのようなメタイベントであるかを表す。さらに, 可変長でそのデータ本来の長さが置かれ, その直後にデータ本体が続く。MIDI マネージャでは, 以下のメタイベント以外は無視する。このメタイベントはトラックに関係なく処理されるので, どのようなトラック番号が入っていてもよい。

### 18.4.3 EUP ファイルフォーマット

従来からの FM TOWNS 用演奏フォーマットで, タイムベースは四分音譜 1 個について 96 クロックです。データは 6 バイトを 1 パケットとする固定長で, 図 II-18-3 のような様式が決め

られています。

イベントにはチャンネルイベント (表 II-18-5)、システムエクスクルーシブイベント (表 II-18-6)、およびその他 (表 II-18-7) があり、それぞれ表中に示すような働きとフォーマットを持っています。

▼図 II-18-3 EUP ファイルのパケット

|       |      |           |            |       |       |
|-------|------|-----------|------------|-------|-------|
| +0    | +1   | +2        | +3         | +4    | +5    |
| ステータス | トラック | タイム (Low) | タイム (High) | データ 1 | データ 2 |

▼表 II-18-5 EUP フォーマット (チャンネルイベント)

| イベント             | フォーマット        |          |          |          |            |        | 説明                                             |
|------------------|---------------|----------|----------|----------|------------|--------|------------------------------------------------|
|                  | ステータス (1 バイト) | 2 バイト    | 3 バイト    | 4 バイト    | 5 バイト      | 6 バイト  |                                                |
| ノートオフ            | \$8n          | Duration |          |          |            | OFF    | ノートの長さ (Duration) は下位 4 ビットずつを取り出して 16 ビットにする。 |
|                  |               | LSB L    | LSB H    | MSB L    | MSB H      | VELO   |                                                |
| ノートオン            | \$9n          | TRACK 番号 | TIME LSB | TIME MSB | 音程         | ON     | ノートオンは必ず対となるノートオフが直後に来る。                       |
|                  |               |          |          |          | 音程 (NOTE)  | VELO   | ノート番号と圧力値を指定する。                                |
| ポリフォニック キープレッシュャ | \$An          | TRACK 番号 | TIME LSB | TIME MSB | 音程 (NOTE)  | プレッシャー |                                                |
| コントロール チェンジ      | \$Bn          | TRACK 番号 | TIME LSB | TIME MSB | CONTR OL 値 | 設定値    | コントロール番号とコントロール値を指定する。                         |
| プログラム チェンジ       | \$Cn          | TRACK 番号 | TIME LSB | TIME MSB | PROGR-AM 値 | ダミー    | プログラム番号を指定する。                                  |
| チャンネル プレッシュャ     | \$Dn          | TRACK 番号 | TIME LSB | TIME MSB | PRESS-ER 値 | ダミー    | 圧力値を指定する。                                      |
| ピッチベンド           | \$En          | TRACK 番号 | TIME LSB | TIME MSB | BEND 値     | BEND 値 | ベンド値 (上位, 下位 7 ビットずつの計 14 ビット) を指定する。          |

すべてのチャンネルメッセージは MIDI チャンネルを持っている。そして、実際に出力するときは、そのトラックの MIDI チャンネルに置き換えられる。ただし、そのトラックの MIDI チャンネルが "omni" であるときには、そのままの MIDI チャンネルで出力される。

▼表 II-18-6 EUP フォーマット (システムエクスクルーシブイベント)

| イベント            | フォーマット        |                          |            |            |            |            | 説明                                    |
|-----------------|---------------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------------------|
|                 | ステータス (1 バイト) | 2 バイト                    | 3 バイト      | 4 バイト      | 5 バイト      | 6 バイト      |                                       |
| エクスクルーシブステータス   | \$F0          | TRACK 番号                 | TIME LSB   | TIME MSB   | ダミー (\$FF) | ダミー (\$FF) | エクスクルーシブデータの最初のパケット                   |
| データ             |               | データ列<br>不定バイト数 (6 バイト単位) |            |            |            |            | 6 の倍数バイトで任意のデータが並ぶ (余った部分は \$FF で埋める) |
| END OF エクスクルーシブ | \$F7          | ダミー (\$FF)               | ダミー (\$FF) | ダミー (\$FF) | ダミー (\$FF) | ダミー (\$FF) | エクスクルーシブデータの最後のパケット                   |

エクスクルーシブデータの最初のパケットにはデータは入らず、2 番目のパケットからデータが入る。このエクスクルーシブの間には他のパケットが入ってはならず、また、最後は必ず \$F7 (End of Exclusive) の含まれるパケットで終わらなければならない。その場合パケット内の余分なところには \$FF を入れる。

▼表 II-18-7 EUP フォーマット(その他のイベント)

| イベント                               | フォーマット           |             |               |               |                |              | 説明                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------|------------------|-------------|---------------|---------------|----------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | ステータス<br>(1 バイト) | 2 バイト       | 3 バイト         | 4 バイト         | 5 バイト          | 6 バイト        |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 小節マーカー                             | \$F2             | 拍子値         | TIME<br>LSB   | TIME<br>MSB   | ダミー            | ダミー          | 重要なイベントで、EUP フォーマットでは 1 小節毎に必ずこの小節マーカーがなければならぬ。TimeL, TimeH はこの小節マーカーまでの時間、つまり前の小節の長さが入る。signature にはこの小節の拍子が入る。この小節マーカーの TimeL, TimeH と前の小節マーカーの signature が矛盾しないことが重要で、例えば、前の小節マーカーの signature が 4/4 なら、この小節マーカーの Time は 384(96*4) でなければならない。 |
| テンポ                                | \$F8             | ダミー         | TIME<br>LSB   | TIME<br>MSB   | テンポ<br>LSB     | テンポ<br>MSB   | テンポは 14 ビットで表現する。取りうる範囲は 0~250 までで、実際の値はそれに 30 を足した、30bpm~280bpm となる。                                                                                                                                                                           |
| USER CALL PROGRAM<br>(NOT SUPPORT) | \$FA             | TRACK<br>番号 | TIME<br>LSB   | TIME<br>MSB   | PROGR-<br>AM 値 | ダミー          | 未サポート                                                                                                                                                                                                                                           |
| パターン番号<br>(NOT SUPPORT)            | \$FB             | TRACK<br>番号 | TIME<br>LSB 0 | TIME<br>MSB 0 | パターン<br>番号     | ダミー          | 未サポート                                                                                                                                                                                                                                           |
| TRACK COMMAND                      | \$FC             | TRACK<br>番号 | TIME<br>LSB 0 | TIME<br>MSB 0 | コマンド           | データ<br>(変更値) | 演奏中にポートや MIDI チャネルを変更する。コマンド=1:ポート, 2:チャネル                                                                                                                                                                                                      |
| DATA CONTINUE                      | \$FD             | —           | —             | —             | —              | —            | 曲データが継続することを意味する。リングバッファなどにデータを転送しながら演奏する場合などに、MIDI マネージャが書き込みポイントを追い越してしまわないようにするために利用する。                                                                                                                                                      |
| 終端マーカー                             | \$FE             | 拍子値         | TIME<br>LSB   | TIME<br>MSB   | ダミー            | ダミー          | 曲の最後には必ずこのマーカーを入れる。TimeL, TimeH はこの小節マーカー同様にこの終端マーカーまでの時間、つまり最後の小節の長さが入る。                                                                                                                                                                       |
| ダミーコード                             | \$FF             |             |               |               |                |              | 何もしないイベントとして扱われる(無視される)。                                                                                                                                                                                                                        |

## 18.5 MIDI マネージャ関連 C ソースライブラリ定義

MIDI マネージャ用のソースライブラリ "mmDEF.H" に次の定義があります。

### 18.5.1 型宣言

構造体を除き、図 II-18-4 の型宣言がなされています。

#### ▼図 II-18-4 構造体以外の型宣言

```
typedef unsigned int    SIGN;      /* 拍子記号          */
typedef int             TIME;      /* 演奏位置(クロック)*/
typedef unsigned char  TRACK;     /* トラック番号      */
typedef unsigned char  PORT;      /* MIDI ポート番号   */
typedef unsigned char  MIDICH;    /* MIDI チャンネル   */
typedef unsigned char  FLAG;      /* フラグ            */
```

### 18.5.2 構造体

BIOS で使われるパラメータは、構造体で引き渡しされるものが少なくありません。したがって、アセンブラだけでプログラミングする場合も、構造体の内容を知っておく必要があります。

#### ● TRACKWORK 構造体

個別のトラックの制御情報を記述する構造体です。アプリケーションでは、出力ポートなどのメンバを書き換えることによって、期待する値に設定します。

#### ▼図 II-18-5 TRACKWORK 構造体

```
typedef struct
{
    TRACK   trk_number;    /*track number      */
    FLAG   trk_mute;      /*play or mute      */
    int    trk_filter;    /*play filter bits  */
    PORT   trk_port;     /*output port       */
    MIDICH trk_midich;    /*output midi ch    */
    char   trk_notemap;   /*note replace map  */
    char   trk_ctrlmap;   /*ctrl replace map  */
    char   trk_progmap;   /*prog replace map  */
    char   trk_bias;     /*velocity shift    */
    char   trk_oct;      /*transpose shift   */
    char   trk_vol;      /*ctrl volume shift */
    char   trk_exp;      /*ctrl expression shift */
    char   trk_resv1;    /*reserve           */
}TRACKWORK;
```

TRACK trk\_number;

トラックの番号を入れる。ここは内部で構造体アドレスからトラック番号を得るためのフィールドなので、必ず 0 から順に番号を与えること。

FLAG trk\_mute;

そのトラックのすべての出力をまとめて on/off する。0 以外なら出力し、0 なら停止する。

int trk\_filter;

各種 MIDI メッセージを出力するかどうかを決めるビットフィールド。ビットの対応は以下のとおりで、ビットの立っているメッセージは出力される。通常はすべて on にしておく。

```
#define FLTNOTEOFF          0x01
#define FLTNOTEON          0x02
#define FLTKEYPRESS        0x04
#define FLTCTRL            0x08
#define FLTPROG           0x10
#define FLTCHPRESS        0x20
#define FLTPITCH          0x40
#define FLTEXC            0x80
#define FLTTEMPO          0x100
#define FLTMETA           0x200
```

PORT trk\_port;

トラックのデータ、出力ポートを指定する。

MIDICH trk\_midich;

トラックの出力 MIDI チャンネルを指定する。ここで 0~15 を選択すればそのトラックの演奏データはすべてそのチャンネルに置換されて出力される。0xff(omni) を指定すれば、演奏データが持っている個々のチャンネルでそのまま出力される。

```
char trk_notemap;
char trk_ctrlmap;
char trk_progmap;
```

このトラックから出力されるノートやコントロールチェンジ、プログラムチェンジの番号の置き換えやマスクを行う時に指定し、0~15 までのどのマップを使用するかを選択する。置き換え等を行いたくない場合は -1 を設定する。

```
char trk_bias;
char trk_oct;
char trk_vol;
char trk_exp;
```

trk\_bias はトラックから出力される note on のペロシティに、trk\_oct は note on/note off/polyphonic key press 等の音程情報にこの値を加える。trk\_vol、trk\_exp は control change の main volume と expression にこの値を加える。トラック全体の音量等を変化させたいときに使用する。

### ● NOTEOFFTABLE 構造体

MIDI マネージャが演奏時の note on/off を管理するテーブルで、後述の MIDIMANCTRL 構造体を経由して参照されます。実際のテーブルは、この定義のサイズ×(最大同時発音数+1)だけとられ、演奏を行うと、note on/off により各種の値が書き込まれます。

0 番目の配列の off\_time には、現在発音中の音数が入ります。残りの部分では、off\_time はそのノートが off になる時点を表し、off\_flag が 1 のところに対応する部分は現在発音中であることを示します。off\_track は、そのノートがどのトラックのものかを表します。

#### ▼図 II-18-6 NOTEOFFTABLE 構造体

```
typedef struct
{
    int      off_time;
    FLAG    off_flag;
    TRACK    off_track;
    PORT     off_port;
    MIDICH   off_ch;
    char     off_note;
    char     off_velo;
}NOTEOFFTABLE;
```

### ● REALTIME 構造体

実時間を表す構造体です。64 ビットで構成され、1/480000000 秒を単位として、時間を表します。

#### ▼図 II-18-7 REALTIME 構造体

```
typedef struct
{
    int      rt_lo;
    int      rt_hi;
} REALTIME;
```

### ● PLACE 構造体

演奏位置を表す構造体で、内容は、小節、拍、チック、クロック数、実時間、拍子記号で構成されます。

これらの項目は、いわば五線譜上の座標位置のようなもので、演奏開始ポイントをドライバに通知したり、現在の演奏位置を知るのに用いられます。

## ▼図 II-18-8 PLACE 構造体

```
typedef struct
{
    int          p_meas;
    int          p_beat;
    int          p_tick;
    TIME         p_clock;
    REALTIME     p_time;
    SIGN         p_sign;
} PLACE;
```

## ● SMPTE 構造体

Roland 社の Super-MPU の SMPTE READ/WRITE 機能を利用するときのための構造体で、タイムコードを表します。内容は時、分、秒、フレーム、ビットで構成され、フレームの扱いにより 4 種類のタイプがあります。

フレーム名の中の数値は 1 秒のフレーム数を表し、例えば SMPTE30 ならば 30 フレームで 1 秒となりますが、実際の NTSC 方式では 29.97 であり、分に直すと 3.6 秒の誤差が出ます。そこで、これに対応するため、SMPTE30DF では最初の 2 フレームをスキップして、誤差を 60ms 以内に抑えています。

SMPTEREAL は、計算しやすいように、100 フレームで 1 秒としたものです。

## ▼図 II-18-9 SMPTE 構造体(下)とフレーム数シンボル定義(上)

```
#define SMPTE24      (0)
#define SMPTE25      (1)
#define SMPTE30DF    (2)
#define SMPTE30      (3)
#define SMPTEREAL    (4)

typedef struct
{
    int          tc_hr;
    int          tc_min;
    int          tc_sec;
    int          tc_fr;
    int          tc_bit;
    int          tc_type;
} SMPTE;
```

## ● METRONOME 構造体

演奏中にメトロノームを鳴らすときに使われる構造体です。

## ▼図 II-18-10 METRONOME 構造体

```
typedef struct
{
    unsigned char    metro_mode;
    PORT             metro_port;
    MIDICH           metro_midich;
    char             metro_hinote;
    char             metro_hivelo;
    char             metro_lownote;
    char             metro_lowvelo;
    char             metro_resv;
    TIME             metro_duration;
} METRONOME;
```

```
unsigned char metro_mode;
```

メトロノームを鳴らすかどうかを決める。0 なら鳴らさず、1 なら録音中のみ鳴らす、2 なら録音中、再生中ともに鳴らす。

```
PORT             metro_port;
MIDICH           metro_midich;
```

メトロノームを出力するポートと MIDI チャネル。

```
char             metro_hinote;
char             metro_hivelo;
char             metro_lownote;
char             metro_lowvelo;
char             metro_resv;
```

メトロノームの強拍、弱拍それぞれのノート番号およびベロシティ。

```
TIME             metro_duration;
```

メトロノームの各拍の鳴っている時間。

## ● MIDIMANCTRL 構造体

MIDI マネージャをオープンするときに使われる構造体です。必要なバッファの登録など準備手続きをするのに利用します。

## ▼図 II-18-11 MIDIMANCTRL 構造体

```
typedef struct
{
    int          mc_interval;
    int          mc_maxnote;
    int          mc_maxtrack;
    unsigned char *mc_sbios;
    NOTEOFFTABLE *mc_noteoff;
    TRACKWORK    *mc_trackwork;
    char         *mc_filter[16];
    unsigned char *mc_event;
    int          mc_eventsize;
    unsigned char *mc_fmtout;
    int          mc_fmtoutsize;
    unsigned char *mc_fmтин;
    int          mc_fmтинsize;
    unsigned char *mc_smpu;
    int          mc_smpusize;
    unsigned char *mc_stackadr;
    int          mc_stacksize;
} MIDIMANCTRL;
```

```
int mc_interval;
```

FM タイマおよび MIDI カード (FMT-401/402/403) の PIT (プログラマブルインターバルタイマ) の割り込み間隔を 1/480000000 秒単位 (480000 で 1msec) で指定する。

この間隔は演奏時のシーケンサの分解能に影響する。例えばテンポが十分に速いと 1 クロックの間隔が極端に小さくなるが、実際に人間の耳で聞き分けられる間隔以下になり、そのままではコンピュータの処理に大きな負担がかかる。そこで、ある間隔より短い場合は一括して処理を行えば、聴感上は違和感なくかつコンピュータにかかる負担を小さくすることができる。つまり、2msec を指定すればテンポに関係なく最大 2msec 以内の誤差でイベントが処理される。

通常のシーケンサでは 2msec から 5msec 位、曲のノリをそれほどシビアに必要とせずかつ処理の負担を軽くしたいアプリケーション (ゲームソフトなど) であれば 5msec から 20msec あたりが適当。また、vsync 割り込みなどを使用して自分で割り込み処理エントリをコールする場合はこの値を 0 とすること。その場合、ドライバは自分の割り込みを登録しない。

```
int mc_maxnote;
```

全トラックで同時に発音する音の数を指定する。シーケンスソフトのような同時発音数が不足となる場合は十分に大きな値、例えば 256 位を指定するとよい。

この値は後に出てくるノート管理テーブル (mc\_noteoff) のサイズに影響する。

```
int mc_maxtrack;
```

最大トラック数を指定する。例えばコンダクタトラック + 99 データトラックのシーケンサであるなら 100 を指定する。内蔵音源しかドライブしないものや、1 つの MIDI ポートしか扱わないようなものであるならもっと小さくしてもよい。

この値は後に出てくるトラック管理テーブル (mc\_trackwork) のサイズに影響する。

```
unsigned char *mc_sbios;
```

初期化されたサウンド BIOS のワークアドレス。

```
NOTEOFFTABLE *mc_noteoff;
```

演奏時のノートオン・オフを管理するためのワーク。このワークのサイズは最大同時発音数 (mc\_maxnote) × (NOTEOFFTABLE 構造体+1) で求められる。

```
例)    NOTEOFFTABLE noteoff_buff [MAXPLAYNOTE+1];
```

```
TRACKWORK *mc_trackwork;
```

各トラックの管理情報を記憶するためのワーク。このワークのサイズは最大トラック数 (mc\_maxtrack) × TRACKWORK 構造体のサイズで求められる。

```
例)    TRACKWORK trackwork_buff [MAXTRACK];
```

```
char *mc_filter[16];
```

プログラムチェンジやコントロールチェンジの入力時の置換フィルタを登録する。1つのフィルタは、128Byte からなり、そのテーブルの値を参照してコントロールチェンジを違う番号に置き換えたり、負の値にしてマスクしたりできる。

フィルタの器は16個まで登録できるが、フィルタを使用しない場合は NULL を入れる。実際にどのフィルタをどのメッセージに適用するかは、assign map を通して参照される。

```
unsigned char *mc_event;
```

```
int mc_eventsize;
```

各ポートからの MIDI イベントの入出力の際の使用バッファを設定する。通常の MIDI メッセージは2または3Byteなので、それに時間情報(4Byte)とサイズ(4Byte)を足しても16Byteもあれば足りる。しかし、Exclusive データを扱う場合にはこのバッファを十分に大きく取らないとデータが細切れになってしまうので、高機能なシーケンスソフトなどでは、できればデータの細切れは避けたい。

Exclusive データを受信した場合、このバッファに入りきらないときは続きのパケットとなる。バルクダンプなどを除けば大抵の Exclusive データは256Byte に収まるので300Byte 以上もあれば十分と言える。

```
unsigned char *mc_fmtout;
```

```
int mc_fmtoutsize;
```

```
unsigned char *mc_fmтин;
```

```
int mc_fmтинsize;
```

```
unsigned char *mc_smpu;
```

```
int mc_smpusize;
```

FMT-40x シリーズ用の入出力バッファおよび S-MPU 用の入力バッファを設定する。FMT-40x シリーズ用は最大4枚まで実装できるため最大入力4ポート、最大出力8ポートとなるので、十分に大きな値を設定すること。標準的には出力側 64×8Byte、入力側 128×4Byte 程度。

```
例)    char fmt_out_buff [64*8];
        char fmt_in_buff [128*4];
        char smpu_in_buff [128];
```

```
midiman.mc_fmtout = fmt_out_buff;
midiman.mc_fmtoutsize = 64*8;
midiman.mc_fmтин = fmt_in_buff;
midiman.mc_fmтинsize = 128*4;
midiman.mc_smpu = smpu_in_buff;
midiman.mc_smpusize = 128;
```

```
unsigned char *mc_stackadr;
```

```
int mc_stacksize;
```

割り込みルーチンで使用されるローカルスタックを設定する。割り込みはレベル4、5およびその割り出しのための合計4個のエリアが必要。内部では、ここで指定したバッファを4分割して使用するの、十分に大きなサイズを確保しないとスタックオーバーフローとなる。推奨は768×4Byte 以上で、次に述べる各種ユーザルーチンの中でスタックを多く消費する可能性があるなら、さらにその分を加える。

```
例)  char local_stack[1024*4];

      midiman.mc_stackadr = local_stack;
      midiman.mc_stacksize = 1024*4;
```

### ● FUNCCTRL 構造体

アプリケーションで、割り込みルーチンから呼び出されるコールバックルーチンを登録するとき、およびその内容を参照するときに使われる構造体です。コールバックルーチンは、同時に最大4組(4つのアプリケーション)に対応する内容を登録することができます。

各々の1組については、演奏データ作成や録音の前処理、イベントの監視などの手続きを登録します。必要がないエントリは、その関数のポインタを NULL に設定すればバイパスされます。付け加えるならば、これら3つのエントリは、FAR コールで呼び出されます。

エントリで指定された関数では、レジスタの値を変更するような処理をすることは禁止されています。すなわち、アセンブラでは、使用するレジスタについて入口で退避し、出口で復帰させる処理を記述しなければなりません。

C 言語では、このような機能がないので、必要なときはライブラリの TMM\_setCFunc() 関数を利用します。この関数は、間に入って、「ユーザーコールバックルーチンの登録(機能コード 07H)」を実行してくれます。参考までに、解除は TMM\_resetUserFunc() によります。

ユーザーコールバックルーチンは割り込み処理の一部であり、スタックの容量が限られていること、そこから DOS の呼び出しはできないことに注意してください。

### ▼図 II-18-12 FUNCCTRL 構造体

```
typedef struct
{
    void          (*(fc_idletask))();
    short int     fc_idleseg;
    void          (*(fc_rectask))();
    short int     fc_recseg;
    void          (*(fc_eventtask))();
    short int     fc_eventseg;
    short int     fc_dataseg;
}FUNCCTRL;

typedef struct
{
    void          (*(cfc_idletask))();
    void          (*(cfc_rectask))(PORT,FLAG,TRACK,unsigned char *);
    void          (*(cfc_eventtask))(TRACK,PORT,unsigned char *);
}CFUNCCTRL;
```

```
void          (*(fc_idletask))();
short int     fc_idleseg;
```

演奏や MIDI の入出力等の動作がない空き時間に呼び出されるコールバックルーチンで、演奏時にデータをインタプリトしながら作成していくようなアプリではここにそのルーチンを登録することによって、あたかも内部データをそのままドライブするように動かすことができる。

```
void          (*(fc_rectask))();
short int     fc_recseg;
```

入力ポートに何か MIDI イベントが到着すると呼び出されるコールバックルーチンで、すでに演奏時の時間が付加されているのでリアルタイム録音などに利用できる。このルーチンが呼び出された時、ds:edi の指すアドレスにイベントが格納されている。先頭の dword に演奏クロック、次の dword にそのイベントのサイズ、その次、つまり 8Byte 目から実際のイベントが格納されている。また、bh には演奏、一次停止、録音の状態、bl レジスタにはそのイベントの入力ポート、dh レジスタにはそのイベントが assign filter によって出力するかどうか (0 以外なら出力) の情報、dl レジスタには出力する際の出力フィルタのトラック番号が入っている。したがって、入力情報を assign out で MIDI ポートに出力する前にデータを書き換えることもできる。

```
void          (*(fc_eventtask))();
short int     fc_eventseg;
```

演奏時に出力ポートからデータが出力されるたびに呼び出されるコールバックルーチンで、演奏情報を画面に出力したい場合などに利用できる。ただし注意しなければならないのは、このルーチンは割り込み処理の一部であるということ。ここでダイレクトに画面描き換え等の重い処理をドライブすると、演奏がよれたり思いがけないバグを発生させることになるので、こここのルーチンではイベントをキューに積むなどの最小限の処理に抑えておかなければならない。このルーチンが呼び出された時、ds:edi の指すアドレスにイベントが、また、bl レジスタにはそのイベントの出力ポートが、bh レジスタにはそのイベントがどのトラックのものかが入っている。したがって、実際にデータが MIDI ポートに出力される前にデータを書き換えることもできる。

```
short int     fc_dataseg;
```

各コールバックルーチンの呼び出し時に DS, ES セグメントに設定する値。

## ● RSCTRL 構造体

MIDI マネージャは RS-MIDI の I/O を行うドライバを持っていません。I/O をコントロールするモジュールはライブラリ等から TMM\_initRsMidi を通して登録され、MIDI Manager からコールバックされます。その入出力処理ルーチンのエントリを示すために RSCTRL 構造体を使用します。この構造体で登録されたユーザールーチンは、FAR コールによりコールバックされます。

出力/入力/データについて、セグメントとオフセット(データを除く)を記述します。

### ▼図 II-18-13 RSCTRL 構造体

```
typedef struct
{
    void          (*(rc_output))();
    short int     rc_outputseg;
    void          (*(rc_input))();
    short int     rc_inputseg;
    short int     rc_dataseg;
}RSCTRL;
```

### ● ASSIGNFILTER 構造体

MIDI 入力の取り扱いを規定する構造体で、4 つまで登録できます。そして、各ポートごとに、どの ASSIGNFILTER を使うか選択できます。

あるポートにイベントが到着すると、該当する ASSIGNFILTER 構造体の as\_status と as\_chmap を参照して、入力すべきものかどうかを確認します。適当と判断されたら、ペロシティ補正などの処理をして、ユーザーの録音ルーチンを呼び出します。続いて、その結果を指定トラックの出力パスに変換して MIDI に出力します。

#### ▼図 II-18-14 ASSIGNFILTER 構造体

```
typedef struct
{
    short int      as_status;
    short int      as_chmap;
    TRACK         as_track;
    char           as_velo;
    char           as_oct;
    char           as_ctrlmap;
} ASSIGNFILTER;
```

short int as\_status;  
各ビットがステータスに対応する (FLTNOTEOFF~FLTMETA の BitON で入力)

short int as\_chmap;  
bit0~15 がそれぞれの MIDI チャンネル 1~16 に対応

TRACK as\_track;  
出力トラック

char as\_velo;  
0 なら置き換えなし

char as\_oct;  
ノートナンバーに対するオフセット

char as\_ctrlmap;  
コントロールチェンジを置き換えるマップナンバー

## 18.6 MIDI マネージャ BIOS 一覧

表 II-18-8 に、MIDI マネージャ BIOS の一覧を示します。

▼表 II-18-8 MIDI マネージャ BIOS の機能一覧

| 機能名称               | 機能コード |
|--------------------|-------|
| MIDI マネージャのオープン    | 00H   |
| MIDI マネージャのクローズ    | 01H   |
| MIDIMANCTRL 情報の取得  | 02H   |
| RS-MIDI ルーチンの登録    | 03H   |
| RS-MIDI ルーチンの解除    | 04H   |
| 割り込み処理用エントリ        | 05H   |
| 割り出し処理用エントリ        | 06H   |
| ユーザーコールバックルーチンの登録  | 07H   |
| ユーザーコールバックルーチンの取得  | 08H   |
| ユーザーコールバックルーチンの解除  | 09H   |
| MIDI データの出力        | 0AH   |
| 演奏の開始              | 10H   |
| 演奏の終了              | 11H   |
| 演奏の一時中断            | 12H   |
| 演奏の再開              | 13H   |
| 演奏モードの設定           | 14H   |
| 演奏位置の取得            | 16H   |
| テンポの設定             | 17H   |
| テンポの取得             | 18H   |
| 相対テンポの設定           | 19H   |
| 相対テンポの取得           | 1AH   |
| EUP データ相対テンポの設定    | 1BH   |
| EUP データ相対テンポの取得    | 1CH   |
| ステップモードの進行         | 1DH   |
| 同期モードの設定           | 20H   |
| SMPTE 開始位置の設定      | 21H   |
| SMPTE 同期精度の設定      | 22H   |
| S-MPU 内部時間の設定      | 23H   |
| 実時間から SMPTE 時間への変換 | 24H   |
| SMPTE 時間から実時間への変換  | 25H   |
| リモートモードの設定         | 26H   |
| 同期信号出力の設定          | 27H   |
| メトロノームの設定          | 28H   |
| アサインマップの設定         | 30H   |
| アサインマップの取得         | 31H   |
| アサインフィルタの設定        | 32H   |
| アサインフィルタの取得        | 33H   |
| 出力ポートマップの設定        | 34H   |
| 出力ポートマップの取得        | 35H   |
| 入力ポートマップの設定        | 36H   |
| 入力ポートマップの取得        | 37H   |
| 内蔵音源の初期化           | 40H   |
| 内蔵音源への MIDI データ出力  | 41H   |
| 内蔵音源の MIDI チャネルの設定 | 42H   |
| 内蔵音源の MIDI チャネルの取得 | 43H   |
| 内蔵音源のマスターボリュームの設定  | 44H   |
| 内蔵音源のマスターボリュームの取得  | 45H   |

## 18.7 MIDI マネージャBIOS リファレンス

MIDI マネージャBIOS について、個別に詳しく説明します。

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| MIDI マネージャ      | COH       |
| MIDI マネージャのオープン | 機能コード 00H |

**エントリ**     AH        =00H  
                  DS : ESI =MIDIMANCTRL 構造体へのポインタ

**リターン**     EAX        =0(正常終了時)  
                               - 3(バッファ、スタックなどの容量不足)  
                               - 13(ベクタ設定時のエラー)  
                               - 14(すでにオープン済)

**説明**            MIDI マネージャドライバの初期化を行います。パラメータは次の形式で指定します。

(DS : ESI)  
 0 struct MIDIMANCTRL

**該当 C 関数**     int TMM\_openMidiMan(MIDIMANCTRL \*midimanctrl);

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| MIDI マネージャ      | COH       |
| MIDI マネージャのクローズ | 機能コード 01H |

**エントリ**     AH        =01H

**リターン**     EAX        =0(正常終了)

**説明**            MIDI マネージャドライバの終了処理を行います。

**該当 C 関数**     int TMM\_closeMidiMan();

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| MIDI マネージャ        | COH       |
| MIDIMANCTRL 情報の取得 | 機能コード 02H |

**エントリ**     AH        =02H  
                  DS : ESI =MIDIMANCTRL 構造体へのポインタ

**リターン**     EAX        =0(正常終了)

**説明**            現在設定されている MIDIMANCTRL 情報を読み出し、次の形式で構造体に収容します。

(DS : ESI)  
 0 

|        |             |
|--------|-------------|
| struct | MIDIMANCTRL |
|--------|-------------|

**該当 C 関数**     int TMM\_getMidiManCtrl(MIDIMANCTRL \*midimanctrl);

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| MIDI マネージャ      | COH       |
| RS-MIDI ルーチンの登録 | 機能コード 03H |

**エントリ**     AH        =03H  
                  DS : EBX =RSCTRL 構造体へのポインタ

**リターン**     EAX        =0(正常終了)  
                             -14(すでに登録済)

**説明**            RS-232C MIDI の入出力コールバックルーチンを登録するオペレーションです。パラメータは、次の形式で定義します。

(DS : EBX)  
 0 

|        |        |
|--------|--------|
| struct | RSCTRL |
|--------|--------|

**該当 C 関数**     int TMM\_initRsMidi(RSCTRL \*rsctrl);

| MIDI マネージャ      | COH       |
|-----------------|-----------|
| RS-MIDI ルーチンの解除 | 機能コード 04H |

|         |                                               |          |
|---------|-----------------------------------------------|----------|
| エントリ    | AH                                            | =04H     |
| リターン    | EAX                                           | =0(正常終了) |
| 説明      | RS-232C MIDI の入出力コールバックルーチンの登録を解除するオペレーションです。 |          |
| 該当 C 関数 | int TMM_termRsMidi();                         |          |

| MIDI マネージャ  | COH       |
|-------------|-----------|
| 割り込み処理用エントリ | 機能コード 05H |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| エントリ    | AH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | =05H                              |
|         | EDX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | =前回呼び出しからの経過時間 (1/480 $\mu$ s 単位) |
| リターン    | なし                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |
| 説明      | 外部割り込みを使って MIDI ドライバを作動させるための割り込みエントリです。<br>MIDIMANCTRL の mc_interval に 0 を指定したとき、ユーザーが任意の割り込みを使用して、独自の時間間隔を作り出すことができます。したがって、そのタイミングになったら、ユーザーは割り込み処理の中でこの BIOS を使用して、MIDI マネージャに前回呼び出しからの経過時間 (1/480 $\mu$ s 単位) を知らせます。<br>MIDI マネージャは、このエントリが呼び出されると、内部の時間を更新して直ちにリターンします。続いて、アプリケーションの側では、PIC に eoi を送り、次に述べる割り出し処理エントリを呼び出します。 |                                   |
| 該当 C 関数 | なし                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |

| MIDI マネージャ  | COH       |
|-------------|-----------|
| 割り出し処理用エントリ | 機能コード 06H |

**エントリ** AH =06H

**リターン** なし

**説明** 外部割り込みを使って MIDI ドライバを作動させたときのための割り出しエントリです。MIDIMANCTRL の mc\_interval に 0 を指定して、ユーザーが任意の割り込みにより独自の時間間隔を作り出すケースで、割り込みエントリに続いて呼び出します。

このエントリは、割り出し処理のため PIC の低優先の割り込みに引き継がれます。したがって、処理中に、続く割り込み(高優先)を受け付けるので、割り込み処理を経由して 2 重に呼び出される可能性があります。

それを防ぐには、アプリケーション側で以前の呼び出し後の処理が完了しているかどうかを確認し、そうでなければバイパスするようプログラミングしなければなりません。

また、割り込みを受け付ける状態にあることから、スタックは十分に (1KB 以上) 確保する必要があります。

**該当 C 関数** なし

| MIDI マネージャ        | COH       |
|-------------------|-----------|
| ユーザーコールバックルーチンの登録 | 機能コード 07H |

**エントリ** AH =07H

DS : EBX =FUNCCTRL 構造体へのポインタ

**リターン** EAX =0(正常終了)

– 1(すでに 4 個登録済)

EDX =コールバックルーチンハンドル

**説明** FUNCCTRL 構造体でコールバックルーチンを登録するオペレーションです。パラメータは、次の形式で定義します。

実行後、EDX には対応するコールバックルーチンハンドルが与えられます。その値は、後述のユーザーコールバックルーチンの取得や解除の呼び出しに利用します。

(DS : EBX)

0 struct FUNCCTRL

**該当 C 関数** int TMM\_setUserFunc(FUNCCTRL \*func\_ctrl, int handle);

MIDI マネージャ

COH

ユーザーコールバックルーチンの取得

機能コード 08H

**エントリ** AH =08H

EDX =コールバックルーチンハンドル

DS : EBX =FUNCCTRL 構造体へのポインタ

**リターン** EAX =0(正常終了)

**説明**

指定されたコールバックルーチンハンドル対応の、登録済みコールバックルーチンのエントリを、FUNCCTRL 構造体を読み出すオペレーションです。結果は次の形式で渡されます。

(DS : EBX)

0 struct FUNCCTRL

**該当 C 関数** int TMM\_getUserFunc(int handle, FUNCCTRL \*func\_ctrl);

MIDI マネージャ

COH

ユーザーコールバックルーチンの解除

機能コード 09H

**エントリ** AH =09H

EDX =コールバックルーチンハンドル

**リターン** EAX =0(正常終了)

**説明**

指定されたコールバックルーチンハンドル対応の、登録済みコールバックルーチンを解除するオペレーションです。

**該当 C 関数** int TMM\_resetUserFunc(int handle);

|            |           |
|------------|-----------|
| MIDI マネージャ | COH       |
| MIDI データ出力 | 機能コード 0AH |

|      |          |                |
|------|----------|----------------|
| エントリ | AH       | =0AH           |
|      | BL       | =出力ポート         |
|      | DS : ESI | =イベントデータへのポインタ |

|      |     |          |
|------|-----|----------|
| リターン | EAX | =0(正常終了) |
|------|-----|----------|

**説明** MIDI の指定ポートに、下図のイベントを出力します。このとき、イベント発生時刻の内容は無視され、データサイズで指定されたデータ長だけ転送されます。その際、内容のチェックは行われません。

(DS : ESI)

|   |    |            |                   |
|---|----|------------|-------------------|
| 0 | DW | イベント発生時刻   | } データサイズで指定されたバイト |
| 4 | DW | イベントデータサイズ |                   |
| 8 | B  | ステータス      |                   |
| 9 | B  | データ        |                   |
|   |    | ⋮          |                   |
|   | B  | データ        |                   |

**該当 C 関数** int TMM\_outputMidiEvent(Port port, char \* event);

|            |           |
|------------|-----------|
| MIDI マネージャ | COH       |
| 演奏の開始      | 機能コード 10H |

|      |          |                                            |
|------|----------|--------------------------------------------|
| エントリ | AH       | =10H                                       |
|      | DL       | =0(MIDI ファイル準拠フォーマット)<br>1(EUP ファイルフォーマット) |
|      | DH       | =0(再生)<br>0 以外(再生と同時に録音)                   |
|      | DS : ESI | =プレイバッファへのポインタ                             |
|      | ECX      | =プレイバッファサイズ                                |
|      | DS : EBX | =演奏開始点の PLACE 構造体へのポインタ                    |

**リターン** EAX =0(正常終了)

**説明** 演奏を開始するオペレーションです。単なる再生だけでなく、再生と同時に録音することもできます。DS:EBX の値と、PLACE 構造体の関係は次のとおりです。

(DS:EBX)

|   |        |       |
|---|--------|-------|
| 0 | struct | PLACE |
|---|--------|-------|

**該当C関数** int TMM\_playStart(char format, FLAG rec\_flag, char \*playbuffer, int size, PLACE \*place);

MIDI マネージャ

COH

演奏の終了

機能コード 11H

**エントリ** AH =11H

**リターン** EAX =0(正常終了)

**説明** 演奏を終了するオペレーションです。

**該当C関数** int TMM\_playStop();

MIDI マネージャ

COH

演奏の一時中断

機能コード 12H

**エントリ** AH =12H

**リターン** EAX =0(正常終了)

**説明** 再開を前提に、演奏を一時中断するオペレーションです。

**該当C関数** int TMM\_playPause();

| MIDI マネージャ |  | COH       |
|------------|--|-----------|
| 演奏の再開      |  | 機能コード 13H |

エントリ AH = 13H

リターン EAX = 0(正常終了)

説明 一時中断していた演奏を再開するオペレーションです。

該当 C 関数 int TMM\_playRestart();

| MIDI マネージャ |  | COH       |
|------------|--|-----------|
| 演奏モードの設定   |  | 機能コード 14H |

エントリ AH = 14H  
DL = 0(ノーマル再生)  
1(エンドレス再生)  
2(ループ再生)

リターン EAX = 0(正常終了)

説明 演奏モードを設定します。  
エンドレス再生は、演奏データが終わっても、最後の拍子とテンポを引き継いで演奏のカウントだけを続行します。

ループ再生は、演奏データが終わっても、再度ポイントを先頭に戻し、演奏を続行します。

該当 C 関数 int TMM\_playMode(char mode);

MIDI マネージャ

COH

演奏位置の取得

機能コード 16H

- エントリ**    AH        =16H  
               DS:EDI    =演奏位置を格納する PLACE 構造体へのポインタ
- リターン**    EAX        =0(正常終了)  
               DL        =演奏状態フラグ  
               EBX        =演奏ポインタ

**説明**        演奏状態、演奏位置、演奏ポインタを参照して、レジスタや構造体に転送するオペレーションです。

DS:EBX と PLACE 構造体の関係、および演奏状態フラグのビット構成は次のとおりです。

(DS:EBX)



PLAYFLAG .....1=演奏中  
 PAUSEFLAG.....1=一時停止中  
 RECFLAG .....1=録音中

**該当C関数**    int TMM\_getPlayPlace(FLAG, unsigned char \*\*ptr, PLACE \*);

| MIDI マネージャ |  | COH       |
|------------|--|-----------|
| テンポの設定     |  | 機能コード 17H |

|      |     |                                    |
|------|-----|------------------------------------|
| エントリ | AH  | = 17H                              |
|      | DL  | = 0(1/10 BPM 単位)<br>1( $\mu$ s 単位) |
|      | EBX | = テンポまたは四分音譜の長さ                    |

|      |     |           |
|------|-----|-----------|
| リターン | EAX | = 0(正常終了) |
|------|-----|-----------|

**説明**      テンポの設定を行うオペレーションで、テンポ (1 分当たり拍数) または四分音譜の音長を規定します。単位は、テンポ (1/10 BPM 単位) を実際の bpm の 1/10、四分音譜の音長 ( $\mu$ s 単位) をマイクロ秒の時間で設定します。

いずれも、転送レートに換算して、5~500bpm の範囲でなければなりません。

**該当 C 関数**      `int TMM_setTempo(char type, int tempo);`

| MIDI マネージャ |  | COH       |
|------------|--|-----------|
| テンポの取得     |  | 機能コード 18H |

|      |     |                                    |
|------|-----|------------------------------------|
| エントリ | AH  | = 18H                              |
|      | DL  | = 0(1/10 BPM 単位)<br>1( $\mu$ s 単位) |
| リターン | EAX | = 0(正常終了)                          |
|      | EBX | = 転送レートまたは四分音譜の長さ                  |

**説明**      現在設定されているテンポまたは、四分音譜の音長を参照します。単位は、1/10 BPM 単位を実際の bpm の 1/10、 $\mu$ s 単位をマイクロ秒の時間で表現します。

**該当 C 関数**      `int TMM_getTempo(char type, int *tempo);`

|            |           |
|------------|-----------|
| MIDI マネージャ | COH       |
| 相対テンポの設定   | 機能コード 19H |

**エントリ**     AH        =19H  
                  EBX        =相対テンポ (0~1000%)

**リターン**     EAX        =0(正常終了)

**説明**            現在設定されているテンポを、指定されたパーセンテージで変化させます。0%を指定するとステップ演奏モードとなり、「ステップモードの進行 (機能コード 1DH)」と合わせて、任意のタイミングで進行させることができます。

**該当C関数**     int TMM\_setRelativeTempo(int relative\_tempo);

|            |           |
|------------|-----------|
| MIDI マネージャ | COH       |
| 相対テンポの取得   | 機能コード 1AH |

**エントリ**     AH        =1AH

**リターン**     EAX        =0(正常終了)  
                  EBX        =相対テンポ (0~1000%)

**説明**            現在設定されている相対テンポを EBX に読み取ります。

**該当C関数**     int TMM\_getRelativeTempo(int \*relative\_tempo);

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| MIDI マネージャ      | COH       |
| EUP データ相対テンポの設定 | 機能コード 1BH |

**エントリ**     AH        =1BH  
                  EBX        =EUP 相対テンポ (- 280~+ 280)

**リターン**     EAX        =0(正常終了)

**説明**            現在設定されている EUP ファイル演奏テンポを、指定されたピッチで変化させます。EBX の値は加算値です。

**該当C関数**     int TMM\_setEupTempoOffset(int tempo\_offset);

| MIDI マネージャ      | COH       |
|-----------------|-----------|
| EUP データ相対テンポの取得 | 機能コード 1CH |

**エントリ** AH = 1CH

**リターン** EAX = 0(正常終了)  
EBX = EUP 相対テンポ

**説明** 現在設定されている EUP 相対テンポを EBX に読み取ります。

**該当 C 関数** int TMM\_getEupTempoOffset(int \*tempo\_offset);

| MIDI マネージャ | COH       |
|------------|-----------|
| ステップモードの進行 | 機能コード 1DH |

**エントリ** AH = 1DH  
EDX = 進行クロック数

**リターン** EAX = 0(正常終了)

**説明** ステップ演奏モード(「相対テンポの設定(機能コード 19H)」で 0%を設定の場合)で、進行クロック数で指定されたクロック数だけシーケンスが進行します。

この機能を使って、ステップ録音などができます。

**該当 C 関数** int TMM\_stepModeEntry(int step\_clock);

| MIDI マネージャ | COH       |
|------------|-----------|
| 同期モードの設定   | 機能コード 20H |

|      |    |                                                                                                                                                                                                                         |
|------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| エントリ | AH | =20H                                                                                                                                                                                                                    |
|      | DL | =0(内蔵タイマ同期モード)<br>1(MIDI クロック同期モード)<br>BL =同期入力ポート (DL = 1 のとき)<br>2(SMPTE 同期モード)<br>DH = 0(S-MPU タイマ)<br>1(S-MPU 外部機器)<br>2(MIDI タイムコード)<br>BL =同期入力ポート (DL = 2, DH = 2 のとき)<br>CL = SMPTE タイプ<br>CH =エラー補正レベル (推奨値 7) |

|      |     |          |
|------|-----|----------|
| リターン | EAX | =0(正常終了) |
|------|-----|----------|

**説明** 同期モードを設定するオペレーションです。DL で大まかな指定を行い、さらに細かな指定を、字下げして記述しているレジスタで定義します。

内蔵タイマ同期は、FM TOWNS 本体のタイマで同期をとります。MIDI クロック同期は、指定された同期入力ポートからのクロックで同期をとります。また、SMPTE 同期は、Roland 社 Super-MPU(“S-MPU” と略す)の SMPTE READ/WRITE 機能で提供されるクロックに同期し、業務用 VTR などとの同期演奏ができます。

**該当 C 関数** `int TMM_setSyncln(char mode, PORT port, char master, int type, int level);`

| MIDI マネージャ    | COH       |
|---------------|-----------|
| SMPTE 開始位置の設定 | 機能コード 21H |

|      |          |                                |
|------|----------|--------------------------------|
| エントリ | AH       | =21H                           |
|      | DS : EDI | = スタート時刻を示す REALTIME 構造体へのポインタ |
| リターン | EAX      | =0(正常終了)                       |

**説明** REALTIME 構造体を使って、SMPTE 同期をする場合のスタート時刻を設定します。

DS : EDI と REALTIME 構造体の関係は次のとおりです。

(DS : EDI)

|   |        |          |
|---|--------|----------|
| 0 | struct | REALTIME |
|---|--------|----------|

**該当 C 関数** int TMM\_setSmpteOffset(REALTIME \* time);

| MIDI マネージャ    | COH       |
|---------------|-----------|
| SMPTE 同期精度の設定 | 機能コード 22H |

**エントリ**

AH = 22H

EDX = タイムラグ (1/480 $\mu$ s 単位)

ECX = 補正待ち時間 (1/480 $\mu$ s 単位)

**リターン** EAX = 0(正常終了)

**説明** SMPTE 同期をする場合の補正パラメータを変更します。このオペレーションで書き換えしないときのタイムラグの初期値は 960000(2ms)、補正待ち時間は 96000000(200ms) です。

同期の開始に当たっては、SMPTE 時間と演奏開始時刻の差を常時監視し、タイムラグの範囲に入ると演奏を開始します。タイムラグの値が小さいと、SMPTE の転送タイミングによっては同期を開始できないこともあるので注意が必要です。

演奏実時間と SMPTE 実時間との差が指定されたタイムラグの範囲内なら同期中とみなし、それを超えるずれが生じたとき補正待ち時間だけ演奏を続けます。それでもタイムラグの範囲に収まらないときは、同期が外れたものとして扱います。このような処理は、S-MPU からの SMPTE 時間が正しく読み取れなかったり、MIDI 入出力優先処理を行った場合などでも、同期を確保できるようにするために行われます。

**該当 C 関数** int TMM\_setSmpteLag(int lag, int correction);

MIDI マネージャ

COH

S-MPU 内部時間の設定

機能コード 23H

**エントリ**      AH          =23H

DS : ESI    =REALTIME 構造体へのポインタ

**リターン**      EAX          =0(正常終了)

**説明**          REALTIME 構造体を使って、S-MPU の内部時計の値を設定します。  
DS : ESI と REALTIME 構造体の関係は次のとおりです。

(DS : ESI)

|   |        |          |
|---|--------|----------|
| 0 | struct | REALTIME |
|---|--------|----------|

**該当 C 関数**      int TMM\_setSmpuTime(REALTIME \* TIME);

MIDI マネージャ

COH

実時間から SMPTE 時間への変換

機能コード 24H

**エントリ**      AH          =24H

DS : ESI    =REALTIME 構造体へのポインタ

DS : EDI    =SMPTE 構造体へのポインタ

**リターン**      EAX          =0(正常終了)

**説明**          REALTIME 構造体の実時間情報を、SMPTE 構造体のタイムコードに変換します。SMPTE 構造体にはフレームタイプがあるので、事前にどのタイプを選定するかの情報を書き込んでおく必要があります。

DS : ESI と REALTIME 構造体の関係、および DS : EDI と SMPTE 構造体の関係は次のとおりです。

(DS : ESI)

|   |        |          |
|---|--------|----------|
| 0 | struct | REALTIME |
|---|--------|----------|

(DS : EDI)

|   |        |       |
|---|--------|-------|
| 0 | struct | SMPTE |
|---|--------|-------|

**該当 C 関数**      int TMM\_realtimeToSmppte(SMPTE \* smppte, REALTIME \* TIME);

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| MIDI マネージャ        | COH       |
| SMPTE 時間から実時間への変換 | 機能コード 25H |

**エントリ**     AH        =25H  
                  DS : ESI =REALTIME 構造体へのポインタ  
                  DS : EDI =SMPTE 構造体へのポインタ

**リターン**     EAX        =0(正常終了)

**説 明**        SMPTE 構造体のタイムコードを、REALTIME 構造体の実時間情報に変換します。

DS : EDI と SMPTE 構造体の関係、および DS : ESI と REALTIME 構造体の関係は次のとおりです。

(DS : ESI)  
 0 struct REALTIME

(DS : EDI)  
 0 struct SMPTE

**該当 C 関数**     int TMM\_smppteToRealttime(REALTIME \* TIME, SMPTE \* smppte);

|            |           |
|------------|-----------|
| MIDI マネージャ | COH       |
| リモートモードの設定 | 機能コード 26H |

**エントリ**     AH        =26H  
                  DL        =0(リモートモード OFF)  
                             0 以外(リモートモード ON)

**リターン**     EAX        =0(正常終了)

**説 明**        リモートモードの設定/解除を行うオペレーションです。  
 リモートモードでは、同期入力から受け取ったスタート(\$FA)、コンティニュー(\$FB)、ストップ(\$FC)に応答します。

**該当 C 関数**     int TMM\_setRemoteMode(char mode);

| MIDI マネージャ |  | COH       |
|------------|--|-----------|
| 同期信号出力の設定  |  | 機能コード 27H |

|      |    |                                |
|------|----|--------------------------------|
| エントリ | AH | =27H                           |
|      | DL | =0(同期信号出力 OFF)<br>1(同期信号出力 ON) |
|      | BL | =同期信号出力ポート                     |

|      |     |          |
|------|-----|----------|
| リターン | EAX | =0(正常終了) |
|------|-----|----------|

|    |                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------|
| 説明 | MIDI クロック (同期信号) を出力するスイッチオペレーションです。SMPTE 同期についてはサポートされていません。 |
|----|---------------------------------------------------------------|

該当 C 関数 `int TMM_setSyncOut(char mode, PORT port);`

| MIDI マネージャ |  | COH       |
|------------|--|-----------|
| メトロノームの設定  |  | 機能コード 28H |

|      |          |                      |
|------|----------|----------------------|
| エントリ | AH       | =28H                 |
|      | DS : ESI | =METRONOME 構造体へのポインタ |

|      |     |          |
|------|-----|----------|
| リターン | EAX | =0(正常終了) |
|------|-----|----------|

|    |                                                                            |
|----|----------------------------------------------------------------------------|
| 説明 | METRONOME 構造体の内容に従って、メトロノームを設定します。<br>DS : ESI と METRONOME 構造体の関係は次のとおりです。 |
|----|----------------------------------------------------------------------------|

(DS : ESI)

|   |        |           |
|---|--------|-----------|
| 0 | struct | METRONOME |
|---|--------|-----------|

該当 C 関数 `int TMM_setMetronome(METRONOME *metronome);`

|            |           |
|------------|-----------|
| MIDI マネージャ | COH       |
| アサインマップの設定 | 機能コード 30H |

**エントリ** AH = 30H

BL = 入力ポート番号

DL = アサインマップ番号 (0~3)

**リターン** EAX = 0(正常終了)

**説明** 指定された入力ポートについて、出力ポートへのアサインマップを設定します。

**該当 C 関数** int TMM\_setAssignMap(PORT port, char map\_number);

|            |           |
|------------|-----------|
| MIDI マネージャ | COH       |
| アサインマップの取得 | 機能コード 31H |

**エントリ** AH = 31H

BL = 入力ポート番号

**リターン** EAX = 0(正常終了)

DL = アサインマップ番号 (0~3)

**説明** 指定された入力ポートについて、出力ポートへのアサインマップの設定値を参照します。

**該当 C 関数** int TMM\_getAssignMap(PORT port, char \*map\_number);

MIDI マネージャ

COH

アサインフィルタの設定

機能コード 32H

**エントリ**    AH        =32H  
               DL        =アサインマップ番号 (0~3)  
               DS : ESI =ASSIGNFILTER 構造体へのポインタ

**リターン**    EAX        =0(正常終了)

**説明**        指定されたアサインマップ番号に対応するアサインフィルタを登録します。  
               DS : ESI と ASSIGNFILTER 構造体の関係は次のとおりです。

(DS : ESI)

|   |        |              |
|---|--------|--------------|
| 0 | struct | ASSIGNFILTER |
|---|--------|--------------|

**該当 C 関数**    int TMM\_setAssignFilter(char map\_number, ASSIGNFILTER \*filter);

MIDI マネージャ

COH

アサインフィルタの取得

機能コード 33H

**エントリ**    AH        =33H  
               DL        =アサインマップ番号 (0~3)  
               DS : ESI =ASSIGNFILTER 構造体へのポインタ

**リターン**    EAX        =0(正常終了)

**説明**        指定されたアサインマップ番号に対応するアサインフィルタの登録内容を参照します。

              DS : ESI と ASSIGNFILTER 構造体の関係は次のとおりです。

(DS : ESI)

|   |        |              |
|---|--------|--------------|
| 0 | struct | ASSIGNFILTER |
|---|--------|--------------|

**該当 C 関数**    int TMM\_getAssignFilter(char map\_number, ASSIGNFILTER \*filter);

| MIDI マネージャ  |  | COH       |
|-------------|--|-----------|
| 出力ポートマップの設定 |  | 機能コード 34H |

|         |                                                                  |           |
|---------|------------------------------------------------------------------|-----------|
| エントリ    | AH                                                               | = 34H     |
|         | BL                                                               | = 論理出力ポート |
|         | DL                                                               | = 物理出力ポート |
| リターン    | EAX                                                              | = 0(正常終了) |
| 説明      | 指定された論理出力ポートに対して、物理出力ポートを設定します。                                  |           |
| 該当 C 関数 | int TMM_setOutputPortMap(PORT logical_port, PORT physical_port); |           |

| MIDI マネージャ  |  | COH       |
|-------------|--|-----------|
| 出力ポートマップの取得 |  | 機能コード 35H |

|         |                                                                   |           |
|---------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| エントリ    | AH                                                                | = 35H     |
|         | BL                                                                | = 論理出力ポート |
| リターン    | EAX                                                               | = 0(正常終了) |
|         | DL                                                                | = 物理出力ポート |
| 説明      | 指定された論理出力ポートに対して、設定されている物理出力ポートの値を参照します。                          |           |
| 該当 C 関数 | int TMM_getOutputPortMap(PORT logical_port, PORT *physical_port); |           |

| MIDI マネージャ  |  | COH       |
|-------------|--|-----------|
| 入力ポートマップの設定 |  | 機能コード 36H |

|         |                                                                 |           |
|---------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| エントリ    | AH                                                              | = 36H     |
|         | DL                                                              | = 物理入力ポート |
|         | BL                                                              | = 論理入力ポート |
| リターン    | EAX                                                             | = 0(正常終了) |
| 説明      | 指定された物理入力ポートに対して、論理入力ポートを設定します。                                 |           |
| 該当 C 関数 | int TMM_setInputPortMap(PORT logical_port, PORT physical_port); |           |

| MIDI マネージャ  |  | COH       |
|-------------|--|-----------|
| 入力ポートマップの取得 |  | 機能コード 37H |

**エントリ**     AH        =37H  
                  DL        =物理入力ポート

**リターン**    EAX        =0(正常終了)  
                  BL        =論理入力ポート

**説明**                    指定された物理入力ポートに対して、設定されている論理入力ポートの値を参照します。

**該当C関数**     int TMM\_getInputPortMap(PORT logicalu\_port, PORT \*physical\_port);

| MIDI マネージャ |  | COH       |
|------------|--|-----------|
| 内蔵音源の初期化   |  | 機能コード 40H |

**エントリ**     AH        =40H

**リターン**    EAX        =0(正常終了)

**説明**                    内蔵音源について、MIDI エミュレーションのための初期化をします。

**該当C関数**     int TMM\_initInternalVoice();

| MIDI マネージャ      |  | COH       |
|-----------------|--|-----------|
| 内蔵音源のMIDI データ出力 |  | 機能コード 41H |

**エントリ**     AH        =41H  
                  DL        =MIDI データ

**リターン**    EAX        =0(正常終了)

**説明**                    内蔵音源に MIDI データを転送します。

**該当C関数**     int TMM\_sendInternalVoice(unsigned char data);

| MIDI マネージャ          |  | COH       |
|---------------------|--|-----------|
| 内蔵音源の MIDI チャンネルの設定 |  | 機能コード 42H |

|      |    |             |
|------|----|-------------|
| エントリ | AH | =42H        |
|      | BL | =内蔵音源チャンネル  |
|      | DL | =MIDI チャンネル |

|      |     |                             |
|------|-----|-----------------------------|
| リターン | EAX | =0(正常終了)<br>- 3(パラメータの値が異常) |
|------|-----|-----------------------------|

**説明** 指定された内蔵音源に MIDI チャンネルを割り当てます。

**該当 C 関数** `int TMM_setInternalChannel(unsigned char voice_ch, MIDICH midi_ch);`

| MIDI マネージャ          |  | COH       |
|---------------------|--|-----------|
| 内蔵音源の MIDI チャンネルの取得 |  | 機能コード 43H |

|      |    |            |
|------|----|------------|
| エントリ | AH | =43H       |
|      | BL | =内蔵音源チャンネル |

|      |     |                             |
|------|-----|-----------------------------|
| リターン | EAX | =0(正常終了)<br>- 3(パラメータの値が異常) |
|      | DL  | =MIDI チャンネル                 |

**説明** 指定された内蔵音源に割り当てられた MIDI チャンネル値を参照します。

**該当 C 関数** `int TMM_getInternalChannel(unsigned char voice_ch, MIDICH *midi_ch);`

| MIDI マネージャ       |  | COH       |
|------------------|--|-----------|
| 内蔵音源のマスタボリュームの設定 |  | 機能コード 44H |

|      |    |                   |
|------|----|-------------------|
| エントリ | AH | =44H              |
|      | DL | =マスタボリューム (1~127) |

|      |     |                             |
|------|-----|-----------------------------|
| リターン | EAX | =0(正常終了)<br>- 3(パラメータの値が異常) |
|------|-----|-----------------------------|

**説明** 指定された内蔵音源のマスタボリュームを設定します。

**該当 C 関数** `int TMM_setInternalVolume(char volume);`

|                  |           |
|------------------|-----------|
| MIDI マネージャ       | COH       |
| 内蔵音源のマスタボリュームの取得 | 機能コード 45H |

|         |                                         |                             |
|---------|-----------------------------------------|-----------------------------|
| エントリ    | AH                                      | =45H                        |
| リターン    | EAX                                     | =0(正常終了)<br>- 3(パラメータの値が異常) |
|         | DL                                      | =マスタボリューム (1~127)           |
| 説明      | 指定された内蔵音源のマスタボリューム設定値を参照します。            |                             |
| 該当 C 関数 | int TMM_getInternalVolume(char volume); |                             |



# 付 録

各種コネクタの仕様とピン配置

サンプルプログラム

ネイティブBIOSのサンプルプログラム

コード表

80486CPU の概要

FM TOWNS の製品系列

FM TOWNS 1F, 2F, 1H, 2Hの仕様変更

FM TOWNS 10F, 20F, 40H, 80Hの仕様変更

FM TOWNS II UXの仕様変更

FM TOWNS II CXの仕様変更

FM TOWNS II UG の仕様変更

FM TOWNS II HGの仕様変更

FM TOWNS II HR の仕様変更

FM TOWNS II UR の仕様変更

FM TOWNS II ME, MA, MX, MF, Fresh の仕様変更



# 付 録 A

## 各種コネクタの仕様とピン配置

### A.1 キーボードコネクタ

| 端子番号 | 信号名(内容)                   | ピンコネクション |
|------|---------------------------|----------|
| 1    | DG(デジタルグランド)              |          |
| 2    | DG(デジタルグランド)              |          |
| 3    | KSD(キーボードから送られてくるシリアルデータ) |          |
| 4    | CTLR(キーボードへ送るコントロールデータ)   |          |
| 5    | OPEN(未接続)                 |          |
| 6    | OPEN(未接続)                 |          |
| 7    | VCC(電源)                   |          |
| 8    | VCC(電源)                   |          |

### A.2 パッド&マウスコネクタ

| 端子番号 | 信号名(内容)        | ピンコネクション |
|------|----------------|----------|
| 1    | FWD(上方向キー)     |          |
| 2    | BACK(下方向キー)    |          |
| 3    | LEFT(左方向キー)    |          |
| 4    | RIGHT(右方向キー)   |          |
| 5    | VCC(電源)        |          |
| 6    | TRIG1(トリガボタン1) |          |
| 7    | TRIG2(トリガボタン2) |          |
| 8    | COM(帰還端子)      |          |
| 9    | GND(グランド)      |          |

## A.3 RS-232C コネクタ

RDBD-25S-LNA(05) ヒロセ電機製または同等品(通称 D-SUB 25P)

| 端子番号 | 信号名   | 信号方向 | 機能         | ピンコネクション |
|------|-------|------|------------|----------|
| 1    | FG    | —    | フレームグランド   |          |
| 2    | SD    | 出力   | シリアル送信データ  |          |
| 3    | RD    | 入力   | シリアル受信データ  |          |
| 4    | RS    | 出力   | 送信要求信号     |          |
| 5    | CS    | 入力   | 送信許可信号     |          |
| 6    | DR    | 入力   | DCE 電源投入示唆 |          |
| 7    | SG    | —    | シグナルグランド   |          |
| 8    | CD    | 入力   | キャリア確定示唆   |          |
| 9    | (NC)  | —    | 開放         |          |
| 10   | (NC)  | —    | 開放         |          |
| 11   | ONOF2 | 入力   | 本装置電源制御信号  |          |
| 12   | (NC)  | —    | 開放         |          |
| 13   | (NC)  | —    | 開放         |          |
| 14   | (NC)  | —    | 開放         |          |
| 15   | ST2   | 入力   | 送信タイミング信号  |          |
| 16   | (NC)  | —    | 開放         |          |
| 17   | RT    | 入力   | 受信タイミング信号  |          |
| 18   | (NC)  | —    | 開放         |          |
| 19   | (NC)  | —    | 開放         |          |
| 20   | ER    | 出力   | 本装置電源投入示唆  |          |
| 21   | (NC)  | —    | 開放         |          |
| 22   | CI    | 入力   | 呼び出し信号     |          |
| 23   | (NC)  | —    | 開放         |          |
| 24   | ST1   | 出力   | 送信タイミング信号  |          |
| 25   | (NC)  | —    | 開放         |          |

## A.4 プリンタコネクタ

57LE-40240-7700(D12) 第一電子製または同等品(通称 アンフェノール型24P)

| 端子番号 | 信号名     | 信号方向 | 機能          | ピンコネクション                                                                                                                                                                              |
|------|---------|------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | * PSTB  | 出力   | ストロープ信号     | <p>The diagram shows a vertical 24-pin connector. Pin 1 is at the top, and pin 24 is at the bottom. Pin 12 is the 11th pin from the top, and pin 13 is the 12th pin from the top.</p> |
| 2    | PD1     | 出力   | プリントデータ     |                                                                                                                                                                                       |
| 3    | PD2     | 出力   | //          |                                                                                                                                                                                       |
| 4    | PD3     | 出力   | //          |                                                                                                                                                                                       |
| 5    | PD4     | 出力   | //          |                                                                                                                                                                                       |
| 6    | PD5     | 出力   | //          |                                                                                                                                                                                       |
| 7    | PD6     | 出力   | //          |                                                                                                                                                                                       |
| 8    | PD7     | 出力   | //          |                                                                                                                                                                                       |
| 9    | PD8     | 出力   | //          |                                                                                                                                                                                       |
| 10   | * ACK   | 入力   | 応答信号(READY) |                                                                                                                                                                                       |
| 11   | BUSY    | 入力   | // (BUSY)   |                                                                                                                                                                                       |
| 12   | PE      | 入力   | 用紙なし検出信号    |                                                                                                                                                                                       |
| 13   | SLCT    | 入力   | セレクト信号      |                                                                                                                                                                                       |
| 14   | RINF1   | 入力   | プリンタ状態信号    |                                                                                                                                                                                       |
| 15   | RINF2   | 入力   | //          |                                                                                                                                                                                       |
| 16   | RINF3   | 入力   | //          |                                                                                                                                                                                       |
| 17   | +5V     | 入力   | 電源信号        |                                                                                                                                                                                       |
| 18   | * INPRM | 出力   | リセット信号      |                                                                                                                                                                                       |
| 19   | * EXPRM | 出力   | リセット信号      |                                                                                                                                                                                       |
| 20   | * FAULT | 入力   | エラー通知信号     |                                                                                                                                                                                       |
| 21   | * FUSE  | 入力   | ヒューズ断検出信号   |                                                                                                                                                                                       |
| 22   | THSN    | 入力   | 熱アラーム検出信号   |                                                                                                                                                                                       |
| 23   | GND     | —    | グラウンド       |                                                                                                                                                                                       |
| 24   | GND     | —    | グラウンド       |                                                                                                                                                                                       |

\* は負論理を示す。

## A.5 フロッピコネクタ

PCS-E50LMD 本多通信工業製または同等品(通称 PCS 50P)

| 端子番号 | 信号名       | 信号方向 | 機能              | ピンコネクション |
|------|-----------|------|-----------------|----------|
| 1    | * HSEL    | 出力   | ヘッド選択信号         |          |
| 2    | * INUSE   | 出力   | ドアロック/ランプ制御信号   |          |
| 3    | * RD      | 入力   | リードデータ信号        |          |
| 4    | * RDY2    | 入力   | ドライブ2からのレディ信号   |          |
| 5    | * DSKSNS  | 入力   | 両面媒体検出信号        |          |
| 6    | * INDEX   | 入力   | インデックスホール検出信号   |          |
| 7    | * WD      | 出力   | ライトデータ信号        |          |
| 8    | * DRVSNS  | 入力   | ドライブ識別信号        |          |
| 9    | * WG      | 出力   | ライトゲート信号        |          |
| 10   | * FUN     | 入力   | ファイルアンセーフ検出信号   |          |
| 11   | * WP      | 入力   | ライトプロテクト信号      |          |
| 12   | * TRO     | 入力   | トラック検出信号        |          |
| 13   | * USRST   | 出力   | ファイルアンセーフリセット信号 |          |
| 14   | * LCR     | 出力   | 書き込み電流切換信号      |          |
| 15   | * STEP    | 出力   | ヘッド移動信号         |          |
| 16   | * DIR     | 出力   | ヘッド移動方向指定信号     |          |
| 17   | * HLD     | 出力   | ヘッドロード信号        |          |
| 18   | * DS2     | 出力   | ドライブ2の選択信号      |          |
| 19   | * DS3     | 出力   | ドライブ3の選択信号      |          |
| 20   | * DS2     | 出力   | ドライブ2の選択信号      |          |
| 21   | * DS3     | 出力   | ドライブ3の選択信号      |          |
| 22   | * SFLT    | 出力   | リードフィルタ切り換え信号   |          |
| 23   | * RDY3    | 入力   | ドライブ3からのレディ信号   |          |
| 24   | * RDY2    | 入力   | ドライブ2からのレディ信号   |          |
| 25   | * RDY3    | 入力   | ドライブ3からのレディ信号   |          |
| 26   | * LOWSPD  | 出力   | 回転数切り換え信号       |          |
| 27   | GND       | —    | グラウンド           |          |
| 49   |           |      |                 |          |
| 50   | * MOTORON | 出力   | モータのON/OFF信号    |          |

\* は負論理を示す。

## A.6 アナログ RGB コネクタ

FM TOWNS 本体装備のアナログ RGB コネクタ

| 端子番号 | 信号名      | 説明                                          | ピンコネクション |
|------|----------|---------------------------------------------|----------|
| 1    | VROUT    | アナログ RGB 出力<br>赤 0.7V <sub>p-p</sub> 75Ω 終端 |          |
| 2    | VGND     | GND                                         |          |
| 3    | VGOUT    | アナログ RGB 出力<br>緑 0.7V <sub>p-p</sub> 75Ω 終端 |          |
| 4    | VGND     | GND                                         |          |
| 5    | VBOUT    | アナログ RGB 出力<br>青 0.7V <sub>p-p</sub> 75Ω 終端 |          |
| 6    | VGND     | GND                                         |          |
| 7    | CSYNCOUT | 複合同期信号出力 1V <sub>p-p</sub> 75Ω 終端           |          |
| 8    | VGND     | GND                                         |          |
| 9    | Ys       | パソコン出力/外部入力出力の区別                            |          |
| 10   | AVCONT   | AV コントロール TTL レベル                           |          |
| 11   | —        |                                             |          |
| 12   | VGND     | GND                                         |          |
| 13   | SCLK     | ドットロック信号の原発振                                |          |
| 14   | * HSYNC  | 水平同期信号出力 TTL レベル                            |          |
| 15   | * VSYNC  | 垂直同期信号出力 TTL レベル                            |          |

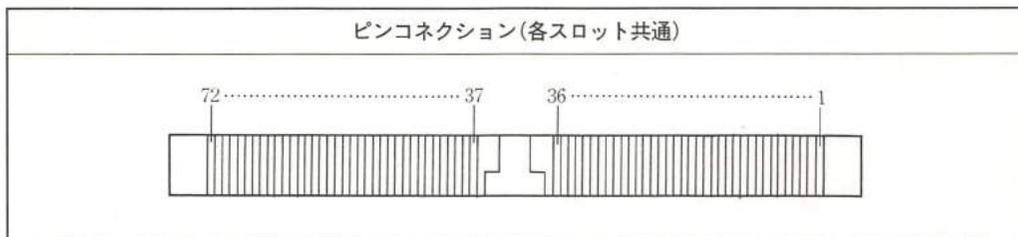
\* は負論理を示す。

ビデオカードに装備のアナログ RGB コネクタ

| 端子番号 | 信号名       | 説明                                                   | ピンコネクション |
|------|-----------|------------------------------------------------------|----------|
| 1    | VROUT     | スーパーインポーズアナログ RGB 出力<br>赤 0.7V <sub>p-p</sub> 75Ω 終端 |          |
| 2    | VGND      | GND                                                  |          |
| 3    | VGOUT     | スーパーインポーズアナログ RGB 出力<br>緑 0.7V <sub>p-p</sub> 75Ω 終端 |          |
| 4    | VGND      | GND                                                  |          |
| 5    | VBOUT     | スーパーインポーズアナログ RGB 出力<br>青 0.7V <sub>p-p</sub> 75Ω 終端 |          |
| 6    | VGND      | GND                                                  |          |
| 7    | CSYNCOOUT | 複合同期信号出力 1V <sub>p-p</sub> 75Ω 終端                    |          |
| 8    | VGND      | GND                                                  |          |
| 9    | —         |                                                      |          |
| 10   | AVCONT    | AV コントロール TTL レベル                                    |          |
| 11   | —         |                                                      |          |
| 12   | VGND      | GND                                                  |          |
| 13   | —         |                                                      |          |
| 14   | * HSYNC   | 水平同期信号出力 TTL レベル                                     |          |
| 15   | * VSYNC   | 垂直同期信号出力 TTL レベル                                     |          |

\* は負論理を示す。

A.7 拡張 RAM モジュールコネクタ



## スロット1

| 端子番号 | 信号名       | 入出力    | 信号レベル | 信号内容             |
|------|-----------|--------|-------|------------------|
| 1    | GND       | —      | GND   | グラウンド            |
| 2    | D0        | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 3    | D16       | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 4    | D1        | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 5    | D17       | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 6    | D2        | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 7    | D18       | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 8    | D3        | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 9    | D19       | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 10   | +5V       | —      | +5V   | 電源 +5V           |
| 11   | (NC)      | —      | —     | —                |
| 12   | MA0il     | OUT    | TTL   | アドレス信号           |
| 13   | MA1il     | OUT    | TTL   | アドレス信号           |
| 14   | MA2il     | OUT    | TTL   | アドレス信号           |
| 15   | MA3il     | OUT    | TTL   | アドレス信号           |
| 16   | MA4il     | OUT    | TTL   | アドレス信号           |
| 17   | MA5il     | OUT    | TTL   | アドレス信号           |
| 18   | MA6il     | OUT    | TTL   | アドレス信号           |
| 19   | (NC)      | —      | —     | —                |
| 20   | D4        | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 21   | D20       | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 22   | D5        | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 23   | D21       | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 24   | D6        | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 25   | D22       | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 26   | D7        | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 27   | D23       | IN/OUT | TTL   | データ信号            |
| 28   | MA7il     | OUT    | TTL   | アドレス信号           |
| 29   | (NC)      | —      | —     | —                |
| 30   | +5V       | —      | +5V   | 電源 +5V           |
| 31   | MA8il     | OUT    | TTL   | アドレス信号           |
| 32   | (NC)      | —      | —     | —                |
| 33   | * RAS3    | —      | +5V   | ロウアドレスストロープ(未使用) |
| 34   | * RAS1-2M | OUT    | TTL   | ロウアドレスストロープ1-2M用 |
| 35   | MP2       | —      | —     | パリティ(未使用)        |
| 36   | MP0       | —      | —     | パリティ(未使用)        |
| 37   | MP1       | —      | —     | パリティ(未使用)        |
| 38   | MP3       | —      | —     | パリティ(未使用)        |
| 39   | GND       | —      | GND   | グラウンド            |

| 端子番号 | 信号名       | 入出力    | 信号レベル | 信号内容                |
|------|-----------|--------|-------|---------------------|
| 40   | * CAS0    | OUT    | TTL   | コラムアドレスストロープ0       |
| 41   | * CAS2    | OUT    | TTL   | コラムアドレスストロープ2       |
| 42   | * CAS3    | OUT    | TTL   | コラムアドレスストロープ3       |
| 43   | * CAS1    | OUT    | TTL   | コラムアドレスストロープ1       |
| 44   | * RAS1-2M | OUT    | TTL   | ロウアドレスストロープ 1-2M 用  |
| 45   | * RAS1    | —      | +5V   | ロウアドレスストロープ(未使用)    |
| 46   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 47   | * MWTCB1  | OUT    | TTL   | メモリライトコマンド          |
| 48   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 49   | D8        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 50   | D24       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 51   | D9        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 52   | D25       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 53   | D10       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 54   | D26       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 55   | D11       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 56   | D27       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 57   | D12       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 58   | D28       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 59   | +5V       | —      | +5V   | 電源 +5V              |
| 60   | D29       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 61   | D13       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 62   | D30       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 63   | D14       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 64   | D31       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 65   | D15       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 66   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 67   | ID0       | —      | —     | メモリモジュールの種類を示す(未使用) |
| 68   | ID1       | —      | —     | メモリモジュールの種類を示す(未使用) |
| 69   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 70   | GND       | —      | GND   | グラウンド               |
| 71   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 72   | GND       | —      | GND   | グラウンド               |

\* は負論理を示す。

## スロット 2

| 端子番号 | 信号名       | 入出力    | 信号レベル | 信号内                 |
|------|-----------|--------|-------|---------------------|
| 1    | GND       | —      | GND   | グラウンド               |
| 2    | D0        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 3    | D16       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 4    | D1        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 5    | D17       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 6    | D2        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 7    | D18       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 8    | D3        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 9    | D19       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 10   | +5V       | —      | +5V   | 電源 +5V              |
| 11   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 12   | MA0i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 13   | MA1i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 14   | MA2i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 15   | MA3i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 16   | MA4i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 17   | MA5i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 18   | MA6i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 19   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 20   | D4        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 21   | D20       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 22   | D5        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 23   | D21       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 24   | D6        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 25   | D22       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 26   | D7        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 27   | D23       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 28   | MA7i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 29   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 30   | +5V       | —      | +5V   | 電源 +5V              |
| 31   | MA8i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 32   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 33   | * RAS3-4M | OUT    | TTL   | ロウアドレスストロープ 3-4MB 用 |
| 34   | * RAS2-3M | OUT    | TTL   | ロウアドレスストロープ 2-3MB 用 |
| 35   | MP2       | —      | —     | パリティ(未使用)           |
| 36   | MP0       | —      | —     | パリティ(未使用)           |
| 37   | MP1       | —      | —     | パリティ(未使用)           |
| 38   | MP3       | —      | —     | パリティ(未使用)           |
| 39   | GND       | —      | GND   | グラウンド               |

| 端子番号 | 信号名       | 入出力    | 信号レベル | 信号内容                |
|------|-----------|--------|-------|---------------------|
| 40   | * CAS0    | OUT    | TTL   | コラムアドレスストロープ 0      |
| 41   | * CAS2    | OUT    | TTL   | コラムアドレスストロープ 2      |
| 42   | * CAS3    | OUT    | TTL   | コラムアドレスストロープ 3      |
| 43   | * CAS1    | OUT    | TTL   | コラムアドレスストロープ 1      |
| 44   | * RAS2-3M | OUT    | TTL   | ロウアドレスストロープ 2-3MB 用 |
| 45   | * RAS3-4M | OUT    | TTL   | ロウアドレスストロープ 3-4MB 用 |
| 46   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 47   | * MWTCB1  | OUT    | TTL   | メモライトコマンド           |
| 48   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 49   | D8        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 50   | D24       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 51   | D9        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 52   | D25       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 53   | D10       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 54   | D26       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 55   | D11       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 56   | D27       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 57   | D12       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 58   | D28       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 59   | +5V       | —      | +5V   | 電源 +5V              |
| 60   | D29       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 61   | D13       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 62   | D30       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 63   | D14       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 64   | D31       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 65   | D15       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 66   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 67   | ID0       | —      | —     | メモリモジュールの種類を示す(未使用) |
| 68   | ID1       | —      | —     | メモリモジュールの種類を示す(未使用) |
| 69   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 70   | GND       | —      | GND   | グラウンド               |
| 71   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 72   | GND       | —      | GND   | グラウンド               |

\* は負論理を示す。

## スロット3

| 端子番号 | 信号名       | 入出力    | 信号レベル | 信号内                 |
|------|-----------|--------|-------|---------------------|
| 1    | GND       | —      | GND   | グラウンド               |
| 2    | D0        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 3    | D16       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 4    | D1        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 5    | D17       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 6    | D2        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 7    | D18       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 8    | D3        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 9    | D19       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 10   | +5V       | —      | +5V   | 電源 +5V              |
| 11   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 12   | MA0i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 13   | MA1i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 14   | MA2i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 15   | MA3i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 16   | MA4i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 17   | MA5i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 18   | MA6i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 19   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 20   | D4        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 21   | D20       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 22   | D5        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 23   | D21       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 24   | D6        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 25   | D22       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 26   | D7        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 27   | D23       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 28   | MA7i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 29   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 30   | +5V       | —      | +5V   | 電源 +5V              |
| 31   | MA8i      | OUT    | TTL   | アドレス信号              |
| 32   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 33   | * RAS5-6M | OUT    | TTL   | ロウアドレスストロープ 5-6MB 用 |
| 34   | * RAS4-5M | OUT    | TTL   | ロウアドレスストロープ 4-5MB 用 |
| 35   | MP2       | —      | —     | パリティ(未使用)           |
| 36   | MP0       | —      | —     | パリティ(未使用)           |
| 37   | MP1       | —      | —     | パリティ(未使用)           |
| 38   | MP3       | —      | —     | パリティ(未使用)           |
| 39   | GND       | —      | GND   | グラウンド               |

| 端子番号 | 信号名       | 入出力    | 信号レベル | 信号内                 |
|------|-----------|--------|-------|---------------------|
| 40   | * CAS0    | OUT    | TTL   | コラムアドレスストロープ 0      |
| 41   | * CAS2    | OUT    | TTL   | コラムアドレスストロープ 2      |
| 42   | * CAS3    | OUT    | TTL   | コラムアドレスストロープ 3      |
| 43   | * CAS1    | OUT    | TTL   | コラムアドレスストロープ 1      |
| 44   | * RAS4-5M | OUT    | TTL   | ロウアドレスストロープ 4-5M 用  |
| 45   | * RAS5-6M | OUT    | TTL   | ロウアドレスストロープ 5-6M 用  |
| 46   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 47   | * MWTCB1  | OUT    | TTL   | メモリライトコマンド          |
| 48   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 49   | D8        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 50   | D24       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 51   | D9        | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 52   | D25       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 53   | D10       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 54   | D26       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 55   | D11       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 56   | D27       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 57   | D12       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 58   | D28       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 59   | +5V       | —      | +5V   | 電源 +5V              |
| 60   | D29       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 61   | D13       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 62   | D30       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 63   | D14       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 64   | D31       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 65   | D15       | IN/OUT | TTL   | データ信号               |
| 66   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 67   | ID0       | —      | —     | メモリモジュールの種類を示す(未使用) |
| 68   | ID1       | —      | —     | メモリモジュールの種類を示す(未使用) |
| 69   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 70   | GND       | —      | GND   | グラウンド               |
| 71   | (NC)      | —      | —     | —                   |
| 72   | GND       | —      | GND   | グラウンド               |

\* は負論理を示す。

## A.8 ビデオカードコネクタ

ビデオカードを装着するコネクタ

| 端子番号 | 信号名     | 端子番号 | 信号名     | ピンコネクション |
|------|---------|------|---------|----------|
| A-1  | DB0     | B-1  | DB1     |          |
| 2    | DB2     | 2    | DB3     |          |
| 3    | DB4     | 3    | DG      |          |
| 4    | DR0     | 4    | DR1     |          |
| 5    | DR2     | 5    | DR3     |          |
| 6    | DR4     | 6    | DG      |          |
| 7    | DG0     | 7    | DG1     |          |
| 8    | DG2     | 8    | DG3     |          |
| 9    | DG4     | 9    | DG      |          |
| 10   | SFTCKAD | 10   | DG      |          |
| 11   | SCLKA   | 11   | DG      |          |
| 12   | YS      | 12   | YM      |          |
| 13   | VCRDEN  | 13   | SCEN    |          |
| 14   | FR2     | 14   | FR3     |          |
| 15   | FIELD   | 15   | SC5V    |          |
| 16   | VG      | 16   | *HSYNC  |          |
| 17   | *VSYNC  | 17   | VG      |          |
| 18   | *EHSYNC | 18   | *ECSYNC |          |
| 19   | VG      | 19   | CVVIDEO |          |
| 20   | VG      | 20   | EVIDEO  |          |
| 21   | VG      | 21   | PCROUT  |          |
| 22   | VG      | 22   | PCGOUT  |          |
| 23   | VG      | 23   | PCBOUT  |          |
| 24   | VG      | 24   | VG      |          |
| 25   | *ESYN   | 25   | VG      |          |
| 26   | _____   | 26   | VG      |          |
| 27   | _____   | 27   | VG      |          |
| 28   | _____   | 28   | VG      |          |
| 29   | _____   | 29   | +12V    |          |
| 30   | D+5V    | 30   | D+5V    |          |
| 31   | _____   | 31   | _____   |          |
| 32   | +12V    | 32   | -12V    |          |

\*は負論理を示す。

# A.9 SCSIコネクタ

SCSI カード (オプション) に付属

| 端子番号 | 信号名  | 信号方向 | 端子番号 | 信号名       | 信号方向 | ピンコネクション |
|------|------|------|------|-----------|------|----------|
| 1    | GND  | —    | 26   | * DB0     | 入出力  |          |
| 2    | GND  | —    | 27   | * DB1     | 入出力  |          |
| 3    | GND  | —    | 28   | * DB2     | 入出力  |          |
| 4    | GND  | —    | 29   | * DB3     | 入出力  |          |
| 5    | GND  | —    | 30   | * DB4     | 入出力  |          |
| 6    | GND  | —    | 31   | * DB5     | 入出力  |          |
| 7    | GND  | —    | 32   | * DB6     | 入出力  |          |
| 8    | GND  | —    | 33   | * DB7     | 入出力  |          |
| 9    | GND  | —    | 34   | * DBP     | 入出力  |          |
| 10   | GND  | —    | 35   | GND       | —    |          |
| 11   | GND  | —    | 36   | GND       | —    |          |
| 12   | GND  | —    | 37   | GND       | —    |          |
| 13   | OPEN | —    | 38   | * TERMPWR | 出力   |          |
| 14   | GND  | —    | 39   | GND       | —    |          |
| 15   | GND  | —    | 40   | GND       | —    |          |
| 16   | GND  | —    | 41   | * ATM     | 出力   |          |
| 17   | GND  | —    | 42   | GND       | —    |          |
| 18   | GND  | —    | 43   | * BSY     | 入力   |          |
| 19   | GND  | —    | 44   | * ACK     | 出力   |          |
| 20   | GND  | —    | 45   | * RST     | 入力   |          |
| 21   | GND  | —    | 46   | * MSG     | 出力   |          |
| 22   | GND  | —    | 47   | * SEL     | 出力   |          |
| 23   | GND  | —    | 48   | * C/D     | 入力   |          |
| 24   | GND  | —    | 49   | * REQ     | 入力   |          |
| 25   | GND  | —    | 50   | * I/O     | 入力   |          |

\* は負論理を示す。

## A.10 I/O 拡張ユニットスロットコネクタ

このバスは、80386、80286を搭載した機種のための共通バスであり、以下のような特長があります。

### ●特長

- ・16ビットデータバス
- ・24ビットアドレスバス(アドレス空間 16MB)
- ・CPU との整合性のよいバス

### ●信号線

このバスの信号線は、次のような6グループの信号線からなります。

#### データバス

メモリ、I/O とのデータの授受のための双方向の信号線で、16ビットの幅を持ちます。

#### アドレスバス

メモリ、I/O をアクセスする場合のアドレスを指定する信号で、バスマスタからメモリ、I/O への単方向の信号線です。アドレスは、バイト単位に割り当てられ、24本で16MBのアドレス空間を持ちます。

#### アクセス制御信号

メモリ、I/O をアクセスする際の制御を行う信号線です。

#### 割り込み信号

I/O から CPU に割り込むための信号線です。

#### 制御信号

DMA やバスマスタの切り換え、メモリの制御、システムリセットを行う信号線です。

#### クロック信号

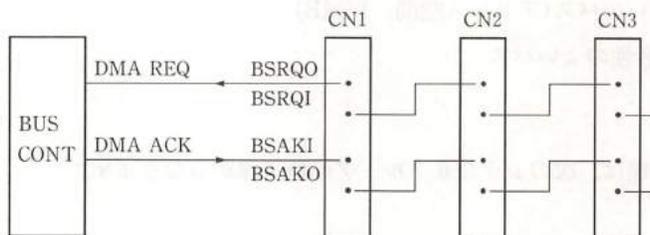
回路を動作させるためのタイミングを与えます。

●コネクタの形状とピン配列

拡張カード側のコネクタはヒロセ電機製 PCN-10A-96P-2.54DS 相当品を使用します。

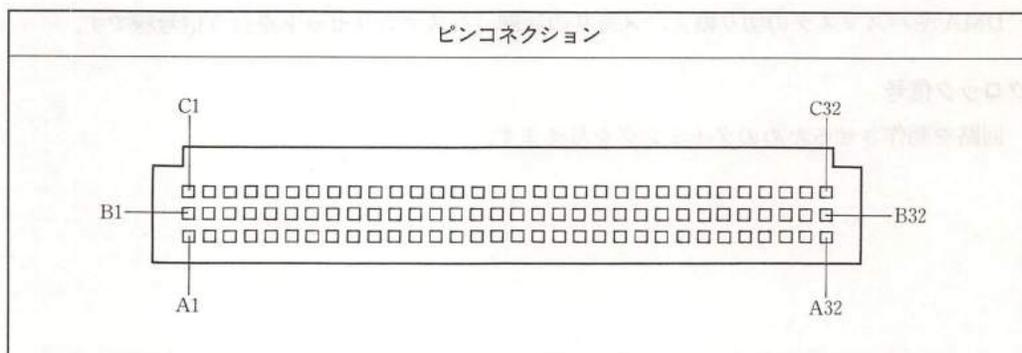
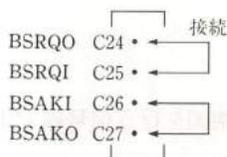
DMA(バスマスタ)信号の接続

バスマスタ方式により DMA を行う場合の、信号線の接続関係を示します。CN1 は装置前面より向かって一番左側にあり、最も高い優先順位を持ちます。したがって、この方式で DMA を行うカードは、CN1 方向に向けた順序で実装することが必要です。



DMA を使用しないカードの信号線処理

上記の理由により、DMA を使用しない拡張カードは、以下の接続をカード内で行い、DMA を行おうとするカードのために信号を素通りさせてください。



## ピンと信号名

| 端子番号 | 信号名   | 端子番号 | 信号名      | 端子番号 | 信号名     |
|------|-------|------|----------|------|---------|
| A-1  | +12V  | B-1  | +12V     | C-1  | -12V    |
| 2    | A 0   | 2    | 予約済      | 2    | D0      |
| 3    | A 1   | 3    | 予約済      | 3    | D1      |
| 4    | A 2   | 4    | * IOS6   | 4    | D2      |
| 5    | A 3   | 5    | * IOS7   | 5    | D3      |
| 6    | A 4   | 6    | 0V       | 6    | D4      |
| 7    | A 5   | 7    | * NMI    | 7    | D5      |
| 8    | A 6   | 8    | 予約済      | 8    | D6      |
| 9    | A 7   | 9    | 予約済      | 9    | D7      |
| 10   | 0 V   | 10   | * INT3   | 10   | 0V      |
| 11   | A 8   | 11   | 予約済      | 11   | D8      |
| 12   | A 9   | 12   | * INT4   | 12   | D9      |
| 13   | A10   | 13   | * MRDC   | 13   | D10     |
| 14   | A11   | 14   | * MWTC   | 14   | D11     |
| 15   | A12   | 15   | 0 V      | 15   | D12     |
| 16   | A13   | 16   | * IORC   | 16   | D13     |
| 17   | A14   | 17   | * IOWC   | 17   | D14     |
| 18   | A15   | 18   | * WAITR  | 18   | D15     |
| 19   | 0 V   | 19   | * DRQ3   | 19   | 0 V     |
| 20   | A16   | 20   | * DACK3  | 20   |         |
| 21   | A17   | 21   | 予約済      | 21   | * INT14 |
| 22   | A18   | 22   | 予約済      | 22   | * INT10 |
| 23   | A19   | 23   | * INTA   | 23   | 予約済     |
| 24   | A20   | 24   | 0 V      | 24   | * BSRQO |
| 25   | A21   | 25   | * CLK    | 25   | * BSRQI |
| 26   | A22   | 26   | * INT5   | 26   | * BSAKI |
| 27   | A23   | 27   | * RFADS  | 27   | * BSAKO |
| 28   | 0 V   | 28   | 予約済      | 28   | 0 V     |
| 29   | * BHE | 29   | 予約済      | 29   | LINECK  |
| 30   | 予約済   | 30   | 0 V      | 30   | * INT8  |
| 31   | + 5 V | 31   | * RST    | 31   | + 5 V   |
| 32   | + 5 V | 32   | * MEMINH | 32   | + 5 V   |

\* は負論理を示す。

## ●信号線の機能

| 信号名                  | 略称      | 方向                    | 機 能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
|----------------------|---------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----|--------|---|---|-----|---|---|-----------------------|---|---|----------------------|---|---|----|
| ADDRESSBUS           | A0~A23  | O/I                   | バスマスタ(通常はCPUまたはDMAC)からのアドレス信号。<br>H—1<br>L—0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| DATABUS              | D0~D15  | I/O                   | CPU, メモリおよびI/O間のデータ転送記号。<br>H—1<br>L—0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| BUS HIGH ENABLE      | * BHE   | O/I                   | <p>ハイバイトのアクセスが有効であることを示す。データバスのアクセス単位をアドレスバスのアクセス単位をアドレスバスの A0 とともに定義する信号線で、バスマスタから出力される。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>* BHE</th> <th>A0</th> <th>アクセス単位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L</td> <td>L</td> <td>ワード</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>H</td> <td>バイト(上位 8bit : D8~D15)</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>L</td> <td>バイト(下位 8bit : D0~D7)</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>H</td> <td>禁止</td> </tr> </tbody> </table> | * BHE | A0 | アクセス単位 | L | L | ワード | L | H | バイト(上位 8bit : D8~D15) | H | L | バイト(下位 8bit : D0~D7) | H | H | 禁止 |
| * BHE                | A0      | アクセス単位                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| L                    | L       | ワード                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| L                    | H       | バイト(上位 8bit : D8~D15) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| H                    | L       | バイト(下位 8bit : D0~D7)  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| H                    | H       | 禁止                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| MEMORY READ COMMAND  | * MRDC  | O/I                   | メモリからのデータ読み出しサイクルを示す信号線で、バスマスタから出力される。<br>L—メモリリード                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| MEMORY WRITE COMMAND | * MWTC  | O/I                   | メモリへのデータ書き込みサイクルを示す信号線で、バスマスタから出力される。<br>L—メモリライト                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| I/O READ COMMAND     | * IORC  | O/I                   | I/Oからのデータ読み出しサイクルを示す信号線で、バスマスタから出力される。<br>L—I/Oリード                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| I/O WRITE COMMAND    | * IOWC  | O/I                   | I/Oへのデータ書き込みサイクルを示す信号線で、バスマスタから出力される。<br>L—I/Oライト                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| WAIT REQUEST         | * WAITR | I/O                   | バスサイクルを延長させるためのウェイト要求信号で、スレーブからバスマスタに対して出力される。Lでウェイトサイクルが挿入される。<br>L⇄Hの変化は、* CLK に同期させる必要がある。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| DMA REQUEST          | DRQ3    | I                     | 拡張I/OからのDMA要求。<br>H—DMA要求あり                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| DMA ACKNOWLEDGE      | * DACK3 | O                     | 拡張I/Oに対するDMA許可信号。<br>L—DMA許可                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| BUS REQUEST OUT      | * BSRQO | I                     | バス使用権要求信号。* BSRQIとデジチェーン接続される。バスリクエスト機能を使用しない場合でも、* BSRQIと短絡しなければならない。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| BUS REQUEST IN       | * BSRQI | O                     | バス使用権要求信号。* BSRQOとデジチェーン接続される。バスリクエスト機能を使用しない場合でも、* BSRQOと短絡しなければならない。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| BUS ACKNOWLEDGE IN   | * BSAKI | O                     | バス使用許可信号。* BSAKOとデジチェーン接続される。バスリクエスト機能を使用しない場合でも、* BSAKOと短絡しなければならない。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |
| BUS ACKNOWLEDGE OUT  | * BSAKO | I                     | バス使用許可信号。* BSAKIとデジチェーン接続される。バスリクエスト機能を使用しない場合でも、* BSAKIと短絡しなければならない。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |    |        |   |   |     |   |   |                       |   |   |                      |   |   |    |

| 信号名                    | 略称                                       | 方向 | 機能                                                                                            |
|------------------------|------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| INTERRUPT REQUEST      | * INT3-5<br>* INT8<br>* INT10<br>* INT14 | I  | 拡張 I/O からの割り込み要求信号線。<br>L で割り込み要求ありを示す。                                                       |
| INTERRUPT ACKNOWLEDGE  | * INTA                                   | O  | 割り込み要求に対する応答信号。                                                                               |
| MON MASKABLE INTERRUPT | * NMI                                    | I  | ノンマスクابل割り込みの要求信号。この割り込みはプログラムによるマスクはできない。<br>H $\rightarrow$ L へのエッジで割り込みが発生する。              |
| I/O SELECT             | * IOS6-7                                 | O  | I/O アドレスデコード信号。<br>* IOS6 = L — 0C00~00FFH への I/O アクセス<br>* IOS7 = L — 0E00~0FFFH への I/O アクセス |
| REFRESH CLOCK          | * RFADS                                  | O  | DRAM のリフレッシュクロック。                                                                             |
| MEMORY INHIBIT         | * MEMINH                                 | I  | RAM および ROM の禁止信号。本信号を L とすることによって ROM/RAM がディセーブルされる。                                        |
| CLOCK                  | * CLK                                    | O  | 8MHz のクロック。                                                                                   |
| LINE CLOCK             | LINECK                                   | O  | 1.2288MHz の回線用クロック。                                                                           |
| RESET                  | * RST                                    | O  | システムのイニシャルリセット信号。<br>L — RESET                                                                |

方向は、拡張スロットからメインボードに入る信号を INPUT、メインボードから、拡張スロットへ出る信号を OUTPUT として表現している。

このため、BSRQI/BSRQO/BSAKI/BSAKO は信号線名称と、方向の記述が異なるので注意が必要である。

また、アドレスバスと、コントロール信号(\* MRDC, \* MWTC, \* IORC, \* IOWC, \* WAITR) は、拡張カードがバスマスタとなった場合には、方向が反転するため、/で分けて表現してあり、前半がスレーブの場合、後半がマスタの場合である。

極性は、\* の付いているものは負論理の信号であり、その他は正論理だが、表中に指定のあるものは、その指定に従う。

# 付 録 B

## サンプルプログラム

プログラム作成時の参考として、BIOSを使用したプログラムのアセンブラソースを2つ紹介します。

### CD 演奏プログラム

### 描画プログラム

ここでとり上げたCD演奏プログラムは、CDの3曲目を演奏するプログラムで、リアルBIOSであるCD-ROM BIOSを使用しています。

描画プログラムは、円と矩形を描画するもので、ネイティブのBIOSであるグラフィックBIOSを使用しています。

どちらのプログラムも、FM TOWNS用のアプリケーション開発キット中の386ASM、386LINKによりアセンブル、リンクを行い、拡張子“EXP”の実行ファイルを作成します。実行ファイルは、TOWNS MENU上でファイル名をクリックすることにより実行されます。

## B.1 CD 演奏プログラム

このプログラムは、DOS-Extenderの拡張ファンクションを用いてアクセスしていますので、プログラムがユーザーメモリの1MBの範囲内にある必要があります。このままリンクする場合は問題ありませんが、サブルーチンとして使用する場合には、このモジュールがユーザーメモリの先頭の1MB以内に格納されるようにしなければなりません。

なお、このプログラムを単独で実行するには、4KB程度のテンポラリストックが必要です。リンク時に386linkのリンクオプションで次のように指定してください。

```
A > 386link プログラム名 -stack 4096
```

```

; .386p
; ;
; ; CD-DA 3 曲目を演奏
; ;
CD_PLAY3:
mov ax, TBIOS ; ROMのセクタをFSにセット
mov fs, ax
mov ah, 45h ; 電子ボリュームミュートのセット
mov bl, 00110000b ; CDのLEFTとRIGHTだけミュートを解除
call word ptr fs:[SND] ; サウンドBIOSを呼び出す
mov ah, 49h ; 電子ボリューム全ミュートのセット
mov dl, 0feh ; ミュート解除
call word ptr fs:[SND] ; サウンドBIOSを呼び出す

lea esi, TOCDATA ; TOCデータ先頭アドレス
lea edi, PLAY3 ; 演奏プログラムアドレス

mov al, [esi+12] ; 3曲目演奏開始時間(分)
mov [edi+00], al
mov al, [esi+13] ; 3曲目演奏開始時間(秒)
mov [edi+01], al
mov al, [esi+14] ; 3曲目演奏開始時間(FRAME)
mov [edi+02], al

mov al, [esi+02] ; 最終トラック
cmp al, 3
jl error ; 3曲未満しかない
je short Disc_Time ; 3曲しかない

Track_Time:
mov di, [esi+15] ; 4曲目演奏開始時間(分)
mov ah, [esi+16] ; 4曲目演奏開始時間(秒)
mov al, [esi+17] ; 4曲目演奏開始時間(FRAME)
jmp short Calc_Music_End_Time

Disc_Time:
mov di, [esi+03] ; ディスク内時間(分)
mov ah, [esi+04] ; ディスク内時間(秒)
mov al, [esi+05] ; ディスク内時間(FRAME)

Calc_Music_End_Time:
call conv_ms215n ; 分:秒:FRAMEを処理して番号に変換
dec ax ; 3曲目の最後を計算する
sbb dx, 0
call conv_list2msf ; 処理して番号を分:秒:FRAMEに変換

mov [edi+03], dl ; 3曲目演奏終了時間(分)
mov [edi+04], dh ; 3曲目演奏終了時間(秒)
mov [edi+05], al ; 3曲目演奏終了時間(FRAME)
mov ax, 250fh ; 3864577セクタ以下のMS-DOSファイルへの変換
lea ebx, PLAY ; 変換する3864577セクタアドレス
mov ecx, 6 ; テーブル長
int 21h

jc error
mov di, cx
ror ecx, 16
mov dsnd, cx

```

```

; .386p
; ;
; ; CD-DA 3 曲目を演奏
; ;
TOWNS equ 0C0h
DEVNO equ TOWNS
TBIOS equ 0110h
SND equ 080h

code segment dword 'CODE' use32 ; 32bit コード重畳
assume cs:code, ds:data
; ;
; ; コード領域
; ;
mov ax, ds
mov es, ax

; ;
; ; TOC情報の読み込み
; ;
TOC_READ:
mov ax, 250fh ; 3864577セクタ以下のMS-DOSファイルへの変換
lea ebx, TOCDATA ; 変換する3864577セクタアドレス
mov ecx, 103 ; テーブル長
int 21h

jc error

mov di, cx
ror ecx, 16
mov dsnd, cx

mov ah, 54h ; コマンドリストが情報の読み出し
mov al, DEVNO ; デバイス番号
mov ch, 00h
mov cl, 00h ; TOC (Table of Contents)
mov eax, 0
mov bx, 93h
mov r1nt, bx ; 割り込み番号

mov ax, 2511h ; 477セクタ割り込みの発行
lea ebx, PARABLEX ; パラメータブロックのポインタ
int 21h

cmp ah, 00h
je short CD_PLAY3 ; TOC情報の読み込みが正常終了
cmp cx, 80h
je short TOC_READ ; ファイル交換されたため中止
cmp ah, 10h
jne error ; 音楽演奏中以外のエラー

mov ah, 55h ; 音楽演奏一時停止
mov al, DEVNO
mov ch, 00h
int 93h
jmp TOC_READ

```

```

mov ah,50h ; 音楽演奏スタート
mov al,DEVNO ; デバイス番号
mov ch,00h
mov cl,01h ; 時間指定
mov EAX,EDX,ecx
mov bx,93h
mov RINT,bx ; 割り込み番号
mov ax,2511h ; リキット割り込みの発行
lea edx,PARABELK ; パラメータのアドレス
int 21h

```

```

check:
mov ah,51h ; 音楽演奏チェック
mov al,DEVNO
mov ch,00
mov cl,00
int 93h
cmp al,1 ; 演奏中ならcheckへ戻る
jz check

```

```

stop:
mov ah,52h ; CD演奏停止
mov al,DEVNO
mov ch,00
int 93h
jmp short owar1
; End Process
;
;
owar1:
mov ax,4c00h
int 21h

```

```

; エラー処理
;
; ; 各エラー処理
;
jmp short owar1

```

```

;-----
; 分・秒・FRAME を 論理値の番号 に変換
;-----
; 論理値の番号 = ((( 分 * 60 + 秒 ) * 75 ) + FRAME) - 150
conv_ms21st:
push bx
push cx
mov bx,ax
mov al,dl
mov mov cl,60
mul cl

```

```

add al,bh
adc ah,0
mov cx,75
mul cx
mov bh,0
add ax,bx
adc dx,0
sub ax,150
sbb dx,0
pop cx
pop bx
ret

```

```

Page
;-----
; 論理値の番号 を 分・秒・FRAME に変換
;-----
; 分 = ( 論理値の番号 + 150 ) / ( 75 * 60 )
; 秒 = ( ( 論理値の番号 + 150 ) - ( 秒 * 60 * 75 ) ) / 75
; FRAME = ( 論理値の番号 + 150 ) % 75
;
conv_ms21st:
push cx
add ax,150
adc dx,0
mov cx,75*60
div cx
xchg dx,ax
mov cl,75
div cl
xchg ah,al
xor dh,dh
pop cx
ret

```

```

code ends
;
; データ領域
;
data segment dword 'DATA' use32 ; 32bit データ宣言
TODDATA db 303 DUP(0)
PLAN3 db 6 DUP(0)
PARABELK label far
RINT dw 0
ESND dw 0
FSND dw 0
GSND dw 0
EAXEND dd 0
EDXEND dd 0
data ends
end

```

## B.2 描画プログラム

このプログラムでは、EGBの機能コード40H以降のファンクションを使用していますので、次のような式でスタックを確保する必要があります。

$$\begin{aligned}\text{スタックサイズ} &= \text{仮想画面サイズ} / 8 \\ &= 1024 \times 512 / 8 \\ &= 65536 \text{バイト}\end{aligned}$$

さらに、このプログラムを単独で実行するには、6KBのテンポラリストックを加える必要があります。

必要なスタックサイズは、次の式のようにになります。

$$\begin{aligned}\text{スタックサイズ} &= 65536 + 6144 \\ &= 71680\end{aligned}$$

よって、リンク時に、386linkのリンクオプションで次のように指定してください。

A > 386link プログラム名 -stack 71680

data segment dword 'DATA' use32 ; 32bit データ宣言

EgbWork db EgbWorkSize dup(?)

Circle dw 150 ; 中心点X座標  
dw 250 ; 中心点Y座標  
dw 100 ; 半径

Rectangle dw 200 ; 始点X座標  
dw 250 ; 始点Y座標  
dw 490 ; 終点X座標  
dw 400 ; 終点Y座標

data ends

end

.386p ; 386プロセクト宣言

equ 021h ;  
equ 04c00h ;  
equ 0 ;

Tbios equ 0110h  
EgbWorkSize equ 1536

EgbInit equ 000h ; 初期化  
EgbDisplayPage equ 006h ; 表示ページの指定  
EgbRectangle equ 046h ; 矩形  
EgbCircle equ 047h ; 円

code segment dword 'CODE' use32 ; 32bit コード宣言  
assume cs:code,ds:data

; コード領域に code  
; データ領域に data  
; セグメントを指定

\$EgbCall macro FUNC

mov ah,FUNC  
call pword ptr fs:[020h] ; EGB bios call  
endm

mov ax,Tbios  
mov fs,ax

mov ecx,EgbWorkSize  
mov edi,offset EgbWork  
\$EgbCall EgbInit ; 初期化  
; 初期値として,  
; 640\*480 2画面 16色に設定

mov al,0  
mov edx,3  
\$EgbCall EgbDisplayPage ; 表示ページの設定  
; 解像度の設定  
; 書き込みページの指定  
; 描画モード  
; 画面リモード  
; 画面色は初期値を使用  
mov esi,offset Circle ; 円パラメータアドレス  
\$EgbCall EgbCircle ; 円描画

mov esi,offset Rectangle ; 矩形パラメータアドレス  
\$EgbCall EgbRectangle ; 矩形描画

mov ax,DosRet+NoError  
int DosInt

code ends

# 付 録 C

## ネイティブBIOSのサンプルプログラム

ここでは、ネイティブ BIOS を利用するプログラムのサンプルとして、以下のように BIOS の種類ごとにアセンブラソースを掲載します。これらのプログラムはC言語のライブラリの形式をとっています。

ユーザープログラムを作成する際の参考にしてください。

- ・ 共通ファイルサンプル
- ・ グラフィック BIOS サンプル
- ・ スプライト BIOS サンプル
- ・ マウス BIOS サンプル
- ・ フォント BIOS サンプル
- ・ サウンド BIOS サンプル
- ・ システム情報 BIOS サンプル
- ・ 拡張サウンド BIOS サンプル
- ・ 音源割り込み管理 BIOS サンプル

# C.1 共通ファイルサンプル

toolbox.h

TownsBIOS assembler source list short form utility

```

vector.h
-----
TBIOS Callベクタ
-----
ROM_CSEG          equ 0110h
ROM_DSEG          equ 0118h
EGB_OFFSET       equ 0020h
EGB_SEGMENT      equ 0024h
MOS_OFFSET       equ 0040h
MOS_SEGMENT      equ 0044h
MOSINT_OFFSET    equ 0048h
MOSINT_SEGMENT  equ 004ch
MOSIO_OFFSET     equ 0050h
MOSIO_SEGMENT   equ 0054h
MOSWORK_OFFSET  equ 0058h
MOSWORK_SEGMENT equ 005ch
SPR_OFFSET       equ 0060h
SPR_SEGMENT      equ 0064h
SND_OFFSET       equ 0080h
SND_SEGMENT      equ 0084h
SNDWORK_OFFSET  equ 0098h
SNDWORK_SEGMENT equ 009ch
FNT_OFFSET       equ 00a0h
FNT_SEGMENT      equ 00a4h
EUP_OFFSET       equ 00c0h
EUP_SEGMENT      equ 00c4h
EUPINT_OFFSET    equ 00c8h
EUPINT_SEGMENT  equ 00cch
INT_OFFSET       equ 01a0h
INT_SEGMENT      equ 01a4h
INTERVAL         equ 01a8h
SYS_OFFSET       equ 01c0h
SYS_SEGMENT      equ 01c4h

SMOV macro REG, PARA
push PARA
pop REG
endm

calld macro
call dword ptr data
endm

callp macro
call dword ptr data
endm

movmd macro
mov data, reg
dword ptr data, reg
endm

movmw macro
mov data, reg
word ptr data, reg
endm

movmb macro
mov data, reg
byte ptr data, reg
endm

movdm macro
mov reg, data
reg, dword ptr data
endm

movwm macro
mov reg, data
reg, word ptr data
endm

movbm macro
mov reg, data
reg, byte ptr data
endm

movmo macro
mov data, reg
data, offset reg
endm

movro macro
mov reg, data
reg, offset data
endm
    
```

```

macro cmpd
    data,reg
    cmp
    dword ptr data,reg
endm

macro cmpw
    data,reg
    cmp
    word ptr data,reg
endm

macro cmpb
    data,reg
    cmp
    byte ptr data,reg
endm

macro testd
    data,reg
    test
    dword ptr data,reg
endm

macro testw
    data,reg
    test
    word ptr data,reg
endm

macro testb
    data,reg
    test
    byte ptr data,reg
endm

macro ord
    data,reg
    or
    dword ptr data,reg
endm

macro orw
    data,reg
    or
    word ptr data,reg
endm

macro orb
    data,reg
    or
    byte ptr data,reg
endm

macro andd
    data,reg
    and
    dword ptr data,reg
endm

macro andw
    data,reg
    and
    word ptr data,reg
endm

macro andb
    data,reg
    and
    byte ptr data,reg
endm

macro xord
    data,reg
    xor
    dword ptr data,reg
endm

macro xorw
    data,reg
    xor
    word ptr data,reg
endm

macro xorb
    data,reg
    xor
    byte ptr data,reg
endm

macro movzxb
    data,reg
    movzx
    reg,data
    reg,byte ptr data
endm

macro movzxw
    data,reg
    movzx
    reg,data
    reg,word ptr data
endm

macro movzxb
    data,reg
    movzx
    reg,data
    reg,byte ptr data
endm

macro movzxw
    data,reg
    movzx
    reg,data
    reg,word ptr data
endm

tbioslib.h
;-----
;
;   TBIOSライブラリ 定数情報&マクロ
;-----
;-----
include vector.h
include toolbox.h
;-----
INT_TYPE_SOUND equ 04dh ; FM/PCM interval vector number
TBIOS_B_COUNT equ 060h ; TBIOS mouse counter (23.04ms)
PAT equ 0

@CMDS_count equ 03b04h
@CMDS_moscfg equ 03b06h
@CMDS_palette equ 03b0ah
@CMDS_drive equ 03c32h
@CMDS_real equ 03ad6h
@real4 equ 04dh
@real2 equ 0d2h
@real0 equ 0d0h

@def_click equ 03eh
@def_mickey equ 008h
@count equ 004h
@moscfg equ 006h

DTA_length equ 44
PATH_length equ 128
file_max equ 4096
palette_max equ 8*16+4
palette_all equ 16
tmenu_color equ 10
AKIDATA_size equ 32-12
DEFDATA_size equ 12

```

DATA\_size

```

equ 32
DEF_MAX equ 9
USER_MIN equ 14
USER_MAX equ 15
REAL_SEG equ 060h
PARAM_offset equ 256+8

```

\$biosCall

```

macro
mov ah,data
push es
push dword ptr ROM_CSEG
pop es
call pword ptr es:[rom]
pop es
endm

```

\$biosCall2

```

macro
call pword ptr es:[rom]
endm

```

\$biosCall3

```

macro
mov ah,data
push gs
push dword ptr ROM_CSEG
pop es
push ds
pop gs
call pword ptr es:[rom]
pop gs
pop es
endm

```

\$biosCall4

```

macro
mov ah,data
push fs
push dword ptr ROM_CSEG
pop fs
call pword ptr fs:[rom]
pop fs
endm

```

\$biosCall5

```

macro
mov ah,data
push fs
push dword ptr ROM_CSEG
pop fs
push ds
pop gs
call pword ptr fs:[rom]
pop gs
pop fs

```

endm

\$biosCall6

```

macro
rom
push es
push dword ptr ROM_CSEG
pop es
call pword ptr es:[rom]
pop es
endm

```

sndlib.h

-----  
SNDライブラリ 定数情報&マクロ  
-----

```

INI_TYPE_SOUND equ 4dh ; interrupt level
TIMER_B_SND equ 0d0h ; SND mouse counter (10.08ms)
TBIOS_B_MOS equ 0b0h ; MDS mouse counter (23.04ms)
TIMER_A_COUNT equ 001h ; default count

```

include toolbox.h  
include vector.h  
-----

\$biosCall

```

macro
mov ah,data
push fs
push dword ptr ROM_CSEG
pop fs
call pword ptr fs:[rom]
pop fs
endm

```

\$biosCall12

```

macro
mov ah,data
call pword ptr fs:[rom]
endm

```

codebgn.mac

```

page ,132
.386p
assume cs:TBIOSLIB_code
GROUP TBIOSLIB_code
TBIOSLIB_code segment dword public 'CODE' use32
include tbioslib.h

```

```

codeend.mac
TBIOSLIB_code ends
end

databgn.mac
page ,132
        .386p
        assume ds:TBIOSLIB_data
        group TBIOSLIB_data
        segment dword public 'DATA' use32
        include tbioslib.h

```

```

dataend.mac
TBIOSLIB_data ends
end

```

## C.2 グラフィックBIOSサンプル

```

egb_00.asm
include codebgn.mac

EGB_init
public EGB_init
proc near
gs
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov ecx,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,00h
movsx eax,ah
pop edi
pop gs
ret
endp

include codeend.mac

```

```

egb_01.asm
include codebgn.mac

EGB_resolution
public EGB_resolution
proc near
edi
push edi,8+PAT[esp]
mov al,12+PAT[esp]
mov dx,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,01h
movsx eax,ah
pop edi
ret
endp

include codeend.mac

```

```

egb_01a.asm
include codebgn.mac

```

```

EGB_resolutionRam
public EGB_resolutionRam
proc near
ebx
push ebx
push esi
push edi
mov edi,16+PAT[esp]
al,20+PAT[esp]
mov cx,24+PAT[esp]
mov dx,28+PAT[esp]
mov bx,32+PAT[esp]
mov esi,36+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,01h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
pop ebx
ret
endp

EGB_resolutionRam
include codeend.mac

```

```

egb_02.asm
include codebgn.mac

EGB_displayStart
public EGB_displayStart
proc near
push ebx

```

```

push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov al,16+PAT[esp]
mov dx,20+PAT[esp]
mov bx,24+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,02h
movsx eax,ah
pop edi
pop ebx
ret
endp
EGB_displayStart
include codeend.mac

egb_03.asm
include codebgn.mac

public EGB_viewport
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,03h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
endp
EGB_viewport
include codeend.mac

egb_04.asm
include codebgn.mac

public EGB_palette
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,20+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,04h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
endp
EGB_palette

include codeend.mac

egb_05.asm
include codebgn.mac

public EGB_writePage
proc near
push edi
mov edi,8+PAT[esp]
mov al,12+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,05h
movsx eax,ah
pop edi
ret
endp
EGB_writePage
include codeend.mac

egb_06.asm
include codebgn.mac

public EGB_displayPage
proc near
push edi
mov edi,8+PAT[esp]
mov al,12+PAT[esp]
mov edx,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,06h
movsx eax,ah
pop edi
ret
endp
EGB_displayPage
include codeend.mac

egb_07.asm
include codebgn.mac

public EGB_color
proc near
push edi
mov edi,8+PAT[esp]
mov al,12+PAT[esp]
mov edx,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,07h
movsx eax,ah
pop edi

```

```

ret
EGB_color    endp
include codeend.mac

egb_08.asm
include codebgn.mac
public EGB_colorIGRB
proc near
push edi
mov edi,8+PAT[esp]
mov al,12+PAT[esp]
mov edx,16+PAT[esp]
$biosCall3   EGB_OFFSET,08h
movsx eax,ah
pop edi
ret
EGB_colorIGRB endp
include codeend.mac

egb_09.asm
include codebgn.mac
public EGB_paste1
proc near
push edi
mov edi,8+PAT[esp]
mov dx,12+PAT[esp]
$biosCall3   EGB_OFFSET,09h
movsx eax,ah
pop edi
ret
EGB_paste1   endp
include codeend.mac

egb_0a.asm
include codebgn.mac
public EGB_writeMode
proc near
push edi
mov edi,8+PAT[esp]
mov al,12+PAT[esp]
$biosCall3   EGB_OFFSET,0ah

```

```

movsx eax,ah
pop edi
ret
EGB_writeMode endp
include codeend.mac

egb_0b.asm
include codebgn.mac
public EGB_linePattern
proc near
push edi
mov edi,8+PAT[esp]
mov al,12+PAT[esp]
mov edx,16+PAT[esp]
$biosCall3   EGB_OFFSET,0bh
movsx eax,ah
pop edi
ret
EGB_linePattern endp
include codeend.mac

egb_0c.asm
include codebgn.mac
public EGB_paintMode
proc near
push edi
mov edi,8+PAT[esp]
mov dx,12+PAT[esp]
$biosCall3   EGB_OFFSET,0ch
movsx eax,ah
pop edi
ret
EGB_paintMode endp
include codeend.mac

egb_0d.asm
include codebgn.mac
public EGB_hatchingPattern
proc near
push ebx
push esi

```

```

push edi
mov edi, i6+PAT[esp]
mov al, 20+PAT[esp]
mov bh, 24+PAT[esp]
mov bl, 28+PAT[esp]
mov esi, 32+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET, 0dh
movsx eax, ah
pop edi
pop esi
pop ebx
ret
EGB_hatchingPattern endp
include codeend.mac

egb_0e.asm
include codebgn.mac
public EGB_tilePattern
proc near ebx
push esi
push edi
mov edi, 16+PAT[esp]
mov al, 20+PAT[esp]
mov bh, 24+PAT[esp]
mov bl, 28+PAT[esp]
mov esi, 32+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET, 0eh
movsx eax, ah
pop edi
pop esi
pop ebx
ret
EGB_tilePattern endp
include codeend.mac

egb_0f.asm
include codebgn.mac
public EGB_maskRegion
proc near esi
push edi
mov edi, 12+PAT[esp]
mov esi, 16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET, 0fh
movsx eax, ah
pop edi
pop esi
ret
EGB_maskRegion endp
include codeend.mac

egb_10.asm
include codebgn.mac
public EGB_mask
proc near ebx
push edi
mov edi, 8+PAT[esp]
mov al, 12+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET, 10h
movsx eax, ah
pop edi
ret
EGB_mask endp
include codeend.mac

egb_11.asm
include codebgn.mac
public EGB_pen
proc near ebx
push edi
mov edi, 8+PAT[esp]
mov al, 12+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET, 11h
movsx eax, ah
pop edi
ret
EGB_pen endp
include codeend.mac

egb_12.asm
include codebgn.mac
public EGB_penSize
proc near ebx
push edi
mov edi, 8+PAT[esp]

```

```

mov     al,12+PAT[esp]
$biosCall3   EGB_OFFSET,12h
movsx   eax,ah
pop     edi
ret
endp
EGB_penSize
include codeend.mac

egb_13.asm
include codebgn.mac

public EGB_penStyle
proc   near
push  esi
push  edi
mov   edi,12+PAT[esp]
mov   esi,16+PAT[esp]
$biosCall3   EGB_OFFSET,13h
movsx   eax,ah
pop     edi
pop     esi
ret
endp
EGB_penStyle
include codeend.mac

egb_14.asm
include codebgn.mac

public EGB_maskBit
proc   near
push  edi
mov   edi,8+PAT[esp]
mov   edx,12+PAT[esp]
$biosCall3   EGB_OFFSET,14h
movsx   eax,ah
pop     edi
ret
endp
EGB_maskBit
include codeend.mac

egb_15.asm
include codebgn.mac

public EGB_textDirection
proc   near
push  edi
mov   edi,8+PAT[esp]
mov   al,12+PAT[esp]
$biosCall13   EGB_OFFSET,15h
movsx   eax,ah
pop     edi
ret
endp
EGB_textDirection
include codeend.mac

egb_16.asm
include codebgn.mac

public EGB_textDisplayDirection
proc   near
push  edi
mov   edi,8+PAT[esp]
mov   al,12+PAT[esp]
$biosCall13   EGB_OFFSET,16h
movsx   eax,ah
pop     edi
ret
endp
EGB_textDisplayDirection
include codeend.mac

egb_17.asm
include codebgn.mac

public EGB_textSpace
proc   near
push  edi
mov   edi,8+PAT[esp]
mov   dx,12+PAT[esp]
$biosCall13   EGB_OFFSET,17h
movsx   eax,ah
pop     edi
ret
endp
EGB_textSpace
include codeend.mac

egb_18.asm
include codebgn.mac

```

```

public EGB_textZoom
proc near
push ebx
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov al,16+PAT[esp]
mov dx,20+PAT[esp]
mov bx,24+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,18h
movsx eax,ah
pop edi
pop ebx
ret
endp

EGB_textZoom
include codeend.mac

egb_19.asm
include codebgn.mac

public EGB_fontStyle
proc near
push edi
mov edi,8+PAT[esp]
mov dx,12+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,19h
movsx eax,ah
pop edi
ret
endp

EGB_fontStyle
include codeend.mac

egb_1a.asm
include codebgn.mac

public EGB_superImpose
proc near
push edi
mov edi,8+PAT[esp]
mov al,12+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,1ah
movsx eax,ah
pop edi
ret
endp

EGB_superImpose
include codeend.mac

```

```

egb_1b.asm
include codebgn.mac

public EGB_dezitize
public EGB_digitize
proc near
push edi
mov edi,8+PAT[esp]
mov al,12+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,1bh
movsx eax,ah
pop edi
ret
endp

EGB_dezitize
include codeend.mac

egb_1c.asm
include codebgn.mac

public EGB_resolutionHandle
proc near
push edi
mov edi,8+PAT[esp]
mov al,12+PAT[esp]
mov dx,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,1ch
movsx eax,ah
pop edi
ret
endp

EGB_resolutionHandle
include codeend.mac

egb_1da.asm
include codebgn.mac

public EGB_getStackSize
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
mov ax,1d00h
$biosCall6 EGB_OFFSET
movsx eax,ah

```

```

pop edi
pop esi
ret
endp

EGB_getStackSize
include codeend.mac

egb_ldb.asm
include codebgn.mac

public EGB_setStackAddress
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
mov ax,1d01h
$biosCall6 EGB_OFFSET
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
endp

EGB_setStackAddress
include codeend.mac

egb_ldc.asm
include codebgn.mac

extrn _egbStackAlloc :word
extrn _egbStackFree :word

public EGB_setStackEvent
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov ecx,16+PAT[esp]
mov edx,20+PAT[esp]
mov esi,offset _egbStackAlloc
ds:[esi+00],ecx
ds:[esi+04],ds
ds:[esi+06],es
ds:[esi+08],fs
ds:[esi+10],gs
esi,offset _egbStackFree
ds:[esi+00],edx
ds:[esi+04],ds
ds:[esi+06],es

```

```

mov ds:[esi+08],fs
mov ds:[esi+10],gs
sub eax,eax
mov ax,cs
push eax
push offset EGB_stackEventFree
push eax
push offset EGB_stackEventAlloc
mov esi,esp
mov ax,1d02h
$biosCall6 EGB_OFFSET
movsx eax,ah
add esp,16
pop edi
pop esi
ret
endp

EGB_setStackEvent
align 4
EGB_stackEventAlloc proc far
pushad
push ds
push es
push fs
push gs
mov esi,offset _egbStackAlloc
mov ds,cs:[esi+04]
mov es,cs:[esi+06]
mov fs,cs:[esi+08]
mov gs,cs:[esi+10]
push ecx
call dword ptr cs:[esi+00]
pop ecx
pop ecx
pop gs
pop fs
pop es
pop ds
popad
popfd
ret
EGB_stackEventAlloc endp

EGB_stackEventFree
align 4
proc far
pushfd
pushad
push ds
push es
push fs
push gs
esi,offset _egbStackFree
ds,cs:[esi+04]
mov

```

```

mov     es,cs:[esi+06]
mov     fs,cs:[esi+08]
mov     gs,cs:[esi+10]
call   dword ptr cs:[esi+00]
pop     fs
pop     es
pop     ds
popad
popfd
ret
EGB_stackEventFree      endp
include codeend.mac

egb_1dd.asm
include databgn.mac
;-----
public _egbStackAlloc
public _egbStackFree
;-----
_egbStackAlloc dd 0
dw 0
dw 0
dw 0
dw 0
; DS
; ES
; FS
; GS
; イベントアドレス
; DS
; ES
; FS
; GS
; イベントアドレス
;-----
include dataend.mac

egb_1e.asm
include codebgn.mac
public EGB_digitizeAdjust
proc   near
push  ebx
push  edi
mov   edi,12+PAT[esp]
mov   dx,16+PAT[esp]
mov   bx,20+PAT[esp]
$biosCall3 $biosCall3 EGB_OFFSET,1eh
movx   eax,ah
pop    edi
pop    ebx
ret
EGB_digitizeAdjust      endp

egb_20.asm
include codeend.mac
include codebgn.mac
public EGB_clearScreen
proc   near
push  edi
mov   edi,8+PAT[esp]
$biosCall3 $biosCall3 EGB_OFFSET,20h
movx   eax,ah
pop    edi
ret
EGB_clearScreen      endp
include codeend.mac

egb_21.asm
include codebgn.mac
public EGB_partClearScreen
proc   near
push  edi
mov   edi,8+PAT[esp]
$biosCall3 $biosCall3 EGB_OFFSET,21h
movx   eax,ah
pop    edi
ret
EGB_partClearScreen   endp
include codeend.mac

egb_22.asm
include codeend.mac
include codebgn.mac
public EGB_getBlockColor
proc   near
push  esi
push  edi
mov   edi,12+PAT[esp]
mov   esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 $biosCall3 EGB_OFFSET,22h
movx   eax,ah
pop    edi
pop    esi
EGB_getBlockColor     endp

```

```

ret
EGE_getBlockColor    endp
include codeend.mac

egb_23.asm
include codebgn.mac

public EGB_putBlockColor
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov al,16+PAT[esp]
mov esi,20+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,23h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
EGE_putBlockColor    endp
include codeend.mac

egb_24.asm
include codebgn.mac

public EGB_getBlock
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,24h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
EGE_getBlock        endp
include codeend.mac

egb_25.asm
include codebgn.mac

public EGB_putBlock
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov al,16+PAT[esp]
mov esi,20+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,27h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
EGE_putBlock        endp

```

```

push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov al,16+PAT[esp]
mov esi,20+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,25h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
EGE_putBlock        endp
include codeend.mac

egb_26.asm
include codebgn.mac

public EGB_getBlockZoom
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,26h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
EGE_getBlockZoom    endp
include codeend.mac

egb_27.asm
include codebgn.mac

public EGB_putBlockZoom
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov al,16+PAT[esp]
mov esi,20+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,27h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
EGE_putBlockZoom    endp

```

```

include codeend.mac

egb_28.asm
include codebgn.mac

public EGB_graphicCursor
proc near
push esi
push edi
edi, 12+PAT[esp]
mov al, 16+PAT[esp]
mov dx, 20+PAT[esp]
mov bx, 24+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET, 28h
movsx eax, ah
pop edi
pop ebx
ret
endp
EGB_scroll
include codeend.mac

egb_2b.asm
include codebgn.mac

public EGB_partScroll
proc near
push ebx
push esi
push edi
mov edi, 16+PAT[esp]
mov al, 20+PAT[esp]
mov dx, 24+PAT[esp]
mov bx, 28+PAT[esp]
mov esi, 32+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET, 2bh
movsx eax, ah
pop edi
pop esi
pop ebx
ret
endp
EGB_partScroll
include codeend.mac

egb_2c.asm
include codebgn.mac

public EGB_region
proc near
push ebp
mov ebp, esp
push ebx
push esi
push edi
mov edi, [ebp+08]
mov eax, [ebp+12]

```

```

mov     al,ds:[eax]
mov     dx,[ebp+20]
mov     dx,ds:[edx]
mov     ebx,[ebp+24]
mov     bx,ds:[ebx]
mov     esi,[ebp+36]
push   eax
mov     eax,[ebp+20]
movzx  edx,dx
mov     ds:[eax],edx
mov     eax,[ebp+24]
movzx  ebx,bx
mov     ds:[eax],ebx
pop     eax
mov     ebx,[ebp+28]
movzx  esi,si
mov     ds:[ebx],esi
mov     ebx,[ebp+32]
movzx  edi,di
mov     ds:[ebx],edi
mov     ebx,[ebp+12]
movzx  edx,al
mov     ds:[ebx],edx
mov     ebx,[ebp+16]
mov     ds:[ebx],ecx
movsx  eax,ah
pop     edi
pop     esi
pop     ebx
leave
ret

EGB_region  endp
include codeend.mac

egb_2d.asm
include codebgn.mac

public  EGB_copy
proc   near
push  ebx
push  esi
push  edi
mov   edi,16+PAT[esp]
mov   al,20+PAT[esp]
mov   esi,24+PAT[esp]
mov   ebx,28+PAT[esp]
$biosCall5  EGB_OFFSET,2dh
movsx  eax,ah
ret
EGB_copy  endp

EGB_resolve  near
push  ebx
push  edi
mov   edi,12+PAT[esp]
mov   ebx,16+PAT[esp]
$biosCall5  EGB_OFFSET,2fh
movsx  eax,ah
pop   edi
pop   ebx
ret
EGB_resolve  endp
include codeend.mac

```

```

pop     edi
pop     esi
pop     ebx
ret
endp
EGB_copy
include codeend.mac

egb_2e.asm
include codebgn.mac

public  EGB_rotate
proc   near
push  ebx
push  esi
push  edi
mov   edi,16+PAT[esp]
mov   al,20+PAT[esp]
mov   esi,24+PAT[esp]
mov   ebx,28+PAT[esp]
$biosCall5  EGB_OFFSET,2eh
movsx  eax,ah
pop     edi
pop     esi
pop     ebx
ret
EGB_rotate  endp
include codeend.mac

egb_2f.asm
include codebgn.mac

public  EGB_resolve
proc   near
push  ebx
push  edi
mov   edi,12+PAT[esp]
mov   ebx,16+PAT[esp]
$biosCall5  EGB_OFFSET,2fh
movsx  eax,ah
pop   edi
pop   ebx
ret
EGB_resolve  endp
include codeend.mac

```

```

egb_30.asm
include codebgn.mac

public EGB_copyBlock
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,30h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
endp
EGB_copyBlock
include codeend.mac

egb_40.asm
include codebgn.mac

public EGB_pset
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,40h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
endp
EGB_pset
include codeend.mac

egb_41.asm
include codebgn.mac

public EGB_connect
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,41h
movsx eax,ah
ret
endp
EGB_connect
include codeend.mac

egb_42.asm
include codebgn.mac

public EGB_unConnect
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,42h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
endp
EGB_unConnect
include codeend.mac

egb_43.asm
include codebgn.mac

public EGB_polygon
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,43h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
endp
EGB_polygon
include codeend.mac

egb_44.asm
include codebgn.mac

public EGB_rotatePolygon
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,44h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
endp
EGB_rotatePolygon
include codeend.mac

```

```

EGB_rotatePolygon      proc    near
esi                     push
edi                     push edi,12+PAT[esp]
mov                     mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3             $biosCall3 EGB_OFFSET,44h
movsx                   movsx eax,ah
pop                     pop edi
pop                     pop esi
ret                     ret
EGB_rotatePolygon      endp
include codeend.mac

egb_45.asm
include codebgn.mac

public EGB_triangle
proc    near
push   esi
push   edi
mov    edi,12+PAT[esp]
mov    esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 $biosCall3 EGB_OFFSET,45h
movsx  eax,ah
pop    edi
pop    esi
ret
EGB_triangle      endp
include codeend.mac

egb_46.asm
include codebgn.mac

public EGB_rectangle
proc    near
push   esi
push   edi
mov    edi,12+PAT[esp]
mov    esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 $biosCall3 EGB_OFFSET,46h
movsx  eax,ah
pop    edi
pop    esi
ret
EGB_rectangle      endp
include codeend.mac

egb_47.asm
include codebgn.mac

public EGB_circle
proc    near
push   esi
push   edi
mov    edi,12+PAT[esp]
mov    esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 $biosCall3 EGB_OFFSET,47h
movsx  eax,ah
pop    edi
pop    esi
ret
EGB_circle      endp
include codeend.mac

egb_48.asm
include codebgn.mac

public EGB_arc
proc    near
push   esi
push   edi
mov    edi,12+PAT[esp]
mov    esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 $biosCall3 EGB_OFFSET,48h
movsx  eax,ah
pop    edi
pop    esi
ret
EGB_arc      endp
include codeend.mac

egb_49.asm
include codebgn.mac

public EGB_fan
proc    near
push   esi
push   edi
mov    edi,12+PAT[esp]
mov    esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 $biosCall3 EGB_OFFSET,49h
movsx  eax,ah

```

```

pop          edi
pop          esi
ret

EGF_fan
include codeend.mac

egb_4a.asm
include codebgn.mac

public EGF_ellipse
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3  EGF_OFFSET,4ah
movsx  eax,ah
pop     edi
pop     esi
ret
EGF_ellipse endp

include codeend.mac

egb_4b.asm
include codebgn.mac

public EGF_ellipticArc
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3  EGF_OFFSET,4bh
movsx  eax,ah
pop     edi
pop     esi
ret
EGF_ellipticArc endp

include codeend.mac

egb_4c.asm
include codebgn.mac

public EGF_ellipticFan
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3  EGF_OFFSET,4ch
movsx  eax,ah
pop     edi
pop     esi
ret
EGF_ellipticFan endp

include codeend.mac

egb_4d.asm
include codebgn.mac

public EGF_paint
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3  EGF_OFFSET,4dh
movsx  eax,ah
pop     edi
pop     esi
ret
EGF_paint endp

include codeend.mac

egb_4e.asm
include codebgn.mac

public EGF_closePaint
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3  EGF_OFFSET,4eh
movsx  eax,ah
pop     edi
pop     esi
ret
EGF_closePaint endp

include codeend.mac

```

```

egb_4f.asm
include codebgn.mac

public EGB_point
proc near
push ebx
edi, 12+PAT[esp]
mov al, 16+PAT[esp]
mov dx, 20+PAT[esp]
mov bx, 24+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET, 4fh
mov ebx, 28+PAT[esp]
mov [ebx], edx
movzx eax, ah
pop edi
pop ebx
ret
endp

EGB_point
include codeend.mac

egb_50.asm
include codebgn.mac

public EGB_bow
proc near
push esi
push edi
mov edi, 12+PAT[esp]
mov esi, 16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET, 50h
movzx eax, ah
pop edi
pop esi
ret
endp

EGB_bow
include codeend.mac

egb_51.asm
include codebgn.mac

public EGB_semiBow
proc near
push esi
push edi
edi, 12+PAT[esp]
mov esi, 16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET, 51h
movzx eax, ah
pop edi
pop esi
ret
endp

EGB_semiBow
include codeend.mac

egb_60.asm
include codebgn.mac

public EGB_sjisString
proc near
push esi
mov edi, 12+PAT[esp]
mov esi, 16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET, 60h
movzx eax, ah
pop edi
pop esi
ret
endp

EGB_sjisString
include codeend.mac

egb_61.asm
include codebgn.mac

public EGB_connectSjisString
proc near
push esi
push edi
mov edi, 12+PAT[esp]
mov esi, 16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET, 61h
movzx eax, ah
pop edi
pop esi
ret
endp

EGB_connectSjisString
include codeend.mac

```

```

egb_62.asm
include codebgn.mac

public EGB_asciiString
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov al,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,62h
mov esi,20+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,62h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
EGB_asciiString endp

include codeend.mac

egb_63.asm
include codebgn.mac

public EGB_connectAsciiString
proc near
push ebx
push esi
push edi
mov edi,16+PAT[esp]
mov al,20+PAT[esp]
mov esi,24+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,63h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
pop ebx
ret
EGB_connectAsciiString endp

include codeend.mac

egb_64.asm
include codebgn.mac

public EGB_jisString
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov dx,20+PAT[esp]
mov bx,24+PAT[esp]
mov esi,28+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,64h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
EGB_jisString endp

include codeend.mac

egb_65.asm
include codebgn.mac

public EGB_connectJisString
proc near
push esi
push edi
mov edi,12+PAT[esp]
mov esi,16+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,65h
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
EGB_connectJisString endp

include codeend.mac

egb_66.asm
include codebgn.mac

public EGB_anyChar
proc near
push esi
push edi
push ebx
mov edi,16+PAT[esp]
mov dx,20+PAT[esp]
mov bx,24+PAT[esp]
mov esi,28+PAT[esp]
$biosCall3 EGB_OFFSET,66h
movsx eax,ah
pop ebx
pop edi
pop esi
ret
EGB_anyChar endp

```

```
include codeend.mac
```

## C.3 スプライトBIOSサンプル

```
spr_00.asm
include codebgn.mac
-----
:
:
: SPR_init
:
:
:
: public SPR_init
: proc near
: $biosCall SPR_OFFSET,00H
: movsx eax,ah
: ret
: endp
include codeend.mac

spr_01.asm
include codebgn.mac
-----
:
: SPR_display
:
:
: public SPR_display
: proc near
: mov ax,4+PAT[esp]
: mov cx,8+PAT[esp]
: $biosCall SPR_OFFSET,01H
: movsx eax,ah
: ret
: endp
include codeend.mac
```

```
include codeend.mac
```

```
spr_02.asm
```

```
include codebgn.mac
```

```
-----
:
: SPR_define
:
:
:
: public SPR_define
: proc near
: esi
: mov ax,8+PAT[esp]
: mov cx,12+PAT[esp]
: mov dx,16+PAT[esp]
: mov di,20+PAT[esp]
: mov esi,24+PAT[esp]
: $biosCall SPR_OFFSET,02H
: movsx eax,ah
: pop esi
: ret
: endp
include codeend.mac

spr_03.asm
include codebgn.mac
-----
:
: SPR_setPaletteBlock
:
:
: public SPR_setPaletteBlock
: proc near
: push esi
: mov cx,8+PAT[esp]
: mov dx,12+PAT[esp]
: mov esi,16+PAT[esp]
: $biosCall SPR_OFFSET,03H
: movsx eax,ah
: pop esi
: ret
: endp
include codeend.mac
```

```

spr_04.asm
include codebgn.mac
;-----
;
; SPR_setPosition
;-----
public SPR_setPosition
SPR_setPosition proc near
push esi
mov al,12+PAT[esp]
mov cx,16+PAT[esp]
mov dh,20+PAT[esp]
mov dl,24+PAT[esp]
mov si,28+PAT[esp]
mov di,32+PAT[esp]
$biosCall SPR_OFFSET,04H
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
SPR_setPosition endp
include codeend.mac

spr_05.asm
include codebgn.mac
;-----
;
; SPR_setAttribute
;-----
public SPR_setAttribute
SPR_setAttribute proc near
push esi
push edi
mov cx,12+PAT[esp]
mov dh,16+PAT[esp]
mov dl,20+PAT[esp]
mov si,24+PAT[esp]
mov di,28+PAT[esp]
$biosCall SPR_OFFSET,05H
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
SPR_setAttribute endp
include codeend.mac

spr_06.asm
include codebgn.mac
;-----
;
; SPR_setMotion
;-----
public SPR_setMotion
SPR_setMotion proc near
push esi
push edi
mov cx,12+PAT[esp]
mov dh,16+PAT[esp]
mov dl,20+PAT[esp]
mov si,24+PAT[esp]
mov di,28+PAT[esp]
$biosCall SPR_OFFSET,06H
movsx eax,ah
pop edi
pop esi
ret
SPR_setMotion endp
include codeend.mac

spr_07.asm
include codebgn.mac
;-----
;
; SPR_setOffset
;-----
public SPR_setOffset
SPR_setOffset proc near
push esi
push edi
mov si,12+PAT[esp]
mov di,16+PAT[esp]
$biosCall SPR_OFFSET,07H

```

```

movsx  eax,ah
pop     edi
pop     esi
ret
SPR_setOffset  endp
include codeend.mac

spr_08.asm
include codebgn.mac
-----
SPR_readAttribute
-----
public SPR_readAttribute
SPR_readAttribute proc near
    push    edi
    mov     cx,8+PAT[esp]
    mov     dh,12+PAT[esp]
    mov     dl,16+PAT[esp]
    mov     edi,20+PAT[esp]
    $biosCall4 SPR_OFFSET,08H
    movsx  eax,ah
    pop     edi
    ret
SPR_readAttribute endp
include codeend.mac

```

## C.4 マウスBIOSサンプル

```

mos_00.asm
include codebgn.mac
-----
mouse library for Townes
-----

```

```

-----
extrn  skb_event_addr :dword
extrn  mos_event_addr :dword
extrn  mos_control_flg :dword
extrn  moswork_addr   :dword
extrn  moswork_seg    :word
extrn  save_mosdisp   :dword
extrn  save_mosevent  :dword
extrn  save_skbevent  :dword
extrn  TBIOSSTK_bottom :byte
-----

db    "TOWNS MOUSE LIBRARY by Y.Miyazawa "
db    "COPYRIGHT (C) 1993 FUJITSU LIMITED"
-----
マウスインタフェースの動作開始
MOS_start()
-----
align 4
public MOS_start
proc  near
push  ebp
mov   ebp,esp
push  edi
push  fs
push  gs
push  dword ptr ROM_CSEG
pop   fs
pop   ds
pop   gs
#version_check:
sub   eax,eax
cmp   fs:[INT_OFFSET],eax
jz    short #error

#work_init:
mov   ds:skb_event_addr,eax
mov   ds:mos_event_addr,eax
mov   al,01111111b
mov   ds:mos_control_flg,eax

#set_mosinit_para:
mov   edi,ss:[ebp+8]
mov   ecx,ss:[ebp+12]
ds:moswork_seg,ds
ds:moswork_addr,edi
ah,1ah
sysmain
test  al,00000001b
jz    short #mouse_init
call  sidework_init
jmp   short #exit

#mouse_init:

```

TBIOS-V1.1 では動作させない  
 ワークの初期化  
 edi = mouse work  
 ecx = work length  
 動作状態の読み取り  
 マウスBIOS非動作?  
 サイドワーク用初期化

```

#exit:
call mouse_init
; 通常の初期化
popfd
pop gs
pop fs
pop edi
leave
ret

#error:
dec eax
short #exit
jmp #exit
endp

;
; サイドワーク用初期化処理
;
align 4
sidework_init
proc near
push esi
mov ah,11h
call sysmain
mov ds:save_mosdisp,eax
mov ax,0200h
call mosmain
cli
mov ax,1000h
call sysmain
mov esi,save_mosevent
mov ax,0803h
call intmain
mov esi,save_skbevent
mov ax,0804h
call intmain
mov ax,0703h
call intmain
mov ax,0704h
call intmain
pop esi
ret
sidework_init endp
;
; 初期化と割り込みハンドラの登録
;
align 4
mouse_init
proc near
mov ah,0
call mosmain
test ah,ah
jz short #set_config
sub eax,eax
dec eax
ret
#set_config:

```

```

mov dx,@CHOS_count
in al,dx
movzx edx,al
test edx,edx
jnz short #set_click
mov dl,@def_click

#set_click:
shl edx,4
mov ax,3005h
call sysmain
mov dx,@CHOS_moscfg
in al,dx
test al,al
jnz short #set_mickey
mov al,@def_mickey

#set_mickey:
mov dl,al
and dl,01111111b
mov dh,dl
shr al,7
mov ah,i3h
call mosmain
mov ah,0ch
call mosmain
cli
mov edi,FBIOSSTK_bottom
mov ah,01h
call intmain
test eax,eax
jnz short #set_extender
ret

#set_extender:
align 4
push ds
push es
push ebx
mov cl,INT_TYPE_SOUND
mov ax,2502h
int 21h
jc short #error
mov edx,ebx
mov ax,3001h
call sysmain
sub edx,edx
mov dx,es
mov ax,3002h
call sysmain
mov cl,INT_TYPE_SOUND
mov ax,2503h
int 21h
jc short #error
movzx edx,bx
mov ax,3003h

```



```

mouse_end
proc push near
cli push ds
mov ebx
call ax,0703h
intmain
mov ax,0704h
call intmain
sub ebx,ebx
mov ah,16h
callp fs:[SND_OFFSET]
mov ah,01h
call mosmain
test ah,ah
jnz short #error
mov ah,02h
call intmain
test eax,ebx
jnz short #reset_extender
mov ah,18h
callp fs:[SND_OFFSET]
jmp short #exit

#reset_extender:
mov ax,3104h
call sysmain
shl edx,16
push edx
mov ax,3103h
call sysmain
pop ebx
or ebx,edx
mov ax,3102h
call sysmain
mov ds,dx
mov ax,3101h
call sysmain
call cl,INT_TYPE_SOUND
mov ax,02507h
int 21h
sub eax,ebx

#exit:
pop ebx
pop ds
ret

#error:
sub eax,ebx
dec eax
jmp short #exit
mouse_end
;-----
; 下請け処理
align 4

```

```

sysmain
proc near
callp fs:[SYS_OFFSET]
ret
endp
sysmain
;-----
intmain
proc near
callp fs:[INT_OFFSET]
ret
endp
intmain
;-----
mosmain
proc near
callp fs:[MOS_OFFSET]
ret
endp
mosmain
include codeend.mac
mos_02.asm
include codebgn.mac
; マウスカーソルの表示/消去
; MOS_disp(al)
;-----
extrn mos_control_flg:dword
public MOS_disp
proc near
test byte ptr ds:mos_control_flg,1
jz short MOS_disp_exit
mov al,4+PAT[esp]
$biosCall MOS_OFFSET,02h
movsx eax,ah
MOS_disp_exit:
ret
endp
MOS_disp
include codeend.mac
mos_03.asm
include codebgn.mac
; マウスカーソル位置とボタンの読み取り
; MOS_rdpos(ch,dx,bx)
;-----
MOS_rdpos
public MOS_rdpos
proc near

```

```

push ebx
push edi
$biosCall MOS_OFFSET, 03h
mov edi, 12+PAT[esp]
movzx ecx, ch
mov [edi], ecx
mov edi, 16+PAT[esp]
movzx edx, dx
mov [edi], edx
mov edi, 20+PAT[esp]
movzx ebx, bx
mov [edi], ebx
movzx eax, ah
pop edi
pop ebx
MOS_rdpdos endp
include codeend.mac

mos_04.asm
include codebgn.mac
;
; マウスカーソル位置の設定
; MOS_setpos(dx, bx)
;
extrn mos_control_flg:dword
public MOS_setpos
proc near
test byte ptr ds:mos_control_flg, 2
jz push ebx
mov dx, 8+PAT[esp]
$biosCall MOS_OFFSET, 04h
movzx eax, ah
pop ebx
MOS_setpos_exit:
ret
MOS_setpos endp
include codeend.mac

mos_05.asm
include codebgn.mac
;
; ボタンの押下情報の読み取り
; MOS_rdon(al, ch, cl, dx, bx)
;
push ebx
push edi
$biosCall MOS_OFFSET, 03h
movzx ecx, ch
mov [edi], ecx
mov edi, 16+PAT[esp]
movzx edx, dx
mov [edi], edx
mov edi, 20+PAT[esp]
movzx ebx, bx
mov [edi], ebx
movzx eax, ah
pop edi
pop ebx
MOS_rdpdos endp
include codeend.mac

mos_06.asm
include codebgn.mac
;
; ボタンの開放情報の読み取り
; MOS_rdropen(al, ch, cl, dx, bx)
;
public MOS_rdropen
proc near
push ebx
push edi
mov al, 12+PAT[esp]
$biosCall MOS_OFFSET, 06h
movzx edx, dx
mov [edi], edx
mov edi, 28+PAT[esp]
movzx ebx, bx
mov [edi], ebx
movzx ebx, ch
mov [edi], ebx
movzx ebx, cl
mov [edi], ebx
movzx eax, ah
pop edi
pop ebx
MOS_rdropen endp
include codeend.mac

```

```

movzx ebx,cl
mov [edi],ebx
movsx eax,ah
pop edi
pop ebx
MOS_rdpopen
include codeend.mac

mos_07.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウスカーソルの水平移動範囲指定
; MOS_horizon(dx, bx)
;-----
extrn mos_control_flg:dword
public MOS_horizon
proc near
test byte ptr ds:mos_control_flg,4
jz ebx,8+PAT[esp]
push dx,8+PAT[esp]
mov bx,12+PAT[esp]
$BiosCall $BiosCall MOS_OFFSET,07h
movsx eax,ah
pop ebx
MOS_horizon_exit:
ret
MOS_horizon
include codeend.mac

mos_08.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウスカーソルの垂直移動範囲指定
; MOS_vertical(dx, bx)
;-----
extrn mos_control_flg:dword
public MOS_vertical
proc near
test byte ptr ds:mos_control_flg,8
jz push ebx
MOS_vertical
include codeend.mac

mov dx,8+PAT[esp]
mov bx,12+PAT[esp]
$BiosCall $BiosCall MOS_OFFSET,08h
movsx eax,ah
pop ebx
MOS_vertical_exit:
ret
MOS_vertical
include codeend.mac

mos_09.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウスカーソル形状の設定
; MOS_type(al, dh, dl, esi)
;-----
extrn mos_control_flg:dword
public MOS_type
proc near
test byte ptr ds:mos_control_flg,10h
jz esi
push esi
mov al,8+PAT[esp]
mov dh,12+PAT[esp]
mov dl,16+PAT[esp]
mov esi,20+PAT[esp]
$BiosCall $BiosCall MOS_OFFSET,09h
movsx eax,ah
pop esi
MOS_type_exit:
ret
MOS_type
include codeend.mac

mos_09c.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウスカーソル形状の設定 (システムROMパターン展開)
; 16色2画面合成用フルカラーマウス作成
; MOS_typeRom16(romno, x, y, buf, curcol, fuchicol)
;-----
SYSROM_SEG equ 108h
mos_yoko equ 32/8
mos_tate equ 32

```

```

;-----
extrn mos_control_fig:dword
public MOS_typeRom16
proc near
test byte ptr ds:mos_control_fig,10h
jz #exit2
push ebp
mov ebp,esp
push esi
push edi
push ds
push es
;-----
#set_segment:
cld
push ds
pop es
push dword ptr SYSROM_SEG ; es = システムROM
pop ds
movzx esi,byte ptr ss:[ebp+8] ; esi = アイコン番号
test esi,esi
jz short #error
dec esi
cmp esi,127
jbe short #main
mov ah,0ffh
jmp short #exit
shl esi,8
add esi,028000h
;-----
#set_cursor_size:
mov edi,ss:[ebp+20]
mov ax,2004h
; マウストロット数設定
stosw
push bl,ss:[ebp+24]
mov bh,ss:[ebp+28]
shl bl,4
shl ebx,4
; 2色→16色 変換データ長
; bl = カーソル色
; bh = カーソルのフチの色
; bh = 作業用データ
mov ecx,0408h
sub edx,edx
; これはサギだ!!!
not eax
xor eax,ds:[esi+128-4]
;-----
#loop:
mov bl,bh
shl edx,4
shr al,1
jnc short #skip01
;-----
#skip01:
shr bl,4
and bl,00001111b
or dl,bl
dec cl
short #loop
es:[edi],edx
add edi,4
shr eax,8
mov cl,8
dec ch
short #loop
dword ptr ss:[esp]
short #setup_loop
scx
#move_andpattern:
mov ecx,128/4
rep movsd
push es
pop ds
push dword ptr ROM_CSEG ; fs = TBIOS
pop es
mov esi,ss:[ebp+20]
mov dh,ss:[ebp+12]
mov dl,ss:[ebp+16]
mov ax,0902h
$biosCall12 MOS_OFFSET ; マウス形状変更
#exit:
pop es
pop ds
pop edi
pop esi
pop ebx
movsx eax,ah
leave
#exit2:
ret
MOS_typeRom16 endp
include codeend.mac
mos_09r.asm
include codebgn.mac
;-----
; MOSカーソル形状の設定 (システムROMパターン展開)
; MOS_typeRom(romno,x,y,buf)
;-----
SYSROM_SEG equ 108h

```

```

mos_yoko equ 32/8
mos_tate equ 32
;
;-----
extrn mos_control_flg:dword
public MOS_typeRom
proc near
test byte ptr ds:mos_control_flg,10h
jz short #exit2
push ebp
mov ebp,esp
push esi
push edi
push ds
push es
;
;-----
cld
push ds ; es = ds
pop es
push dword ptr SYSROM_SEG ; es = システムROM
pop ds
;
;-----
movzx esi,byte ptr ss:[ebp+8] ; esi = アイコン番号
test esi,esi
jz short #error
cmp esi,127
ja short #error ; アイコン番号 > 127 ?
shl esi,8
add esi,028000h
;
;-----
mov edi,ss:[ebp+20]
mov ax,2004h
stosw
mov ecx,128/4
;
;-----
lodsd
not eax
xor eax,ds:[esi+128-4]
stosd
dec ecx
juz short #loop
;
;-----
mov cl,128/4
rep movsd
;
;-----
push es
pop ds
push dword ptr ROM_CSEG ; es = TBIOS
pop es
mov esi,ss:[ebp+20]
mov dh,ss:[ebp+12]
mov dl,ss:[ebp+16]
;
;-----
mov ax,0901h
$biosCall2 MOS_OFFSET ; マウス形状変更
;
;-----
pop es
pop ds
pop edi
pop esi
movsx eax,ah
leave
;
;-----
ret
#error:
mov ah,Offh
jmp short #exit
;
;-----
MOS_typeRom endp
include codeend.mac
;
;-----
mos_0a.asm
include codebgn.mac
;
;-----
; -----
; マウスの移動距離の読み取り
; MOS_motion(dx, bx)
; -----
;
;-----
public MOS_motion
proc near
push ebx
push edi
$biosCall MOS_OFFSET,0ah
mov edi,12+PAT[esp]
movsx edx,dx
mov [edi],edx
mov edi,16+PAT[esp]
movsx ebx,bx
mov [edi],ebx
movsx eax,ah
pop edi
pop ebx
ret
;
;-----
MOS_motion endp
include codeend.mac
;
;-----
mos_0b.asm
include codebgn.mac
;
;-----

```

```

;-----;
; ユーザ定義サブルーチンの呼び出し条件の設定 ;
; MOS_entsub(dx,edi) ;
;-----;
MOS_entsub
    public MOS_entsub
    proc near
    ds
    push esi
    mov dx,12+PAT[esp]
    mov esi,16+PAT[esp]
    push cs
    pop ds
    $biosCall MOS_OFFSET,0bh
    movsx eax,ah
    pop esi
    pop ds
    ret
MOS_entsub endp
include codeend.mac

mos_0c.asm
include codebgn.mac

;-----;
; バルス数/画素比の設定 ;
; MOS_pulse(dh,dl) ;
;-----;
MOS_pulse
    public MOS_pulse
    proc near
    dh,4+PAT[esp]
    mov dl,8+PAT[esp]
    $biosCall MOS_OFFSET,0ch
    movsx eax,ah
    ret
MOS_pulse endp
include codeend.mac

mos_0d.asm
include codebgn.mac

;-----;
; マウス解像度の設定 ;
; MOS_resolution(al) ;
;-----;
MOS_resolution
    public MOS_resolution
    proc near
    mov al,4+PAT[esp]
    mov dx,8+PAT[esp]
    $biosCall MOS_OFFSET,0dh
    movsx eax,ah
    ret
MOS_resolution endp
include codeend.mac

mos_0e.asm
include codebgn.mac

;-----;
; マウス書き込みページの指定 ;
; MOS_writePage(al) ;
;-----;
MOS_writePage
    public MOS_writePage
    proc near

```

```

mov     al,4+PAT[esp]
$biosCall   MOS_OFFSET,0eh
movsx   eax,ah
ret
MOS_writePage  endp
include codeend.mac

mos_0f.asm
include codebgn.mac
; -----
; マウスカーソルの水平消去範囲の設定
; MOS_viewHorizon(al,dx,bx)
; -----
extrn  mos_control_flg:dword
public MOS_viewHorizon
proc near
test   ptr ds:mos_control_flg,20h
jz     ebx
push  ebx
mov   al,8+PAT[esp]
mov   dx,12+PAT[esp]
mov   bx,16+PAT[esp]
$biosCall   MOS_OFFSET,11h
movsx  eax,ah
pop    ebx
MOS_viewHorizon_exit:
ret
MOS_viewHorizon  endp
include codeend.mac

mos_10.asm
include codebgn.mac
; -----
; マウススタイルの設定
; MOS_tilePattern(bh,bl,esi)
; -----
public MOS_tilePattern
proc near
push  ebx
push  esi
mov   bh,12+PAT[esp]
mov   bl,16+PAT[esp]
mov   esi,20+PAT[esp]
$biosCall   MOS_OFFSET,010h
movsx  eax,ah
pop    esi
pop    ebx
ret
MOS_tilePattern  endp

```

```

MOS_resolutionHandle proc near
    mov     al,ss:[esp+4]
    $biosCall MOS_OFFSET,15h
    movsx  eax,ah
    ret
endp

MOS_resolutionHandle include codeend.mac

MOS_gc.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウスコントロールの取得
; MOS_getControl()
;-----
extrn mos_control_flg:dword
public MOS_getControl
proc near
    mov     eax,ds:mos_control_flg
    ret
endp

MOS_getControl include codeend.mac

MOS_ge.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウスイベントルーチンの読みだし
; MOS_getEvent()
;-----
extrn mos_event_adr:dword
public MOS_getEvent
proc near
    pushfd
    cli
    mov     eax,ds:mos_event_adr
    popfd
    ret
endp

MOS_getEvent include codeend.mac

mos.int.asm
include codeend.mac

```

```

ret
endp

MOS_viewVertical include codeend.mac

mos_13.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウスボタンの左右入れ換え
; int MOS_btnXchg(int sw);
;-----
public MOS_btnXchg
proc near
    mov     al,ss:[esp+4]
    $biosCall MOS_OFFSET,13h
    movsx  eax,ah
    ret
endp

MOS_btnXchg include codeend.mac

mos_14.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウスの加速度検出機能の有効/無効の設定
; int MOS_acceleration(int sw);
;-----
public MOS_acceleration
proc near
    mov     al,ss:[esp+4]
    $biosCall MOS_OFFSET,14h
    movsx  eax,ah
    ret
endp

MOS_acceleration include codeend.mac

mos_15.asm
include codebgn.mac
;-----
; 番号によるマウス仮想画面の設定
; MOS_resolutionHandle(int num);
;-----
public MOS_resolutionHandle

```

```

include codebgn.mac
;-----
; マウスのポート読み込み
; MOS_int()
;-----
MOS_int
    public MOS_int
    proc near
    push fs
    push dword ptr ROM_CSEG
    pop ptr fs
    call dword ptr fs:[MOSINT_OFFSET]
    pop ptr fs
    ret
    endp
MOS_int
include codeend.mac

mos.pe.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウスポーリングインタフェースの動作終了
; MOSP_end()
;-----
MOSP_end
    public MOSP_end
    proc near
    $biosCall MOS_OFFSET,01h
    movsx eax,ah
    ret
    endp
MOSP_end
include codeend.mac

mos.ps.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウスポーリングインタフェースの動作開始
; MOSP_start(edi,ecx)
;-----
MOSP_start
    extrn mos_control_flg:dword
    public MOSP_start
    proc near
    push gs

```

```

edi
mov ds:mos_control_flg,7fh
ds
push ds
pop gs
edi,12+PAT[esp]
mov ecx,16+PAI[esp]
$biosCall MOS_OFFSET,00h
movsx eax,ah
pop edi
pop gs
MOSP_start
endp
include codeend.mac

mos.sc.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウスコントロールの登録
; MOS_setControl()
;-----
MOS_setControl
    extrn mos_control_flg:dword
    public MOS_setControl
    proc near
    mov eax,ss:[esp+4]
    mov ds:mos_control_flg,eax
    xor eax,eax
    ret
    endp
MOS_setControl
include codeend.mac

mos.se.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウスイベントルーチンの登録
; MOS_setEvent(void *func())
;-----
MOS_setEvent
    equ 003h
    extrn mos_event_adr:dword
    public MOS_setEvent
    proc near
    mov eax,ss:[esp+4]
    mov ds:mos_event_adr,eax
    push ds
    push esi

```

```

pushfd
cli
push gs
push fs
push es
push ds
push cs
push offset user_hook
mov esi,esp
push ss
pop ds
mov al,MOS_eventnum
$biosCall INT_OFFSET,06h
add esp,24
popfd
pop esi
pop ds
xor eax,eax
ret

MOS_setEvent
align 4
proc
eax,dword ptr ds:[mos_event_adr]
mov eax,eax
test eax,eax
jz short #no_event
call eax

#no_event:
ret
user_hook
endp
include codeend.mac

mos_rev.asm
include codebgn.mac
;-----
;
; マウスイベントの復元
; void MOS_restoreEvent( void *buff );
;-----
saveEventStruc struc
save_cause dd ?
save_offset dd ?
save_segment dd ?
save_area dd 6 dup(?)
saveEventStruc ends
;-----
MOS_restoreEvent public MOS_restoreEvent
proc near
push es
push esi

```

サブルーチンの読取

マウスイベントの退避

マウスイベントの解除

ダミールーチンの登録

```

save_mosedisp dd 0
save_mosevent dd dup(?)
save_skbevent dd dup(?)
;
; 表示状態保存フラグ
; マウスイベント回避領域
; SKBイベント回避領域
;
include dataend.mac

```

## C.5 フォントBIOSサンプル

```

fnt_00.asm
include codebgn.mac

public FNT_ankAddr
proc near
push ds
push ebx
push esi
mov al,0
mov dh,16+PAT[esp]
mov dl,20+PAT[esp]
mov bl,24+PAT[esp]
$biosCall FNT_OFFSET,00h
mov ebx,28+PAT[esp]
sub edx,edx
mov dx,de
mov ds,8+PAT[esp]
mov [ebx],edx
mov ebx,32+PAT[esp]
mov [ebx],esi
movsx eax,dh
pop esi
pop ebx
pop ds
ret
FNT_ankAddr endp

include codeend.mac

fnt_00a.asm
include codebgn.mac

```

```

push dword ptr ROM_CSEG
pop es
esi,ss:[esp+12]
mov edx,ds:[esi+save_cause]
push esi
push ds
esi,pword ptr ds:[esi+save_offset]
ah,0bh
prord ptr es:[MOS_OFFSET]
ds
pop esi
esi,[esi+save_area]
lea ax,0603h
call prord ptr es:[INT_OFFSET]
pop esi
pop es
ret
MOS_restoreEvent
;
include codeend.mac

mosstk.asm
include databgn.mac

public TBIOSSTK_bottom
db 768*768+256 dup(0)
byte
include dataend.mac

moswork.asm
include databgn.mac
;
public skb_event_adr
public mos_event_adr
public mos_control_flg
public moswork_adr
public moswork_seg
public save_mosedisp
public save_mosevent
public save_skbevent
;
align 4
skb_event_adr dd 0
mos_event_adr dd 0
mos_control_flg dd 0
moswork_adr dd 0
moswork_seg dw 0
;
; skb event address
; call event address
; mouse control flag
; mouse address (チェック用)
; mouse segment (チェック用)

```



```

FNT_jisToSjis proc near
    push ebx
    mov bx,8+PAT[esp]
    $biosCall FNT_OFFSET,03H
    movzx eax,bx
    pop ebx
    ret
FNT_jisToSjis endp
include codeend.mac

sndlib.asm
page ,132
-----
Sound bios C library for Townes
-----
include sndlib.h
-----
extrn sound_bios :near
-----
.386p
assume cs:SND_code,ds:SND_data
group SND_data
segment dword public 'DATA' use32

public timer_a_int
public timer_b_int
public timer_sub_int
public polling_sub_int
dd ? ;timer A INT subroutine address
dd ? ;timer B INT subroutine address
dd ? ;timer sub INT subroutine address
dd ? ;int 13 polling subroutine address

SND_data ends
-----
Program Main
-----
CGROUP
SND_code
group SND_code
segment dword public 'CODE' use32
db "TOWNS SOUND LIBRARY by Y.Miyazawa"
db "COPYRIGHT (C) 1991 FUJITSU LIMITED"
-----
int SND_init(work)
unsigned char *work;
; スタックに積んだEAXレジスタを書き換えています
-----
SETEAX macro data
mov ss:[ebp-4],data
endm
-----
extrn TBIOSSTK_bottom:byte
align 4

```

```

FNT_jisToSjis proc near
    push ebx
    mov bx,8+PAT[esp]
    $biosCall FNT_OFFSET,03H
    movzx eax,bx
    pop ebx
    ret
FNT_jisToSjis endp
include codeend.mac

```

## C.6 サウンドBIOSサンプル

```

codebgn.mac
page ,132
CGROUP
SND_code
segment dword public 'CODE' use32
include sndlib.h
ends

codeend.mac
SND_code
end

sndstk.asm
.386p
group SND_data
segment dword public 'DATA' use32
public TBIOSSTK_bottom
db 768+768+256 dup(0)
TBIOSSTK_bottom label byte
SND_data
ends

```

```

SND_init
public SND_init
proc near
    push ebp
    mov ebp,esp
    pushad
    pushfd
    push es
    push fs
    gs
    push dword ptr ROM_CSEG ; fs = 110h
    pop fs

#version_check:
    xor eax,eax
    cmp fs:[INT_OFFSET],eax
    jz short #error

#work_init:
    mov eax,offset #dummy_return; EUP ドライバ初期化処理
    mov ds:timer_a_int,eax
    mov ds:timer_b_int,eax
    mov ds:timer_sub_int,eax
    mov ds:polling_sub_int,eax

#volume_taihi:
    call evol_read

#sound_init:
    cli
    push ds
    pop gs
    mov edi,ss:[ebp+8]
    $biosCall2 SND_OFFSET,00h ; SOUND-BIOS 初期化

#volume_repair:
    call evol_set
    test al,al
    jz short #init_handler

#error:
    xor eax,eax
    inc eax
    SETEAX eax
    jmp short #exit

#init_handler:
    mov edx,offset TBIOSSTK_bottom
    $biosCall2 INT_OFFSET,03h ; SND ハンドラ初期化
    test eax,eax
    jz short #timer_set

#call_extender:
    mov cl,INT_TYPE_SOUND
    mov ax,02502h
    int 21h
    jc short #error
    call #save_native
    mov cl,INT_TYPE_SOUND
    mov ax,02503h
    int 21h ; real mode vector read
; real mode vector read
; timer A start
; timer A stop
; timer B start
; save native offset
; save native segment
; save real offset
; save real segment
; dummy_return:
; 割り込みベクタの登録

```

```

ret
SND_init      endp
;-----
;int SND_end()
;-----
align 4
public SND_end
proc near
push ebx
push fs
push dword ptr ROM_CSEG
pop fs
pushfd

#event_clear:
cli
mov al,0
call #intbios
mov al,1
call #intbios
mov al,2
call #intbios
mov al,5
call #intbios

#volume_taihi:
call evol_read

#handler_reset:
xor ah,ah
call sound_bios

#volume_repair:
call evol_set
xor bh,bh
mov dx,2c00h
mov ah,11h
call sound_bios
$bioscall2 INT_OFFSET,04h
test eax,edx
jz short #mouse_change

#sound_reset:
push ds
mov al,4
call #sysbios
shl edx,16
push edx
mov al,3
call #sysbios
pop ebx
add ebx,edx
mov al,2
call #sysbios
mov ds,dx
mov al,1

```

```

; read native offset
; vector reset

#sysbios
call cl,INT_TYPE_SOUND
mov ax,02507h
int 21h
pop ds

xor eax,edx
popfd
pop fs
pop ebx
ret

#mouse_change:
mov bl,0ffh
mov ecx,IBIOS_B_MOS
mov ah,16h
call sound_bios
jmp short #exit

#sysbios:
mov ah,31h
call pword ptr fs:[SYS_OFFSET]
ret

#intbios:
mov ah,07h
call pword ptr fs:[INT_OFFSET]
ret

SND_end
;-----
; 電子ポリアームの読み取り処理
;
; in: 無し
; out: bl = mute flag
;      ecx = Linein/CDin
;      edx = MICin/MODEMin

align 4
proc near
push ebx
xor bl,bl
mov ah,4ah
call #sndcall
mov ecx,edx
call #sndcall
mov ah,22h
call sysbios
mov bl,al
pop ebx
ret

#sndcall:

```

```

call    sndbios
shl    edx,16
inc    ebx
call    sndbios
inc    ebx
ret

sybios:
call    pword ptr fs:[SYS_OFFSET]
ret

sndbios:
call    pword ptr fs:[SND_OFFSET]
ret

evol_read    endp
;-----
;      電子ポリユームの復元処理
;
; in:    bl = mute flag
;        ecx = Lincin/CDin
;        edx = MICin/MODEMin
;
; out:   無し
;-----
evol_set    align 4
proc    near
push    eax
push    ebx
mov    ah,46h
call    sndbios
mov    bl,3
mov    ah,4bh
call    #sndcall
mov    ecx,ecx
call    #sndcall
pop    ebx
pop    eax
ret

#sndcall:
call    sndbios
shr    edx,16
dec    ebx
call    sndbios
dec    ebx
ret

evol_set    endp
;-----
;      SND_code
;-----
end

```

```

sound01.asm

```

```

include codebgn.mac
;-----
;int SND_key_on(ch,note,vol)
;int ch,note,vol;
;-----
SND_key_on    extrn    sound_bios    :near
public    SND_key_on
proc    near
push    ebx
push    edx
mov    bl,ss:[esp+12]
mov    dh,ss:[esp+16]
mov    dl,ss:[esp+20]
mov    ah,01h
call    sound_bios
pop    edx
pop    ebx
ret

SND_key_on    endp
include codeend.mac

```

```

sound02.asm

```

```

include codebgn.mac
;-----
;int SND_key_off(ch)
;int ch;
;-----
SND_key_off    extrn    sound_bios    :near
public    SND_key_off
proc    near
push    ebx
mov    bl,ss:[esp+8]
mov    ah,02h
call    sound_bios
pop    ebx
ret

SND_key_off    endp
include codeend.mac

```

```

sound03.asm

```

```

evol_set    endp
;-----
;      SND_code
;-----
end

```

```

include codebgn.mac
;-----
;int SND_pan_set(ch,pan)
;int ch,pan;
;-----
SND_pan_set      extrn  sound_bios      :near
                  public SND_pan_set
                  proc   near
push  ebx
push  edx
mov   bl,ss:[esp+12]
mov   dl,ss:[esp+16]
mov   ah,03h
call  sound_bios
pop   edx
pop   ebx
ret

SND_pan_set      endp
include codeend.mac

sound04.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_inst_change(ch,inst)
;int ch,inst;
;-----
SND_inst_change  extrn  sound_bios      :near
                  public SND_inst_change
                  proc   near
push  ebx
push  edx
mov   bl,ss:[esp+12]
mov   dh,ss:[esp+16]
mov   ah,04h
call  sound_bios
pop   edx
pop   ebx
ret

SND_inst_change  endp
include codeend.mac

sound05.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_inst_write(ch,inst,buffer)
;int ch,inst;
;unsigned *buffer;
;-----
SND_inst_write   extrn  sound_bios      :near
                  public SND_inst_write
                  proc   near
push  ebp
mov   ebp,esp
push  ebx
push  edx
push  esi
mov   bl,ss:[ebp+8]
mov   dh,ss:[ebp+12]
mov   esi,ss:[ebp+16]
mov   ah,05h
call  sound_bios
pop   esi
pop   edx
pop   ebx
leave
ret

SND_inst_write   endp
include codeend.mac

sound06.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_inst_read(ch,inst,buffer)
;int ch,inst;
;unsigned char *buffer;
;-----
SND_inst_read    extrn  sound_bios      :near
                  public SND_inst_read
                  proc   near
push  ebp
mov   ebp,esp
push  ebx
push  edx
push  esi
mov   bl,ss:[ebp+8]
mov   dh,ss:[ebp+12]
mov   esi,ss:[ebp+16]
mov   ah,06h
call  sound_bios
pop   esi

```

```

pop     edx
pop     ebx
leave
ret

SND_inst_read  endp
include codeend.mac
    
```

sound07.asm

```

include codebgn.mac
;-----
;int SND_pitch_change(ch,pitch)
;int ch,pitch;
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_pitch_change
proc near
    push     ebx
    push     edx
    mov     bl,ss:[esp+12]
    mov     edx,ss:[esp+16]
    mov     ah,07h
    call    sound_bios
    pop     edx
    pop     ebx
    ret

SND_pitch_change  endp
include codeend.mac
    
```

sound08.asm

```

include codebgn.mac
;-----
;int SND_volume_change(ch,volume)
;int ch,volume;
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_volume_change
proc near
    push     ebx
    push     edx
    mov     bl,ss:[esp+12]
    mov     dl,ss:[esp+16]
    mov     ah,08h
    call    sound_bios
    
```

```

pop     edx
pop     ebx
ret

SND_volume_change  endp
include codeend.mac
    
```

sound09.asm

```

include codebgn.mac
;-----
;int SND_key_abort(ch)
;int ch;
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_key_abort
proc near
    push     ebx
    mov     bl,ss:[esp+8]
    mov     ah,09h
    call    sound_bios
    pop     ebx
    ret

SND_key_abort  endp
include codeend.mac
    
```

sound0a.asm

```

include codebgn.mac
;-----
;int SND_status(ch,command,*buffer)
;int ch;
;int command;
;char *buffer;
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_status
proc near
    push     ebp
    mov     ebp,esp
    push     ebx
    push     edx
    push     esi
    mov     bl,ss:[ebp+8]
    mov     edx,ss:[ebp+12]
    mov     esi,ss:[ebp+16]
    
```

```

mov ah,0ah
call sound_bios
pop esi
pop edx
pop ebx
leave
movzx eax,al
ret

SND_status  endp
include codeend.mac

sound10.asm
include codebgn.mac
;int SND_fm_write_save_data(bank,reg,data)
;int bank,reg,data;
;-----
extrn sound_bios2 :near
public SND_fm_read_status
proc near
push edx
mov ah,10h
call sound_bios2
movzx eax,dl
pop edx
ret
endp

SND_fm_read_status  endp
include codeend.mac

sound11.asm
include codebgn.mac
;int SND_fm_write_data(bank,reg,data)
;int bank,reg,data;
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_fm_write_data
proc near
push ebx
push edx
mov bh,ss:[esp+12]
mov dh,ss:[esp+16]
mov dl,ss:[esp+20]
mov ah,11h
;fm write
ret
endp

SND_fm_write_data  endp
include codeend.mac

sound13.asm
include codebgn.mac
;int SND_fm_write_save_data(bank,reg,data)
;int bank,reg,data;
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_fm_write_save_data
proc near
push ebx
push edx
mov bh,ss:[esp+12]
mov dh,ss:[esp+16]
mov dl,ss:[esp+20]
mov ah,13h
call sound_bios
pop edx
pop ebx
ret
endp

SND_fm_write_save_data  endp
include codeend.mac

sound14.asm
include codebgn.mac
;int SND_fm_read_save_data(bank,reg,data)
;int bank,reg;
;int *data;
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_fm_read_save_data
proc near
push ebp
mov ebp,esp
push ebx
push edx
;bank
;reg
;data
;fm write
ret
endp

SND_fm_read_save_data  endp
include codeend.mac

```

```

mov bh,[ebp+8]
mov dh,[ebp+12]
mov ah,14h
call sound_bios
movzx edx,d1
mov ebx,[ebp+16]
mov [ebx],edx
pop ecx
pop ebx
leave
ret

SND_fm_read_save_data endp
include codeend.mac

```

sound15.asm

```

include codebgn.mac
;-----
;int SND_fm_timer_a_set(sv,count)
;int sv,count;
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_fm_timer_a_set
SND_fm_timer_a_set proc near

```

```

push ebx
push ecx
mov bl,ss:[esp+12]
mov ecx,ss:[esp+16]
mov ah,15h
call sound_bios
pop ecx
pop ebx
ret

SND_fm_timer_a_set endp
include codeend.mac

```

sound16.asm

```

include codebgn.mac
;-----
;int SND_fm_timer_b_set(sv,count)
;int sv,count;
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_fm_timer_b_set
SND_fm_timer_b_set proc near

```

```

push ebx
push ecx
mov bl,ss:[esp+12]
mov ecx,ss:[esp+16]
mov ah,16h
call sound_bios
pop ecx
pop ebx
ret

SND_fm_timer_b_set endp
include codeend.mac

```

sound17.asm

```

include codebgn.mac
;-----
;int SND_fm_timer_a_start()
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_fm_timer_a_start
SND_fm_timer_a_start proc near

```

```

mov ah,17h
call sound_bios
ret

SND_fm_timer_a_start endp
include codeend.mac

```

sound18.asm

```

include codebgn.mac
;-----
;int SND_fm_timer_b_start()
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_fm_timer_b_start
SND_fm_timer_b_start proc near

```

```

mov ah,18h
call sound_bios
ret

SND_fm_timer_b_start endp
include codeend.mac

```

```

sound19.asm
include codebgn.mac
;-----
;int snd_fm_lfo_set()
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_fm_lfo_set
proc near
push edx
mov dl,ss:[esp+8]
mov ah,19h
call sound_bios
pop edx
ret

SND_fm_lfo_set endp
include codeend.mac

sound20.asm
include codebgn.mac
;-----
;int snd_pcm_wave_set(buffer,wave_addr,size)
;unsigned *buffer;
;unsigned *wave_addr;
;int size;
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_wave_set
proc near
push ebp
mov ebp,esp
push esi
push ebx
push ecx
mov esi,ss:[ebp+8]
mov ebx,ss:[ebp+12]
mov ecx,ss:[ebp+16]
mov ah,20h
call sound_bios
pop ecx
pop ebx
pop esi
leave
movzx eax,al
ret

SND_pcm_wave_set endp
include codeend.mac

sound21.asm
include codebgn.mac
;-----
;int snd_pcm_mode_set(ch)
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_mode_set
proc near
push ebx
mov bl,ss:[esp+8]
mov ah,21h
call sound_bios
pop ebx
ret

SND_pcm_mode_set endp
include codeend.mac

sound22.asm
include codebgn.mac
;-----
;int snd_pcm_sound_set(work)
;unsigned char *work;
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_sound_set
proc near
push esi
mov esi,ss:[esp+8]
mov ah,22h
call sound_bios
pop esi
ret

SND_pcm_sound_set endp
include codeend.mac

sound23.asm
include codebgn.mac
;-----
;int snd_fm_lfo_set()
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_fm_lfo_set
proc near
push edx
mov dl,ss:[esp+8]
mov ah,19h
call sound_bios
pop edx
ret

SND_fm_lfo_set endp
include codeend.mac

sound20.asm
include codebgn.mac
;-----
;int snd_pcm_wave_set(buffer,wave_addr,size)
;unsigned *buffer;
;unsigned *wave_addr;
;int size;
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_wave_set
proc near
push ebp
mov ebp,esp
push esi
push ebx
push ecx
mov esi,ss:[ebp+8]
mov ebx,ss:[ebp+12]
mov ecx,ss:[ebp+16]
mov ah,20h
call sound_bios
pop ecx
pop ebx
pop esi
leave
movzx eax,al
ret

SND_pcm_wave_set endp
include codeend.mac

sound21.asm
include codebgn.mac
;-----
;int snd_pcm_mode_set(ch)
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_mode_set
proc near
push ebx
mov bl,ss:[esp+8]
mov ah,21h
call sound_bios
pop ebx
ret

SND_pcm_mode_set endp
include codeend.mac

sound22.asm
include codebgn.mac
;-----
;int snd_pcm_sound_set(work)
;unsigned char *work;
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_sound_set
proc near
push esi
mov esi,ss:[esp+8]
mov ah,22h
call sound_bios
pop esi
ret

SND_pcm_sound_set endp
include codeend.mac

sound23.asm
include codebgn.mac
;-----
;int snd_fm_lfo_set()
;-----
extrn sound_bios :near
public SND_fm_lfo_set
proc near
push edx
mov dl,ss:[esp+8]
mov ah,19h
call sound_bios
pop edx
ret

SND_fm_lfo_set endp
include codeend.mac

```

```

include codebgn.mac
:-----
;int SND_pcm_sound_delete(id)
;int id,
:-----
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_sound_delete
proc near
push edx
mov edx,ss:[esp+8]
;sound ID
;sound delete
mov ah,23h
call sound_bios
pop edx
ret
SND_pcm_sound_delete endp
include codeend.mac

sound24a.asm
include codebgn.mac
:-----
;int SND_pcm_rec2(freq, buff, size, trg)
;int freq;
;unsigned char *buff;
;int size;
;int trg;
:-----
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_rec2
proc near
push ebp
mov ebp,esp
push ebx
push ecx
push edx
push esi
mov edx,[ebp+8]
mov esi,[ebp+12]
mov ecx,[ebp+16]
mov bl,[ebp+20]
mov ah,24h
call sound_bios
;frequency
;buffer top
;buffer size
;trigger level
;pcm rec
pop esi
pop edx
pop ecx
pop ebx
leave
ret
SND_pcm_rec2 endp
include codeend.mac

sound24b.asm
include codebgn.mac
:-----
;int SND_pcm_sound_delete(id)
;int id,
:-----
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_sound_delete
proc near
push edx
mov edx,ss:[esp+8]
;sound ID
;sound delete
mov ah,23h
call sound_bios
pop edx
ret
SND_pcm_sound_delete endp
include codeend.mac

sound24.asm
include codebgn.mac
:-----
;int SND_pcm_rec(freq, buff, size, trg)
;int freq;
;unsigned char *buff;
;int size;
;int trg;
:-----
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_rec
proc near
push ebp
mov ebp,esp
push ebx
push ecx
push edx
push esi
mov edx,[ebp+8]
mov esi,[ebp+12]
mov ecx,[ebp+16]
mov bl,[ebp+20]
mov ah,24h
call sound_bios
;frequency
;buffer top
;buffer size
;trigger level
;pcm rec
pop esi
pop edx
pop ecx
pop ebx
leave
ret
SND_pcm_rec endp
include codeend.mac

```

```

int SND_pcm_rec4(freq, buff, size, trg, sw, bunshu, event);
int freq;
unsigned char *buff;
int size;
int trg;
int sw;
int bunshu;
void event();

```

```

-----
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_rec4
proc

```

```

push ebp
mov ebp, esp
push ebx
push ecx
push edx
push esi

```

```

mov ah, 25h
push fs
push dword ptr ROM_CSEG
pop fs
call dword ptr fs: [SYS_OFFSET]
pop fs
push eax

```

```

;save mode

```

```

mov bl, 1
mov ah, 0bh
call sound_bios

```

```

mov ch, [ebp+24]
mov cl, [ebp+28]
mov edx, [ebp+32]
mov ds: levent_offset, edx
push ds
push cs
pop ds
mov ah, 26h
call sound_bios
pop ds

```

```

;mos button check data
; イベント分周数
; イベントのアドレス
;
; イベント仲介ルーチン
; ds = cs
; pcm_rec set

```

```

#pcm_rec:
mov edx, [ebp+8]
mov esi, [ebp+12]
mov ecx, [ebp+16]
mov bl, [ebp+20]
mov ah, 24h
pushfd
cli
call sound_bios
popfd

```

```

include codebgn.mac

```

```

int SND_pcm_rec3(freq, buff, size, trg)
int freq;
unsigned char *buff;
int size;
int trg;

```

```

-----
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_rec3
proc

```

```

push ebp
mov ebp, esp
push ebx
push ecx
push edx
push esi
mov edx, [ebp+8]
mov esi, [ebp+12]
mov ecx, [ebp+16]
mov bl, [ebp+20]
mov ah, 24h
pushfd
cli
call sound_bios
popfd
pop ebx
pop ecx
pop edx
leave
ret

```

```

;frequency
;buffer top
;buffer size
;trigger level
;pcm_rec

```

```

SND_pcm_rec3 endp
include codeend.mac

```

```

sound24c.asm

```

```

include sndlib.h

```

```

.386p
assume cs:SND_code, ds:SND_data
DGROUP group SND_data
SND_data segment dword public 'DATA' use32
event_offset dd ?
SND_data ends

```

```

CGROUP group SND_code
SND_code segment dword public 'CODE' use32

```



```

#exit:
    pop     fs
    pop     ds
    pop     edi
    pop     esi
    pop     edx
    pop     ebx
    leave
    ret

#error:
    xor     eax, eax
    dec     eax
    jmp     short #exit
endp

SND_pcm_play_rom
include codeend.mac

sound26.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_pcm_rec_stop()
;-----
    extrn sound_bios :near
    public SND_pcm_rec_stop
    proc    near
        mov     ah, 26h
        call    sound_bios
        ret
    endp

SND_pcm_rec_stop
include codeend.mac

sound27.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_pcm_play_stop(ch)
;-----
    extrn sound_bios :near
    public SND_pcm_play_stop
    proc    near
        push    ebx
        mov     bl, ss: [esp+8]
        mov     ah, 27h
        call    sound_bios
        ret
    endp

;pcm voice mode play

sound28.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_pcm_status(ch)
;-----
    extrn sound_bios :near
    public SND_pcm_status
    proc    near
        push    ebx
        push    edx
        mov     bl, ss: [esp+12]
        mov     ah, 28h
        call    sound_bios
        test    eax, eax
        jnz     short #skip
        movsx   eax, dl
        pop     edx
        pop     ebx
        ret
    endp
;channel
;pcm voice mode play

#skip:
    pop     edx
    pop     ebx
    ret

SND_pcm_status
include codeend.mac

sound29.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_pcm_abort()
;-----
    extrn sound_bios :near
    public SND_pcm_abort
    proc    near
        mov     ah, 29h
        call    sound_bios
        ret
    endp
;pcm abort

```

```

SND_pcm_abort  endp
include codeend.mac

sound2a.asm
include codebgn.mac
;-----;
;int SND_pcm_wave_read(wave_addr,buffer,size)
;unsigned *wave_addr;
;unsigned *buffer;
;int size;
;-----;
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_wave_read
proc near
push ebp
mov ebp,esp
push esi
push ebx
push ecx
mov ebx,ss:[ebp+8]
mov esi,ss:[ebp+12]
mov ecx,ss:[ebp+16]
mov ah,2ah
call sound_bios
pop ecx
pop ebx
pop esi
leave
movzx eax,al
ret

SND_pcm_wave_read  endp
include codeend.mac

sound2c.asm
include codebgn.mac
;-----;
;int SND_pcm_wave_write(buffer,wave_addr,size)
;unsigned *buffer;
;unsigned *wave_addr;
;int size;
;-----;
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_wave_write
proc near
push ebp
mov ebp,esp
push esi
push ebx
push ecx
mov esi,[ebp+8]
mov ebx,[ebp+12]
mov ecx,[ebp+16]
mov ah,2ch
call sound_bios
pop ecx
pop ebx
pop esi
leave
movzx eax,al
ret

SND_pcm_wave_write  endp
include codeend.mac

sound2b.asm
include codebgn.mac
;-----;
;int SND_pcm_wave_move(wave_source,wave_destination,size)
;unsigned *wave_source;
;unsigned *wave_destination;
;int size;
;-----;
extrn sound_bios :near
public SND_pcm_wave_move
proc near
push ebp
mov ebp,esp
push esi
push ebx
push ecx
mov esi,[ebp+8]
mov ebx,[ebp+12]
mov ecx,[ebp+16]
mov ah,2ah
call sound_bios
pop ecx
pop ebx
pop esi
leave
movzx eax,al
ret

SND_pcm_wave_move  endp
include codeend.mac

```

```

mov     eax,[ebp+20]           ;rom number
push   dword ptr VOICE_SEG
pop     ds
push   dword ptr ROM_CSEG
pop     fs
lgs    edi,pword ptr fs:[SNDWORK_OFFSET];work address
mov     esi,VOICE_OFFSET
cmp     ds:[esi],eax
jb     short #error
test   eax,eax
jz     short #error
mov     eax,[esi+eax*4]
add     esi,eax
mov     ah,2eh
call   pword ptr fs:[SND_OFFSET]
movzx  eax,al

#exit:
pop     gs
pop     fs
pop     ds
pop     edi
pop     esi
pop     edx
pop     ebx
leave
ret

#error:
xor     eax,eax
dec     eax
jmp     short #exit

SND_pcm_play2_rom
include codeend.mac

sound2e2.asm
include codebgn.mac
;int SND_pcm_play2(ch,note,volume,buffer)
;int ch;
;int note;
;int volume;
;unsigned char *buffer;
;-----
extrn  sound_bios :near
public SND_pcm_play2
proc  near
push  ebp
mov   ebp,esp
push  ebx
push  esi
push  edi
push  ds
push  fs
push  gs
bl   [ebp+8]
mov  di,[ebp+12]
mov  di,[ebp+16]
;channel
;note
;volume
;-----
endp

```

```

include codeend.mac

sound2d.asm
include codebgn.mac
;int SND_pcm_sound_get( int ID , char *buf );
;-----
extrn  sound_bios :near
public SND_pcm_sound_get
proc  near
esi
push  edx,ss:[esp+08]
mov   esi,ss:[esp+12]
mov   ah,02dh
call  sound_bios
pop   esi
ret
endp

SND_pcm_sound_get
include codeend.mac

sound2e1.asm
include codebgn.mac
;int SND_pcm_play2_rom(ch,note,volume,rom_no);
;int ch;
;int note;
;int volume;
;int rom_no;
;-----
VOICE_SEG equ 148h
VOICE_OFFSET equ 40000h
;-----
public SND_pcm_play2_rom
proc  near
push  ebp
mov   ebp,esp
push  ebx
push  edx
push  esi
push  edi
push  ds
push  fs
push  gs
bl   [ebp+8]
mov  di,[ebp+12]
mov  di,[ebp+16]
;channel
;note
;volume
;-----
endp

```

```

push edx
push esi
mov bl,[ebp+8]
mov dh,[ebp+12]
mov dl,[ebp+16]
mov esi,[ebp+20]
mov ah,2eh
call sound_bios
pop esi
pop edx
pop ebx
leave
ret

SND_pcm_play2 endp
include codeend.mac

sound40.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_joy_in_1(port,status)
;int port,*status;
;-----
extrn sound_bios2
public SND_joy_in_1
proc near
push ebp
mov ebp,esp
push edx
mov dh,ss:[ebp+8]
mov ah,40h
call sound_bios2
movzx eax,dl
mov edx,ss:[ebp+12]
mov [edx],eax
xor eax,eax
pop ebx
leave
ret

SND_joy_in_1 endp
include codeend.mac

sound41.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_joy_in_2(port,status)
;int port,*status;
;-----
extrn sound_bios2
public SND_joy_in_2
proc near
push ebp
mov ebp,esp
push edx
mov dh,ss:[ebp+8]
mov ah,41h
call sound_bios2
movzx eax,dl
mov edx,ss:[ebp+12]
mov [edx],eax
xor eax,eax
pop ebx
leave
ret

SND_joy_in_2 endp
include codeend.mac

sound42.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_joy_out(data,status1,status2)
;int data,*status1,*status2;
;-----
extrn sound_bios2
public SND_joy_out
proc near
push ebp
mov ebp,esp
push ebx
push edx
push esi
mov bl,ss:[ebp+8]
mov ah,42h
call sound_bios2
mov esi,ss:[ebp+12]
movzx eax,dh
mov [esi],eax
mov esi,ss:[ebp+16]
movzx eax,dl
mov [esi],eax
xor eax,eax
pop ebx
pop esi

```

```

pop     edx
pop     ebx
leave
ret

SND_joy_out  endp
include codeend.mac

sound43.asm
include codebgn.mac
:-----:
: int SND_elevol_set(num, l_vol, r_vol)
: int num, l_vol, r_vol;
:-----:
extrn  sound_bios2      :near
public SND_elevol_set
near
push  ebx
push  edx
mov   bl, ss: [esp+12]
mov   dh, ss: [esp+16]
mov   dl, ss: [esp+20]
mov   ah, 43h
call  sound_bios2
pop   edx
pop   ebx
ret

SND_elevol_set  endp
include codeend.mac

sound44.asm
include codebgn.mac
:-----:
: int SND_elevol_init()
:-----:
extrn  sound_bios2      :near
public SND_elevol_init
near
mov   ah, 44h
call  sound_bios2
ret

SND_elevol_init  endp
include codeend.mac

sound45.asm
include codebgn.mac
:-----:
: int SND_elevol_read(num, l_vol, r_vol)
: int num, l_vol, r_vol;
:-----:
extrn  sound_bios2      :near
public SND_elevol_read
near
push  ebx
push  edx
push  esi
mov   bl, ss: [esp+16]
ah, 45h
call  sound_bios2
movzx ebx, dh
mov   esi, ss: [esp+20]
[esi], ebx
movzx ebx, dl
mov   esi, ss: [esp+24]
[esi], ebx
pop   esi
pop   edx
pop   ebx
ret

SND_elevol_read  endp
include codeend.mac

sound46.asm
include codebgn.mac
:-----:
: int SND_elevol_mute(sw)
:-----:
extrn  sound_bios2      :near
public SND_elevol_mute
near
push  ebx
mov   bl, ss: [esp+8]
mov   ah, 46h
call  sound_bios2
pop   ebx
ret

SND_elevol_mute  endp
include codeend.mac

```

```

;int SND_elevol_all_mute(sw)
;-----
extrn sound_bios2 :near
public SND_elevol_all_mute
proc near
    edx
    dl,ss:[esp+8]
    mov ah,49h
    call sound_bios2
    pop edx
    ret

SND_elevol_all_mute endp
include codeend.mac

sounden1.asm
include codebgn.mac
;-----
; sound bios entry point
;-----
public SND_driver
public sound_bios
proc near
    fs
    push gs
    push edi
    push dword ptr ROM_CSEG
    pop fs
    lgs edi,pword ptr fs:[SNDWORK_OFFSET]
    call pword ptr fs:[SND_OFFSET]
    movzx eax,al
    pop edi
    pop gs
    pop fs
    ret

sound_bios endp
include codeend.mac

sounden2.asm
include codebgn.mac
;-----
; sound bios entry point
;-----
public sound_bios2

```

```

SND_elevol_mute endp
include codeend.mac

sound47.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_elevol_led_read()
;-----
extrn sound_bios2 :near
public SND_elevol_led_read
proc near
    edx
    ah,47h
    call sound_bios2
    movzx eax,dl
    pop edx
    ret

SND_elevol_led_read endp
include codeend.mac

sound48.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_elevol_led_set(sw)
;-----
extrn sound_bios2 :near
public SND_elevol_led_set
proc near
    edx
    mov dl,ss:[esp+8]
    mov ah,48h
    call sound_bios2
    pop edx
    ret

SND_elevol_led_set endp
include codeend.mac

sound49.asm
include codebgn.mac
;-----

```



```

sndevol.asm
include codebgn.mac
;int SND_get_elevel_set(int num,int *l_vol,int *r_vol)
;-----
public SND_get_elevel_set
proc near
mov al,ss:[esp+4]
$biosCall SYS_OFFSET,021h ;符号有りならエラー
test eax,eax
jg short #exit

#set_leftvolume:
mov edx,ss:[esp+8]
test edx,edx
jz short #set_rightvolume
movzx ecx,ah
mov ds:[edx],ecx

#set_rightvolume:
mov edx,ss:[esp+12]
test edx,edx
jz short #exit
movzx ecx,al
mov ds:[edx],ecx

#exit:
ret

SND_get_elevel_set
include codeend.mac

sndevolm.asm
include codebgn.mac
;int SND_get_elevel_mute(int *sw);
;-----
public SND_get_elevel_mute
proc near
$biosCall SYS_OFFSET,022h
mov edx,ss:[esp+4]
test edx,edx
jz short #exit
mov ds:[edx],eax

#exit:
ret

SND_get_elevel_mute
include codeend.mac

```

```

sndpig.asm
include codebgn.mac
;int SND_pcm_sound_ID_get( char *buf );
;-----
public SND_pcm_sound_ID_get
proc near
edx,ss:[esp+04]
ah,023h
;sound ID
SND_pcm_sound_ID_get
mov push fs
push dword ptr ROM_CSEG
pop fs
call dword ptr fs:[SYS_OFFSET]
pop fs
ret
SND_pcm_sound_ID_get
include codeend.mac

sndprmg.asm
include codebgn.mac
;int SND_pcm_mode_get( void );
;-----
public SND_pcm_mode_get
proc near
ah,024h
fs
push dword ptr ROM_CSEG
pop fs
call dword ptr fs:[SYS_OFFSET]
pop fs
ret
SND_pcm_mode_get
include codeend.mac

soundtas.asm
include codebgn.mac
;int SND_int_timer_a_set(addr)
;unsigned char *addr;
;-----
SND_timerAnum equ 0

```

```

extrn timer_a_int :dword
public SND_int_timer_a_set
proc near
eax,[esp+4]
mov ds:timer_a_int,eax
push ds
push esi
pushfd
cli
push gs
push fs
push es
push ds
push cs
push offset user_hook
mov esi,esp
push ss
pop ds
mov al,SND_timerEnum
$biosCall INT_OFFSET,06h
add esp,24
popfd
pop esi
pop ds
xor eax,eax
ret
SND_int_timer_a_set endp

align 4
user_hook far
call dword ptr ds:[timer_a_int]
ret
user_hook endp

include codeend.mac

soundtbs.asm
include codebgn.mac
;-----
;char *SND_int_timer_a_get()
;-----
extrn timer_a_int :dword
public SND_int_timer_a_get
proc near
mov eax,ds:timer_a_int
ret
SND_int_timer_a_get endp

include codeend.mac

soundtbg.asm
include codebgn.mac

```

```

push esi
pushfd
cli
push gs
push fs
push es
push ds
push cs
push offset user_hook
mov esi,esp
push ss
pop ds
mov al,SND_timerEnum
$biosCall INT_OFFSET,06h
add esp,24
popfd
pop esi
pop ds
xor eax,eax
ret
SND_int_timer_b_set endp

align 4
user_hook far
call dword ptr ds:[timer_b_int]
ret
user_hook endp

include codeend.mac

soundtag.asm
include codebgn.mac
;-----
;char *SND_int_timer_a_get()
;-----
extrn timer_a_int :dword
public SND_int_timer_a_get
proc near
mov eax,ds:timer_a_int
ret
SND_int_timer_a_get endp

include codeend.mac

soundtbg.asm
include codebgn.mac

```

```

user_hook      proc      far
               call     dword ptr ds:[timer_sub_int]
               ret
user_hook      endp
include codeend.mac

soundtsg.asm
include codebgn.mac
;char *SND_int_timer_sub_get()
;-----
extrn timer_sub_int :dword
public SND_int_timer_sub_get
SND_int_timer_sub_get  proc  near
mov     eax,ds:timer_sub_int
ret
endp

SND_int_timer_sub_get  endp
include codeend.mac

soundpss.asm
include codebgn.mac
;int SND_int_polling_sub_set(addr)
;char *addr;
;-----
KAKUSHI_num   equ     5
;-----
extrn polling_sub_int :dword
public SND_int_polling_sub_set
SND_int_polling_sub_set  proc  near
mov     eax,[esp+4]
push   ds
push   esi
pushfd
cli
push   gs
push   fs
push   es
push   ds
push   cs
push   offset user_hook
mov     esi,esp
push   ss
pop     ds
mov     al,SND_timerA2num
$biosCall    IWT_OFFSET,06h
add     esp,24
popfd
pop     esi
pop     ds
pop     cs
xor     eax,eax
ret
SND_int_timer_sub_set  endp
align 4

```

```

;char *SND_int_timer_b_get()
;-----
extrn timer_b_int :dword
public SND_int_timer_b_get
SND_int_timer_b_get  proc  near
mov     eax,ds:timer_b_int
ret
endp

SND_int_timer_b_get  endp
include codeend.mac

soundtss.asm
include codebgn.mac
;int SND_int_timer_sub_set(addr)
;char *addr;
;-----
SND_timerA2num equ 2
;-----
extrn timer_sub_int :dword
public SND_int_timer_sub_set
SND_int_timer_sub_set  proc  near
mov     eax,[esp+4]
mov     ds:timer_sub_int,eax
push   ds
push   esi
push   gs
push   fs
push   es
push   ds
push   cs
push   offset user_hook
mov     esi,esp
push   ss
pop     ds
mov     al,SND_timerA2num
$biosCall    IWT_OFFSET,06h
add     esp,24
popfd
pop     esi
pop     ds
pop     cs
xor     eax,eax
ret
SND_int_timer_sub_set  endp
align 4

```

```

ret
SND_get_int_status      endp
include codeend.mac

soundgbs.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_get_boot_status(void);
;-----
extrn TOS_cmosRead :near
public SND_get_boot_status
proc near
call TOS_cmosRead
push ds
push 60h
pop ds
exc,ecx
sub ds:[eax-2],cx
short #error
edx,[eax+148h]
eax,ds:[edx]
mov ds:[edx],cl

#exit:      pop ds
ret

#error:     sub  eax, eax
           dec  eax
           jmp short #exit
SND_get_boot_status      endp
include codeend.mac

soundiss.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_int_stack_set( void *para );
;-----
public SND_int_stack_set
proc near
push esi
mov esi,ss:[esp+8]
sub edx,edx
$biosCall
pop esi
ret
SND_int_stack_set      endp
include codeend.mac

```

---

```

pop ds
mov al,KAKUSHI_num
$biosCall INT_OFFSET,06h
add esp,24
popfd
pop esi
pop ds
xor eax,edx
ret
SND_int_polling_sub_set endp

align 4
proc far
call dword ptr ds:[polling_sub_int]
ret
user_hook      endp

include codeend.mac

soundpsg.asm
include codebgn.mac
;-----
;char *SND_int_polling_sub_get()
;-----
extrn polling_sub_int :dword
public SND_int_polling_sub_get
proc near
mov eax,ds:polling_sub_int
ret

SND_int_polling_sub_get endp
include codeend.mac

soundgis.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_get_int_status(void);
;-----
public SND_get_int_status
proc near
push fs
push dword ptr ROM_CSEG
pop fs
mov ah,009h
call dword ptr fs:[INT_OFFSET]
pop fs

```

```

EGB_getResolution    endp
include codeend.mac

sys_02.asm
include codebgn.mac

public EGB_getWritePage
proc near
    edx,edx             ; edx = offset
    ecx,ss:[esp+8]     ; ecx = segment
    $biosCall         SYS_OFFSET,02h
ret
EGB_getWritePage    endp
include codeend.mac

```

```

sys_03.asm
include codebgn.mac

public EGB_getDisplayPage
proc near
    $biosCall         SYS_OFFSET,03h

    mov     edx,ss:[esp+4]
    test    edx,edx
    jz     short #checknull_disp
    movzx   ecx,al
    mov     ds:[edx],ecx

#checknull_disp:
    mov     edx,ss:[esp+8]
    test    edx,edx
    jz     short #exit
    movzx   ecx,ah
    mov     ds:[edx],ecx

#exit:
    ret
EGB_getDisplayPage endp
include codeend.mac

```

```

sys_04.asm
include codebgn.mac

```

```

soundsg.asm
include codebgn.mac
;-----
;int SND_int_stack_get( void *para );
;-----
public SND_int_stack_get
proc near
    push    esi
    mov     esi,ss:[esp+8]
    sub     edx,edx
    $biosCall INT_OFFSET,0ch
    pop     esi
ret
SND_int_stack_get endp
include codeend.mac

```

## C.7 システム情報BIOSサンプル

```

sys_01.asm
include codebgn.mac

public EGB_getResolution
proc near
    $biosCall         SYS_OFFSET,01h

    mov     edx,ss:[esp+4]
    test    edx,edx
    jz     short #checknull_page1
    movzx   ecx,al
    mov     ds:[edx],ecx

#checknull_page1:
    mov     edx,ss:[esp+8]
    test    edx,edx
    jz     short #exit
    movzx   ecx,ah
    mov     ds:[edx],ecx

#exit:
    ret

```

```

public EGB_getDisplayStart
proc near
ci,ss:[esp+4]
mov ch,ss:[esp+8]
$biosCall SYS_OFFSET,04h

#checknull_x:
mov edx,ss:[esp+12]
edx,edx
test short #checknull_y
ecx,ax
mov ds:[edx],ecx

#checknull_y:
mov edx,ss:[esp+16]
edx,edx
test short #exit
ecx,eax
shr ecx,16
mov ds:[edx],ecx

#exit:
ret
EGB_getDisplayStart
include codeend.mac

sys_05.asm
include codebgn.mac

EGB_getPalette
proc near
al,ss:[esp+4]
mov edx,ss:[esp+8]
$biosCall SYS_OFFSET,05h
ret

EGB_getPalette
include codeend.mac

sys_06.asm
include codebgn.mac

EGB_getGa3
proc near
edx,ss:[esp+4]
$biosCall SYS_OFFSET,06h
ret

EGB_getGa3
include codeend.mac

```

```

include codeend.mac

sys_07.asm
include codebgn.mac

EGB_getGa4
public EGB_getGa4
proc near
edx,ss:[esp+4]
$biosCall SYS_OFFSET,07h
ret
endp

include codeend.mac

sys_08.asm
include codebgn.mac

EGB_setGa3
public EGB_setGa3
proc near
edx,ss:[esp+4]
$biosCall SYS_OFFSET,08h
ret
endp

include codeend.mac

sys_09.asm
include codebgn.mac

EGB_setGa4
public EGB_setGa4
proc near
edx,ss:[esp+4]
$biosCall SYS_OFFSET,09h
ret
endp

include codeend.mac

sys_0a.asm
include codebgn.mac

```

```

sys_0b.asm
include codebgn.mac

public EGB_getModeInfo
proc near
push ebp
mov ebp,esp
push ebx
push esi
mov al,ss:[ebp+8]
$biosCall SYS_OFFSET_0Ah
test eax,eax
jnz short #exit

#set_color:
mov esi,ss:[ebp+28]
test esi,esi
jz short #set_vx
mov ds:[esi],ecx

#set_vx:
mov esi,ss:[ebp+12]
test esi,esi
jz short #set_vy
movzx ecx,dx
mov ds:[esi],ecx

#set_vy:
mov esi,ss:[ebp+16]
test esi,esi
jz short #set_dx
mov ecx,edx
shr ecx,16
mov ds:[esi],ecx

#set_dx:
mov esi,ss:[ebp+20]
test esi,esi
jz short #set_dy
movzx ecx,bx
mov ds:[esi],ecx

#set_dy:
mov esi,ss:[ebp+24]
test esi,esi
jz short #exit
mov ecx,ebx
shr ecx,16
mov ds:[esi],ecx

#exit:
pop esi
pop ebx
leave
ret
EGB_getModeInfo endp
include codeend.mac

sys_11.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウス表示/消去の状態読み取り
; int MOS_getDisp(int *n,int *level);
;-----
;

public MOS_getDisp
proc near
$biosCall SYS_OFFSET_11h
mov ecx,ss:[esp+4]
test ecx,edx
jz short #set_level
movzx ecx,al
mov ds:[edx],ecx

#set_level:
mov ecx,ss:[esp+8]
test ecx,edx
jz short #exit
mov ecx,eax
shr ecx,16
mov ds:[edx],ecx

#exit:
ret
MOS_getDisp endp
include codeend.mac

sys_12.asm
include codebgn.mac

```

```

ret
MOS_getVertical endp
include codebegn.mac

sys_14.asm
include codebegn.mac
:-----
: サブルーチンの登録状態の読み取り
: int MOS_getEntsub(int *term,void (**sub_offset),int *sub_seg);
:-----
public MOS_GetEntsub
proc near
push ebx
$biosCall SYS_OFFSET,14h
#set_term:
mov ebx,ss:[esp+8]
mov ds:[ebx],eax
mov ebx,ss:[esp+12]
ds:[ebx],edx
mov ebx,ss:[esp+16]
mov ds:[ebx],ecx
pop ebx
ret
MOS_getEntsub endp
include codebegn.mac

sys_15.asm
include codebegn.mac
:-----
: ハルス数/画素比の設定値の読み取り
: int MOS_getPulse(int *x,int *y);
:-----
public MOS_getPulse
proc near
$biosCall SYS_OFFSET,15h
#set_x:
mov edx,ss:[esp+4]
test edx,edx
jz short #set_y
movzx ecx,ax
mov ds:[edx],ecx
#set_y:
mov edx,ss:[esp+8]

```

```

:-----
: マウスの水平移動範囲の読み取り
: int MOS_getHorizon(int *xmin,int *xmax);
:-----
public MOS_getHorizon
proc near
$biosCall SYS_OFFSET,12h
#set_min:
mov edx,ss:[esp+4]
test edx,edx
jz short #set_max
movzx ecx,ax
ds:[edx],ecx
#set_max:
mov edx,ss:[esp+8]
test edx,edx
jz short #exit
mov ecx,eax
shr ecx,16
ds:[edx],ecx
#exit:
ret
MOS_getHorizon endp
include codebegn.mac

sys_13.asm
include codebegn.mac
:-----
: マウスの垂直移動範囲の読み取り
: int MOS_getVertical(int *ymin,int *ymax);
:-----
public MOS_getVertical
proc near
$biosCall SYS_OFFSET,13h
#set_min:
mov edx,ss:[esp+4]
test edx,edx
jz short #set_max
movzx ecx,ax
ds:[edx],ecx
#set_max:
mov edx,ss:[esp+8]
test edx,edx
jz short #exit
mov ecx,eax
shr ecx,16
ds:[edx],ecx
#exit:

```

```

MOS_getWritePage $biosCall proc near
SYS_OFFSET,17h
ret
MOS_getWritePage endp
include codeend.mac

sys_18.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウスボタンの入れ換え状態の取得
; int MOS_getBtnXchg(int *sw);
;-----
public MOS_getBtnXchg
MOS_getBtnXchg proc near
$biosCall SYS_OFFSET,18h
mov edx,ss:[esp+4]
test edx,edx
jz short #exit
mov ds:[edx],eax
#exit: ret
MOS_getBtnXchg endp
include codeend.mac

sys_19.asm
include codebgn.mac
;-----
; マウスの加速度検出機能の動作状態の取得
; int MOS_getAcceleration(int *sw);
;-----
public MOS_getAcceleration
MOS_getAcceleration proc near
$biosCall SYS_OFFSET,19h
mov edx,ss:[esp+4]
test edx,edx
jz short #exit
mov ds:[edx],eax
#exit: ret
MOS_getAcceleration endp

```

```

test edx,edx
jz short #exit
mov ecx,eax
shr ecx,16
mov ds:[edx],ecx
#exit: ret
MOS_getPulse endp
include codeend.mac

sys_16.asm
include codebgn.mac
;-----
; 仮想画面の設定状態の読み取り
; int MOS_getResolution(int *page0,int *page1);
;-----
public MOS_getResolution
MOS_getResolution proc near
$biosCall SYS_OFFSET,16h
mov edx,ss:[esp+4]
test edx,edx
jz short #set_page1
movzx ecx,al
mov ds:[edx],ecx
#set_page0: mov edx,ss:[esp+8]
test edx,edx
jz short #exit
movzx ecx,ah
mov ds:[edx],ecx
#exit: ret
MOS_getResolution endp
include codeend.mac

sys_17.asm
include codebgn.mac
;-----
; 書き込みページの読み取り
; int MOS_getWritePage(void);
;-----
public MOS_getWritePage

```



```

sys_44.asm
include codebgn.mac
;-----
; 現在表示可能なページの取得
; EGB_getActivePage( int handle, void *display );
;-----
public EGB_getActivePage
proc near
dx,ss:[esp+4]
$biosCall
mov edx,ss:[esp+8]
test edx,edx
jz short #exit
mov ds:[edx],eax
#exit:
ret
EGB_getActivePage endp
include codeend.mac

```

```

sys_45.asm
include codebgn.mac
;-----
; ハレット有効ビットの取得
; EGB_getActivePalette( int handle, void *palette );
;-----
public EGB_getActivePalette
proc near
dx,ss:[esp+4]
mov ecx,ss:[esp+8]
$biosCall SYS_OFFSET,45h
ret
EGB_getActivePalette endp
include codeend.mac

```

```

sys_46.asm
include codebgn.mac
public EGB_getActiveBit
proc near
dx,ss:[esp+04]
mov ecx,ss:[esp+08]

```

```

EGB_getResolutionPage proc near
al,ss:[esp+4]
mov ecx,ss:[esp+8]
$biosCall SYS_OFFSET,41h
ret
EGB_getResolutionPage endp
include codeend.mac

```

```

sys_42.asm
include codebgn.mac
;-----
; 指定したピクセル数 (色数) での解像度の取得
; EGB_getResolutionMax( int video, void *color, void *buf );
;-----
public EGB_getResolutionMax
proc near
al,ss:[esp+4]
edx,ss:[esp+8]
mov ecx,ss:[esp+12]
$biosCall SYS_OFFSET,42h
ret
EGB_getResolutionMax endp
include codeend.mac

```

```

sys_43.asm
include codebgn.mac
;-----
; 画面モード番号での解像度の取得
; EGB_getResolutionMode( void *mode, void *buf );
;-----
public EGB_getResolutionMode
proc near
edx,ss:[esp+4]
mov ecx,ss:[esp+8]
$biosCall SYS_OFFSET,43h
ret
EGB_getResolutionMode endp
include codeend.mac

```

```

$biosCall SYS_OFFSET,46h
ret
EGB_getActiveBit endp
include codeend.mac

```

## C.8 拡張サウンドBIOSサンプル

```

wavlib.h
.xlist
;*****
; * Wave BIOS C Library for Towns OS V2.1 L30 or later
;*****
;-----
; * Program Name : WAV.LIB
; * File Name : WAVLIB.H
; * Function : Wave BIOS C ライブラリ 定義情報
;*****
;*****
; * ROM のセクタ値定義
;*****
ROM_SEG EQU 0110h
ROM_DSEG EQU 0116h
;*****
;*****
; * WAVE BIOS のオフセット値 (SOUND BIOS と同じ値)
;*****
WAV_OFFSET equ 0080h
;*****
; * ライブラリの入力値の取り出し
;*****
PRM1 EQU ss:[ebp+08]
PRM2 EQU ss:[ebp+12]
PRM3 EQU ss:[ebp+16]
PRM4 EQU ss:[ebp+20]
PRM5 EQU ss:[ebp+24]
PRM6 EQU ss:[ebp+28]
PRM7 EQU ss:[ebp+32]

```

```

PRM8 EQU ss:[ebp+36]
PRM9 EQU ss:[ebp+40]
;*****
; * 録音/再生前準備機能のパラメタの構造体
;*****
PREPAREPRM STRUC
dwDataOffset DD 0 ; 録音/再生データオフセット
wDataSelector DW 0 ; align 用折符
dwFuncOffset DD 0 ; 処理関数オフセット
wFuncSelector DW 0 ; 処理関数セレクタ
dwStackOffset DD 0 ; align 用折符
wStackSelector DW 0 ; ローカルスタックオフセット
wFuncDS DW 0 ; align 用折符
; 処理関数実行時に設定する DS
wFuncES DW 0 ; align 用折符
; 処理関数実行時に設定する ES
wFuncFS DW 0 ; align 用折符
; 処理関数実行時に設定する FS
wFuncGS DW 0 ; align 用折符
; 処理関数実行時に設定する GS
PREPAREPRM ENDS
;*****
; * リングバッファ関連テーブルアドレス定義領域の構造体
;*****
PUSHTABLE STRUC
dwRingOff DD 0 ; リングバッファアドレスオフセット
wRingSel DW 0 ; リングバッファアドレスセレクタ
dwRingCtrlOff DD 0 ; align 用折符
wRingCtrlSel DW 0 ; リングバッファ管理テーブルオフセット
PUSHTABLE ENDS
.list
codebgn.mac
page ,132
include ..\inc\wavlib.h
include ..\inc\wavlib.mac
.386p
assume cs:WAV_code,ds:WAV_data
group WAV_data
WAV_data segment dword public 'DATA' use32
ends
CGROUP group WAV_code

```





```

movzx  eax,al
pop     ebx
leave
ret
WAV_setVolume  endp
include ..\inc\codeend.mac

wav66.asm
include ..\inc\codebgn.mac
;*****
;* Wave BIOS C Library for Towns OS V2.1 L30 or later
;-----
;*
;* Entry Name : int WAV_getVolume( l_vol, r_vol );
;* Function   : 再生音量取得
;*
;*****
[入力]
int  *l_vol : 左音量 (0~127)
int  *r_vol : 右音量 (0~127)
;*****
[戻値]
= 0 : 正常終了
;*****
align 4
public WAV_getVolume
proc  near
push  ebp
push  ebx
push  ecx
push  edi
$biosCall  WAV_OFFSET,66h ; 再生音量取得
mov  edi,dword ptr PRM1 ; 左音量
movzx ecx,bl
mov  dword ptr [edi],ecx
mov  edi,dword ptr PRM2 ; 右音量
mov  cl,bh
mov  dword ptr [edi],ecx
movzx eax,al
pop   edi
;*****

```

```

;*****
align 4
public WAV_setMute
proc  near
push  ebp
mov   ebp,esp
push  ecx
mov   ecx,dword ptr PRM1
$biosCall  WAV_OFFSET,64h ; 再生音量のミュート
movzx eax,al
pop   ecx
leave
ret
WAV_setMute  endp
include ..\inc\codeend.mac

wav65.asm
include ..\inc\codebgn.mac
;*****
;* Wave BIOS C Library for Towns OS V2.1 L30 or later
;-----
;*
;* Entry Name : int WAV_setVolume( l_vol, r_vol );
;* Function   : 再生音量設定
;*
;*****
[入力]
int  l_vol : 左音量 (0~127)
int  r_vol : 右音量 (0~127)
;*****
[戻値]
= 0 : 正常終了
;*****
align 4
public WAV_setVolume
proc  near
push  ebp
mov   ebp,esp
push  ebx
mov   bl,byte ptr PRM1 ; 左音量
mov   bh,byte ptr PRM2 ; 右音量
$biosCall  WAV_OFFSET,65h ; 再生音量設定
;*****

```

```

pop     ecx
pop     ebx
leave
ret
endp
WAV_getVolume
include ..\inc\codeend.mac

wav07.asm
include ..\inc\codebgn.mac
;*****
;* Wave BIOS C Library for Towns OS V2.1 L30 or later
;*****
;-----
;* Entry Name : int WAV_getCapability( capa, freq ) ;
;* Function   : 録音/再生性能取得
;-----
;-----
; [入力]
; int *capa : 性能情報
; int freq : サンプリング周波数(単位:Hz)
;-----
; [戻値]
; = 0 : 正常終了
;-----
;*****
align 4
public WAV_getCapability
WAV_getCapability proc near
push  ebp
mov   ebp,esp
push  edx
push  edi
mov   edx,dword ptr PRM2
$biosCall WAV_OFFSET,67h ; 録音/再生性能取得
mov   edi,dword ptr PRM1
mov   dword ptr [edi],edx
movzx eax,al
pop   edi
pop   edx
leave
ret
endp
WAV_getCapability
include ..\inc\codeend.mac

```

```

wav68.asm
include ..\inc\codebgn.mac
;*****
;* Wave BIOS C Library for Towns OS V2.1 L30 or later
;*****
;-----
;* Entry Name : int WAV_getStatus( status ) ;
;* Function   : 録音/再生状態取得
;-----
;-----
; [入力]
; int *staus : 録音/再生状態
;-----
; [戻値]
; = 0 : 正常終了
;-----
;*****
align 4
public WAV_getStatus
WAV_getStatus proc near
push  ebp
mov   ebp,esp
push  edx
push  edi
$biosCall WAV_OFFSET,68h ; 録音/再生状態取得
mov   edi,dword ptr PRM1
mov   dword ptr [edi],edx
movzx eax,al
pop   edi
pop   edx
leave
ret
endp
WAV_getStatus
include ..\inc\codeend.mac

wav69.asm
include ..\inc\codebgn.mac
;*****
;* Wave BIOS C Library for Towns OS V2.1 L30 or later
;*****
;-----

```



```

mov     edi,dword ptr PRM5      ; データ種別
mov     dl,cl
mov     dword ptr [edi],edx
mov     edi,dword ptr PRM6      ; PCM データ長
mov     dword ptr [edi],ebx
mov     edi,dword ptr PRM7      ; PCM データ格納開始相対位置
mov     dword ptr [edi],esi
movzx   eax,al
pop     es
pop     esi
pop     edi
pop     ecx
pop     ebx
leave
ret
WAV_getWaveInfo endp
include ..\inc\codeend.mac

```

```

wav6b.asm
include ..\inc\codebgn.mac
;*****
;* Wave BIOS C Library for Towns OS V2.1 L30 or later
;-----
;* Entry Name : int WAV_makeTable( ringbuf, cnt1tbl );
;* Function   : リングバッファ管理テーブル作成
;-----
; [入力]
; char *ringbuf : リングバッファ用領域アドレス
; char *cnt1tbl : リングバッファ管理テーブルアドレス
; [戻値]
; = 0 : 正常終了
;*****
align 4
public WAV_makeTable
proc near
mov     ebp,esp
push   ebx
push   edi
push   ds
push   es
push   fs

```

```

push   es
push   ds
pop     es
mov     esi,dword ptr PRM1
mov     edi,dword ptr PRM2
$biosCall   WAV_OFFSET,6Bh ;
movzx   eax,al
pop     es
pop     esi
pop     edi
leave
ret
WAV_makeTable endp
include ..\inc\codeend.mac

```

```

wav6c.asm
include ..\inc\codebgn.mac
;*****
;* Wave BIOS C Library for Towns OS V2.1 L30 or later
;-----
;* Entry Name : int WAV_pushTable( ptr );
;* Function   : 現在のリングバッファ管理テーブル及びリングバッファの
;               アドレスを返す
;-----
; [入力]
; char *ptr : 返す領域アドレス
; [戻値]
; = 0 : 正常終了
;*****
align 4
public WAV_pushTable
proc near
push   ebp
mov     ebp,esp
push   ebx
push   edi
push   esi
push   ds
push   es
push   fs

```

```

WAV_pushTable
;*****
;-----
; [戻値]
; = 0 : 正常終了
;*****
align 4
public WAV_pushTable
proc near
push   ebp
mov     ebp,esp
push   ebx
push   edi
push   esi
push   ds
push   es
push   fs

```

```

push ds
pop ds
mov bl,0
$biosCall WAV_OFFSET,6Ch ; アドレス取得
mov ebx,dword ptr PRM1
mov dword ptr fs:[ebx+dwringOff],esi
mov word ptr fs:[ebx+wRingSel],ds
mov dword ptr fs:[ebx+dwringCtrlOff],edi
mov word ptr fs:[ebx+wRingCtrlSel],es
movzx eax,al
pop fs
pop es
pop ds
pop esi
pop edi
pop ebx
leave
ret
endp
WAV_pushTable
include ..\inc\codeend.mac

wav6ca.asm
include ..\inc\codebgn.mac
:*****
: ** Wave BIOS C Library for Towns OS V2.1 L30 or later
:*****
: **
: ** Entry Name : int WAV_popTable( ptr ) ;
: ** Function : 退避したリングバッファ管理テーブル及びびりングバッファ
: ** のアドレスを復帰
: **
: ** [入力]
: ** char *ptr : 退避領域アドレス
: **
: ** [戻値]
: ** = 0 : 正常終了
: **
:*****
align 4
public WAV_popTable
proc near
push ebp
mov ebp,esp
push ebx

```

```

edi
push esi
push ds
push es
push fs
pop ds
pop fs
mov ebx,dword ptr PRM1
lds esi,pword ptr fs:[ebx+dwringOff]
les edi,pword ptr fs:[ebx+dwringCtrlOff]
mov bl,1
$biosCall WAV_OFFSET,6Ch ; アドレス退避
movzx eax,al
pop fs
pop es
pop ds
pop esi
pop edi
pop ebx
leave
ret
endp
WAV_popTable
include ..\inc\codeend.mac

wav70.asm
include ..\inc\codebgn.mac
extrn WAV_DummyFunc:near
extrn WAV_CallBack:far
extrn dwUserFunc:dword
extrn dwParamTable:dword
extrn dwStack_Bottom:dword
:*****
: ** Wave BIOS C Library for Towns OS V2.1 L30 or later
:*****
: **
: ** Entry Name : int WAV_recPrepare( freq, bitno, kind, recbuf,
: ** syncFunc ) ;
: ** Function : 録音前準備
: **
: ** [入力]
: ** int freq : サンプリング周波数(単位:Hz)
: ** int bitno : サンプリングビット数(8 or 16)
: **
:*****

```

















```

;-----
; BIOS割り込み管理BIOS Call
;-----
INT_OFFSET equ 01a0h
;-----
align 4
proc near
call pword ptr fs:[INT_OFFSET]
ret
endp
;-----
; システム情報BIOS Call
;-----
SYS_OFFSET equ 01c0h
;-----
align 4
proc near
call pword ptr fs:[SYS_OFFSET]
ret
endp
;-----
; タイマBへの設定と始動
; in: dl = タイマB設定値
; out: 無し
;-----
TIMERB_sub align 4 near
mov ah,031h
sub bh,bh
mov dh,026h
call SND_BIOS
mov ah,031h
sub bh,bh
mov dx,0272ah
call SND_BIOS
ret
endp
;-----
; S N D割り込み処理動作開始
;-----
SNDINT_start align 4
proc near
mov ah,ah
call SND_BIOS
pushfd
cli
mov ah,003h
edx,offset STACK_BOTTOM
call INT_BIOS
test eax,eax
jz short #timer_set
call EXTENDER_start
;-----
; S N D初期化
; S N D割り込み処理の登録
; DOS-Extender への設定
#timer_set:
mov mov
int int
jz short #exit
;-----

```

```

;-----
; timer B start
;-----
dl,TIMER_B_SND
call TIMERB_sub
ret
;-----
;-----
SNDINT_start align 4
proc near
mov ah,ah
exc MesWorkSize
call MOS_BIOS
pushfd
cli
mov ah,001h
edx,offset STACK_BOTTOM
call INT_BIOS
mov dl,TIMER_B_SND
test eax,eax
jz short #timer_set
call EXTENDER_start
mov dl,TIMER_B_MOS
;-----
; MOS初期化
; MOS割り込み処理の登録
; DOS-Extender への設定
#timer_set:
call TIMERB_sub
popfd
ret
;-----
;-----
MOSINT_start align 4
proc near
mov ax,02502h
int 21h
jc short #exit
mov ah,30h
al,1
mov edx,ebx
call SYS_BIOS
mov ah,30h
al,2
mov edx,edx
sub dx,es
call SYS_BIOS
; save native offset
; save native segment
#get_real_vector:
mov cl,INT_TYPE_SOUND
mov ax,02503h
int 21h
short #exit
;-----

```

```

mov ah,30h
mov al,3
movzx edx,ebx
call SYS_BIOS
; save real offset
mov ah,30h
mov al,4
shr ebx,16
mov edx,ebx
call SYS_BIOS
; save real segment
push ds
cli,INT_TYPE_SOUND
mov edx,pword ptr fs:[INTERRUPT]
; 割り込みベクタの登録
mov ax,02506h
int 21h
pop ds

#exit:
ret
EXTENDER_start endp
;-----SND 割り込み処理動作終了-----
align 4
proc near
sub ah,ah
call SND_BIOS
pushfd
cli
sub bh,bh
mov dx,2c00h
mov ah,11h
call SND_BIOS
mov ah,004h
call INT_BIOS
test eax,eax
jz short #timer_set
call EXTENDER_end

#exit:
popfd
ret

#timer_set:
mov dl,TIMER_B_MOS
call TIMERB_sub
jmp short #exit

SNDINT_end endp
;-----MOS 割り込み処理動作終了-----
align 4
proc near
mov ah,1
call MOS_BIOS
pushfd
cli
; MOS 終了

```

```

mov ah,002h
call INT_BIOS
test eax,eax
jz short #timer_set
call EXTENDER_end

#exit:
popfd
ret

#timer_set:
mov dl,TIMER_B_SND
call TIMERB_sub
jmp short #exit

MOSINT_end endp
;-----DOS-Extender への割り込み処理解除のための設定-----
align 4
proc near
push ds
mov ah,31h
mov al,4
call SYS_BIOS
; read real segment
shl edx,16
push ds
mov ah,31h
mov al,3
call SYS_BIOS
; read real offset
pop ebx
add ebx,edx
mov ah,31h
mov al,2
call SYS_BIOS
; read native segment
mov ds,dx
mov ah,31h
mov al,1
call SYS_BIOS
; read native offset
mov ax,02507h
int 21h
pop ds

EXTENDER_end endp
;-----SAMPLE_data DCRGROUP SAMPLE_data segment dword public 'DATA' use32-----
align 4
dd 1
; 設定バレット数
dd 15
; 色識別番号
db 4 dup(0)
; カラーテーブル
db EgbWorkSize dup(0)
; EGBワークエリア
db MosWorkSize dup(0)
; MOSワークエリア

```

```

SND_WORK      db      SndWorkSize dup(0)      ; SNDワークエリア
INT_STACK     db      1024 dup(?)            ; 割り込み処理用スタック
STACK_BOTTOM  label  byte
;-----
SAMPLE_data   ends
end

```

# 付 録 D

## コード表

### D.1 ASCII(7ビット)コード表

|   | 0       | 1       | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7  |
|---|---------|---------|----|---|---|---|---|----|
| 0 | ↑@      | ↑P (SP) |    | 0 | @ | P | ' | p  |
| 1 | ↑A      | ↑Q DUP  | !  | 1 | A | Q | a | q  |
| 2 | ↑B      | ↑R INS  | "  | 2 | B | R | b | r  |
| 3 | ↑C      | ↑S      | #  | 3 | C | S | c | s  |
| 4 | ↑D      | ↑T      | \$ | 4 | D | T | d | t  |
| 5 | ↑E EL   | ↑U      | %  | 5 | E | U | e | u  |
| 6 | ↑F      | ↑V      | &  | 6 | F | V | f | v  |
| 7 | ↑G      | ↑W      | '  | 7 | G | W | g | w  |
| 8 | ↑H ◁    | ↑X      | (  | 8 | H | X | h | x  |
| 9 | ↑I TAB  | ↑Y      | )  | 9 | I | Y | i | y  |
| A | ↑J      | ↑Z      | *  | : | J | Z | j | z  |
| B | ↑K HOME | ↑[ ESC  | +  | ; | K | [ | k | {  |
| C | ↑L CLS  | ↑¥ →    | ,  | < | L | ¥ | l |    |
| D | ↑M      | ↑] ←    | =  | = | M | ] | m | }  |
| E | ↑N      | ↑^ ↑    | .  | > | N | ^ | n | -  |
| F | ↑O      | ↑_ ↓    | /  | ? | O | _ | o | DL |

コード00H~1FHの左側に示してある↑はコントロールキー(CTRL)との併用を示す。

例えば、↑AはCTRLを押しながらAのキーを押すことを示す。  
コード80H~FFHは出力されません。

## D.2 JIS(8ビット)コード表

|   | 0                  | 1                 | 2    | 3 | 4 | 5 | 6 | 7  | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F |
|---|--------------------|-------------------|------|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | ↑@                 | ↑P                | (SP) | 0 | @ | P | ' | p  |   |   |   | ー | タ | ミ |   |   |
| 1 | ↑A                 | ↑Q <sup>DUP</sup> | !    | 1 | A | Q | a | q  |   |   | 。 | ア | チ | ム |   |   |
| 2 | ↑B                 | ↑R <sup>INS</sup> | "    | 2 | B | R | b | r  |   |   | 「 | イ | ツ | メ |   |   |
| 3 | ↑C                 | ↑S                | #    | 3 | C | S | c | s  |   |   | 」 | ウ | テ | モ |   |   |
| 4 | ↑D                 | ↑T                | \$   | 4 | D | T | d | t  |   |   | 、 | エ | ト | ヤ |   |   |
| 5 | ↑E <sup>EL</sup>   | ↑U                | %    | 5 | E | U | e | u  |   |   | ・ | オ | ナ | ユ |   |   |
| 6 | ↑F                 | ↑V                | &    | 6 | F | V | f | v  |   |   | ヲ | カ | ニ | ヨ |   |   |
| 7 | ↑G                 | ↑W                | '    | 7 | G | W | g | w  |   |   | ア | キ | ヌ | ラ |   |   |
| 8 | ↑H                 | ↑X                | (    | 8 | H | X | h | x  |   |   | イ | ク | ネ | リ |   |   |
| 9 | ↑I <sup>TAB</sup>  | ↑Y                | )    | 9 | I | Y | i | y  |   |   | ウ | ケ | ノ | ル |   |   |
| A | ↑J                 | ↑Z                | *    | : | J | Z | j | z  |   |   | エ | コ | ハ | レ |   |   |
| B | ↑K <sup>HOME</sup> | ↑[ <sup>ESC</sup> | +    | : | K | [ | k | {  |   |   | オ | サ | ヒ | ロ |   |   |
| C | ↑L <sup>CLS</sup>  | ↑¥ <sup>→</sup>   | ,    | < | L | ¥ | l |    |   |   | ヤ | シ | フ | ワ |   |   |
| D | ↑M                 | ↑]←               | -    | = | M | ] | m | }  |   |   | ユ | ス | ヘ | ン |   |   |
| E | ↑N                 | ↑^↑               | .    | > | N | ^ | n | -  |   |   | ヨ | セ | ホ | ° |   |   |
| F | ↑O                 | ↑-↓               | /    | ? | O | - | o | DL |   |   | ツ | ソ | マ | ° |   |   |

コード00H~1FHの左側に示してある↑はコントロールキー(CTRL)との併用を示す。

例えば、↑AはCTRLを押しながらAのキーを押すことを示す。

コード80H~9FHと0E0H~0FFHは、シフトJIS漢字コードの第1バイトのコードとして使用している。

## D.3 特殊キーコード表

| KEY  | コード  | KEY   | コード  | KEY  | コード  |
|------|------|-------|------|------|------|
| PF1  | 8001 | 取消    | 8011 | PF13 | 8021 |
| PF2  | 8002 | 実行    | 8012 | PF14 | 8022 |
| PF3  | 8003 | 漢字辞書  | 8013 | PF15 | 8023 |
| PF4  | 8004 | 単語抹消  | 8014 | PF16 | 8024 |
| PF5  | 8005 | 単語登録  | 8015 | PF17 | 8025 |
| PF6  | 8006 | 前行    | 8016 | PF18 | 8026 |
| PF7  | 8007 | 次行    | 8017 | PF19 | 8027 |
| PF8  | 8008 | 半角/全角 | 8018 | PF20 | 8028 |
| PF9  | 8009 |       |      |      |      |
| PF10 | 800A | かな漢字  | 801C |      |      |
| PF11 | 800B | PF12  | 801D |      |      |
|      |      | 変換    | 801E |      |      |
|      |      | 無変換   | 801F |      |      |

# 付 録 E

## 80486CPUの概要

FM TOWNS II HR から、CPU には 80486(SX/DX) が搭載されています。80486 は、80386 命令実行の高速化と、キャッシュメモリ、80387(FPU) 相当機能の内蔵を図り、マルチプロセッサ支援機能を付加したものと評価できます。

このため、基本的に、80386 用に作ったソフトは 80486 でも走ります。言い換えると、386 搭載機用のソフトは、ほとんどが 486 搭載機でも使えます。しかし、一部のソフトには適合できないものもあります。

ここでは、486 の概要について述べるとともに、ソフトの不適合対策についてもヒントを提供したいと思います。

なお、ハードウェアの増設ピンについては、説明を省略します。

### E.1 80486の強化ポイント

386 に対比して 486 で強化、改善された項目について、機能ごとに説明します。

#### E.1.1 キャッシュメモリ

内蔵キャッシュメモリを使うと、それが CPU と同じチップ内にあるということだけで高速化につながっています。なぜなら、キャッシュの内容が使える限り外部のバスと信号をやりとりしながら、データをアクセスする必要がないからです。

加えて、486 では、128 ビットバス (16 バイト) で内蔵キャッシュメモリから命令フェッチが行われるため、外部の 32 ビットバス (4 バイト) から直接フェッチするのに比べて格段に速くなります。

キャッシュが有効に働く条件は、CPU が処理したい命令やデータがその中にあるかどうかにかかっており、うまく存在したとき、これを「ヒット」したといいます。もしヒットしないと、CPU は外部のメモリの該当アドレスから一定サイズだけ読み出した内容をキャッシュに転送し

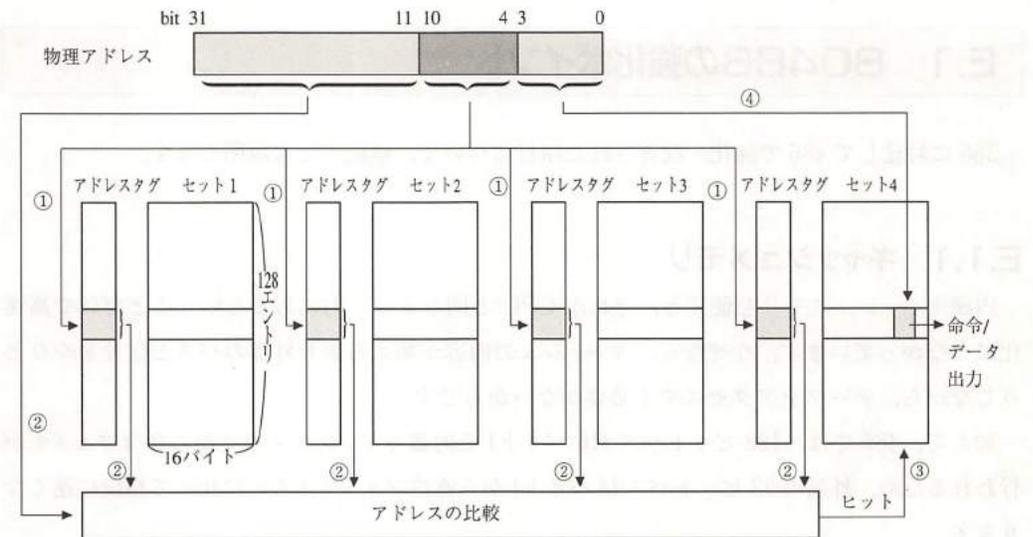
て、その内容で処理を続けます。このためには、キャッシュの中に空きが必要で、もしなければ(通常はプログラムの実行開始後すぐに空きがなくなる)、既存の命令やデータの一部を捨てなければなりません。捨てる対象は、486の場合、最も古くアクセスされたものとし、最近アクセスされたものは極力残そうとします。これは、最近のものの方が、今後再度アクセスされる可能性が高いからです。

さらに、486では、8KBのキャッシュを分割して、2KB単位の4面連動キャッシュ(4ウェイ・セット・アソシアティブ・キャッシュ)にしています(図E-1)。そして、その内容も、命令とデータの混合(ユニファイド・キャッシュ)とし、データアクセスの多いプログラムではデータが多く残り、その反対のプログラムでは命令が多く残るようにしています。こうすることによって、ヒット率が高くなります。

さて、キャッシュへの書き込みは、その内容が存在していたメモリへの書き込みを意味します。その場合、キャッシュとメモリの双方に書き込みする方法を「ライトスルー」と呼びます。メモリにだけ書いて、キャッシュに書き込みしない方法もあり、その場合はキャッシュ該当部分の内容は無効となります。

486では、キャッシュを操作する命令が追加されています。また、CPU内のレジスタで、キャッシュに関係するビットが追加されたものがあります。

▼図 E-1 80486 内蔵キャッシュの構造



### E.1.2 FPU内蔵のメリット

386では外部にあったFPUが、486で内蔵化されることによって、キャッシュ同様、アクセ

スが速くなります。

また、メモリと FPU 間のデータ転送時は、386 のときは CPU が介在してデータを中継していましたが、486 では FPU とキャッシュメモリとの間を 64 ビットのバスで結び、倍精度データを直接転送することができるようになっています。このため、FPU を使う演算も速度が大幅に向上しています。

486 の FPU 命令は 386 と同じで、追加や変更はありません。CPU 内のレジスタでは、FPU に関係するビットで変更されたものがあります。

### E.1.3 マルチプロセッサ支援機能

複数の CPU を搭載した場合、CPU 間の連絡調整を支援するための機能です。

命令では、XADD(① XCHG と② ADD の処理をひとつの命令で実行)と、CMPXCHG(① CMP + ② XCHG の処理をひとつの命令で実行)が、①と②の処理の間にほかの CPU のアクセスが入るのを排除できる連続実行命令として新設されています。これらを使えば、ほかの CPU から共有メモリに書かれたデータを参照して、そのことをほかの CPU に知らせるといったことが、タイミングのずれなく実現できます。

また、インテル系の CPU だけでなく、モトローラ系の CPU とのマルチプロセッサシステムにも容易に対応できるように、BSWAP(32 ビットデータを 8 ビット単位で逆順にする)命令も追加されています。これを使えば、相手方のデータを自己の CPU の様式に合った形式で、または自己のデータを相手方の CPU の処理に合った様式で処理することができます。

### E.1.4 486 の追加命令一覧

キャッシュメモリとマルチプロセッサ支援機能のために、486 で追加された命令は表 E-1 のとおりです。

▼表 E-1 80486 で追加された命令 (Mem はメモリ, Reg はレジスタ, R/M はレジスタまたはメモリ)

| 命令コード     | ニーモニック                                       | オペランド    | 機 能                                                     |
|-----------|----------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------|
| 0F01      | INVLPG(invalidate TLB entry)                 | Mem      | TLB エントリを削除する                                           |
| 0F08      | INVD(invalidate data cache)                  |          | キャッシュ中のデータをすべて無効にする                                     |
| 0F09      | WBINVD(write-back and invalidate data cache) |          | キャッシュ中のデータをすべて主記憶に書き出し、内容を無効にする                         |
| 0FC0      | XADD(exchange and add)                       | R/M, Reg | オペランドを8ビット単位で読み込み、レジスタ内容と加算して元に戻す                       |
| 0FC1      | XADD                                         | R/M, Reg | オペランド内容を16/32ビット単位で読み込み、レジスタ内容と加算する                     |
| 0FC8~0FCF | BSWAP(byte swap)                             | Reg      | 32ビットレジスタ内容を8ビット単位でスワップ                                 |
| 0FA6      | CMPXCHG(compare and exchange)                | R/M, Reg | 8ビット単位でアキュムレータと第1オペランドを比較し、同じであれば第2オペランドが第1オペランドに入る     |
| 0FA7      | CMPXCHG                                      | R/M, Reg | 16/32ビット単位でアキュムレータと第1オペランドを比較し、同じであれば第2オペランドが第1オペランドに入る |

## E.1.5 486 内部レジスタのビット変更および追加

### ●拡張フラグレジスタ

▼図 E-2 拡張フラグレジスタ (EFLAGS) の追加ビット

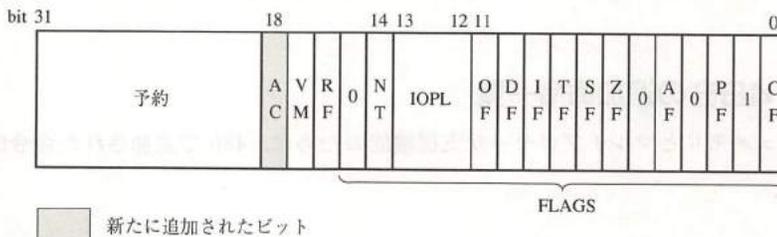


図 E-2 の拡張フラグレジスタ (EFLAGS) では、AC(アライメントチェック) ビットが追加されています。このビットは、0 のとき 386 互換ですが、1 にすると、特権レベル 3(ユーザモード) でアライメントチェックを行います。具体的には、データ属性のアライメント(ワード境界、ダブルワード境界)を調べ、それを無視したメモリ参照が発生すると、次に述べる CR0 の AM ビットが 1 の場合、アライメントフォルト(例外 17)の割り込みを起動します。

なお、アライメントチェックは、386 では行われておらず、単独 CPU のシステムでは問題になりませんが、マルチプロセッサのときはシビアにする必要があります。

### ●制御レジスタ CR0

制御レジスタ CR0(図 E-3)の追加および変更点は次のとおりです。

**・CE(キャッシュイネーブル)**

内蔵キャッシュを有効にする (1) か、無効にする (0) かを示します。有効のとき、ミスヒット (ヒットしない) が生じたら、外部のメモリから命令やデータを取り込みます。

**・WT(透過書き込み)**

内蔵キャッシュに書き込みが発生したとき、1 ならば外部のメモリの該当アドレスにも同じデータを書き込み、つじつまを合わせます (ライトスルー)。0 ならば、内蔵キャッシュには書き込みを行わず、外部のメモリにだけ書き込みします。

**・AM(アライメントマスク)**

このビットが 1 ならば、EFLAGS の AC ビットが 1 (アライメントチェックを行う) で境界無視が検出されたとき、アライメントフォルトを発生します。0 のときは 386 互換となります。

**・WP(ライトプロテクト)**

386 で可能だった、書き込み禁止ページへのスーパーバイザモードによる書き込みについて、486 ではこのビットを 1 にするとフォルトが発生し、防止することができます。WP=0 のときは、386 互換となります。

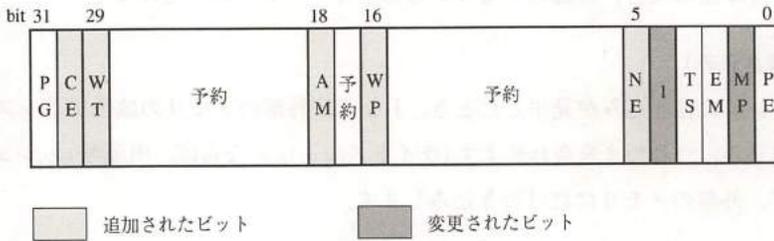
**・NE(数値例外)**

FPU でマスクされていない例外が発生したとき、本来は例外 16 が適用されますが、このビットが 0 のときは、ハードウェアで便宜的に他のベクタに振り向けることができます。386 の時代によく行われていた手法で、それとの互換性を確保するためのものです。NE=0 のときは、ベクタは 16 となります。

**・MP(コプロセッサ表示)**

386 では使われていた、FPU が外部に存在するかどうかを示すビット (1 のとき存在) は、ハードウェアの違いにより 486 では無意味になりました。386 との互換性のため残したもので、リセット時、0 になります。

▼図 E-3 制御レジスタ CR0 の追加/変更ビット



●制御レジスタ CR 3

制御レジスタ CR3(図 E-4) で追加されたビットは次のとおりです。

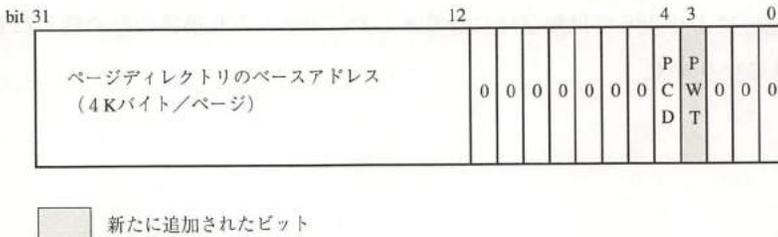
・PWT(ページライトスルー)

外付けキャッシュメモリを使う場合、ライトスルーを行うならば1, ライトバック (キャッシュから元のメモリに書き戻す) 構造ならば0とします。

・PCD(ページキャッシュイネーブル)

ページディレクトリのベースアドレスで示されるページについて、内蔵キャッシュが有効(0)か無効(1)かを決めます。ただし、ハードウェアでキャッシュイネーブル(KEN)にアクティブ入力があるときのみ、有効にすることの意味があります。無効のときは、直接外部キャッシュまたはメモリに対してアクセスが行われます。

▼図 E-4 制御レジスタ CR3 の追加ビット



E.1.6 アドレスラップアラウンド

8086 プログラムでは、セグメントセクタとオフセットの値の合計が FFFFH を超えるとき、10000H を差し引いた値、すなわちオーバーフローした値が採用され、アドレスラップアラウンド (先端と終端の連結) が行われていました。

80386 では、このような場合、10000H を超えるアドレスがアクセスされていましたが、80486 ではラップアラウンドされるようになりました。これにより、8086 との互換性が改善されています。

## E.2 ソフトの不適合対策ヒント

先にも述べたように、486 になっても 386 用のソフトのほとんどはそのまま使えます。ここでは、使えなくなるケースと、その場合の対策について触れておきます。

### E.2.1 DOS-Extender[RUN386]で走るプログラムの場合

言い換えると、ネイティブモード(プロテクトモード)のプログラムで、386 搭載機で使っていた DOS-Extender をそのまま持ち込み、

```
RUN386 <プログラム名> <パラメータ> .....
```

とやっても、エラーメッセージもなく、何も実行されずに終了します。

これは、DOS-Extender が 486 のレベルになっていないからで、486 機システムソフトウェア CD からのものをコピーして、オーバーライトしてしまえば解決します。

念のために付け加えると、486 用の DOS-Extender も、プログラム名は "RUN386" のままです。すなわち、DOS-Extender を呼び出すバッチファイル ("~.BAT") の内容を変更する必要もないようになっています。

### E.2.2 F-BASIC386 の場合

386 機で支障なく動いていた BASIC プログラムが、486 機に持って行って 386 機のままの F-BASIC386 で動かすと、予想外のエラーメッセージが出て実行できなくなります。これは、486 機では F-BASIC386 V2.1 のレベルでないと動作できないため、レベルアップすれば解決します。

# 付 録 F

## FM TOWNSの製品系列

FM TOWNS 初代機が開発されてからの機種の変遷を、図 F-1 に示します。

80386 搭載の 2 機種からスタートした FM TOWNS は、ハードディスクが内蔵できるタイプ (1F,2F,1H,2H) に発展した後、規模を拡大 (10F,20F,40H,80H) して、FM TOWNS II へと展開しました。

TOWNS II になると、それまでの機種の発展型 (CX10,CX20,CX40,CX100) のほかに、さらに省スペースで低価格のディスプレイ一体型 (UX10,UX20,UX40) が加わりました。

続いて、セパレート型の機種のデザインが横型に変わり、80386 搭載機種 (HG20,HG40,HG100) と 80486 搭載機種 (HR20,HR100,HR200)、一体型は 80386 搭載機種 (UG10,UG20,UG40,UG80) の、それぞれパフォーマンスが強化された機種が発表されました。

その後、さらに一体型にも 80486 搭載機 (UR20,UR40,UR80) ができ、これですべて 80486 への布陣が揃いました。FM TOWNS MARTY ができたのも、この時期です。

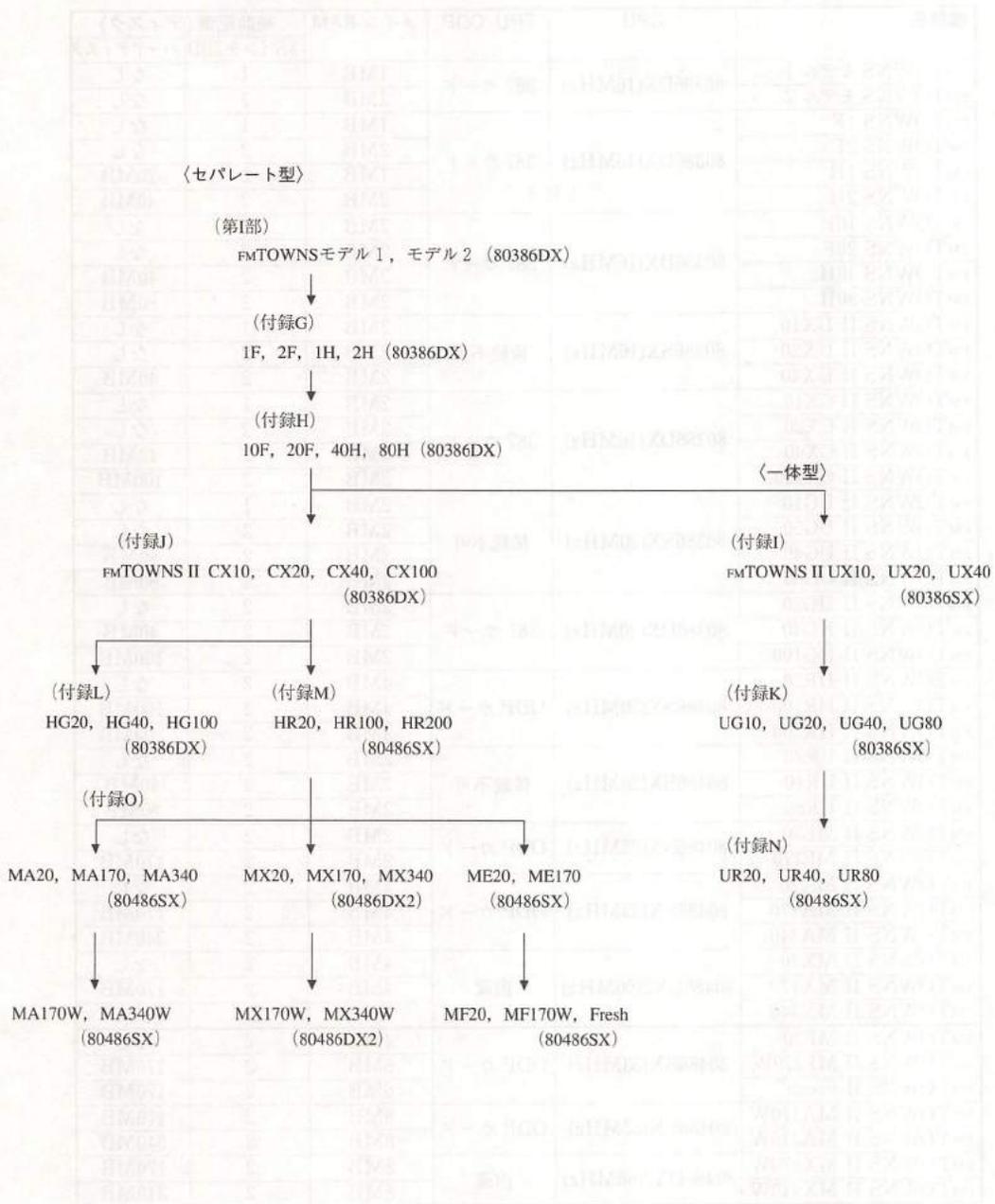
そして、以後の機種は CD-ROM を倍速化して展開します。Windows などの内外の規格に標準装備のまま対応できることを意識して高解像度化を図った機種では、CPU クロックのランクにより高速機 (MX20,MX170,MX340) と中速機 (MA20,MA170, MA340) が発表されました。また、同時に、入門者向けで、簡単な拡張により高解像度に対応できる機種 (ME20,ME170) も発表されました。

これらは、まもなく Windows 3.1 インストール機 (MA170W,MA340W,MX170W,MX340W) へと展開し、ME の CPU ランク (クロック) を上げた機種 (MF20,MF170W,Fresh) もできました。

図 F-1 は、機種の変遷を示すと同時に、目的の機種の付録との関連も示しています、例えば、FM TOWNS II MX の場合、初代機→1F→10F→CX→HR→MX のように改良されているので、このようにさかのぼって関連記事を参照するのが適当です。

これらの機種の主な仕様の違いを、表 F-1 に示します。

▼図 F-1 FM TOWNS 初代機からの機種の変遷



▼表 F-1 FM TOWNS の主な仕様 (初代機以降の拡張内容)

| 機種名                | CPU             | FPU/ODP | メイン RAM | 補助記憶 (ディスク) |         |
|--------------------|-----------------|---------|---------|-------------|---------|
|                    |                 |         |         | 3.5 インチ 2HD | ハードディスク |
| FM TOWNS モデル 1     | 80386DX(16MHz)  | 387 カード | 1MB     | 1           | なし      |
| FM TOWNS モデル 2     |                 |         | 2MB     | 2           | なし      |
| FM TOWNS 1F        | 80386DX(16MHz)  | 387 カード | 1MB     | 1           | なし      |
| FM TOWNS 2F        |                 |         | 2MB     | 2           | なし      |
| FM TOWNS 1H        |                 |         | 1MB     | 2           | 20MB    |
| FM TOWNS 2H        |                 |         | 2MB     | 2           | 40MB    |
| FM TOWNS 10F       | 80386DX(16MHz)  | 387 カード | 2MB     | 1           | なし      |
| FM TOWNS 20F       |                 |         | 2MB     | 2           | なし      |
| FM TOWNS 40H       |                 |         | 2MB     | 2           | 40MB    |
| FM TOWNS 80H       |                 |         | 2MB     | 2           | 80MB    |
| FM TOWNS II UX10   | 80386SX(16MHz)  | 接続不可    | 2MB     | 1           | なし      |
| FM TOWNS II UX20   |                 |         | 2MB     | 2           | なし      |
| FM TOWNS II UX40   |                 |         | 2MB     | 2           | 40MB    |
| FM TOWNS II CX10   | 80386DX(16MHz)  | 387 カード | 2MB     | 1           | なし      |
| FM TOWNS II CX20   |                 |         | 2MB     | 2           | なし      |
| FM TOWNS II CX40   |                 |         | 2MB     | 2           | 40MB    |
| FM TOWNS II CX100  |                 |         | 2MB     | 2           | 100MB   |
| FM TOWNS II UG10   | 80386SX(20MHz)  | 接続不可    | 2MB     | 1           | なし      |
| FM TOWNS II UG20   |                 |         | 2MB     | 2           | なし      |
| FM TOWNS II UG40   |                 |         | 2MB     | 2           | 40MB    |
| FM TOWNS II UG80   |                 |         | 2MB     | 2           | 80MB    |
| FM TOWNS II HG20   | 80386DX(20MHz)  | 387 カード | 2MB     | 2           | なし      |
| FM TOWNS II HG40   |                 |         | 2MB     | 2           | 40MB    |
| FM TOWNS II HG100  |                 |         | 2MB     | 2           | 100MB   |
| FM TOWNS II HR20   |                 |         | 4MB     | 2           | なし      |
| FM TOWNS II HR100  | 80486SX(20MHz)  | ODP カード | 4MB     | 2           | 100MB   |
| FM TOWNS II HR200  |                 |         | 4MB     | 2           | 200MB   |
| FM TOWNS II UR20   | 80486SX(20MHz)  | 接続不可    | 2MB     | 2           | なし      |
| FM TOWNS II UR40   |                 |         | 2MB     | 2           | 40MB    |
| FM TOWNS II UR80   |                 |         | 2MB     | 2           | 80MB    |
| FM TOWNS II ME20   | 80486SX(25MHz)  | ODP カード | 2MB     | 2           | なし      |
| FM TOWNS II ME170  |                 |         | 2MB     | 2           | 170MB   |
| FM TOWNS II MA20   | 80486SX(33MHz)  | ODP カード | 4MB     | 2           | なし      |
| FM TOWNS II MA170  |                 |         | 4MB     | 2           | 170MB   |
| FM TOWNS II MA340  |                 |         | 4MB     | 2           | 340MB   |
| FM TOWNS II MX20   | 80486DX2(66MHz) | 内蔵      | 4MB     | 2           | なし      |
| FM TOWNS II MX170  |                 |         | 4MB     | 2           | 170MB   |
| FM TOWNS II MX340  |                 |         | 4MB     | 2           | 340MB   |
| FM TOWNS II MF20   | 80486SX(33MHz)  | ODP カード | 4MB     | 2           | なし      |
| FM TOWNS II MF170W |                 |         | 6MB     | 2           | 170MB   |
| FM TOWNS II Fresh* |                 |         | 6MB     | 2           | 170MB   |
| FM TOWNS II MA170W | 80486SX(33MHz)  | ODP カード | 8MB     | 2           | 170MB   |
| FM TOWNS II MA340W |                 |         | 8MB     | 2           | 340MB   |
| FM TOWNS II MX170W | 80486DX2(66MHz) | 内蔵      | 8MB     | 2           | 170MB   |
| FM TOWNS II MX340W |                 |         | 8MB     | 2           | 340MB   |

\*Fresh(OASYS/Win インストール済み)はMF170W と同じ。

# 付 録 G

## FM TOWNS 1F, 2F, 1H, 2Hの仕様変更

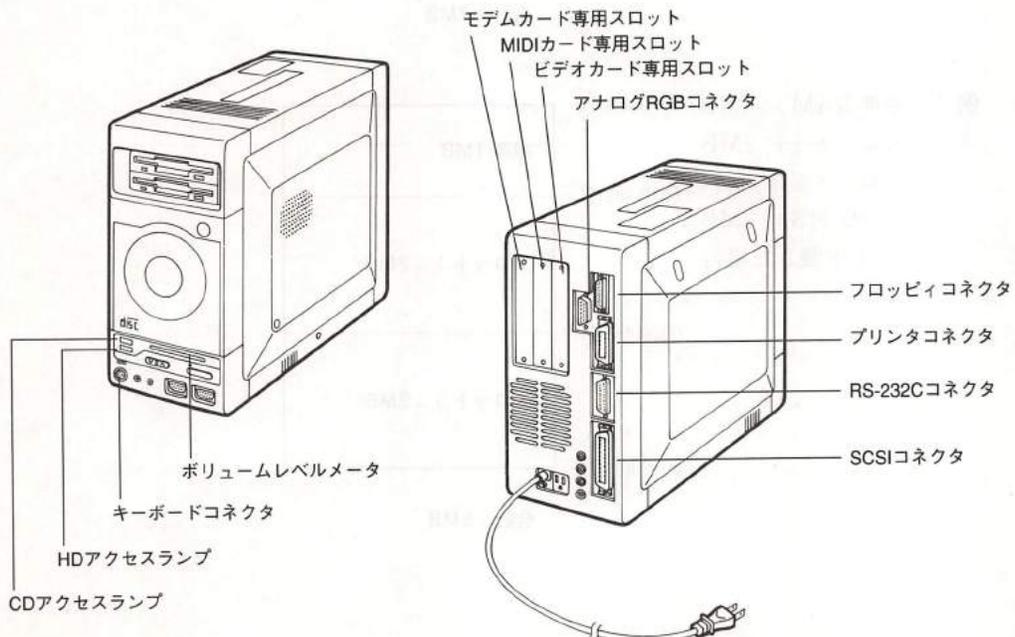
FM TOWNS 1F, 2F, 1H, 2Hの主な仕様変更部分について解説します。

| 機種名 | メモリ | ハードディスク |
|-----|-----|---------|
| 1F  | 1MB | なし      |
| 2F  | 2MB | なし      |
| 1H  | 1MB | 20MB    |
| 2H  | 2MB | 40MB    |

以下に、仕様変更された部分を解説します。

### ●外観

次の図のように外観が変更されています。



外観上の大きな変更点は、CD、HD のアクセスランプが新設されたこと、LED の数とデザインが変更されたこと、キーボードコネクタの位置が前面になったこと、SCSI コネクタが追加されたことなどです。また、本体背面のスロットの構成が変わりました。

### ●拡張 RAM の内容

3 スロットある拡張 RAM モジュールコネクタにそれぞれ 1MB あるいは、2MB の RAM モジュールを実装することが可能です。実装する RAM モジュールの組み合わせは自由で、メモリ空間が飛び飛びになることはありません。1MB 内蔵の機種で最大 7MB まで、2MB 内蔵の機種で最大 8MB まで拡張が可能です。

RAM 拡張の例を示します。

例 1：標準 RAM に 2MB 00000000H  
スロット 1 に 1MB  
スロット 2 に 2MB  
スロット 3 に 2MB  
と実装した場合

00200000H

00300000H

00500000H

00700000H

|              |
|--------------|
| 標準 2MB       |
| スロット 1 : 1MB |
| スロット 2 : 2MB |
| スロット 3 : 2MB |

合計：7MB

例 2：標準 RAM に 1MB 00000000H  
スロット 1 に 2MB  
スロット 2 未実装 00100000H  
スロット 3 に 2MB  
と実装した場合

00300000H

00500000H

|              |
|--------------|
| 標準 1MB       |
| スロット 1 : 2MB |
| スロット 3 : 2MB |

合計：5MB

## ●追加, および拡張された I/O とレジスタ

## 1. ドライブステータスレジスタ

フロッピーディスクの状態を示すレジスタです。FDC が MB89312 に変更されたことに伴ない、ビット 7, 6, 4, 3, 2, 0 の機能が拡張されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7   | 6 | 5  | 4     | 3     | 2     | 1      | 0      |
|---------|---------------|-----|-----|---|----|-------|-------|-------|--------|--------|
| 0208H   | ドライブステータスレジスタ | R   | FD2 | 0 | 不定 | FDDV2 | FDDV1 | FDDV0 | FREADY | DSKCHG |

FD2(bit7) : 内蔵 FD のドライブ数を示す。  
0 = 1 ドライブ  
1 = 2 ドライブ

FDDV2~FDDV0 (bit4~2) : 拡張ドライブの種別を示す。

| FDDV2 | FDDV1 | FDDV0 | ドライブの種別      | bit0   |
|-------|-------|-------|--------------|--------|
| 0     | 0     | 0     | 予約済          |        |
| 0     | 0     | 1     | 予約済          |        |
| 0     | 1     | 0     | 予約済          |        |
| 0     | 1     | 1     | 予約済          |        |
| 1     | 0     | 0     | 予約済          |        |
| 1     | 0     | 1     | FMFD-322     | DSKCHG |
| 1     | 1     | 0     | FMFD-521/801 | DSK2S  |
| 1     | 1     | 1     | FMFD-321     | DSKCHG |

FREADY (bit1) : 選択されたドライブの状態を示す。  
0 = ノットレディ  
1 = レディ

DSKCHG (bit0) (DSK2S) : 選択されたドライブにディスクチェンジがあったことを示す。  
0 = チェンジあり  
1 = チェンジなし  
ドライブの種別が FMFD-521/801 の場合は、DSK2S であり、ディスクが両面か片面かを示す。

FREADY と DSKCHG の選択されたドライブとは、ドライブセレクトレジスタ (020CH) の DSL3-0 ビットで選択されているものです。

## 2. ドライブコントロールレジスタ

ドライブを制御するためのレジスタです。ビット6の機能が拡張されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名          | R/W | 7 | 6     | 5       | 4     | 3 | 2       | 1    | 0       |
|---------|----------------|-----|---|-------|---------|-------|---|---------|------|---------|
| 0208H   | ドライブコントロールレジスタ | W   | 0 | MOTR2 | CLK SEL | MOTOR | 0 | HD1 SEL | DDEN | IRQ MSK |

MOTR2 (bit6) : 外付け 5 インチのモータ動作を行う。  
0 = モータオフ  
1 = モータオン

CLKSEL (bit5) : FDC に与えるクロックを指定する。  
0 = 2MHz (3.5 インチ, 5 インチ 2HD)  
1 = 1MHz (3.5 インチ, 5 インチ 2D/2DD)  
シーク動作はこのビットを 0 としておくことにより、高速シークが可能である。  
リード/ライト時は制御対象となるメディアに応じた設定(上記のとおり)としなければならない。

MOTOR (bit4) : 3.5 インチ, 5 インチドライブのモータを制御する。  
0 = OFF (停止)  
1 = ON (回転)

HD1SEL (bit2) : リード/ライトの対象となるメディアの面を指定する。  
0 = サイド 0  
1 = サイド 1

DDEN (bit1) : メディアの記録方式を指定する。  
0 = 単密度  
1 = 倍密度

IRQMSK (bit0) : FDC からの割り込みを制御する。  
0 = 割り込み禁止  
1 = 割り込み許可

## 3. メモリ容量レジスタ

メモリの容量を示すレジスタです。新規に追加されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7  | 6 | 5 | 4     | 3     | 2     | 1     | 0     |
|---------|-----------|-----|----|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 05E8H   | メモリ容量レジスタ | R   | 不定 | 0 |   | SIZE4 | SIZE3 | SIZE2 | SIZE1 | SIZE0 |

SIZE4-0 (bit4-0) : メモリの容量を示す。ビットコードで 0 ~ 32MB まで表される。

#### 4. CPU 識別レジスタ

マシンの機種と CPU の種類を示すレジスタです。ID15-3 に新機種の機種 ID が加わりました。

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W        | 7          | 6    | 5    | 4    | 3    | 2      | 1   | 0   |  |
|---------|------------|------------|------------|------|------|------|------|--------|-----|-----|--|
| 0030H   | CPU 識別レジスタ | R          | MACHINE-ID |      |      |      |      | CPU-ID |     |     |  |
|         |            |            | ID7        | ID6  | ID5  | ID4  | ID3  | ID2    | ID1 | ID0 |  |
| R       |            | MACHINE-ID |            |      |      |      |      |        |     |     |  |
|         |            | ID15       | ID14       | ID13 | ID12 | ID11 | ID10 | ID9    | ID8 |     |  |

**MACHINE-ID (bit15-3)** : 装置の種別を示す。次のビット構成により識別を行う。

| 装置                           | ID15 | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10 | ID9 | ID8 | ID7 | ID6 | ID5 | ID4 | ID3 |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| FMR-60/50                    | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| FMR-50S                      | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   |
| FMR-70                       | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1, 2)           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1F, 2F, 1H, 2H) | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

FM TOWNS 各機種の MACHINE-ID は、ID15-8 を使用し、ID7-3 が 0 のとき有効である。

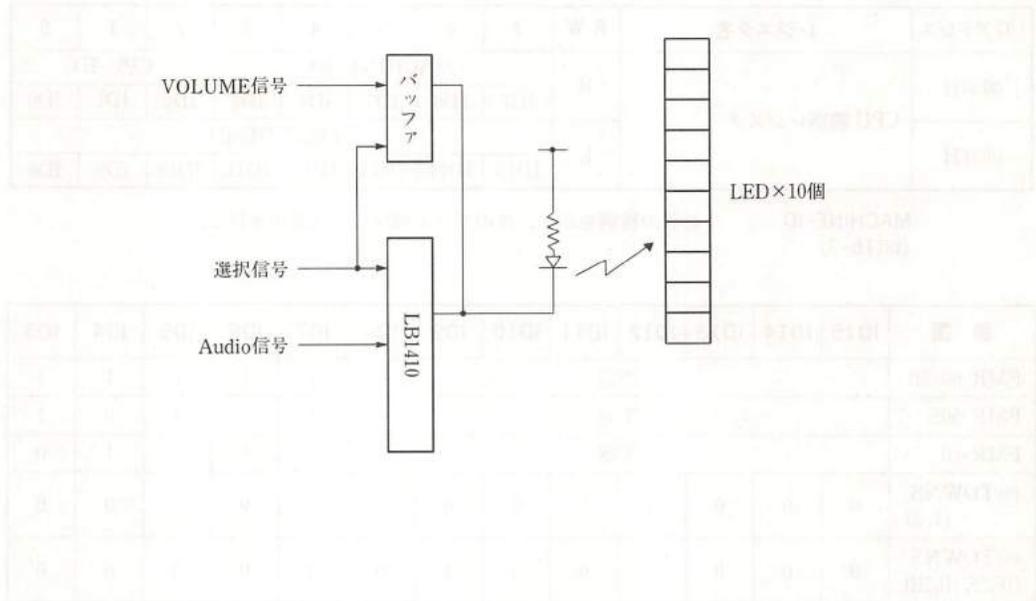
**CPU-ID (bit2-0)** : 使用 CPU の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| ID2 | ID1 | ID0 | CPU   |
|-----|-----|-----|-------|
| 0   | 0   | 0   | 80286 |
| 0   | 0   | 1   | 80386 |
| 0   | 1   | 0   | 予約済   |
| 0   | 1   | 1   | 予約済   |
| 1   | 0   | 0   | 予約済   |
| 1   | 0   | 1   | 予約済   |
| 1   | 1   | 0   | 予約済   |
| 1   | 1   | 1   | 予約済   |

このレジスタ (ID15-ID0) で読み出される値 (0201H) は、シリアル ROM 制御レジスタ (0032H) により読み出すことのできる機種番号 (ビット 56-71) の値と等価です。

● LED

LEDが10個に増えたことにともない、LED関係のブロック構成は、次のように変更されました。



# 付 録 H

## FM TOWNS 10F, 20F, 40H, 80Hの仕様変更

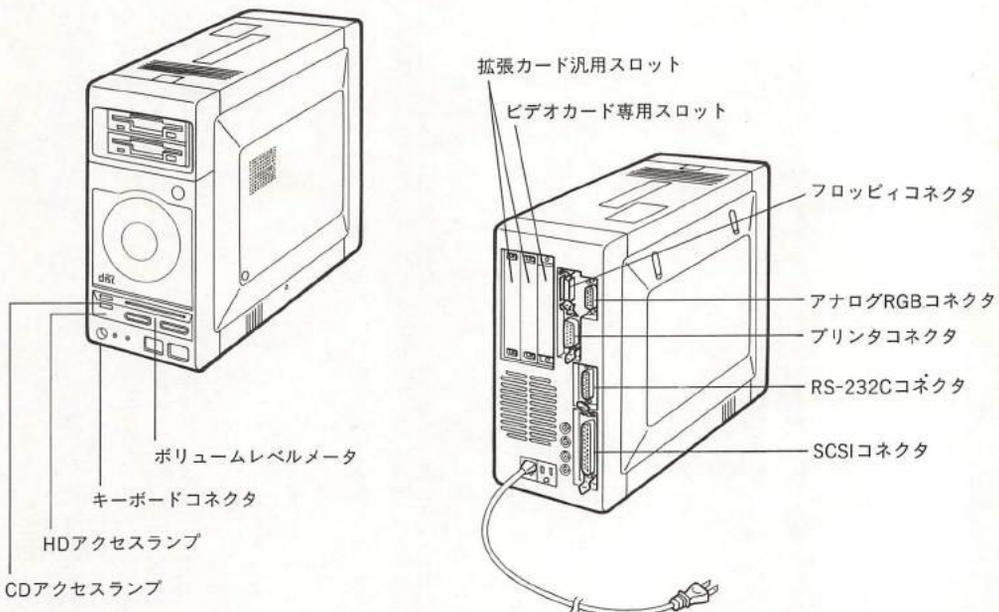
FM TOWNS 10F, 20F, 40H, 80Hの主な仕様変更部分について解説します。

なお、「付録G FM TOWNS 1F, 2F, 1H, 2Hの仕様変更」もあわせてお読みください。

| 機種名 | メモリ | ハードディスク |
|-----|-----|---------|
| 10F | 2MB | なし      |
| 20F | 2MB | なし      |
| 40H | 2MB | 40MB    |
| 80H | 2MB | 85MB    |

### ●外観

次の図のように外観が変更されています。



本体背面の3つの拡張スロットの構成が変更になりました。2つが拡張カード汎用スロット、残り1つがビデオカード専用スロットとなっています。  
内部的には、I/O 拡張ユニットを接続するためのコネクタがなくなりました。

### ●追加、および拡張された I/O とレジスタ

#### 1. 1 $\mu$ WAIT レジスタ

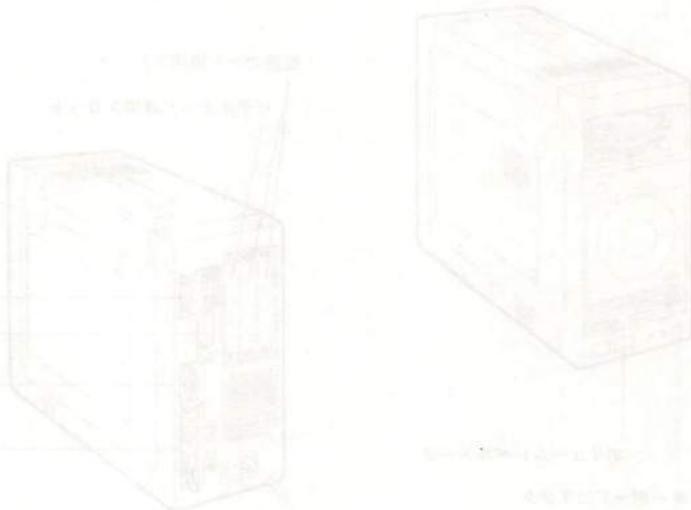
1 マイクロ秒のウェイトを、ハードウェアで作出すレジスタです。このレジスタに書き込みを行うと、1 マイクロ秒のウェイトがかかります。

ソフトウェアのループによるウェイトでは、機種の違いや、同一機種でもメモリの性能が異なると時間に差が出るがありますが、このレジスタを使用すれば、そういった問題はなくなります。

| I/Oアドレス | レジスタ名             | R/W | 7 | 6  | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|-------------------|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|
| 006CH   | 1 $\mu$ WAIT レジスタ | R   | 0 | 不定 |   |   |   |   |   |   |
|         |                   | W   | 0 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

#### 2. インターバルタイマII関連レジスタ

インターバルタイマIIは、主として音源制御に適したタイマで、PIT を利用したインターバルタイマよりも細かな単位で時間間隔を設定したいときに使用します。



## インターバルタイマII制御レジスタ

インターバルタイマIIの機能設定(書き込み)や、割り込み発生時の状態の参照(読み出し)を行うためのレジスタです。

| I/Oアドレス | レジスタ名                 | R/W | 7           | 6          | 5           | 4  | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|-----------------------|-----|-------------|------------|-------------|----|---|---|---|---|
| 0068H   | インターバルタイマII<br>制御レジスタ | R   | INTV<br>-EN | INTV<br>-I | INTV<br>-OV | 不定 |   |   |   |   |
|         |                       | W   |             | 0          | 0           | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |

INTV-EN(bit7) : インターバルタイマIIによる割り込み許可。  
0 = 許可する  
1 = 許可しない

INTV-I(bit6) : インターバルタイマIIによる割り込み発生の有無。  
0 = 割り込み発生なし  
1 = 割り込み発生

INTV-OV(bit5) : 以前のインターバルタイマIIによる割り込みが処理されないうちの  
インターバルタイマIIの再割り込みの発生の有無。  
0 = 割り込み発生なし  
1 = 割り込み発生

INTV-I,INTV-Oは、このレジスタを読み出した直後、自動的に0になる。

## インターバルタイマIIデータレジスタ

インターバルタイマIIの時間間隔を、マイクロ秒単位で設定するレジスタです。16ビットで、1~65535を直接表現します。0にすると65536として扱われます。

なお、タイマは1マイクロ秒のクロックで動作しているので、その範囲内で誤差が発生することがあります。

| I/Oアドレス       | レジスタ名                  | R/W | 7           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           | 1          | 0          |
|---------------|------------------------|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| 006AH<br>(下位) | インターバルタイマII<br>データレジスタ | R/W | INTV<br>-7  | INTV<br>-6  | INTV<br>-5  | INTV<br>-4  | INTV<br>-3  | INTV<br>-2  | INTV<br>-1 | INTV<br>-0 |
| 006BH<br>(上位) |                        | R/W | INTV<br>-15 | INTV<br>-14 | INTV<br>-13 | INTV<br>-12 | INTV<br>-11 | INTV<br>-10 | INTV<br>-9 | INTV<br>-8 |

INTV-n : 設定値(マイクロ秒)を2進数16桁で表す。

## 3. CPU 識別レジスタ

マシンの機種と CPU の種類を示すレジスタです。ID15-3 に新機種の機種 ID が加わりました。

| I/O アドレス | レジスタ名      | R/W | 7          | 6    | 5    | 4    | 3    | 2      | 1   | 0   |  |
|----------|------------|-----|------------|------|------|------|------|--------|-----|-----|--|
| 0030H    | CPU 識別レジスタ | R   | MACHINE-ID |      |      |      |      | CPU-ID |     |     |  |
|          |            |     | ID7        | ID6  | ID5  | ID4  | ID3  | ID2    | ID1 | ID0 |  |
| 0031H    |            | R   | MACHINE-ID |      |      |      |      |        |     |     |  |
|          |            |     | ID15       | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10   | ID9 | ID8 |  |

MACHINE-ID : 装置の種別を示す。次のビット構成により識別を行う。  
(bit15-3)

| 装 置                              | ID15 | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10 | ID9 | ID8 | ID7 | ID6 | ID5 | ID4 | ID3 |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| FMR-60/50                        | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| FMR-50S                          | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   |
| FMR-70                           | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1, 2)               | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1F, 2F, 1H, 2H)     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(10F, 20F, 40H, 80H) | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

FM TOWNS 各機種の MACHINE-ID は、ID15-8 を使用し、ID7-3 が 0 のとき有効である。

CPU-ID (bit2-0) : 使用 CPU の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| ID2 | ID1 | ID0 | CPU   |
|-----|-----|-----|-------|
| 0   | 0   | 0   | 80286 |
| 0   | 0   | 1   | 80386 |
| 0   | 1   | 0   | 予約済   |
| 0   | 1   | 1   | 予約済   |
| 1   | 0   | 0   | 予約済   |
| 1   | 0   | 1   | 予約済   |
| 1   | 1   | 0   | 予約済   |
| 1   | 1   | 1   | 予約済   |

このレジスタ (ID15-ID0) で読み出される値 (0401H) は、シリアル ROM 制御レジスタ (0032H) により読み出すことのできる機種番号 (ビット 56-71) の値と等価です。

# 付 録 I

## FM TOWNS II UXの仕様変更

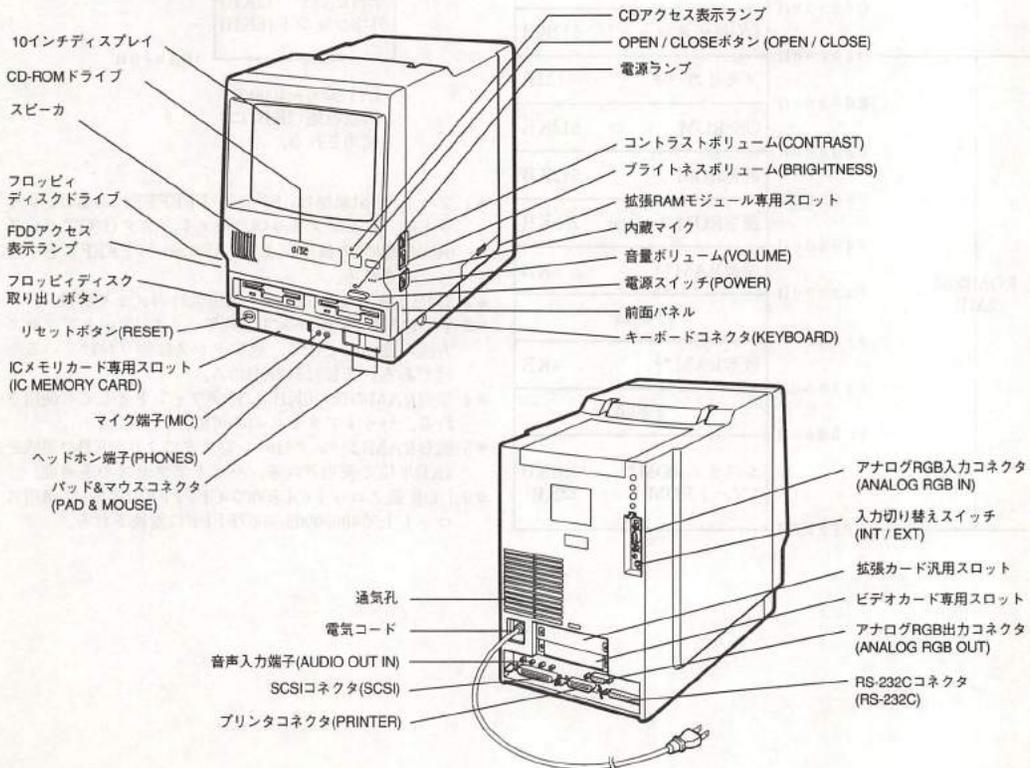
FM TOWNS II UX の主な仕様変更部分について解説します。

なお、「付録G FM TOWNS 1F, 2F, 1H, 2H の仕様変更」, 「付録H FM TOWNS 10F, 20F, 40H, 80H の仕様変更」もあわせてお読みください。

| 機種名  | メモリ | FDD | ハードディスク |
|------|-----|-----|---------|
| UX10 | 2MB | 1   | なし      |
| UX20 | 2MB | 2   | なし      |
| UX40 | 2MB | 2   | 40MB    |

### ●外観

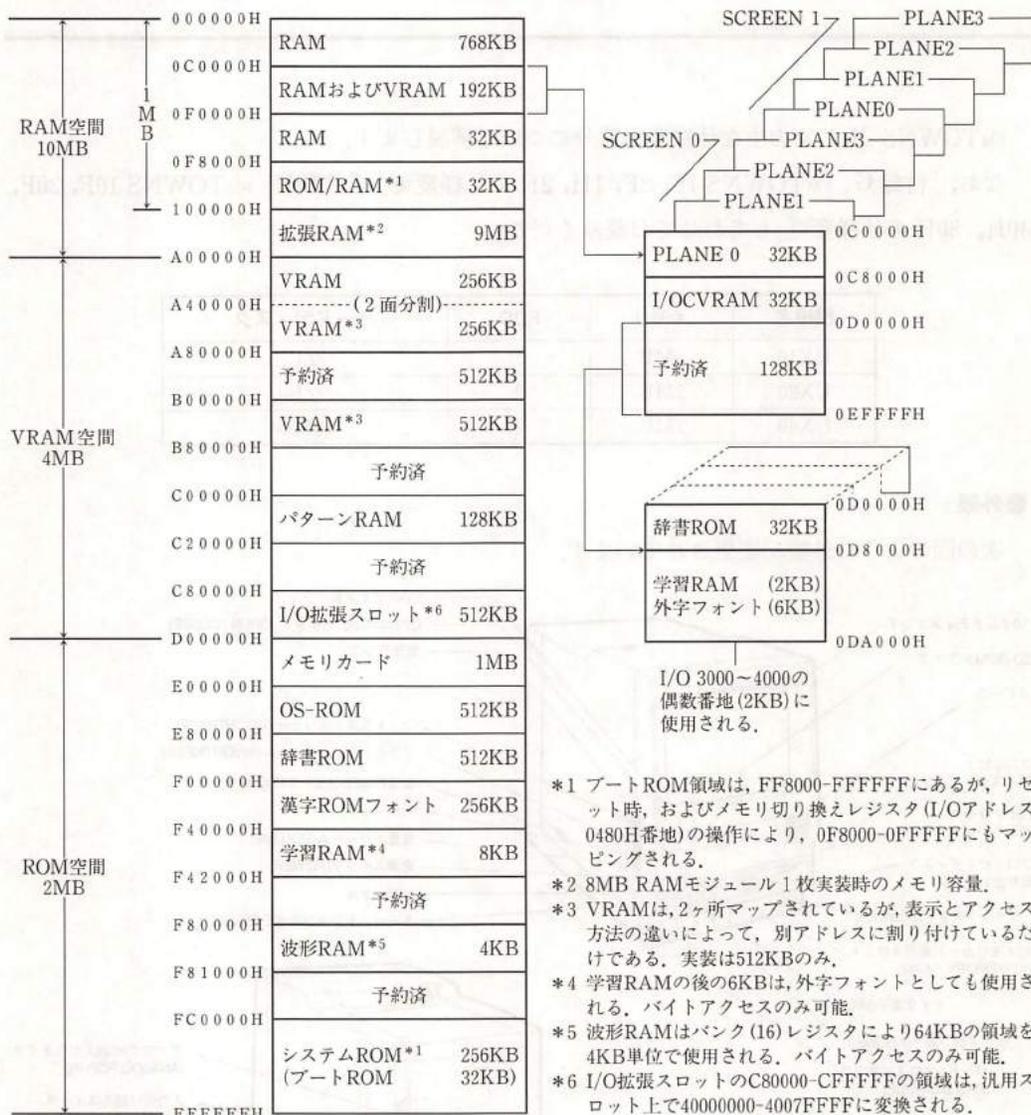
次の図のように外観が変更されています。



本体とディスプレイが一体型になりました。ディスプレイのみを利用できるように、アナログ RGB 入力端子が拡張されています。また、拡張カード汎用スロットが1つになりました。

●メモリマップ

CPU が 80386SX になったことにより、次の図のように変更がありました。



- \*1 ブートROM領域は、FF8000~FFFFFFにあるが、リセット時、およびメモリ切り換えレジスタ(I/Oアドレス0480H番地)の操作により、0F8000~0FFFFFFFにもマッピングされる。
- \*2 8MB RAMモジュール1枚実装時のメモリ容量。
- \*3 VRAMは、2ヶ所マップされているが、表示とアクセス方法の違いによって、別アドレスに割り付けているだけである。実装は512KBのみ。
- \*4 学習RAMの後の6KBは、外字フォントとしても使用される。バイトアクセスのみ可能。
- \*5 波形RAMはバンク(16)レジスタにより64KBの領域を4KB単位で使用される。バイトアクセスのみ可能。
- \*6 I/O拡張スロットのC80000~CFFFFFFFの領域は、汎用スロット上で40000000~4007FFFFに変換される。

## ● DMAC 使用上の注意

FMTOWNS II UX では、A24～A31 は 80386(386DX) と互換をとるためアドレス変換を行っています。したがって、DMAC を使う場合には、他機種とのアドレスの違いを意識する必要はありません。

## 変換しているアドレス

|           |   |             |   |         |   |           |          |
|-----------|---|-------------|---|---------|---|-----------|----------|
| 80000000H | ～ | 800FFFFFFH  | → | A00000H | ～ | AFFFFFFH  | VRAM     |
| 80100000H | ～ | 801FFFFFFH  | → | B00000H | ～ | BFFFFFFH  | VRAM     |
| 81000000H | ～ | 8107FFFFFFH | → | C00000H | ～ | C7FFFFFFH | パターン RAM |
| C2200000H | ～ | C2200FFFFH  | → | F80000H | ～ | F80FFFFH  | PCMRAM   |
| 40000000H | ～ | 4007FFFFFFH | → | C80000H | ～ | CFFFFFFH  | I/O 拡張領域 |
| C0000000H | ～ | C0FFFFFFFH  | → | D00000H | ～ | DFFFFFFH  | メモ리카ード   |
| C2000000H | ～ | C207FFFFFFH | → | E00000H | ～ | E7FFFFFFH | OS-ROM   |
| C2080000H | ～ | C20FFFFFFFH | → | E80000H | ～ | EFFFFFFH  | 辞書 ROM   |
| C2100000H | ～ | C213FFFFFFH | → | F00000H | ～ | F3FFFFFFH | 漢字 ROM   |
| C2140000H | ～ | C2141FFFFH  | → | F40000H | ～ | F41FFFFH  | 学習 RAM   |
| FFFC0000H | ～ | FFFFFFFFFH  | → | FC0000H | ～ | FFFFFFFH  | システム ROM |

メモ리카ード領域は 1MB のバンクになります。

## ●追加、および拡張された I/O とレジスタ

## 1. リセット要因レジスタ

リセットが発生したときに、その原因を示すレジスタです。ビット 2 の機能が拡張されました。

ソフトリセット、NMI ベクタプロテクト、ソフト電源制御レジスタ (0020H) および電源制御レジスタ (0022H) を利用したソフトウェアによる電源のオフが起こった場合は CPU リセットがかかりビット 2 が 1 となります。POFF によるソフトリセットの場合は 0404H, 0480H の各ビットをリセット (0 に) します。

| I/O アドレス | レジスタ名      | R/W | 7   | 6 | 5 | 4 | 3 | 2    | 1            | 0    |
|----------|------------|-----|-----|---|---|---|---|------|--------------|------|
| 0020H    | リセット要因レジスタ | R   | 不 定 |   |   |   |   | POFF | SHUT<br>DOWN | SOFT |

- POFF (bit2) : ソフトウェアによるパワーオフリセットが発生したことを示す。このビットはリードしてもオフにならない。  
1=パワーオフリセット
- SHUTDOWN (bit1) : シャットダウン (CPU による異常検出) によるリセットが発生したことを示す。このビットはリードすることによりオフにされる。  
1=シャットダウンリセット
- SOFT (bit0) : ソフトウェアによるリセットが発生したことを示す。このビットはリードすることによりオフにされる。  
1=ソフトウェアリセット  
シャットダウンリセット、ソフトウェアリセットともに CPU と NDP にのみリセットがかかる。  
パワーオンリセットおよびシステムリセット時はいずれのフラグも 0 になる。

## 2. CPU 識別レジスタ

マシンの機種と CPU の種類を示すレジスタです。ID15-3 に新機種の機種 ID が加わりました。

また、CPU 識別レジスタの ID0 にメインメモリ領域の MEMINH を有効にするための書き込みビットができました。

MEMINH とは、本体内部にあるメモリ領域の一部を無効にして、汎用バスに実装されるオプションカードのメモリに置き換えるための信号です。

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7          | 6    | 5    | 4    | 3    | 2      | 1   | 0      |  |
|---------|------------|-----|------------|------|------|------|------|--------|-----|--------|--|
| 0030H   | CPU 識別レジスタ | R   | MACHINE-ID |      |      |      |      | CPU-ID |     |        |  |
|         |            |     | ID7        | ID6  | ID5  | ID4  | ID3  | ID2    | ID1 | ID0    |  |
|         |            | W   | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0      | 0   | LSPEED |  |
| 0031H   |            | R   | MACHINE-ID |      |      |      |      |        |     |        |  |
|         |            |     | ID15       | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10   | ID9 | ID8    |  |

MACHINE-ID(bit15-3) : 装置の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| 装置                                      | ID15 | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10 | ID9 | ID8 | ID7 | ID6 | ID5 | ID4 | ID3 |
|-----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| FMR-60/50                               |      |      |      | 不定   |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| FMR-50S                                 |      |      |      | 不定   |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   |
| FMR-70                                  |      |      |      | 不定   |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   |
| FMTOWNS<br>(1,2)                        | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FMTOWNS<br>(1F,2F,1H,2H)                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FMTOWNS<br>(10F,20F,40H,80H)            | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FMTOWNS II<br>(UX10,UX20,UX40)          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FMTOWNS II<br>(CX10,CX20<br>CX40,CX100) | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

FMTOWNS 各機種種の MACHINE-ID は、ID15-8 を使用し、ID7-3 が 0 のとき有効である。

CPU-ID(bit2-0)

: 使用 CPU の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| ID2 | ID1 | ID0 | CPU     |
|-----|-----|-----|---------|
| 0   | 0   | 0   | 80286   |
| 0   | 0   | 1   | 80386   |
| 0   | 1   | 0   | 80486   |
| 0   | 1   | 1   | 80386SX |
| 1   | 0   | 0   | 予約済     |
| 1   | 0   | 1   | 予約済     |
| 1   | 1   | 0   | 予約済     |
| 1   | 1   | 1   | 予約済     |

LSPEED(bit0)

: メインメモリ領域の MEMINH を有効にする。

0=無効

1=有効(このとき、RAM のウェイトは 2WAIT となる)

このレジスタ(ID15-ID0)で読み出される値(0030H)は、シリアルROM制御レジスタ(0032H)により読み出すことのできる機種番号(ビット 56-71)の値と等価です。

## 3. メモリカードバンクレジスタ

メモリカード領域を割り当てるレジスタです。JEIDA VER.4 対応のため、このレジスタとメモリカード属性レジスタが新規に追加されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7 | 6 | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------|---------------|-----|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0490H   | メモリカードバンクレジスタ | R/W | 0 | 0 | JB5 | JB4 | JB3 | JB2 | JB1 | JB0 |

JB5-0 (bit5-0)

:メモリカード領域(D00000H~E00000H)の1MBをメモリカードの64MBのどの領域に割り当てるかを指定します。

| JB5 | JB4 | JB3 | JB2 | JB1 | JB0 | メモリ領域     |       |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|-------|
| 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0MB~1MB   | リセット時 |
| 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1MB~2MB   |       |
| 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 2MB~3MB   |       |
| 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 3MB~4MB   |       |
| 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 4MB~5MB   |       |
| 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 1   | 5MB~6MB   |       |
| 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 6MB~7MB   |       |
| 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 7MB~8MB   |       |
| 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 8MB~9MB   |       |
| 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 9MB~10MB  |       |
| 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1   | 59MB~60MB |       |
| 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 60MB~61MB |       |
| 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 61MB~62MB |       |
| 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 62MB~63MB |       |
| 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 63MB~64MB |       |

メモリカードのメモリをアクセスするには、メモリカード属性レジスタ(0491H)のREGが0である必要があります。

## 4. メモリカード属性レジスタ

メモリカードの属性を読み取るレジスタです。新規に追加されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W | 7    | 6   | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0   |
|---------|--------------|-----|------|-----|---|---|---|---|---|-----|
| 0491H   | メモリカード属性レジスタ | R   | VER4 | 不 定 |   |   |   |   |   | REG |
|         |              | W   | 0    | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |     |

|            |                                                                                                                            |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VER4(bit7) | : サポートするメモリカードが JEIDA Ver.4 規格のものであることを示す。<br>0=Ver.4 サポート<br>1=Ver.4 未サポート<br>このビットが1のときメモリカードバンクレジスタとメモリカード属性レジスタは無効となる。 |
| REG(bit0)  | : メモリカードの属性情報をアクセスする。<br>0=メモリをアクセス(リセット時)<br>1=属性情報をアクセス                                                                  |

## 5. ステータスレジスタ

SCSI インタフェースの状態を示すためのレジスタです。ビット2の機能が拡張されました。

| I/O アドレス | レジスタ名     | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3    | 2         | 1   | 0    |
|----------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------|-----|------|
| 0C32H    | ステータスレジスタ | R   | REQ | I/O | MSG | C/D | BUSY | EX<br>(0) | INT | PERR |

|            |                                                                                                                                                                     |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REQ(bit7)  | : Information Transfer フェーズにおける転送要求を示す。<br>0=転送要求なし<br>1=転送要求あり                                                                                                     |
| I/O(bit6)  | : データの入出力の方向を示す。<br>0=出力<br>1=入力                                                                                                                                    |
| MSG(bit5)  | : データレジスタの内容がメッセージであるか、データであるかを示す。<br>0=データ<br>1=メッセージ                                                                                                              |
| C/D(bit4)  | : データレジスタの内容がコントロール情報であるか、データであるかを示す。<br>0=データ<br>1=コントロール情報(コマンド、ステータス、メッセージ)                                                                                      |
| BUSY(bit3) | : SCSI バスの状態を示す。<br>0=解放されている<br>1=使用中である                                                                                                                           |
| EX(bit2)   | : コントロールレジスタの RMSK (bit5) の割り込み制御機能の有無を示す。<br>0=割り込み機能が有効(FmTOWNS II UX では0)<br>1=割り込み機能が無効                                                                         |
| INT(bit1)  | : 割り込みが発生したことを示す。<br>0=割り込みなし<br>1=割り込みあり<br>この割り込みは、Command, Status, Message のいずれかのフェーズに移行し、REQ 信号が1になったときに発生する。ただし、コントロールレジスタの IMSK (bit6) に0を書くことによりマスクすることができる。 |
| PERR(bit0) | : 周辺装置からのデータのパリティエラーを示す。<br>0=パリティエラーなし<br>1=パリティエラーあり<br>ステータスレジスタを読むと、このビットは0になる。                                                                                 |

## 6. コントロールレジスタ

SCSI インタフェースを制御するレジスタです。ビット 5, 3 の情報が拡張されました。

| I/O アドレス | レジスタ名      | R/W | 7   | 6    | 5           | 4   | 3          | 2   | 1    | 0   |
|----------|------------|-----|-----|------|-------------|-----|------------|-----|------|-----|
| 0C32H    | コントロールレジスタ | W   | WEN | IMSK | RMSK<br>(0) | ATN | W/B<br>(0) | SEL | DMAE | RST |

WEN(bit7) : SCSI バスへのデータ、コントロール信号の出力を制御する。

0=出力を禁止する

1=出力を許可する

IMSK(bit6) : ステータスレジスタの INT(bit1) の割り込みを制御する。

0=割り込み禁止

1=割り込み許可

RMSK(bit5) : データフェーズにおける割り込みの制御を行う。データフェーズ割り込みにおいては、IMSK は意味を持たない。

0=割り込み禁止 (FM TOWNS II UX では 0 に固定である)

1=割り込み許可

ATN(bit4) : 周辺装置に対して何らかのメッセージがあることを示す。

0=メッセージなし

1=メッセージあり

W/B(bit3) : データフェーズ時の DMA 転送モードの設定を行う。

0=DMA 転送モードをバイト DMA モードにする (FM TOWNS II UX では 0 に固定である)

1=DMA 転送モードをワード DMA モードにする

本ビットに 1 を指定したときは、DMA のチャンネル 1 をワード転送に設定すること。

SEL(bit2) : SCSI バスの SEL 信号の制御を行う。

0=OFF

1=ON

DMAE(bit1) : DMA 転送を制御する。

0=DMA 転送を禁止する

1=DMA 転送を行う

RST(bit0) : SCSI コネクタに接続しているすべての周辺装置をリセットする。

0=リセット解除

1=リセット (25 $\mu$ s 以上後に 0 にもどすこと)

## 7. CPU\_MISC4 レジスタ

NMI のマスク機能の有無を示すレジスタです。新規に追加されました。

| I/O アドレス | レジスタ名          | R/W | 7           | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------|----------------|-----|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 0025H    | CPU_MISC4 レジスタ | R   | NMI<br>CINT | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

NMICINT(bit7) : NMI のマスク機能の有無を示す。

0=NMI のマスク機能あり

1=NMI のマスク機能なし

## 8. NMI マスクレジスタ

NMI のマスク機能の状態を変更するレジスタです。新規に追加されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7                    | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0           |
|---------|-------------|-----|----------------------|---|---|---|---|---|---|-------------|
| 0028H   | NMI マスクレジスタ | R/W | 書き込み時には読み出した値を書き込むこと |   |   |   |   |   |   | NMI<br>MASK |

NMIMASK (bit0)

: NMI の禁止/有効を指定する。

0=NMI が有効である

1=NMI が禁止である(ただし、NMI 要因がクリアされるわけではないので、要因がある場合には、ビット0を0にすることによってNMIが有効となる)

リセット時、ビット0の値は0である。ソフトウェアリセット時でも状態は変化しない。

bit1~7のデータについては、読み出された値を書き込むこと。

## 9. BUFFUL レジスタ

シリアルデータが送信可能かどうかを示すレジスタです。新規に追加されました。

このレジスタはチューナカード(FMT-416)を実装したときに使用されるレジスタであり、チューナカードが実装されていない場合は何の意味も持ちません。

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0      |
|---------|-------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|--------|
| 0606H   | BUFFUL レジスタ | R   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | BUFFUL |

BUFFUL (bit0)

: シリアルデータが送信可能かどうかを示す。

0=送信可能

1=送信不可能



# 付 録 J

## FM TOWNS II CXの仕様変更

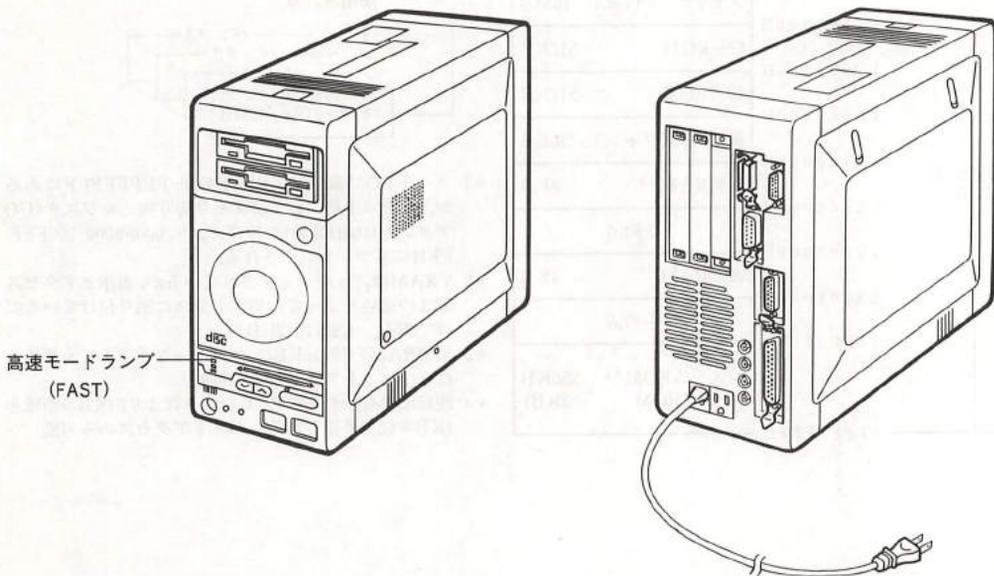
FM TOWNS II CXの主な仕様変更部分について解説します。

なお、「付録G FM TOWNS 1F, 2F, 1H, 2Hの仕様変更」「付録H FM TOWNS 10F, 20F, 40H, 80Hの仕様変更」もあわせてお読みください。

| 機種名   | メモリ | FDD | ハードディスク |
|-------|-----|-----|---------|
| CX10  | 2MB | 1   | なし      |
| CX20  | 2MB | 2   | なし      |
| CX40  | 2MB | 2   | 40MB    |
| CX100 | 2MB | 2   | 100MB   |

### ●外観

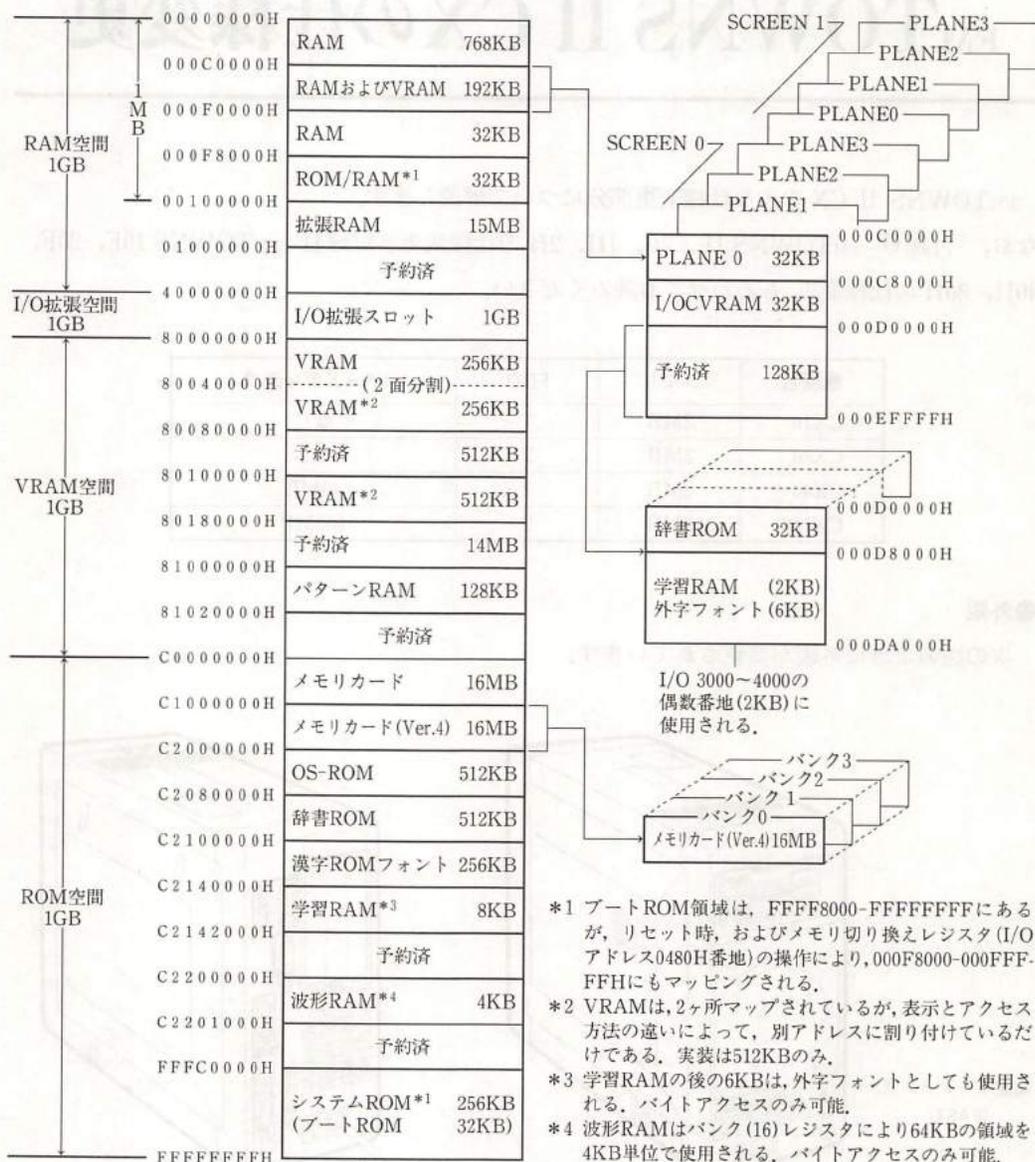
次の図のように外観が変更されています。



高速モードでの動作を示す、ランプが付きました。

## ●メモリマップ

メモリカード JEIDA Ver.4 対応のため、新たにメモリカード領域 16MB が追加され、その領域がバンク形式になり 64MB のメモリカードのアクセスが可能になりました。従来までのメモリカード領域も存在し、新メモリカード領域のバンク 0 と同じ内容になります。



\*1 ブートROM領域は、FFFF8000-FFFFFFFHにあるが、リセット時、およびメモリ切り換えレジスタ(I/Oアドレス0480H番地)の操作により、000F8000-000FFF-FFHにもマッピングされる。

\*2 VRAMは、2ヶ所マップされているが、表示とアクセス方法の違いによって、別アドレスに割り付けているだけである。実装は512KBのみ。

\*3 学習RAMの後の6KBは、外字フォントとしても使用される。バイトアクセスのみ可能。

\*4 波形RAMはバンク(16)レジスタにより64KBの領域を4KB単位で使用される。バイトアクセスのみ可能。

## ●追加、および拡張された I/O とレジスタ

## 1. CPU 識別レジスタ

マシンの機種と CPU の種類を示すレジスタです。ID15-3 に新規種の機種 ID が加わりました。

| I/O アドレス | レジスタ名      | R/W | 7          | 6    | 5    | 4    | 3    | 2      | 1   | 0   |  |
|----------|------------|-----|------------|------|------|------|------|--------|-----|-----|--|
| 0030H    | CPU 識別レジスタ | R   | MACHINE-ID |      |      |      |      | CPU-ID |     |     |  |
|          |            |     | ID7        | ID6  | ID5  | ID4  | ID3  | ID2    | ID1 | ID0 |  |
| 0031H    |            | R   | MACHINE-ID |      |      |      |      |        |     |     |  |
|          |            |     | ID15       | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10   | ID9 | ID8 |  |

MACHINE-ID (bit15-3) : 装置の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| 装置                                       | ID15 | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10 | ID9 | ID8 | ID7 | ID6 | ID5 | ID4 | ID3 |
|------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| FMR-60/50                                | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| FMR-50S                                  | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   |
| FMR-70                                   | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1,2)                        | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1F,2F,1H,2H)                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(10F,20F,40H,80H)            | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(UX10,UX20,UX40)          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(CX10,CX20<br>CX40,CX100) | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

FM TOWNS 各機種の MACHINE-ID は、ID15-8 を使用し、ID7-3 が 0 のとき有効である。

CPU-ID (bit2-0)

: 使用 CPU の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| ID2 | ID1 | ID0 | CPU     |
|-----|-----|-----|---------|
| 0   | 0   | 0   | 80286   |
| 0   | 0   | 1   | 80386   |
| 0   | 1   | 0   | 80486   |
| 0   | 1   | 1   | 80386SX |
| 1   | 0   | 0   | 予約済     |
| 1   | 0   | 1   | 予約済     |
| 1   | 1   | 0   | 予約済     |
| 1   | 1   | 1   | 予約済     |

このレジスタ (ID15-ID0) で読み出される値 (0501H) は、シリアル ROM 制御レジスタ (0032H) により読み出すことのできる機種番号 (ビット 56-71) の値と等価です。

## 2. スピード制御レジスタ

CPU の処理速度を切り替えるためのレジスタで、新規に追加されました。互換モードでは従来機種と同一の処理速度となります。高速モードでは、メイン RAM 0WAIT, VRAM 3WAIT, SCSI の DMA 転送サイクルの短縮(2 $\mu$ s/サイクル→1.65 $\mu$ s/サイクル)となり、本体の高速モードランプが点灯します。

スピード制御レジスタの bit7 はスピード制御機能の有無を示します。スピード制御機能が有効の場合は 0 となります。

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7             | 6  | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0           |
|---------|------------|-----|---------------|----|---|---|---|---|---|-------------|
| 05ECH   | スピード制御レジスタ | R   | HSPDEN<br>(0) | 不定 |   |   |   |   |   | HI<br>SPEED |
|         |            | W   | 0             | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |             |

HSPEED(bit0) : 互換モード/高速モードを選択する。  
0 = 互換モード  
1 = 高速モード

HSPDEN(bit7) : スピード制御機能の有無を示す。  
0 = スピード制御機能が有効  
1 = スピード制御機能が無効

## 3. メモリカードバンクレジスタ

メモリカード領域を割り当てるレジスタです。JEIDA VER.4 対応のため、このレジスタとメモリカード属性レジスタが新設されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7  | 6 | 5   | 4   | 3  | 2 | 1 | 0 |
|---------|---------------|-----|----|---|-----|-----|----|---|---|---|
| 0490H   | メモリカードバンクレジスタ | R   | 不定 |   | JB1 | JB0 | 不定 |   |   |   |
|         |               | W   | 0  | 0 |     |     | 0  | 0 | 0 | 0 |

JB1,0(bit5, 4) : メモリカード領域(C1000000H~C1FFFFFFH)の16MB空間をメモリカードの64MBのどの領域に割り当てるかを指定します。

| JB1 | JB0 | メモリ領域     | リセット時 |
|-----|-----|-----------|-------|
| 0   | 0   | 0MB~16MB  |       |
| 0   | 1   | 16MB~32MB |       |
| 1   | 0   | 32MB~48MB |       |
| 1   | 1   | 48MB~64MB |       |

メモリカードのメモリをアクセスする際には、メモリカード属性レジスタ(0491H)のREGが0である必要があります。

## 4. メモリカード属性レジスタ

メモリカードの属性を読み取るレジスタです。新規に追加されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W | 7    | 6   | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0   |
|---------|--------------|-----|------|-----|---|---|---|---|---|-----|
| 0491H   | メモ리카ード属性レジスタ | R   | VER4 | 不 定 |   |   |   |   |   | REG |
|         |              | W   | 0    | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |     |

VER4(bit7) : サポートするメモ리카ードが JEIDA Ver.4 規格のものであることを示す。

0=Ver.4 サポート  
1=Ver.4 未サポート

このビットが1のときメモ리카ードバンクレジスタとメモ리카ード属性レジスタは無効となる。

REG(bit0) : メモ리카ードの属性情報をアクセスする。  
0=メモリをアクセス(リセット時)  
1=属性情報をアクセス

## 5. ステータスレジスタ

SCSI インタフェースの状態を示すためのレジスタです。ビット2の機能が拡張されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3    | 2         | 1   | 0    |
|---------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------|-----|------|
| 0C32H   | ステータスレジスタ | R   | REQ | I/O | MSG | C/D | BUSY | EX<br>(0) | INT | PERR |

REQ(bit7) : Information Transfer フェーズにおける転送要求を示す。  
0=転送要求なし  
1=転送要求あり

I/O(bit6) : データの入出力の方向を示す。  
0=出力  
1=入力

MSG(bit5) : データレジスタの内容がメッセージであるか、データであるかを示す。  
0=データ  
1=メッセージ

C/D(bit4) : データレジスタの内容がコントロール情報であるか、データであるかを示す。  
0=データ  
1=コントロール情報(コマンド、ステータス、メッセージ)

BUSY(bit3) : SCSI バスの状態を示す。  
0=解放されている  
1=使用中である。

EX(bit2) : コントロールレジスタの RMSK(bit5)の割り込み制御機能の有無を示す。  
0=割り込み機能が有効(FM TOWNS II CX では0)  
1=割り込み機能が無効

INT(bit1) : 割り込みが発生したことを示す。  
0=割り込みなし  
1=割り込みあり  
この割り込みは、Command, Status, Message のいずれかのフェーズに移行し、REQ 信号が1になったときに発生する。ただし、コントロールレジスタの IMSK(bit6)に0を書くことによりマスクすることができる。

PERR(bit0) : 周辺装置からのデータのパリティエラーを示す。  
0=パリティエラーなし  
1=パリティエラーあり  
ステータスレジスタを読むと、このビットは0になる。

## 6. コントロールレジスタ

SCSI インタフェースを制御するレジスタです。ビット 5, 3 の機能が拡張されました。  
DMA の高速転送を行うためには、以下の設定が必要となります。

- SCSI コントローラの設定をワード DMA モードにする。
- DMAC のチャンネル 1 の設定をワード転送にする。

| I/O アドレス | レジスタ名      | R/W | 7   | 6    | 5    | 4   | 3   | 2   | 1    | 0   |
|----------|------------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|-----|
| 0C32H    | コントロールレジスタ | W   | WEN | IMSK | RMSK | ATN | W/B | SEL | DMAE | RST |

- WEN (bit7) : SCSI バスへのデータ、コントロール信号の出力を制御する。  
0=出力を禁止する  
1=出力を許可する
- IMASK (bit6) : ステータスレジスタの INT (bit1) の割り込みを制御する。  
0=割り込み許可  
1=割り込み禁止
- RMSK (bit5) : データフェーズにおける割り込みの制御を行う。データフェーズ割り込みにおいては、IMSK は意味を持たない。  
0=割り込み禁止 (FM TOWNS II CX では 0 に固定である)  
1=割り込み許可
- ATN (bit4) : 周辺装置に対して何らかのメッセージがあることを示す。  
0=メッセージなし  
1=メッセージあり
- W/B (bit3) : データフェーズ時の DMA 転送モードの設定を行う。  
0=DMA 転送モードをバイト DMA モードにする  
1=DMA 転送モードをワード DMA モードにする  
本ビットに 1 を指定したときは、DMA のチャンネル 1 をワード転送に設定すること。
- SEL (bit2) : SCSI バスの SEL 信号の制御を行う。  
0=OFF  
1=ON
- DMAE (bit1) : DMA 転送を制御する。  
0=DMA 転送を禁止する  
1=DMA 転送を行う
- RST (bit0) : SCSI コネクタに接続しているすべての周辺装置をリセットする。  
0=リセット解除  
1=リセット (25 $\mu$ s 以上後に 0 にもどすこと)

## 7. CPU\_MISC4 レジスタ

NMI のマスク機能の有無を示すレジスタです。新規に追加されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名          | R/W | 7          | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|----------------|-----|------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 0025H   | CPU_MISC4 レジスタ | R   | NMI<br>CNT | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

NMICINT (bit7) : NMI のマスク機能の有無を示す。  
 0=NMI のマスク機能あり  
 1=NMI のマスク機能なし

## 8. NMI マスクレジスタ

NMI のマスク機能の状態を変更するレジスタです。新規に追加されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7                    | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0           |
|---------|-------------|-----|----------------------|---|---|---|---|---|---|-------------|
| 0028H   | NMI マスクレジスタ | R/W | 書き込み時には読み出した値を書き込むこと |   |   |   |   |   |   | NMI<br>MASK |

NMIMASK (bit0) : NMI の禁止/有効を指定する。  
 0=NMI が有効である  
 1=NMI が禁止である(ただし、NMI 要因がクリアされるわけではないので、要因がある場合には、ビット0を0にすることによってNMIが有効となる)  
 リセット時、ビット0の値は0である。ソフトウェアリセット時でも状態は変化しない。  
 bit1~7のデータについては読み出された値を書き込むこと。

# 付 録 K

## FM TOWNS II UGの仕様変更

FM TOWNS II UGの主な仕様変更部分について解説します。

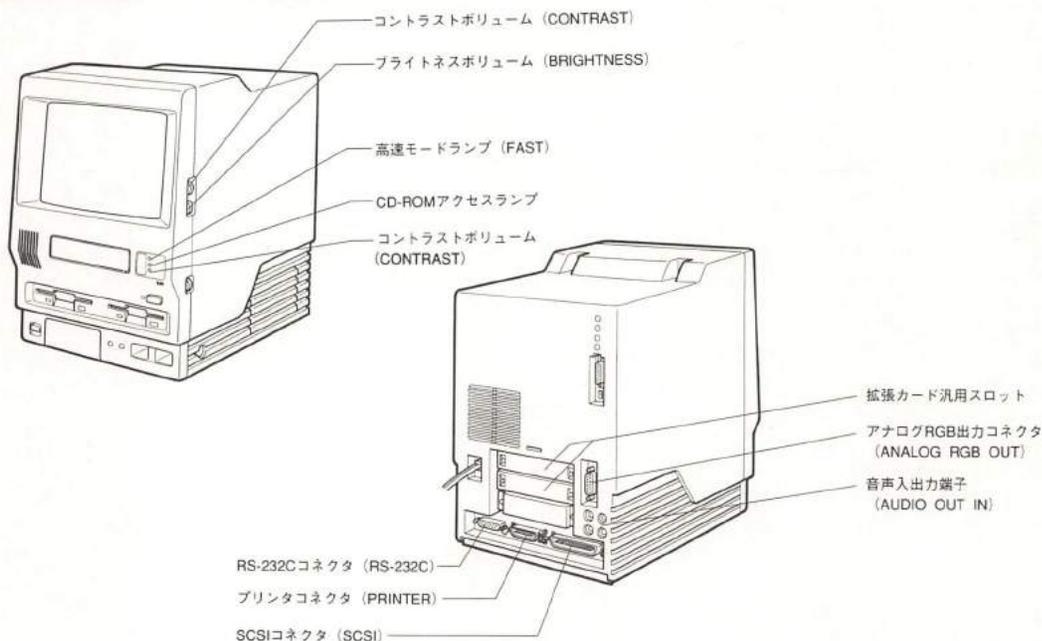
なお、「付録 G FM TOWNS 1F, 2F, 1H, 2Hの仕様変更」, 「付録 H FM TOWNS 10F, 20F, 40H, 80Hの仕様変更」, 「付録 I FM TOWNS II UXの仕様変更」もあわせてお読みください。

| 機種名  | メモリ | FDD | ハードディスク |
|------|-----|-----|---------|
| UG10 | 2MB | 1   | なし      |
| UG20 | 2MB | 2   | なし      |
| UG40 | 2MB | 2   | 40MB    |
| UG80 | 2MB | 2   | 80MB    |

### ●外観

次の図のように外観が変更されています。

UXと比べて各種ボリュームやコネクタの位置が変わりました。また、高速モードランプ、拡張カード汎用スロットが増設されています。



## ●追加, および拡張された I/O とレジスタ

## 1. CPU 識別レジスタ

CPU 識別レジスタは、フォーマットの変更はありません。FM TOWNS II UG が追加されたことにより、図のビット構成 (0603H) が参照されます。この値は、シリアル ROM 識別情報のビット 56~71 の内容と同じです。

なお、このレジスタの ID15 は、リセット直後は 1 となり、300 $\mu$ s 後に 0 になります。0 になったことを確認した上で参照してください。

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W        | 7          | 6    | 5    | 4    | 3    | 2      | 1   | 0   |  |
|---------|-----------|------------|------------|------|------|------|------|--------|-----|-----|--|
| 0030H   | CPU識別レジスタ | R          | MACHINE-ID |      |      |      |      | CPU-ID |     |     |  |
|         |           |            | ID7        | ID6  | ID5  | ID4  | ID3  | ID2    | ID1 | ID0 |  |
| R       |           | MACHINE-ID |            |      |      |      |      |        |     |     |  |
|         |           | ID15       | ID14       | ID13 | ID12 | ID11 | ID10 | ID9    | ID8 |     |  |
| 0031H   |           |            |            |      |      |      |      |        |     |     |  |

MACHINE-ID(bit15-3) : 装置の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| 装置                                             | ID15 | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10 | ID9 | ID8 | ID7 | ID6 | ID5 | ID4 | ID3 |
|------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| FMR-60/50                                      |      |      |      | 不定   |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| FMR-50S                                        |      |      |      | 不定   |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   |
| FMR-70                                         |      |      |      | 不定   |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1,2)                              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1F,2F,1H,2H)                      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(10F,20F,40H,80H)                  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(UX10,UX20,UX40)                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>( CX10,CX20 )<br>( CX40,CX100 ) | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>( UG10,UG20 )<br>( UG40,UG80 )  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

FM TOWNS 各機種種の MACHINE-ID は、ID15-8 を使用し、ID7-3 が 0 のとき有効である。

CPU-ID(bit2-0) : 使用 CPU の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| ID2 | ID1 | ID0 | CPU        |
|-----|-----|-----|------------|
| 0   | 0   | 0   | 80286      |
| 0   | 0   | 1   | 80386DX    |
| 0   | 1   | 0   | 80486SX/DX |
| 0   | 1   | 1   | 80386SX    |
| 1   | 0   | 0   | 予約済        |
| 1   | 0   | 1   | 予約済        |
| 1   | 1   | 0   | 予約済        |
| 1   | 1   | 1   | 予約済        |

## 2. CPU\_MISC3 レジスタ

FM TOWNS II UG で新設されたレジスタ群が有効かどうかを参照するレジスタのひとつです。新規に追加されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7             | 6            | 5            | 4          | 3      | 2 | 1 | 0 |
|---------|---------------|-----|---------------|--------------|--------------|------------|--------|---|---|---|
| 0024H   | CPU-MISC3レジスタ | R   | ENPOFF<br>(0) | RCREN<br>(0) | CRT<br>OFFEN | FTM<br>(0) | POFFEN | 1 | 1 | 1 |

ENPOFF(bit7) : POFFEN(bit3) ビットが有効かどうかを示す。  
0 = POFFEN ビット有効  
1 = POFFEN ビット無効

RCREN(bit6) : I/O FDA4H(リードコンパチレジスタ) が有効かどうかを示す。  
0 = リードコンパチレジスタが有効  
1 = リードコンパチレジスタが無効

CRTOFFEN(bit5) : I/O 0022H の CRTPOWOFF ビットが有効かどうかを示す。このビットはソフトウェアによる電源断可能な CRT が接続されていることを示している。  
0 = CRT のソフト電源断が可能  
1 = CRT のソフト電源断が不可能

FTM(bit4) : フリーランタイム (I/O 0026,0027H) の有無を示す。  
0 = フリーランタイム有  
1 = フリーランタイム無

POFFEN(bit3) : I/O 0020H の POFF ビットが有効かどうかを示す。  
0 = ソフト電源断が可能 (HR/HG)  
1 = ソフト電源断が不可能 (UG/UR および従来機種)

## 3. 最高速クロックレジスタ

装置の最高動作周波数を表すレジスタです。新規に追加されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7             | 6     | 5     | 4     | 3     | 2     | 1     | 0     |
|---------|-------------|-----|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 05EDH   | 最高速クロックレジスタ | R   | FCLKEN<br>(0) | FCLK6 | FCLK5 | FCLK4 | FCLK3 | FCLK2 | FCLK1 | FCLK0 |

FCLKEN(bit7) : FCLK6-0 ビットが有効かどうかを示す。  
0 = FCLK6-0 ビットが有効  
1 = FCLK6-0 ビットが無効

FCLK6-0(bit6-0) : 装置の最高動作周波数を示す [MHz]  
0~127MHz

## 4. スピード制御レジスタ

CPU の処理速度を、従来機と同じ (互換モード) か、その装置の最高速にする (高速モード) かを選択するレジスタで、新規に追加されました。HSPDEN ビットは、0 (スピード制御機能あり) になっています。

最高速のときは、装置前面の高速モードランプが点灯します。

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7      | 6  | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0      |
|---------|------------|-----|--------|----|---|---|---|---|---|--------|
| 05ECH   | スピード制御レジスタ | R   | HSPDEN | 不定 |   |   |   |   |   | HSPEED |
|         |            | W   | 0      | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |        |

HSPDEN(bit7) : スピード制御機能の有無を示す。  
 0 = スピード制御機能が有効  
 1 = スピード制御機能が無効

HSPEED(bit0) : 互換モード/高速モードを選択する (bit7=0 のとき有効)。  
 0 = 互換モード (386DX メイン RAM 3WAIT, V-RAM 6WAIT 相当)  
 1 = 高速モード

## 5. フリーランタイムレジスタ

新規に追加されたレジスタです。このレジスタは、一種のタイマとして用いるためのもので、1 $\mu$ s ごとに1ずつカウント値が増加します。このレジスタを使い、65ms 以内の範囲で2回読み取って差を求めることにより、経過時間 ( $\mu$ s 単位) を算出することができます。ただし、内容は刻々変化するので、ワード読み出しで一度に読み取ることが必要です。もしバイト読み出しを2回行って上位と下位を連結すると、途中で値が変化して数値が不正確になることがあります。

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W       | 7         | 6     | 5     | 4     | 3     | 2    | 1    | 0    |
|---------|--------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| 0026H   | フリーランタイムレジスタ | R         | カウント値(下位) |       |       |       |       |      |      |      |
|         |              |           | CNT7      | CNT6  | CNT5  | CNT4  | CNT3  | CNT2 | CNT1 | CNT0 |
| R       |              | カウント値(上位) |           |       |       |       |       |      |      |      |
|         |              | CNT15     | CNT14     | CNT13 | CNT12 | CNT11 | CNT10 | CNT9 | CNT8 |      |
| 0027H   |              |           |           |       |       |       |       |      |      |      |

注) このレジスタのリードに当たっては、必ずワード命令でリードすること。

## 6. SCSI モードステータスレジスタ

SCSI の DMA ワード転送が可能かどうかを表すレジスタで、新規に追加されました。ただし、FM TOWNS II CX では、ビット7が1(ワード転送不可)になっていますが、これは例外です。CX については、CPU 識別レジスタで機種を確認し、転送可能とみなしてください。

| I/Oアドレス | レジスタ名            | R/W | 7        | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|------------------|-----|----------|---|---|---|---|---|---|---|
| 0034H   | SCSIモードステータスレジスタ | R   | WORD DMA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

WORDDMA(bit7) : DMA のワード転送が可能であるかどうかを示す。  
 0 = DMA のワード転送可  
 1 = DMA のワード転送不可

注) CX では、DMA のワード転送が可能であるが、このビットは1になっているので、機種 ID で判別すること。

## 7. CRT 出力コントロールレジスタ

新規に追加されたレジスタで、同名の書き込み専用レジスタ (I/O アドレス : FDA0H) の値を読み出すためのものです。

| I/Oアドレス | レジスタ名           | R/W | 7 | 6 | 5 | 4 | 3       | 2     | 1       | 0     |
|---------|-----------------|-----|---|---|---|---|---------|-------|---------|-------|
| FDA2H   | CRT出力コントロールレジスタ | R   | 0 | 0 | 0 | 0 | 画面レイアウト |       | 画面レイアウト |       |
|         |                 |     |   |   |   |   | COLOR   | GREEN | COLOR   | GREEN |

注) このレジスタは、I/O FDA0H にライトした値をリードするためのものである。

## 8. CRT リードコンパチブルレジスタ

FM TOWNS II UG で新設されたレジスタ群が有効かどうかを参照するレジスタのひとつです。具体的には、次に示すレジスタ群が存在するかどうか、言い換えるとほかの機種で動く可能性のあるソフトウェアの場合、これらが使えないことを知るために参照します。

このレジスタ自身も新設されたもので、これがないとき (従来機などの場合)、REN の値は 0 になります。

I/O アドレス :

FDA2H (CRT 出力コントロールレジスタ : Read)

メモリマップド I/O (メモリアドレス) :

000CFF88H (グラフィック VRAM ディスプレイモードレジスタ : Read)

000CFF99H (漢字 VRAM レジスタ : Read)

000CFF9CH (漢字 CG アクセスレジスタ 2 上位 : Read)

000CFF9DH (漢字 CG アクセスレジスタ 2 下位 : Read)

000CFF9EH (CG ROW アドレスレジスタ : Read/Write)

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7  | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0   |
|---------|---------------|-----|----|---|---|---|---|---|---|-----|
| FDA4H   | リードコンパチブルレジスタ | R   | 不定 |   |   |   |   |   |   | REN |
|         |               | W   | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |     |

REN(bit0) : I/O FDA2H, メモリマップド I/O FF88H, FF99H, FF9CH, FF9DH のリードおよびメモリマップド I/O FF9EH のリード/ライトが可能かどうかを示す。

このレジスタは、RCREN (I/O 0026H の bit6) が 0 のとき有効となる。

0 = リード/ライト不可 (従来互換, リセット時)

1 = リード/ライト可能

## 9. グラフィック VRAM ディスプレイモードレジスタ

新規に追加されたレジスタで、同名の書き込み専用レジスタ (メモリマップド I/O メモリアドレス : 000CFF82H) の値を読み出すためのものです。

| I/Oアドレス       | レジスタ名                       | R/W | 7 | 6 | 5    | 4           | 3          | 2    | 1    | 0    |
|---------------|-----------------------------|-----|---|---|------|-------------|------------|------|------|------|
| 000C<br>FF88H | グラフィックVRAM<br>ディスプレイモードレジスタ | R   | 0 | 1 | RAM4 | PAGE SELECT | RAM SELECT |      |      |      |
|               |                             |     |   |   |      | PS2         | 0          | RAM3 | RAM2 | RAM1 |

注) このレジスタは、メモリマップド I/O FF82H にライトした値をリードするためのものである。

## 10. 漢字 VRAM レジスタ

新規に追加されたレジスタで、同名の書き込み専用レジスタ (メモリマップド I/O メモリアドレス : 000CFF99H) の値を読み出すためのものです。

| I/Oアドレス       | レジスタ名      | R/W | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0     |
|---------------|------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| 000C<br>FF99H | 漢字VRAMレジスタ | R   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ANKCG |

注) このレジスタは、メモリマップド I/O FF99H にライトした値をリードするためのものである。

## 11. 漢字 CG アクセスレジスタ 2

新規に追加されたレジスタで、同名の書き込み専用レジスタ (メモリマップド I/O メモリアドレス : 000CFF94H, 000CFF95H) の値を読み出すためのものです。

| I/Oアドレス       | レジスタ名         | R/W | 7         | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------------|---------------|-----|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
| 000C<br>FF9CH | 漢字CGアクセスレジスタ2 | R   | 漢字コード(上位) |   |   |   |   |   |   |   |
| 000C<br>FF9DH |               | R   | 漢字コード(下位) |   |   |   |   |   |   |   |

注) このレジスタは、メモリマップド I/O 000CFF94H, 000CFF95H にライトした値をリードするためのものである。

## 12. CG ROW アドレスレジスタ

新規に追加されたレジスタで、漢字 CG アクセスレジスタ (メモリマップド I/O メモリアドレス : 000CFF96H, 000CFF97H) の Read/Write データ部分の ROW アドレスを指定するためのものです。

| I/Oアドレス       | レジスタ名          | R/W | 7  | 6 | 5 | 4 | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------------|----------------|-----|----|---|---|---|----|----|----|----|
| 000C<br>FF9EH | CG ROWアドレスレジスタ | R   | 不定 |   |   |   | L3 | L2 | L1 | L0 |
|               |                | W   | 0  | 0 | 0 | 0 |    |    |    |    |

L3-0(bit3-0) : メモリマップド I/O 000CFF96H, 000CFF97H の ROW アドレスを指定する。

# 付 録 L

## FM TOWNS II HGの仕様変更

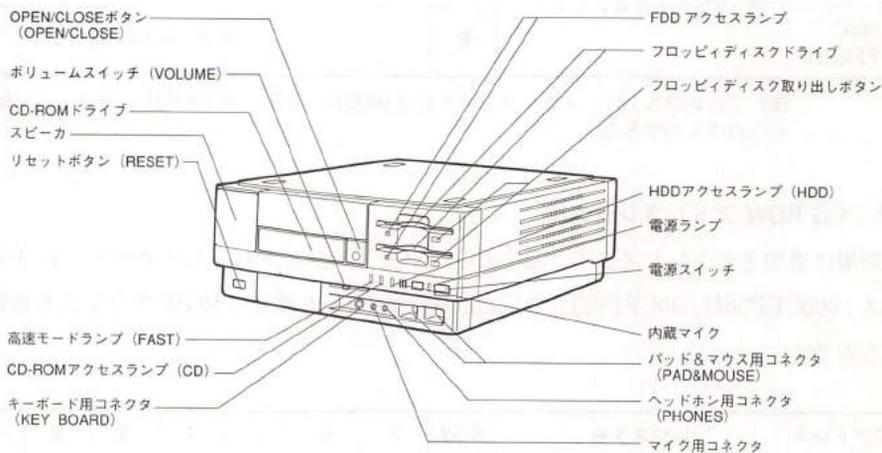
FM TOWNS II HG の主な仕様変更部分について解説します。

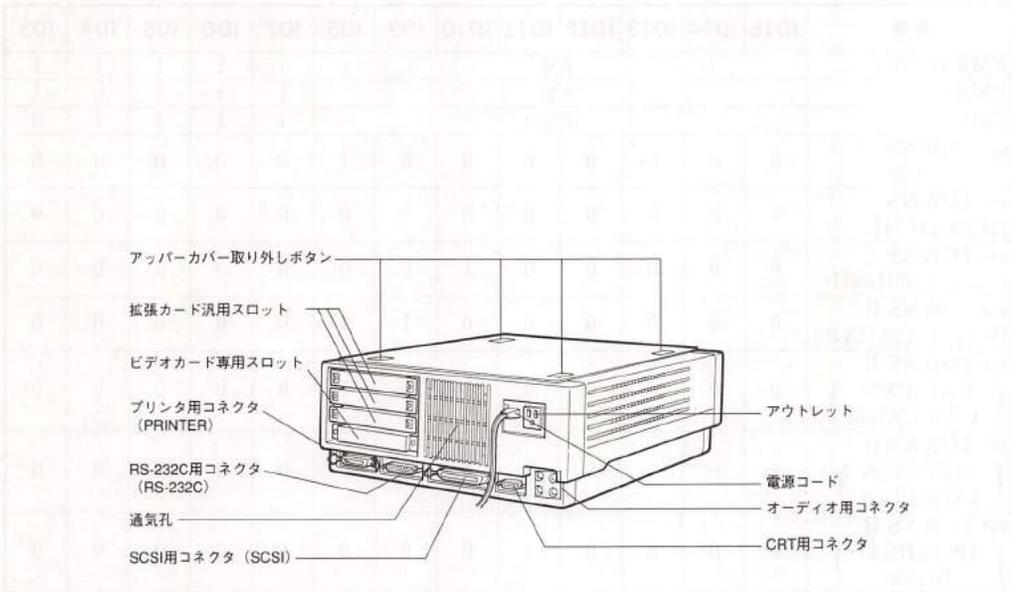
なお、「付録 G FM TOWNS 1F, 2F, 1H, 2H の仕様変更」, 「付録 H FM TOWNS 10F, 20F, 40H, 80H の仕様変更」, 「付録 J FM TOWNS II CX の仕様変更」もあわせてお読みください。

| 機種名   | メモリ | FDD | ハードディスク |
|-------|-----|-----|---------|
| HG20  | 2MB | 2   | なし      |
| HG40  | 2MB | 2   | 40MB    |
| HG100 | 2MB | 2   | 100MB   |

### ●外観

次の図のように外観が横型に変更されています。





●追加, および拡張された I/O とレジスタ

1. CPU 識別レジスタ

CPU 識別レジスタは、フォーマットの変更はありません。FM TOWNS II HG が追加されたことにより、図のビット構成 (0801H) が参照されます。この値は、シリアル ROM 識別情報のビット 56~71 の内容と同じです。

なお、このレジスタの ID15 は、リセット直後は 1 となり、300 $\mu$ s 後に 0 になります。0 になったことを確認した上で参照してください。

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7          | 6    | 5    | 4    | 3    | 2      | 1   | 0   |  |
|---------|-----------|-----|------------|------|------|------|------|--------|-----|-----|--|
| 0030H   | CPU識別レジスタ | R   | MACHINE-ID |      |      |      |      | CPU-ID |     |     |  |
|         |           |     | ID7        | ID6  | ID5  | ID4  | ID3  | ID2    | ID1 | ID0 |  |
| 0031H   | CPU識別レジスタ | R   | MACHINE-ID |      |      |      |      |        |     |     |  |
|         |           |     | ID15       | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10   | ID9 | ID8 |  |

MACHINE-ID(bit15-3) : 装置の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| 装置                                       | ID15 | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10 | ID9 | ID8 | ID7 | ID6 | ID5 | ID4 | ID3 |
|------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| FMR-60/50                                | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| FMR-50S                                  | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   |
| FMR-70                                   | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1,2)                        | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1F,2F,1H,2H)                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(10F,20F,40H,80H)            | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(UX10,UX20,UX40)          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(CX10,CX20<br>CX40,CX100) | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(UG10,UG20<br>UG40,UG80)  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(HG20,HG40<br>HG100)      | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

FM TOWNS 各機種種の MACHINE-ID は、ID15-8 を使用し、ID7-3 が 0 のとき有効である。

CPU-ID(bit2-0) : 使用 CPU の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| ID2 | ID1 | ID0 | CPU        |
|-----|-----|-----|------------|
| 0   | 0   | 0   | 80286      |
| 0   | 0   | 1   | 80386DX    |
| 0   | 1   | 0   | 80486SX/DX |
| 0   | 1   | 1   | 80386SX    |
| 1   | 0   | 0   | 予約済        |
| 1   | 0   | 1   | 予約済        |
| 1   | 1   | 0   | 予約済        |
| 1   | 1   | 1   | 予約済        |

## 2. 電源制御レジスタ

CRT の電源を、ソフトウェアで ON/OFF するためのビット (CRTPOWOFF) が追加されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名    | R/W | 7      | 6      | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|----------|-----|--------|--------|---|---|---|---|---|---|
| 0022H   | 電源制御レジスタ | R   | CRT    | 不定     |   |   |   |   |   |   |
|         |          | W   | POWOFF | POWOFF | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

CRTPOWOFF(bit7) : ソフトウェアにて CRT 電源の ON/OFF をする。

0 = CRT 電源を ON にする

1 = CRT 電源を OFF にする

## 3. CPU\_MISC3 レジスタ

FM TOWNS II HG で新設されたレジスタ群が有効かどうかを参照するレジスタのひとつです。新規に追加されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7             | 6            | 5            | 4          | 3      | 2 | 1 | 0 |
|---------|---------------|-----|---------------|--------------|--------------|------------|--------|---|---|---|
| 0024H   | CPU-MISC3レジスタ | R   | ENPOFF<br>(0) | RCREN<br>(0) | CRT<br>OFFEN | FTM<br>(0) | POFFEN | 1 | 1 | 1 |

ENPOFF(bit7) : POFFEN(bit3) ビットが有効かどうかを示す。  
0 = POFFEN ビット有効  
1 = POFFEN ビット無効

RCREN(bit6) : I/O FDA4H(リードコンパチレジスタ)が有効かどうかを示す。  
0 = リードコンパチレジスタが有効  
1 = リードコンパチレジスタが無効

CRTOFFEN(bit5) : I/O 0022H の CRTPOWOFF ビットが有効かどうかを示す。このビットはソフトウェアによる電源断可能な CRT が接続されていることを示している。  
0 = CRT のソフト電源断が可能  
1 = CRT のソフト電源断が不可能

FTM(bit4) : フリーランタイム (I/O 0026,0027H) の有無を示す。  
0 = フリーランタイム有  
1 = フリーランタイム無

POFFEN(bit3) : I/O 0020H の POFF ビットが有効かどうかを示す。  
0 = ソフト電源断が可能 (HR/HG)  
1 = ソフト電源断が不可能 (UG/UR および従来機種)

#### 4. 最高速クロックレジスタ

装置の最高動作周波数を表すレジスタです。新規に追加されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7             | 6     | 5     | 4     | 3     | 2     | 1     | 0     |
|---------|-------------|-----|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 05EDH   | 最高速クロックレジスタ | R   | FCLKEN<br>(0) | FCLK6 | FCLK5 | FCLK4 | FCLK3 | FCLK2 | FCLK1 | FCLK0 |

FCLKEN(bit7) : FCLK6-0 ビットが有効かどうかを示す。  
0 = FCLK6-0 ビットが有効  
1 = FCLK6-0 ビットが無効

FCLK6-0(bit6-0) : 装置の最高動作周波数を示す (MHz)  
0~127MHz

#### 5. フリーランタイムレジスタ

新規に追加されたレジスタです。このレジスタは、一種のタイマとして用いるためのもので、 $1\mu\text{s}$ ごとに1ずつカウント値が増加します。このレジスタを使い、65ms以内の範囲で2回読み取って差を求めることにより、経過時間 ( $\mu\text{s}$  単位) を算出することができます。ただし、内容は刻々変化するので、ワード読み出しで一度に読み取ることが必要です。もしバイト読み出しを2回行って上位と下位を連結すると、途中で値が変化して数値が不正確になることがあります。

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W | 7         | 6     | 5     | 4     | 3     | 2     | 1    | 0    |
|---------|--------------|-----|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 0026H   | フリーランタイムレジスタ | R   | カウント値(下位) |       |       |       |       |       |      |      |
|         |              |     | CNT7      | CNT6  | CNT5  | CNT4  | CNT3  | CNT2  | CNT1 | CNT0 |
| 0027H   |              | R   | カウント値(上位) |       |       |       |       |       |      |      |
|         |              |     | CNT15     | CNT14 | CNT13 | CNT12 | CNT11 | CNT10 | CNT9 | CNT8 |

注) このレジスタのリードに当たっては、必ずワード命令でリードすること。

## 6. FD ドライブステータスレジスタ

FD ドライブの種別を表すビット (FDDV2~0) が追加されました。3モードドライブ対応の機能です。

| I/Oアドレス | レジスタ名               | R/W | 7   | 6   | 5 | 4     | 3     | 2     | 1      | 0      |
|---------|---------------------|-----|-----|-----|---|-------|-------|-------|--------|--------|
| 0208H   | FD<br>ドライブステータスレジスタ | R   | FD2 | FDC | 0 | FDDV2 | FDDV1 | FDDV0 | FREADY | DSKCHG |

FDDV2-0(bit4-2) : ドライブセレクトレジスタで指定したドライブの種別を示す。  
UG/UR および従来機種では外付 FDD の種別を示す。  
HR/HG では、ドライブ =0, =1(内蔵ドライブ) を選択時には 011 となる。

| FDDV2 | FDDV1 | FDDV0 | ドライブ種別       | bit0   |
|-------|-------|-------|--------------|--------|
| 0     | 0     | 0     | 予約済          | —      |
| 0     | 0     | 1     | 予約済          | —      |
| 0     | 1     | 0     | 予約済          | —      |
| 0     | 1     | 1     | 3.5" 3モード    | DSKCHG |
| 1     | 0     | 0     | 予約済          | DSK2S  |
| 1     | 0     | 1     | 3.5" 2HD/2DD | DSKCHG |
| 1     | 1     | 0     | 5" 2HD/2DD   | DSK2S  |
| 1     | 1     | 1     | 3.5" 2HD     | DSKCHG |

## 7. FD ドライブセレクトレジスタ

従来からの HISPД ビットとの組み合わせでドライブの回転数を表す MODE-B ビットが追加されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名              | R/W | 7      | 6     | 5 | 4     | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------|--------------------|-----|--------|-------|---|-------|------|------|------|------|
| 020CH   | FD<br>ドライブセレクトレジスタ | R   | MODE-B | HISPД | 0 | INUSE | DSL3 | DSL2 | DSL1 | DSL0 |

MODE-B(bit7) : 3.5", 5"ドライブの回転数を指定する。

## HISPD(bit6)

| MODE-B | HISPD | 回転数    | 備考          |
|--------|-------|--------|-------------|
| 0      | 0     | 300rpm | 2DD         |
| 0      | 1     | 360rpm | 2HD         |
| 1      | 0     | 180rpm | 2ED (未サポート) |
| 1      | 1     | 300rpm | 2HD 1.44MB  |

注) MODE-B(bit7), HISPD(bit6), INUSE(bit4) は, DSL-0(bit3-0) を 1 にしたときラッチされる。このため, MODE-B, HISPD, INUSE をセット/リセットしてからドライブ指定を行う (レジスタへの書き込みを二度行う) こと。

## 8. FD ドライブ識別レジスタ

FD ドライブステータスレジスタで, FD ドライブの種別を表すビット (FDDV2~0) が有効 (識別できる) かどうかを表すレジスタです。FM TOWNS II HG では 0 (有効) になっています。

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W | 7           | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|--------------|-----|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 020DH   | FDドライブ識別レジスタ | R   | FDDV<br>EXT | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

FDDVEXT(bit7) : ドライブ識別ビット (FDDV2-0) で, 内蔵ドライブの種別を識別できるように拡張されていることを示す。

- 0 = 拡張されており, 内蔵ドライブの機番を指定することによって, FDDV2-0 で内蔵ドライブの種別を識別できる (HR/HG)
- 1 = 拡張されておらず, 内蔵ドライブの識別はできない (UG/UR および従来機種)

## 9. SCSI モードステータスレジスタ

SCSI の DMA ワード転送が可能かどうかを表すレジスタで, 新規に追加されました。ただし, FM TOWNS II CX では, ビット 7 が 1 (ワード転送不可) になっていますが, これは例外です。CX については, CPU 識別レジスタで機種を確認し, 転送可能とみなしてください。

| I/Oアドレス | レジスタ名                | R/W | 7           | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|----------------------|-----|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 0034H   | SCSIモードステータス<br>レジスタ | R   | WORD<br>DMA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

WORDDMA(bit7) : DMA のワード転送が可能であるかどうかを示す。

- 0 = DMA のワード転送可
- 1 = DMA のワード転送不可

注) CX では, DMA のワード転送が可能であるが, このビットは 1 になっているので, 機種 ID で判別すること。

## 10. CRT 出力コントロールレジスタ

新規に追加されたレジスタで、同名の書き込み専用レジスタ (I/O アドレス: FDA0H) の値を読み出すためのものです。

| I/Oアドレス | レジスタ名               | R/W | 7 | 6 | 5 | 4 | 3      | 2     | 1      | 0     |
|---------|---------------------|-----|---|---|---|---|--------|-------|--------|-------|
| FDA2H   | CRT出力コントロール<br>レジスタ | R   | 0 | 0 | 0 | 0 | 画面レイア0 |       | 画面レイア1 |       |
|         |                     |     |   |   |   |   | COLOR  | GREEN | COLOR  | GREEN |

注) このレジスタは、I/O FDA0H にライトした値をリードするためのものである。

## 11. CRT リードコンパチブルレジスタ

FM TOWNS II HG で新設されたレジスタ群が有効かどうかを参照するレジスタのひとつです。具体的には、次に示すレジスタ群が存在するかどうか、言い換えるとほかの機種で動く可能性のあるソフトウェアの場合、これらが使えないことを知るために参照します。

このレジスタ自身も新設されたもので、これがないとき (従来機などの場合)、REN の値は 0 になります。

I/O アドレス:

FDA2H (CRT 出力コントロールレジスタ: Read)

メモリマップド I/O (メモリアドレス):

000CFF88H (グラフィック VRAM ディスプレイモードレジスタ: Read)

000CFF99H (漢字 VRAM レジスタ: Read)

000CFF9CH (漢字 CG アクセスレジスタ 2 上位: Read)

000CFF9DH (漢字 CG アクセスレジスタ 2 下位: Read)

000CFF9EH (CG ROW アドレスレジスタ: Read/Write)

| I/Oアドレス | レジスタ名                | R/W | 7  | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0   |
|---------|----------------------|-----|----|---|---|---|---|---|---|-----|
| FDA4H   | CRT<br>リードコンパチブルレジスタ | R   | 不定 |   |   |   |   |   |   | REN |
|         |                      | W   | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |     |

REN(bit0) : I/O FDA2H, メモリマップド I/O FF88H, FF99H, FF9CH, FF9DH のリードおよびメモリマップド I/O FF9EH のリード/ライトが可能かどうかを示す。

このレジスタは、RCREN (I/O 0026H の bit6) が 0 のとき有効となる。

0 = リード/ライト不可 (従来互換, リセット時)

1 = リード/ライト可能

## 12. グラフィック VRAM ディスプレイモードレジスタ

新規に追加されたレジスタで、同名の書き込み専用レジスタ (メモリマップド I/O メモリアドレス: 000CFF82H) の値を読み出すためのものです。

| I/Oアドレス       | レジスタ名                       | R/W | 7 | 6 | 5    | 4           | 3 | 2          | 1    | 0    |
|---------------|-----------------------------|-----|---|---|------|-------------|---|------------|------|------|
| 000C<br>FF88H | グラフィックVRAM<br>ディスプレイモードレジスタ | R   | 0 | 1 | RAM4 | PAGE SELECT |   | RAM SELECT |      |      |
|               |                             |     |   |   |      | PS2         | 0 | RAM3       | RAM2 | RAM1 |

注) このレジスタは、メモリマップド I/O FF82H にライトした値をリードするためのものである。

## 13. 漢字 VRAM レジスタ

新規に追加されたレジスタで、同名の書き込み専用レジスタ (メモリマップド I/O メモリアドレス: 000CFF99H) の値を読み出すためのものです。

| I/Oアドレス       | レジスタ名      | R/W | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0     |
|---------------|------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| 000C<br>FF99H | 漢字VRAMレジスタ | R   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ANKCG |

注) このレジスタは、メモリマップド I/O FF99H にライトした値をリードするためのものである。

## 14. 漢字 CG アクセスレジスタ 2

新規に追加されたレジスタで、同名の書き込み専用レジスタ (メモリマップド I/O メモリアドレス: 000CFF94H, 000CFF95H) の値を読み出すためのものです。

| I/Oアドレス       | レジスタ名         | R/W | 7         | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------------|---------------|-----|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
| 000C<br>FF9CH | 漢字CGアクセスレジスタ2 | R   | 漢字コード(上位) |   |   |   |   |   |   |   |
| 000C<br>FF9DH |               | R   | 漢字コード(下位) |   |   |   |   |   |   |   |

注) このレジスタは、メモリマップド I/O 000C FF94H, 000C FF95H にライトした値をリードするためのものである。

## 15. CG ROW アドレスレジスタ

新規に追加されたレジスタで、漢字 CG アクセスレジスタ (メモリマップド I/O メモリアドレス: 000CFF96H, 000CFF97H) の Read/Write データ部分の ROW アドレスを指定するためのものです。

| I/Oアドレス       | レジスタ名          | R/W | 7  | 6 | 5 | 4 | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------------|----------------|-----|----|---|---|---|----|----|----|----|
| 000C<br>FF9EH | CG ROWアドレスレジスタ | R   | 不定 |   |   |   | L3 | L2 | L1 | L0 |
|               |                | W   | 0  | 0 | 0 | 0 |    |    |    |    |

L3-0(bit3-0) : メモリマップド I/O 000CFF96H, 000CFF97H の ROW アドレスを指定する。

# 付 録 M

## FM TOWNS II HRの仕様変更

FM TOWNS II HRの主な仕様変更部分について解説します。

なお、「付録 G FM TOWNS 1F,2F,1H,2Hの仕様変更」,「付録 H FM TOWNS 10F, 20F, 40H, 80Hの仕様変更」,「付録 J FM TOWNS II CXの仕様変更」,「付録 L FM TOWNS II HGの仕様変更」もあわせてお読みください。

| 機種名   | メモリ | FDD | ハードディスク |
|-------|-----|-----|---------|
| HR20  | 4MB | 2   | なし      |
| HR100 | 4MB | 2   | 100MB   |
| HR200 | 4MB | 2   | 200MB   |

### ●外観

外観はHGと基本的に同じです。

### ●メモリマップ

80486SX採用のため、キャッシュメモリが使用可能になるなどの変更があります。図中の網かけ部分がキャッシュ使用可能領域です。

The diagram shows a memory map with various regions. Some regions are hatched to indicate cache usage. The diagram is partially obscured by a large, faint watermark.



※1 000C0000～000EFFFF, 000F8000～000FFFFFFの領域は、裏RAMのみキャッシュ領域とする。

000C0000～000EFFFFの領域は、RAM→VRAMの切り替え時、000F8000～000FFFFFFの領域はRAM→ROMの切り替え時にキャッシュをバージする。

※2 VRAM領域は、VCMENビット (I/O 05EEHのbit0) が1のときにのみキャッシュ領域となる。ただし、スプライト転送デジタイズおよびVIW時はキャッシュオフとなる。

## ●追加, および拡張された I/O とレジスタ

### 1. CPU 識別レジスタ

CPU 識別レジスタは、フォーマットの変更はありません。FM TOWNS II HR が追加されたことにより、図のビット構成 (0702H) が参照されます。この値は、シリアル ROM 識別情報のビット 56～71 の内容と同じです。

なお、このレジスタの ID15 は、リセット直後は 1 となり、300 $\mu$ s 後に 0 になります。0 になったことを確認した上で参照してください。

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7          | 6    | 5    | 4    | 3    | 2      | 1   | 0   |  |
|---------|-----------|-----|------------|------|------|------|------|--------|-----|-----|--|
| 0030H   | CPU識別レジスタ | R   | MACHINE-ID |      |      |      |      | CPU-ID |     |     |  |
|         |           |     | ID7        | ID6  | ID5  | ID4  | ID3  | ID2    | ID1 | ID0 |  |
| 0031H   |           | R   | MACHINE-ID |      |      |      |      |        |     |     |  |
|         |           |     | ID15       | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10   | ID9 | ID8 |  |

MACHINE-ID(bit15-3) : 装置の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| 装置                                       | ID15 | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10 | ID9 | ID8 | ID7 | ID6 | ID5 | ID4 | ID3 |
|------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| FMR-60/50                                |      |      |      | 不定   |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| FMR-50S                                  |      |      |      | 不定   |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   |
| FMR-70                                   |      |      |      | 不定   |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1,2)                        | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1F,2F,1H,2H)                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(10F,20F,40H,80H)            | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(UX10,UX20,UX40)          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(CX10,CX20<br>CX40,CX100) | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(UG10,UG20<br>UG40,UG80)  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(HG20,HG40<br>HG100)      | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(HR20,HR100<br>HR200)     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

FM TOWNS 各機種種の MACHINE-ID は、ID15-8 を使用し、ID7-3 が 0 のとき有効である。

CPU-ID(bit2-0) : 使用 CPU の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| ID2 | ID1 | ID0 | CPU        |
|-----|-----|-----|------------|
| 0   | 0   | 0   | 80286      |
| 0   | 0   | 1   | 80386DX    |
| 0   | 1   | 0   | 80486SX/DX |
| 0   | 1   | 1   | 80386SX    |
| 1   | 0   | 0   | 予約済        |
| 1   | 0   | 1   | 予約済        |
| 1   | 1   | 0   | 予約済        |
| 1   | 1   | 1   | 予約済        |

## 2. キャッシュ制御レジスタ

80486 内蔵キャッシュの動作を制御するレジスタで、新規に追加されました。高速モードのときのみ有効です。

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7  | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1     | 0    |
|---------|-------------|-----|----|---|---|---|---|---|-------|------|
| 00C0H   | キャッシュ制御レジスタ | R   | 不定 |   |   |   |   |   | RPINH | CMEN |
|         |             | W   | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |       |      |

RPINH(bit1) : リプレース動作を禁止する(リセット時は0).

0 = リプレース動作可能

1 = リプレース動作禁止

CMEN(bit0) : キャッシュメモリを動作させる(リセット時は0).

このビットは、HSPEED(I/O 05ECH の bit0) と連動してセット/リセットされる。

このビットを1(キャッシュメモリ動作可)から0(キャッシュメモリ動作禁止)にしたとき、キャッシュが全ページされる。

0 = キャッシュメモリ動作禁止

1 = キャッシュメモリ動作可

## 3. キャッシュ診断レジスタ

80486 内蔵キャッシュの診断に使われるレジスタで、新規に追加されました。高速モードのときのみ有効です。

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7  | 6 | 5 | 4 | 3     | 2  | 1 | 0 |
|---------|-------------|-----|----|---|---|---|-------|----|---|---|
| 00C2H   | キャッシュ診断レジスタ | R   | 不定 |   |   |   | SDMOD | 不定 |   |   |
|         |             | W   | 0  | 0 | 0 | 0 |       | 0  | 0 | 0 |

SDMOD(bit3) : キャッシュメモリの診断に使用する。1にすると、キャッシュメモリがデータ用のキャッシュとなり、コマンドは主記憶からリードするのみとなる。

0 = キャッシュメモリ通常動作

1 = キャッシュメモリ診断中

## 4. VRAM キャッシュ制御レジスタ

VRAM キャッシュの動作を制御するレジスタで、新規に追加されました。高速モードのときのみ有効です。VRAM のキャッシュ対象領域については、メモリマップを参照してください。

キャッシュのページとともに、CPU 外部のメモリなどとのデータの整合性を保つため、I/O ビットについても次のように再設定が行われます。

| 全バージ条件                                                                                             | I/O アドレス       | ビット名           | ビット動作       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-------------|
| キャッシュ動作禁止時                                                                                         | 00C0H          | CMEN           | 1 ⇒ 0       |
|                                                                                                    | 05ECH          | HSPEED         | 1 ⇒ 0       |
|                                                                                                    | 05EEH          | VCMEN          | 1 ⇒ 0       |
| 000C0000H ~ 000EFFFFH の領域を VRAM に切り替えたとき                                                           | 0404H          | MAINMEM        | 1 ⇒ 0       |
| 000F8000H ~ 000FFFFFFH の領域を ROM に切り替えたとき                                                           | 0480H          | RAM            | 1 ⇒ 0       |
| スプライト転送を開始したとき<br>(VRAM キャッシュ有効時のみ)                                                                | 0452H<br>(01H) | SPEN           | 0 ⇒ 1       |
| デジタイズを開始したとき<br>(VRAM キャッシュ有効時のみ)                                                                  | 0442H<br>(1CH) | ESYN<br>ESM0/1 | 1<br>0 ⇒ 1  |
| 他の VRAM をアクセスしたとき<br>・ VRAM1(2 画面) ⇒ PLANE<br>・ VRAM2(1 画面) ⇒ PLANE<br>・ VRAM1(2 画面) ⇔ VRAM2(1 画面) | —<br>—<br>—    | —<br>—<br>—    | —<br>—<br>— |

キャッシュ対象領域についてはメモリマップを参照のこと。

| I/O アドレス | レジスタ名                | R/W | 7 | 6  | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0     |
|----------|----------------------|-----|---|----|---|---|---|---|---|-------|
| 05EEH    | VRAM キャッシュ制御<br>レジスタ | R   | 0 | 不定 |   |   |   |   |   | VCMEN |
|          |                      | W   | 0 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |       |

(bit7) : スピード制御機能の有無を示す。  
0 = VRAM キャッシュ制御機能が有効  
1 = VRAM キャッシュ制御機能が無効

VCMEN(bit0) : VRAM 領域のキャッシュ制御を行う (bit7=0 のとき有効)。  
このビットは、HSPEED(I/O 05ECH の bit0) と連動してセット/リセットされる。  
このビットを 1(VRAM キャッシュ動作可) から 0(VRAM キャッシュ動作禁止) にしたとき、キャッシュが全バージされる。  
0 = VRAM 領域キャッシュに入れない (リセット時)  
1 = VRAM 領域キャッシュに入れる

## 5. CD-ROM キャッシュ制御レジスタ

新規に追加されたレジスタです。CD-ROM 高速アクセスのとき使用されるキャッシュの制御を行います。

CD-ROM キャッシュの制御を行う。本レジスタは高速モード時のみ有効となる。

| I/O アドレス | レジスタ名                  | R/W | 7     | 6  | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0           |
|----------|------------------------|-----|-------|----|---|---|---|---|---|-------------|
| 04C8H    | CD-ROM キャッシュ<br>制御レジスタ | R   | CACHE | 不定 |   |   |   |   |   | CACHE<br>EN |
|          |                        | W   | 0     | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |             |

CACHE(bit7) : CD-ROM キャッシュ機能が搭載されていることを示す。  
0 = CD-ROM キャッシュあり (HR)  
0 = CD-ROM キャッシュなし (HG/UG および従来機種)

CACHEEN(bit0) : CD-ROM キャッシュを有効にするかを選択する (bit7=0 のとき有効)。  
このビットは、HSPEED(I/O 05ECH の bit0) と連動してセット/リセットされる。  
0 = CD-ROM キャッシュを無効にする (リセット時)  
1 = CD-ROM キャッシュを有効にする

注) CD-romXA モード時には、CD-ROM キャッシュは無効となる。

# 付 録 N

## FM TOWNS II URの仕様変更

FM TOWNS II URの主な仕様変更部分について解説します。

なお、「付録 G FM TOWNS 1F,2F,1H,2Hの仕様変更」、「付録 H FM TOWNS 10F, 20F, 40H, 80Hの仕様変更」、「付録 I FM TOWNS II UXの仕様変更」、「付録 K FM TOWNS II UGの仕様変更」もあわせてお読みください。

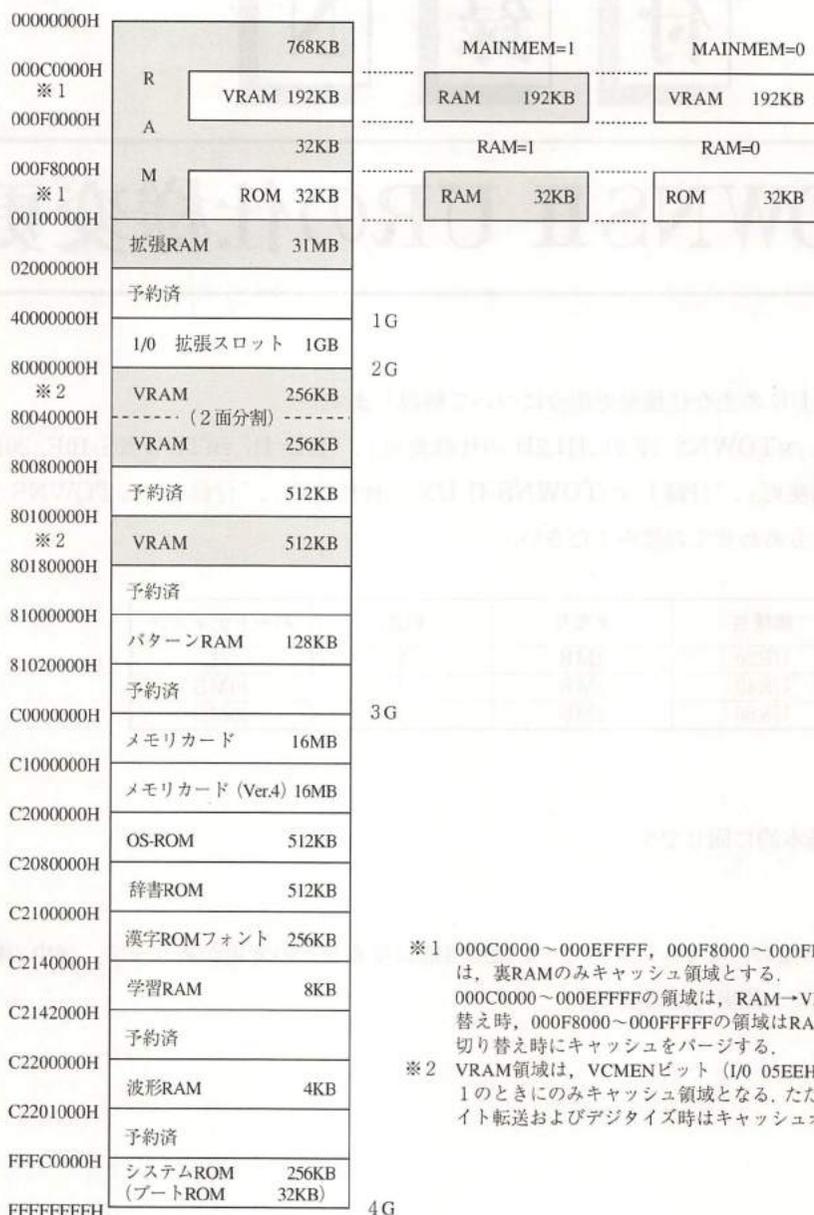
| 機種名  | メモリ | FDD | ハードディスク |
|------|-----|-----|---------|
| UR20 | 2MB | 2   | なし      |
| UR40 | 2MB | 2   | 40MB    |
| UR80 | 2MB | 2   | 80MB    |

### ●外観

外観はUGと基本的に同じです。

### ●メモリマップ

80486SX採用のため、キャッシュメモリが使用可能になるなどの変更があります。図中の網かけ部分がキャッシュ使用可能領域です。



※1 000C0000～000EFFFF, 000F8000～000FFFFFFの領域は、裏RAMのみキャッシュ領域とする。

000C0000～000EFFFFの領域は、RAM→VRAMの切り替え時、000F8000～000FFFFFFの領域はRAM→ROMの切り替え時にキャッシュをバージする。

※2 VRAM領域は、VCMENビット (I/O 05EEHのbit0) が1のときにのみキャッシュ領域となる。ただし、スプライト転送およびデジタイズ時はキャッシュオフとなる。

●追加, および拡張されたI/Oとレジスタ

1. CPU 識別レジスタ

CPU 識別レジスタは、フォーマットの変更はありません。FM TOWNS II URが追加されたことにより、図のビット構成 (0902H)が参照されます。この値は、シリアルROM 識別情報のビット 56～71の内容と同じです。

なお、このレジスタの ID15 は、リセット直後は 1 となり、300 $\mu$ s 後に 0 になります。0 になったことを確認した上で参照してください。

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W        | 7          | 6    | 5    | 4    | 3    | 2      | 1   | 0   |  |
|---------|-----------|------------|------------|------|------|------|------|--------|-----|-----|--|
| 0030H   | CPU識別レジスタ | R          | MACHINE-ID |      |      |      |      | CPU-ID |     |     |  |
|         |           |            | ID7        | ID6  | ID5  | ID4  | ID3  | ID2    | ID1 | ID0 |  |
| R       |           | MACHINE-ID |            |      |      |      |      |        |     |     |  |
|         |           | ID15       | ID14       | ID13 | ID12 | ID11 | ID10 | ID9    | ID8 |     |  |
| 0031H   |           |            |            |      |      |      |      |        |     |     |  |

MACHINE-ID(bit15-3) : 装置の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| 装置                                       | ID15 | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10 | ID9 | ID8 | ID7 | ID6 | ID5 | ID4 | ID3 |
|------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| FMR-60/50                                |      |      |      | 不定   |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| FMR-50S                                  |      |      |      | 不定   |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   |
| FMR-70                                   |      |      |      | 不定   |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1,2)                        | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1F,2F,1H,2H)                | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(10F,20F,40H,80H)            | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(UX10,UX20,UX40)          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(CX10,CX20<br>CX40,CX100) | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(UG10,UG20<br>UG40,UG80)  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(HG20,HG40<br>HG100)      | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(HR20,HR100<br>HR200)     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(UR20,UR40<br>UR80)       | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

FM TOWNS 各機種種の MACHINE-ID は、ID15-8 を使用し、ID7-3 が 0 のとき有効である。

CPU-ID(bit2-0) : 使用 CPU の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| ID2 | ID1 | ID0 | CPU        |
|-----|-----|-----|------------|
| 0   | 0   | 0   | 80286      |
| 0   | 0   | 1   | 80386DX    |
| 0   | 1   | 0   | 80486SX/DX |
| 0   | 1   | 1   | 80386SX    |
| 1   | 0   | 0   | 予約済        |
| 1   | 0   | 1   | 予約済        |
| 1   | 1   | 0   | 予約済        |
| 1   | 1   | 1   | 予約済        |

## 2. キャッシュ制御レジスタ

80486 内蔵キャッシュの動作を制御するレジスタで、新規に追加されました。高速モードのときのみ有効です。

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7  | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1     | 0    |
|---------|-------------|-----|----|---|---|---|---|---|-------|------|
| 00C0H   | キャッシュ制御レジスタ | R   | 不定 |   |   |   |   |   | RPINH | CMEM |
|         |             | W   | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |       |      |

RPINH(bit1) : リプレース動作を禁止する (リセット時は0).

0 = リプレース動作可能

1 = リプレース動作禁止

CMEM(bit0) : キャッシュメモリを動作させる (リセット時は0).

このビットは、HSPEED(I/O 05ECH の bit0) と連動してセット/リセットされる。

このビットを1(キャッシュメモリ動作可)から0(キャッシュメモリ動作禁止)にしたとき、キャッシュが全ページされる。

0 = キャッシュメモリ動作禁止

1 = キャッシュメモリ動作可

## 3. キャッシュ診断レジスタ

80486 内蔵キャッシュの診断に使われるレジスタで、新規に追加されました。高速モードのときのみ有効です。

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7  | 6 | 5 | 4 | 3     | 2  | 1 | 0 |
|---------|-------------|-----|----|---|---|---|-------|----|---|---|
| 00C2H   | キャッシュ診断レジスタ | R   | 不定 |   |   |   | SDMOD | 不定 |   |   |
|         |             | W   | 0  | 0 | 0 | 0 |       | 0  | 0 | 0 |

SDMOD(bit3) : キャッシュメモリの診断に使用する。1にすると、キャッシュメモリがデータ用のキャッシュとなり、コマンドは主記憶からリードするのみとなる。

0 = キャッシュメモリ通常動作

1 = キャッシュメモリ診断中

## 4. VRAM キャッシュ制御レジスタ

VRAM キャッシュの動作を制御するレジスタで、新規に追加されました。高速モードのときのみ有効です。VRAM のキャッシュ対象領域については、メモリマップを参照してください。

キャッシュのページとともに、CPU 外部のメモリなどとのデータの整合性を保つため、I/O ビットについても次のように再設定が行われます。

| 全バージ条件                                                                                             | I/O アドレス       | ビット名            | ビット動作       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-------------|
| キャッシュ動作禁止時                                                                                         | 00C0H          | CMEN            | 1 ⇒ 0       |
|                                                                                                    | 05ECH          | HSPEED          | 1 ⇒ 0       |
|                                                                                                    | 05EEH          | VCMEN           | 1 ⇒ 0       |
| 000C0000H ~ 000EFFFFH の領域を VRAM に切り替えたとき                                                           | 0404H          | MAINMEM         | 1 ⇒ 0       |
| 000F8000H ~ 000FFFFFFH の領域を ROM に切り替えたとき                                                           | 0480H          | RAM             | 1 ⇒ 0       |
| スプライト転送を開始したとき<br>(VRAM キャッシュ有効時のみ)                                                                | 0452H<br>(01H) | SPEN            | 0 ⇒ 1       |
| デジタルイズを開始したとき<br>(VRAM キャッシュ有効時のみ)                                                                 | 0442H<br>(1CH) | ESYN<br>ESM 0/1 | 1<br>0 ⇒ 1  |
| 他の VRAM をアクセスしたとき<br>・ VRAM1(2 画面) ⇒ PLANE<br>・ VRAM2(1 画面) ⇒ PLANE<br>・ VRAM1(2 画面) ⇔ VRAM2(1 画面) | —<br>—<br>—    | —<br>—<br>—     | —<br>—<br>— |

キャッシュ対象領域についてはメモリマップを参照のこと。

| I/O アドレス | レジスタ名                | R/W | 7 | 6  | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0     |
|----------|----------------------|-----|---|----|---|---|---|---|---|-------|
| 05EEH    | VRAM キャッシュ制御<br>レジスタ | R   | 0 | 不定 |   |   |   |   |   | VCMEN |
|          |                      | W   | 0 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |       |

- (bit7) : スピード制御機能の有無を示す。  
 0 = VRAM キャッシュ制御機能が有効  
 1 = VRAM キャッシュ制御機能が無効

- VCMEN(bit0) : VRAM 領域のキャッシュ制御を行う (bit7=0 のとき有効)。  
 このビットは、HSPEED(I/O 05ECH の bit0) と連動してセット/リセットされる。  
 このビットを 1(VRAM キャッシュ動作可) から 0(VRAM キャッシュ動作禁止) にしたとき、キャッシュが全バージされる。  
 0 = VRAM 領域キャッシュに入れない(リセット時)  
 1 = VRAM 領域キャッシュに入れる

# 付 録 0

## FM TOWNS II ME, MA, MX, MF, Freshの仕様変更

FM TOWNS II ME, MA, MX, MF の主な仕様変更部分について解説します。

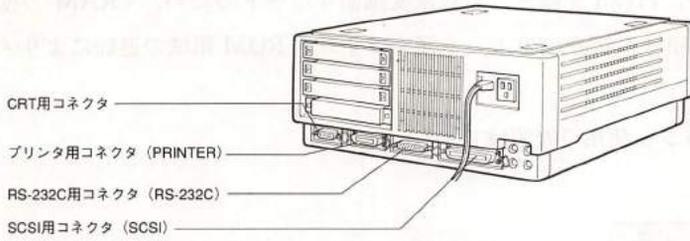
これらには、Windows インストール機(機種名の末尾に“W” 付き)および Fresh も含まれます。このうち、Fresh は MF170W に OASYS/Win をインストールしたもので、ハードウェアは MF に分類されます。

なお、「付録 G FM TOWNS 1F, 2F, 1H, 2H の仕様変更」, 「付録 H FM TOWNS 10F, 20F, 40F, 80F の仕様変更」, 「付録 J FM TOWNS II CX の仕様変更」, 「付録 K FM TOWNS II HG の仕様変更」, 「付録 M FM TOWNS II HR の仕様変更」もあわせてお読みください。

| 機種名    | メモリ | FDD | ハードディスク |
|--------|-----|-----|---------|
| ME20   | 2MB | 2   | なし      |
| ME170  | 2MB | 2   | 170MB   |
| MA20   | 4MB | 2   | なし      |
| MA170  | 4MB | 2   | 170MB   |
| MA340  | 4MB | 2   | 340MB   |
| MX20   | 4MB | 2   | なし      |
| MX170  | 4MB | 2   | 170MB   |
| MX340  | 4MB | 2   | 340MB   |
| MF20   | 4MB | 2   | なし      |
| MF170W | 6MB | 2   | 170MB   |
| Fresh  | 6MB | 2   | 170MB   |
| MA170W | 8MB | 2   | 170MB   |
| MA340W | 8MB | 2   | 340MB   |
| MX170W | 8MB | 2   | 170MB   |
| MX340W | 8MB | 2   | 340MB   |

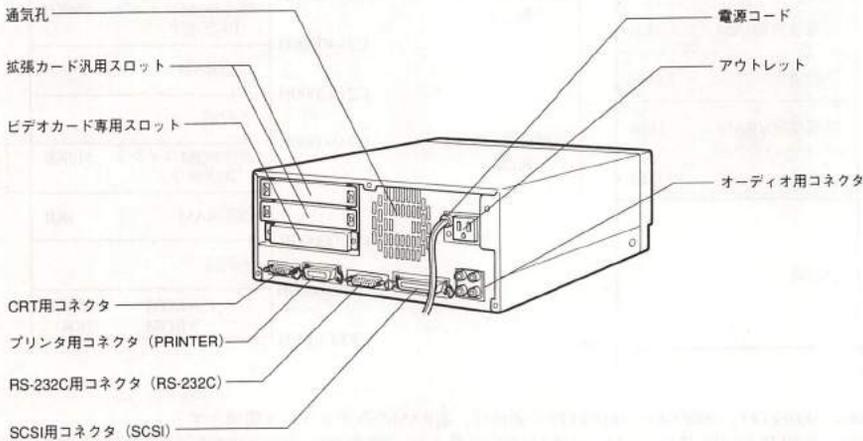
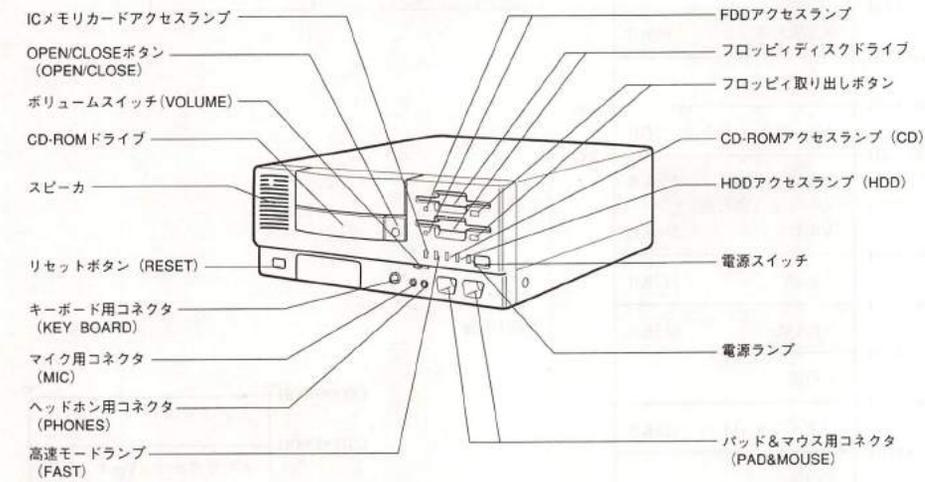
### ● MA, MX の外観

外観は HG, HR と基本的に同じです。各種コネクタの位置が異なります。



● ME, MF, Fresh の外観

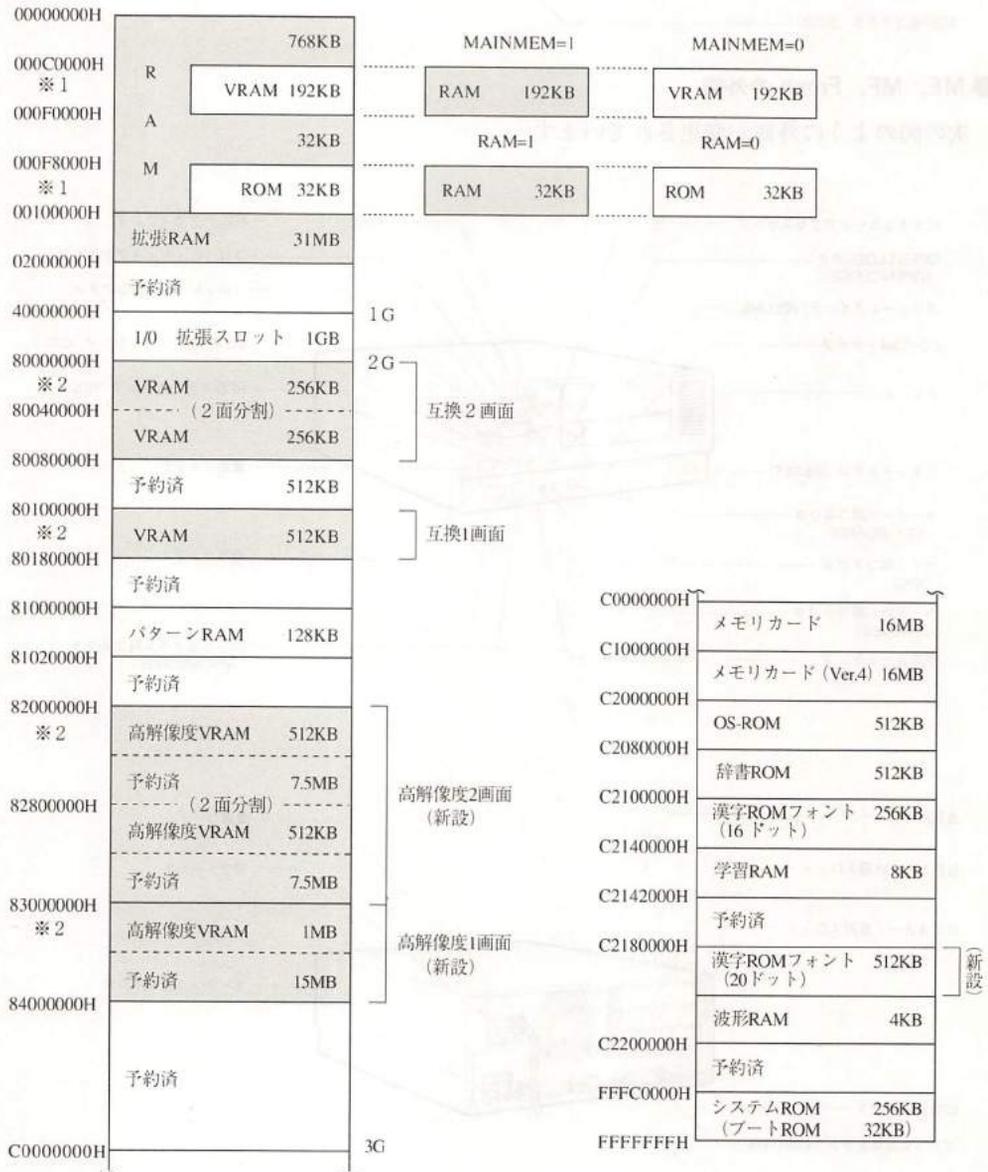
次の図のように外観が変更されています。



●メモリマップ

FM TOWNS II ME, MF, Fresh を除き、高解像度画面サポートのため、VRAM の拡張 (1MB)、高解像度アクセス領域の新設、20ドット漢字フォント ROM 領域の追加によりメモリマップの変更があります。

図中の網かけ部分はキャッシュ使用可能領域です。



※1 000C0000~000EFFFF, 000F8000~000FFFFFFの領域は、裏RAMのみキャッシュ領域とする。  
000C0000~000EFFFFの領域は、RAM→VRAMの切り替え時、000F8000~000FFFFFFの領域はRAM→ROMの切り替え時にキャッシュをバージする。

※2 VRAM領域は、VCMENビット (I/O 05EEHのbit0) が1のときのみキャッシュ領域となる。ただし、スプライト転送デジタイズおよびV1W時はキャッシュオフとなる。

●追加, および拡張された I/O とレジスタ

1. CPU 識別レジスタ

CPU 識別レジスタは, フォーマットの変更はありません. FM TOWNS II ME, MF, Fresh, MA, MX が追加されたことにより, 図のビット構成 (ME: 0D02H, MF, Fresh: 0F02H, MA: 0B02H, MX: 0C02H) が参照されます. この値は, シリアル ROM 識別情報のビット 56~71 の内容と同じです.

なお, このレジスタの ID15 は, リセット直後は 1 となり, 300 $\mu$ s 後に 0 になります. 0 になったことを確認した上で参照してください.

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7          | 6    | 5    | 4    | 3    | 2      | 1   | 0   |  |
|---------|-----------|-----|------------|------|------|------|------|--------|-----|-----|--|
| 0030H   | CPU識別レジスタ | R   | MACHINE-ID |      |      |      |      | CPU-ID |     |     |  |
|         |           |     | ID7        | ID6  | ID5  | ID4  | ID3  | ID2    | ID1 | ID0 |  |
| 0031H   |           | R   | MACHINE-ID |      |      |      |      |        |     |     |  |
|         |           |     | ID15       | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10   | ID9 | ID8 |  |

MACHINE-ID  
(bit15-3)

: 装置の種別を示す. 下記のビット構成により識別を行う.

| CPU   | ID0 | ID1 | ID2 |
|-------|-----|-----|-----|
| ME    | 0   | 0   | 0   |
| MA    | 1   | 0   | 0   |
| MX    | 1   | 1   | 0   |
| MF    | 0   | 0   | 1   |
| Fresh | 0   | 1   | 1   |

| 装置                                         | ID15 | ID14 | ID13 | ID12 | ID11 | ID10 | ID9 | ID8 | ID7 | ID6 | ID5 | ID4 | ID3 |
|--------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| FMR-60/50                                  | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| FMR-50S                                    | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   |
| FMR-70                                     | 不定   |      |      |      |      |      |     |     | 1   | 1   | 1   | 1   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1,2)                          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(1F,2F,1H,2H)                  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(10F,20F,40H,80H)              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS<br>(UX10,UX20,UX40)               | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(CX10,CX20)<br>(CX40,CX100) | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(UG10,UG20)<br>(UG40,UG80)  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(HG20,HG40)<br>(HG100)      | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(HR20,HR100)<br>(HR200)     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(UR20,UR40)<br>(UR80)       | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(MA20,MA170)<br>(MA340)     | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(MX20,MX170)<br>(MX340)     | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(ME20,ME170)                | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| FM TOWNS II<br>(MF20,MF170)<br>Fresh       | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

FM TOWNS 各機種種の MACHINE-ID は、ID15-8 を使用し、ID7-3 が 0 のとき有効である。

CPU-ID(bit2-0) : 使用 CPU の種別を示す。下記のビット構成により識別を行う。

| ID2 | ID1 | ID0 | CPU        |
|-----|-----|-----|------------|
| 0   | 0   | 0   | 80286      |
| 0   | 0   | 1   | 80386      |
| 0   | 1   | 0   | 80486SX/DX |
| 0   | 1   | 1   | 80386SX    |
| 1   | 0   | 0   | 予約済        |
| 1   | 0   | 1   | 予約済        |
| 1   | 1   | 0   | 予約済        |
| 1   | 1   | 1   | 予約済        |

## 2. CPU\_MISC3 レジスタ

DMAC のアドレスレジスタ A23→A24 の桁上がりがあるかどうかを参照するビット (DMACMD) が追加されました。ME, MF, Fresh, MA, MX では、0 (桁上がりあり) となります。

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7             | 6            | 5            | 4          | 3             | 2             | 1 | 0 |
|---------|---------------|-----|---------------|--------------|--------------|------------|---------------|---------------|---|---|
| 0024H   | CPU-MISC3レジスタ | R   | ENPOFF<br>(0) | RCREN<br>(0) | CRT<br>OFFEN | FTN<br>(0) | POFFEN<br>(0) | DMACMD<br>(0) | 1 | 1 |

ENPOFF(bit7) : POFFEN(bit3) ビットが有効かどうかを示す。  
0 = POFFEN ビット有効  
1 = POFFEN ビット無効

RCREN(bit6) : I/O FDA4H(リードコンパチレジスタ) が有効かどうかを示す。  
0 = リードコンパチレジスタが有効  
1 = リードコンパチレジスタが無効

CRTOFFEN(bit5) : I/O 0022H の CRTPOWOFF ビットが有効かどうかを示す。このビットは、電源断可能な CRT が接続されていることを示している。  
0 = CRT のソフト電源断が可能  
1 = CRT のソフト電源断が不可能

FTM(bit4) : フリーランタイム (I/O 0026, 0027H) の有無を示す。  
0 = フリーランタイム有  
1 = フリーランタイム無

POFFEN(bit3) : I/O 0020H の POFF ビットが有効かどうかを示す。  
0 = ソフト電源断が可能  
1 = ソフト電源断が不可能

DMACMD(bit2) : DMAC のアドレスレジスタで A23 から A24 の桁上がりがあるかどうかを示す。  
0 = A23 から A24 の桁上がりする  
1 = A23 から A24 の桁上がりしない

## 3. メモリ容量レジスタ

このレジスタは MB 単位で実装容量を示しており、従来は 5 ビット (1~31MB まで表現可能) が使われていましたが、7 ビットに拡張され、1~127MB の表現ができるようになりました。

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7  | 6     | 5     | 4     | 3     | 2     | 1     | 0     |
|---------|-----------|-----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 05E8H   | メモリ容量レジスタ | R   | 不定 | SIZE6 | SIZE5 | SIZE4 | SIZE3 | SIZE2 | SIZE1 | SIZE0 |

SIZE6-0(bit6-0) : メモリの実装容量を示す。ビットコードで 1~127MB まで表現される。

## 4. 最高速クロックレジスタ

装置の最高動作周波数を表すレジスタで、フォーマットの変更はありませんが、ME、MF、Fresh、MA、MXにより、FCLKn 値が変更されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7      | 6     | 5     | 4     | 3     | 2     | 1     | 0     |
|---------|-------------|-----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 05EDH   | 最高速クロックレジスタ | R   | FCLKEN | FCLK6 | FCLK5 | FCLK4 | FCLK3 | FCLK2 | FCLK1 | FCLK0 |

FCLKEN(bit7) : FCLK6-0 ビットが有効かどうかを示す。  
 0 = FCLK6-0 ビットが有効  
 1 = FCLK6-0 ビットが無効

FCLK6-0(bit6-0) : 装置の最高動作周波数を示す [MHz]。  
 0~127MHz  
 ME:19H(25MHz)  
 MF:21H(33MHz)  
 MA:21H(33MHz)  
 MX:42H(66MHz)

## 5. VRAM キャッシュ制御レジスタ

VRAM キャッシュの動作を制御するレジスタについては、キャッシュのページとともに、CPU 外部のメモリなどとのデータの整合性を保つため再設定を行う I/O ビットが追加されました。

| 全ページ条件                                    | I/O アドレス         | ビット名              | ビット動作    |
|-------------------------------------------|------------------|-------------------|----------|
| キャッシュ動作禁止時                                | 00C0H            | CMEN              | 1⇒0      |
|                                           | 05ECH            | HSPEED            | 1⇒0      |
|                                           | 05EEH            | VCMEN             | 1⇒0      |
| 000C0000H~000EFFFFHの領域をVRAMに切り替えたとき       | 0404H            | MAINMEM           | 1⇒0      |
| 000F8000H~000FFFFFFHの領域をROMに切り替えたとき       | 0480H            | RAM               | 1⇒0      |
| スプライト転送を開始したとき<br>(VRAM キャッシュ有効時のみ)       | 0452H<br>(01H)   | SPEN              | 0⇒1      |
| ディジタイズを開始したとき<br>(VRAM キャッシュ有効時のみ)        | 0442H<br>(1CH)   | ESYN<br>ESM0/1    | 1<br>0⇒1 |
| VIWを開始したとき<br>(VRAM キャッシュ有効時のみ)           | 047CH<br>(0000H) | VIW<br>ENBL       | 0⇒1      |
| 16M色バック変換モードを切り替えたとき<br>(VRAM キャッシュ有効時のみ) | 047CH<br>(0000H) | 16M COLOR<br>ENBL | 0⇒1      |
| 他のVRAMをアクセスしたとき<br>(VRAM キャッシュ有効時のみ)      | —                | —                 | —        |
| ●VRAM1 (2画面) ⇒ PLANE                      |                  |                   |          |
| ●VRAM2 (1画面) ⇒ PLANE                      |                  |                   |          |
| ●高解像度VRAM1 (2画面) ⇒ PLANE                  |                  |                   |          |
| ●高解像度VRAM2 (1画面) ⇒ PLANE                  |                  |                   |          |
| ●VRAM1 (2画面) ⇔ VRAM2 (1画面)                |                  |                   |          |
| ●VRAM1 (2画面) ⇔ 高解像度VRAM1 (2画面)            |                  |                   |          |
| ●VRAM1 (2画面) ⇔ 高解像度VRAM2 (1画面)            |                  |                   |          |
| ●VRAM2 (1画面) ⇔ 高解像度VRAM1 (2画面)            |                  |                   |          |
| ●VRAM1 (2画面) ⇔ 高解像度VRAM2 (1画面)            |                  |                   |          |
| ●高解像度VRAM1 (2画面) ⇔ 高解像度VRAM2 (1画面)        |                  |                   |          |

キャッシュ対象領域についてはメモリマップを参照のこと。

注) VIW, 高解像度関係についてはME, MF, Freshは除く。

## 6. アドレスレジスタ

従来機では A23 → A24 の桁上がりが無いのに対し、ME, MF, MA, MX では桁上がりが行われます。

| I/Oアドレス | レジスタ名    | R/W | 7                  | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------|----------|-----|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 00A4H   | アドレスレジスタ | R/W | ADDRESS REG. (下位)  |     |     |     |     |     |     |     |
|         |          |     | A7                 | A6  | A5  | A4  | A3  | A2  | A1  | A0  |
| 00A5H   |          | R/W | ADDRESS REG. (中位)  |     |     |     |     |     |     |     |
|         |          |     | A15                | A14 | A13 | A12 | A11 | A10 | A9  | A8  |
| 00A6H   |          | R/W | ADDRESS REG. (上位)  |     |     |     |     |     |     |     |
|         |          |     | A23                | A22 | A21 | A20 | A19 | A18 | A17 | A16 |
| 00A7H   |          | R/W | ADDRESS REG. (最上位) |     |     |     |     |     |     |     |
|         |          |     | A31                | A30 | A29 | A28 | A27 | A26 | A25 | A24 |

**A31-0** : DMA 転送の開始アドレス (4GB 空間) を指定する。従来機種では、A23 から A24 への桁上がりは行われませんが、MA/MX/ME/MF/Fresh では、桁上がりが行われる。

## 7. FIFO モードレジスタ

新しく追加されたレジスタです。FUSART が標準モードと FIFO モードを持っていることから、いずれかを選択するためのものです。

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7         | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|-------------|-----|-----------|---|---|---|---|---|---|---|
| 0A0CH   | FIFOモードレジスタ | R/W | FIFO MODE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|         |             |     |           | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**FIFOMODE(bit7)** : FUSART に対して標準モードか FIFO モードかの指定を行う。  
 0 = 標準モードであることを示す (リセット時)  
 1 = FIFO モードであることを示す

## 8. FIFO ステータスレジスタ

新設レジスタです。機種により FIFO モードが使えるか (FUSART が搭載されているか) 否かを、FIFOINS ビットで表します。ME, MF, MA, MX では 0 (FIFO 可能) が読み出されます。

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7           | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|---------------|-----|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 0A0DH   | FIFOステータスレジスタ | R/W | FIFOINS (0) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|         |               |     |             |   |   |   |   |   |   |   |

**FIFOINS(bit7)** : USART に FIFO モードが実装されていることを示す。  
 0 = FIFO モード機能が実装されていることを示す  
 1 = FIFO モード機能が実装されていないことを示す  
 MA/MX/ME/MF/Fresh では 0 (固定)。

## 9. FIFO 制御レジスタ

FUSART で FIFO モードを利用するときの、ステータス参照およびクリアするための新設レジスタです。

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7    | 6            | 5             | 4     | 3            | 2             | 1     | 0  |
|---------|------------|-----|------|--------------|---------------|-------|--------------|---------------|-------|----|
| 0A0EH   | FIFO制御レジスタ | R   | TCPL | TRSF<br>FULL | TRSF<br>EMPTY | TRSFC | RCVF<br>FULL | RCVF<br>EMPTY | RCVFC | 不定 |
|         |            | W   | 0    | 0            | 0             |       | 0            | 0             |       | 0  |

**TCPL(bit7)** : 全てのデータの送信が終了したことを示す最終データの最終ビット(調歩ではストップビット)を1ビット時間送信してからこのビットが1にセットされる。

0 = 送信中  
1 = 送信完了

**TRSFFULL(bit6)** : 送信データ FIFO が一杯であることを示す。

0 = 送信データ FIFO に空きがあることを示す  
1 = 送信データ FIFO が一杯であることを示す

**TRSFEMPTY(bit5)** : 送信データ FIFO が空であることを示す。

0 = 送信データ FIFO にデータがあることを示す  
1 = 送信データ FIFO が空であることを示す

**TRSFC(bit4)** : FUSART 内の送信データ FIFO をクリアする。

0 = クリア解除(リセット時)  
1 = 送信データ FIFO をクリアする  
クリア時, 1のセット後0に戻すまでに1 $\mu$ s以上時間をあけること。

**RCVFFULL(bit3)** : 受信データ FIFO が一杯であることを示す。

0 = 受信データ FIFO に空きがあることを示す  
1 = 受信データ FIFO が一杯であることを示す

**RCVFEMPTY(bit2)** : 受信データ FIFO が空であることを示す。

0 = 受信データ FIFO にデータがあることを示す  
1 = 受信データ FIFO が空であることを示す

**RCVFC(bit1)** : FUSART 内の受信データ FIFO をクリアする。

0 = クリア解除(リセット時)  
1 = 受信データ FIFO をクリアする  
クリア時, 1のセット後0に戻すまでに1 $\mu$ s以上時間をあけること。

## 10. 高解像度機能レジスタ

高解像度機能が標準搭載されているかどうかを表すレジスタで、新設されました。HIRES ビットは、MA, MX では0(標準搭載)になっていますが、ME, MF, Fresh および従来機では1(搭載されていない)である点に注意が必要です。

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7     | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|------------|-----|-------|---|---|---|---|---|---|---|
| 0470H   | 高解像度機能レジスタ | R   | HIRES | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

HIRES(bit7) : 本装置に高解像度機能が標準搭載されているか否かを示す。  
 0 = 高解像度機能が標準搭載されている  
 1 = 高解像度機能が標準搭載されていない  
 MA/MX では 0(固定).

### 11. VRAM 容量レジスタ

新設レジスタですが、高解像度機能レジスタで HIRES ビットが 0 (高解像度機能標準搭載) のときのみ有効です。VSIZE<sub>n</sub> は、1~16 で MB 単位に VRAM の容量を表します。MA, MX では 1(固定) で、1MB 実装されていることを示します。

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7 | 6 | 5 | 4             | 3             | 2             | 1             | 0             |
|---------|------------|-----|---|---|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0471H   | VRAM容量レジスタ | R   | 0 | 0 | 0 | VSIZE4<br>(0) | VSIZE3<br>(0) | VSIZE2<br>(0) | VSIZE1<br>(0) | VSIZE0<br>(1) |

VSIZE4-0(bit4-0) : VRAM の容量を示す。(1~16MB)  
 MA/MX では、1MB 固定。  
 このレジスタは、HIRES ビットが 0 のとき有効。

### 12. 画像出力制御アドレスレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名          | R/W | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1   | 0   |
|---------|----------------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 0472H   | 画像出力制御アドレスレジスタ | R/W | RA7  | RA6  | RA5  | RA4  | RA3  | RA2  | RA1 | RA0 |
| 0473H   |                | R/W | RA15 | RA14 | RA13 | RA12 | RA11 | RA10 | RA9 | RA8 |

RA15-0(bit15-0) : 画像出力制御用レジスタでアクセスする間接レジスタアドレスを指定する。

### 13. 画像出力制御データレジスタ

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------|---------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0474H   | 画像出力制御データレジスタ | R/W | RD7  | RD6  | RD5  | RD4  | RD3  | RD2  | RD1  | RD0  |
| 0475H   |               | R/W | RD15 | RD14 | RD13 | RD12 | RD11 | RD10 | RD9  | RD8  |
| 0476H   |               | R/W | RD23 | RD22 | RD21 | RD20 | RD19 | RD18 | RD17 | RD16 |
| 0477H   |               | R/W | RD31 | RD30 | RD29 | RD28 | RD27 | RD26 | RD25 | RD24 |

RD31-0(bit31-0) : 画像出力制御用データレジスタ。

## 14. 新 PCM 音源 AD/DA バンク切替レジスタ

新 PCM 音源のための新設レジスタのひとつです。このレジスタは、新 PCM 音源が DMA 機能を使うとき、アドレスとしてベース側かカレント側かを選択する機能のほかに、新 PCM 音源の存在確認 (AD/DA 機能確認) と、割り込み要因解析のためのフラグを参照するのに用います。

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7                 | 6                          | 5 | 4 | 3  | 2 | 1 | 0                    |
|---------|-----------|-----|-------------------|----------------------------|---|---|----|---|---|----------------------|
| 0510H   | バンク切替レジスタ | R   | ADDA<br>機能<br>(0) | 割込要因判別フラグ<br>音声入力 バッファ DMA |   |   | 不定 |   |   | ベース/<br>カレント<br>切り替え |
|         |           | W   |                   | 0                          | 0 | 0 | 0  | 0 | 0 |                      |

AD-DA 機能確認情報：AD-DA 機能の有無が、当ビットのアクセスで確認できる。  
(bit7)

0 = AD-DA 機能有り

1 = AD-DA 機能なし

MA/MX/ME/MF は 0(固定)

割り込み要因判別フ：AD-DA 機能から発生した割り込みがどの要因によるものかを示すフラグで、  
ラグ (bit6-4) マスクされている要因については常に 0 となり、実際に発生した割り込み要求についてのみ 1 となる。

0 = 割り込み要求なし

1 = 割り込み要求有り

ベース/カレント切替：DMA カウンタ, DMA アドレスの各レジスタをアクセスする際、ベース側  
(bit0) かカレント側かを切り替える。

0 = READ ... カレント選択 (リセット時)

WRITE ... ベース/カレント共

1 = READ/WRITE ともにベースのみ選択

## 15. 新 PCM 音源 DMA ステータスレジスタ

新 PCM 音源のための新設レジスタのひとつです。DMA の機能設定と、転送終了フラグから成っています。

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W | 7  | 6 | 5 | 4            | 3  | 2 | 1                    | 0               |
|---------|--------------|-----|----|---|---|--------------|----|---|----------------------|-----------------|
| 0511H   | DMAステータスレジスタ | R   | 不定 |   |   | AUTO<br>INIT | 不定 |   | 転送<br>終了<br>割込<br>許可 | 転送<br>終了<br>フラグ |
|         |              | W   | 0  | 0 | 0 |              | 0  | 0 |                      |                 |

AUTOINIT(bit4) : DMA 転送でオートイニシャライズを行うか否かを設定する。  
オートイニシャライズを行うと、転送終了時に DREQ マスクはセットされず、アドレスカウンタの各カウントにはベース設定値が読み込まれる。

0 = オートイニシャライズ禁止 (リセット時)

1 = オートイニシャライズを行う

転送終了割り込み許：転送終了フラグが 1 のとき、割り込みを発生させるか否かを設定する。  
可 (bit1)

0 = 割り込みを発生させない (リセット時)

1 = 割り込みを発生する

転送終了フラグ：DMA 転送が終了すると 1 になる。  
(bit0) この bit をリセットするときは 1 を WRITE する。

0 = 通常時

1 = DMA 転送終了時

## 16. 新 PCM 音源 DMA カウンタレジスタ

新 PCM 音源のための新設レジスタのひとつで、DMA 転送を行うときの転送ワード数を設定するレジスタです。DMA 動作はワード単位に行われるので、8 ビットモノラルの奇数バイト再生時には、データの最後に 80H を加えて偶数バイトにしなければなりません。同じレジスタで、ベース/カレントの双方に用いられ、その切り替えは AD/DA バンク切替レジスタのビット 0 で行います。

DMA 転送中、このレジスタを読み出してもカレントのカウンタ値は保証されないので注意が必要です。また、DMA 動作はワード単位に行われるので、8 ビットモノラルの奇数バイト再生時には、データの最後に 80H を加えて偶数バイトにしなければなりません。

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W             | 7               | 6   | 5   | 4   | 3   | 2  | 1  | 0  |
|---------|-------------|-----------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|
| 0512H   | DMAカウンタレジスタ | R/W             | COUNT REG. (下位) |     |     |     |     |    |    |    |
|         |             |                 | C7              | C6  | C5  | C4  | C3  | C2 | C1 | C0 |
| R/W     |             | COUNT REG. (上位) |                 |     |     |     |     |    |    |    |
|         |             | C15             | C14             | C13 | C12 | C11 | C10 | C9 | C8 |    |
| 0513H   |             |                 |                 |     |     |     |     |    |    |    |

DMA 転送を行う際の転送ワード数を設定する。なお、DMA 転送は REC/PLAY いずれの場合にもワード転送で行われ、8 ビットデータの場合は以下のように扱われる。

モノラル 8 ビット:C15~C8 次のデータ  
                   :C7~C0 後のデータ  
 ステレオ 8 ビット:C15~C8 Rch のデータ  
                   :C7~C0 Lch のデータ

このレジスタにはベース/カレントがあり、バンク切替レジスタの内容によってアクセスされるレジスタが決定される。

ベースレジスタは、設定された値を新たな設定が行われるまで保持し、オートイニシャライズ時にはその値をカレントレジスタへ転送する。

カレントレジスタは、1 ワード転送するたびに 1 だけカウントダウンされる。

このレジスタには事前に転送回数-1 の値を設定する。この値は、DMA 転送終了時には FFFFH となる。また、FFFFH を設定したときは 65536 ワード転送される。

## 17. 新 PCM 音源 DMA アドレスレジスタ

新 PCM 音源のための新設レジスタのひとつです。DMA 転送を行う際の転送開始アドレスを設定するのに用いられます。同じレジスタで、ベース/カレントの双方に用いられ、その切り替えは AD/DA バンク切替レジスタのビット 0 で行います。

DMA 転送中、このレジスタを読み出してもカレントアドレスの値は保証されないので注意が必要です。また、DMA 動作はワード単位に行われるので、奇数アドレスの設定はできません。A0 の位置に 1 を書いても 0 とみなされます。

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W                | 7                 | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0  |
|---------|-------------|--------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 0514H   | DMAアドレスレジスタ | R/W                | ADDRESS REG. (下位) |     |     |     |     |     |     |    |
|         |             |                    | A7                | A6  | A5  | A4  | A3  | A2  | A1  | A0 |
| R/W     |             | ADDRESS REG. (中位)  |                   |     |     |     |     |     |     |    |
|         |             | A15                | A14               | A13 | A12 | A11 | A10 | A9  | A8  |    |
| R/W     |             | ADDRESS REG. (上位)  |                   |     |     |     |     |     |     |    |
|         |             | A23                | A22               | A21 | A20 | A19 | A18 | A17 | A16 |    |
| R/W     |             | ADDRESS REG. (最上位) |                   |     |     |     |     |     |     |    |
|         |             | A31                | A30               | A29 | A28 | A27 | A26 | A25 | A24 |    |

DMA 転送を行う際の転送開始アドレスを設定する。

このレジスタにはベース/カレントがあり、バンク切替レジスタの内容によってアクセスされるレジスタが決定される。

ベースレジスタは、設定された値を新たな設定が行われるまで保持し、オートイニシャライズ時にはその値をカレントレジスタへ転送する。

カレントレジスタは1ワード転送するたびに2ずつカウントアップされる。

## 18. 新 PCM 音源クロック設定レジスタ

新 PCM 音源のための新設レジスタのひとつで、サンプリングレートを参照/設定します。通常はリセットされたときの 19.2kHz のまま使いますが、CLKn 値を書き込むことによって任意の値に変更できます。

ただし、そのことにより、既存のサンプリングレート固定値 (19.2kHz) も影響を受けるので注意が必要です。そこで、新 PCM 音源の機能を使用した後は、新 PCM 音源システムコントロールレジスタの ADDA リセットを使い、使用前の状態に復元するようにします。

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7  | 6 | 5 | 4 | 3           | 2    | 1    | 0    |
|---------|------------|-----|----|---|---|---|-------------|------|------|------|
| 0518H   | クロック設定レジスタ | R   | 不定 |   |   |   | サンプリングレート設定 |      |      |      |
|         |            | W   | 0  | 0 | 0 | 0 | CLK3        | CLK2 | CLK1 | CLK0 |

CLK3-0(bit3-0) : サンプリングレート設定  
サンプリングレートを以下のように設定する。設定禁止の値を指定した場合の動作は保証しない。

| CLK3 | CLK2 | CLK1 | CLK0 | サンプリングレート         |
|------|------|------|------|-------------------|
| 0    | 0    | 0    | 0    | 48.000KHz         |
| 0    | 0    | 0    | 1    | 44.1000KHz        |
| 0    | 0    | 1    | 0    | 32.0000KHz        |
| 0    | 0    | 1    | 1    | 22.0500KHz        |
| 0    | 1    | 0    | 0    | 19.2000KHz(リセット時) |
| 0    | 1    | 0    | 1    | 16.0000KHz        |
| 0    | 1    | 1    | 0    | 11.0250KHz        |
| 0    | 1    | 1    | 1    | 9.6000KHz         |
| 1    | 0    | 0    | 0    | 8.0000KHz         |
| 1    | 0    | 0    | 1    | 5.5125KHz         |
| 1    | 0    | 1    | 0    | 24.0000KHz        |
| 1    | 0    | 1    | 1    | 12.0000KHz        |
| 1    | 1    | 0    | 0    | 設定禁止              |
| 1    | 1    | 0    | 1    |                   |
| 1    | 1    | 1    | 0    |                   |
| 1    | 1    | 1    | 1    |                   |

### 19. 新 PCM 音源モード設定レジスタ

新 PCM 音源のために新規に追加されたレジスタで、ステレオ/モノラルの選択やビットモードなどの設定を行うためのものです。この中で、変換レベルは、既存のサンプリング LSB 位置にも影響するので、新 PCM 音源の機能を使用した後は、新 PCM 音源システムコントロールレジスタの ADDA リセットを使い、使用前の状態に復元するようにします。

| I/Oアドレス | レジスタ名     | R/W | 7  | 6 | 5                       | 4                       | 3                | 2       | 1    | 0    |
|---------|-----------|-----|----|---|-------------------------|-------------------------|------------------|---------|------|------|
| 0519H   | モード設定レジスタ | R   | 不定 |   | SND/<br>WAV<br>切り<br>替え | ST/<br>MONO<br>切り<br>替え | 16/8<br>切り<br>替え | 変換レベル設定 |      |      |
|         |           | W   | 0  | 0 |                         |                         |                  | bit2    | bit1 | bit0 |

このレジスタはバイト/ワードアクセス可能で、前述のクロック設定レジスタと一括して READ/WRITE することができる。

SND/WAV 切り替え：データフォーマットを設定する。  
(bit5)  
0 = WAV 形式 ←リセット時  
1 = SND 形式

| 入出力電圧  | SND | WAV8 | WAV16 |
|--------|-----|------|-------|
| +2Vrms | FE  | FF   | 7FFF  |
| ↓      | ↓   | ↓    | ↓     |
| +0Vrms | 80  | 80   | 0000  |
| ↓      | ↓   | ↓    | ↓     |
| -0Vrms | 01  | 7F   | FFFF  |
| ↓      | ↓   | ↓    | ↓     |
| -2Vrms | 7F  | 00   | 8000  |

注意：SND 形式を選択すると bit4, 3 は無効となり 8bit モノラルが選択されたものと認識される。

ST/MONO 切り替え：データフォーマットを設定する。  
(bit4)  
0 = モノラル ←リセット時/SND 形式設定時  
※モノラルデータは Lch と Rch の和となる。  
1 = ステレオ

16/8ビット切り替え：データフォーマットを設定する。  
 (bit3) 0 = 8ビット ←リセット時/SND形式設定時  
 1 = 16ビット

変換レベル設定 (bit2~0) : 16bit データから 8ビットに変換するとき、16ビットデータのどこを LSB にするかを次のように設定する。

| bit2 | bit1 | bit0 | LSB 設定 |
|------|------|------|--------|
| 0    | 0    | 0    | bit1   |
| 0    | 0    | 1    | bit2   |
| 0    | 1    | 0    | bit3   |
| 0    | 1    | 1    | bit4   |
| 1    | 0    | 0    | bit5   |
| 1    | 0    | 1    | bit6   |
| 1    | 1    | 0    | bit7   |
| 1    | 1    | 1    | bit8   |

この設定は録音時のみ有効で、8bit データの再生時は下位 8bit が 0 の 16bit データとして再生される。

従来の音源との互換性維持のため、ブートを行うと bit2~bit0 が "101" に設定されるが、システムコントロールレジスタ (051AH) の bit7 でリセットを行うと "111" になってしまうので、再設定が必要。

設定値の例 : 19.2kHz サンプリング 16bit データの bit13~7 を SND 形式で録音する。  
 クロック設定:00000100b=04h  
 モード設定 :00100110b=26h

## 20. 新 PCM 音源システムコントロールレジスタ

新 PCM 音源のために新規に追加されたレジスタです。主に、新 PCM 音源の動作を指示します。

新 PCM 音源クロック設定レジスタでクロックの設定を行った後や、新 PCM 音源モード設定レジスタでサンプリング LSB の設定を行った後、既存の PCM に切り替えるときは、ADDA リセットを使い、使用前の状態に復元するようにします。

| I/Oアドレス | レジスタ名          | R/W | 7    | 6  | 5   | 4    | 3  | 2         | 1    | 0    |
|---------|----------------|-----|------|----|-----|------|----|-----------|------|------|
| 051AH   | システムコントロールレジスタ | R   | ADDA | 不定 | レベル | REC/ | 不定 | 割り込みレベル設定 |      |      |
|         |                | W   | リセット | 0  | モニタ | PLAY | 0  | bit2      | bit1 | bit0 |

ADDA リセット (bit7) : AD-DA 機能のリセットを行うときは、このビットに 1 を書き込む。その後、約 2 $\mu$ s でリセットは解除され、自動的に 0 となる。本リセットにより、AD-DA 制御の各レジスタはリセット時の値になる。他のビットを設定したいときには、このビットは 0 を WRITE する。

0 = READ 通常状態  
 WRITE 無効  
 1 = READ リセット中  
 WRITE リセット実行

レベルモニタ (bit5) : データポートレジスタの機能設定を次のように行う。

| bit5 | データポート機能 |
|------|----------|
| 0    | レベルモニタ   |
| 1    | ソフト転送ポート |

各機能についての詳細は、データポートレジスタを参照のこと。

REC/PLAY(bit4) : このビットは REC/PLAY の切り替えを行うスイッチで, DMAC/バッファの転送方向を決定する.

0 = PLAY ←リセット時

1 = REC

割り込みレベル設定: 割り込みレベルの設定を次のように行う.  
(bit2~0)

| bit2 | bit1 | bit0 | 割り込み設定         |
|------|------|------|----------------|
| 0    | 0    | 0    | INT 4          |
| 0    | 0    | 1    | INT 5          |
| 0    | 1    | 0    | INT 10         |
| 0    | 1    | 1    | INT 14         |
| 1    | 0    | 0    | INT 15         |
| 1    | 0    | 1    | 割り込み禁止         |
| 1    | 1    | 0    | 割り込み禁止         |
| 1    | 1    | 1    | 割り込み禁止 ← リセット時 |

## 21. 新 PCM 音源バッファコントロールレジスタ

新 PCM 音源のために新規に追加されたレジスタです. 新 PCM 音源のエラーフラグおよび解除兼用ビットや, バッファの割り込み許可ビットなどを持ちます.

| I/Oアドレス | レジスタ名          | R/W | 7                  | 6  | 5       | 4    | 3              | 2    | 1    | 0    |
|---------|----------------|-----|--------------------|----|---------|------|----------------|------|------|------|
| 051BH   | バッファコントロールレジスタ | R   | バッファ<br>割り込み<br>許可 | 不定 | バッファエラー |      | バッファステータス/INIT |      |      |      |
|         |                | W   |                    | 0  | OVER    | UNDR | bit3           | bit2 | bit1 | bit0 |

バッファ割り込み許可 (bit7) : バッファエラー時に割り込みを発生させるか否かを設定する.  
0 = 割り込みを発生させない ← リセット時

1 = 割り込みを発生する

バッファエラー (OVER) (bit5) : バッファのオーバーラン発生を示すフラグで, クリアするときは1をWRITEする.

オーバーラン発生中は, バッファに入りきれないデータはそのまま捨てられる.

0 = 通常状態 ← リセット時

1 = READ オーバーラン発生

WRITE クリア

バッファエラー (UNDR) (bit4) : バッファのアンダーラン発生を示すフラグで, クリアするときは1をWRITEする.

アンダーラン発生中は, アンダーラン発生直前のデータが保持され, 出力される.

0 = 通常状態 ← リセット時

1 = READ アンダーラン発生

WRITE クリア

バッファステータス/INIT (bit3~0)

READ時

現在データが入っているバッファの段数を 0000b~1111b で表す.

WRITE時

1111b を WRITE することでバッファをイニシャライズする.

その他のデータは無効となる.

## 22. 新 PCM 音源録音/再生制御レジスタ

新 PCM 音源のために新規に追加されたレジスタで、録音/再生にかかわる参照フラグや設定ビットを持っています。

| I/Oアドレス | レジスタ名       | R/W | 7       | 6       | 5                  | 4           | 3  | 2 | 1           | 0           |
|---------|-------------|-----|---------|---------|--------------------|-------------|----|---|-------------|-------------|
| 051CH   | 録音/再生制御レジスタ | R   | A/D RDY | D/A RDY | 音声入力<br>割り込み<br>許可 | 音声入力<br>フラグ | 不定 |   | DREQ<br>マスク | バッファ<br>マスク |
|         |             | W   | 0       | 0       |                    |             | 0  | 0 |             |             |

**A/D RDY フラグ (bit7)** : A/D コンバータが使用可能状態か否かを示す。  
リセット後とサンプリングレート設定後には、A/D コンバータの動作が不安定となる場合があり、その期間はこのフラグが1となる。よって、このフラグが1となっている期間は録音を行ってはならない。  
5秒以上待ってもこのフラグが0とならないときはA/D コンバータの不良と考えられる。

0 = 録音可能  
1 = 録音禁止

**D/A RDY フラグ (bit6)** : D/A コンバータが使用可能状態か否かを示す。  
リセット後とサンプリングレート設定後には、D/A コンバータの動作が不安定となる場合があり、その期間はこのフラグが1となる。よって、このフラグが1となっている期間は再生を行ってはならない。  
5秒以上待ってもこのフラグが0とならないときはD/A コンバータの不良と考えられる。

0 = 再生可能  
1 = 再生禁止

**音声入力割り込み許可 (bit5)** : 音声入力フラグが1の時に割り込みを発生させるか否かを設定する。  
0 = 割り込みを発生させない、←リセット時  
1 = 割り込みを発生させる。

**音声入力フラグ (bit4)** : 録音レベルが録音ピークモニタに設定した閾値と等しいか、それを超えたことを示す。  
このビットは1をWRITEしたときにクリアされる。  
0 = READ 録音レベルが録音ピークモニタに設定した閾値より小さい  
WRITE 無効  
1 = READ 録音レベルが録音ピークモニタに設定した閾値と等しいか、それを超えたことを示す  
WRITE クリア

**DREQ マスク (bit1)** : このビットは、バッファからDMA リクエストが来たときDMA 転送を行うか否かを設定する。  
このビットが1のとき、バッファからDMA リクエストがきてもDMA 転送は行われない。  
オートイニシャライズを行わないDMA 転送の終了時には、このビットは自動的に1がセットされる。  
0 = DMA 転送を行う  
1 = DMA 転送を行わない(リセット時)

**バッファマスク (bit0)** : このビットは転送バッファの動作を制御する。  
bit1, bit0 が0だったらDMA 転送が行われる。  
bit1 が1でbit0 が0の場合、データポートを使用したソフト転送モードとなる。  
0 = バッファ動作許可  
1 = バッファ動作禁止(リセット時)

### 23. 新 PCM 音源ピークモニタレジスタ

新 PCM 音源のために新規に追加されたレジスタです。入力信号のピーク値をとらえ、以前の値より大きいと更新していきます。この動作はリセット直後から開始しており、そのままでは以前からの値を保持しているので、モニタを開始したいときには、次に述べるトリガレベルレジスタのコントロールビットを使って、クリアした上で使用する必要があります。

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W | 7           | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|--------------|-----|-------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 051DH   | 録音ピークモニタレジスタ | R   | LVL<br>OVER | L6 | L5 | L4 | L3 | L2 | L1 | L0 |

このレジスタを READ することで、現在保持されているピーク値を読み取ることができます。

**LVL OVER フラグ** : A/D コンバータへの入力信号が過大であることを示す。  
(bit7)  
0 = READ 通常状態  
1 = READ 入力過大

**ピークモニタフラグ** : このレジスタにて扱われるデータは、モード設定レジスタで指定されたデータ形式を元に、上位 8 ビットから絶対値を求めて、次のように表す。  
(bit6~0)

| 入力レベル | データ |
|-------|-----|
| +PEAK | 7FH |
| }     | }   |
| 0V    | 00H |
| }     | }   |
| -PEAK | 7FH |

入力データが現在保持されているピーク値より大きいときには、その入力データを保持する。  
このレジスタは録音制御レジスタの値によらず、リセット終了時から常に動作しているので、使用する前には必ずクリアすること。

### 24. 新 PCM 音源トリガレベルレジスタ

新 PCM 音源のために新規に追加されたレジスタです。入力レベルがこのレジスタで設定された Ln 値を越えると割り込みが発生します。また、ピークモニタレジスタをリセットする機能も持っています。

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7           | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|------------|-----|-------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 051DH   | トリガレベルレジスタ | W   | LVL<br>OVER | L6 | L5 | L4 | L3 | L2 | L1 | L0 |

このレジスタに割り込みを発生させる閾値をセットすることができる。

コントロールビット： 0 = WRITE 割り込みを発生させる閾値をセット  
(bit7) 1 = WRITE LVL OVER フラグおよびピークモニタフラグをクリアする

トリガレベル (bit6~0) : 割り込みを発生させる閾値をセットする。  
このレジスタにて扱われるデータは、モード設定レジスタで指定されたデータ形式を元に、上位8ビットからの絶対値を指定すること。

| 入力レベル | データ |
|-------|-----|
| +PEAK | 7FH |
| }     | }   |
| 0V    | 00H |
| }     | }   |
| -PEAK | 7FH |

## 25. 新 PCM 音源データポート

新 PCM 音源のために新規に追加されたレジスタで、システムコントロールレジスタのビット5(レベルモニタ)により、0のときレベルモニタレジスタ(A/Dコンバータ出力現在値を参照)、1のときソフト転送ポートレジスタ(DMAを使わずソフトウェアで転送するときの転送ポート)として働きます。

レベルモニタレジスタは、左右同時に参照できますが、上位8ビットのみが対象になっていることに注意が必要です。

### データポート(0)

| I/Oアドレス | レジスタ名      | R/W | 7                  | 6  | 5  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  |
|---------|------------|-----|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 051EH   | レベルモニタレジスタ | R   | LVL<br>OVER<br><L> | L6 | L5 | L4 | L3 | L2 | L1 | L0 |
| 051FH   |            | R   | LVL<br>OVER<br><R> | R6 | R5 | R4 | R3 | R2 | R1 | R0 |

レベルモニタ0のときレベルモニタのデータポートになる。  
BYTE/WORDアクセス可能で、READオンリーである。  
WORDアクセスしたとき、16ビットレジスタのフォーマットはLVLOVER<R>(MSB)~L0(LSB)の順となる。

レベルモニタレジスタは、A/Dコンバータから出力される音の現在のレベルを示す。  
051EH番地はLEFTチャンネルの音のレベルを、051FH番地は右チャンネルの音のレベルを示す。

LVL OVER フラグ : A/Dコンバータへの入力信号が過大であることを示す。  
(bit7) 0 = READ 通常状態  
1 = READ 入力過大

レベルモニタ (bit6~0) : レベルモニタレジスタにて扱われるデータは、モード設定レジスタで指定されたデータ形式を元に、上位 8bit から絶対値を求めて次のように表す。

| 入力レベル | データ |
|-------|-----|
| +PEAK | 7FH |
| }     | }   |
| 0V    | 00H |
| }     | }   |
| -PEAK | 7FH |

レベルモニタレジスタは録音制御レジスタの値によらず、リセット終了時から常に動作している。

ソフト転送ポートレジスタは、録音時は AD コンバータ出力の読み出し、再生時は DA コンバータへの書き込みを行うためのものであり、それ以外の動作は無効です。

参考までに、AD/DA プログラム例として、(1) 新 PCM 音源の初期化、(2) 録音時の DMA 転送シーケンス、(3) 再生時のソフト転送シーケンスの各場面について、それぞれフローチャートで示します。

#### データポート (1)

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1  | 0  |
|---------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| 051FH   | ソフト転送ポートレジスタ | R   | D15 | D14 | D13 | D12 | D11 | D10 | D9 | D8 |
| 051EH   |              | W   | D7  | D6  | D5  | D4  | D3  | D2  | D1 | D0 |

レベルモニタ 1 のときソフトウェア転送用のデータポートになる。

051EH からの WORD アクセス専用で、再生時の READ は不定、録音時の WRITE は無効となる。

16 ビットレジスタでのフォーマットは、D15(MSB)~D0(LSB)の順となる。

データ形式はモード設定レジスタで指定された形式で、以下の方法でアクセスする。

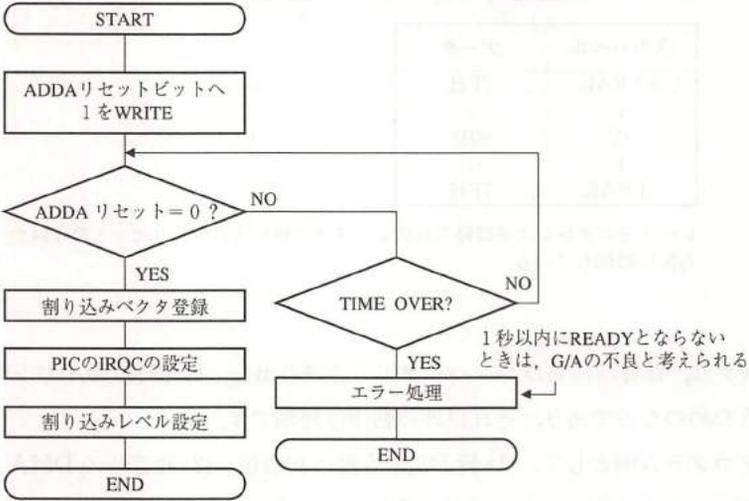
モノラル 8 ビット : D15~D8 後のデータ  
D7~D0 後のデータ

ステレオ 8 ビット : D15~D8 Rch のデータ  
D7~D0 Lch のデータ

モノラル 16 ビット : D15~D0 で 1 データ

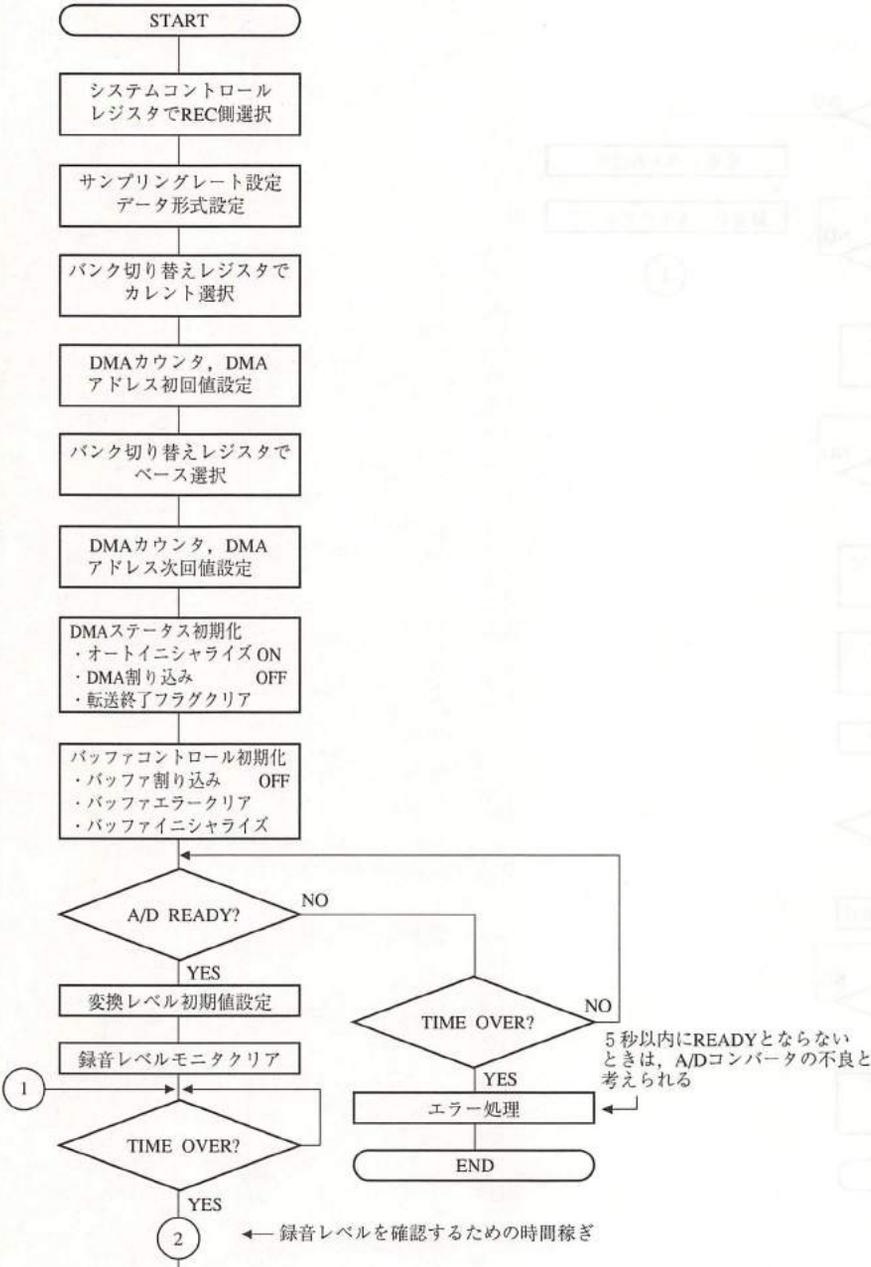
ステレオ 16 ビット : Lch・Rch……の順で、片チャンネルずつ逐次

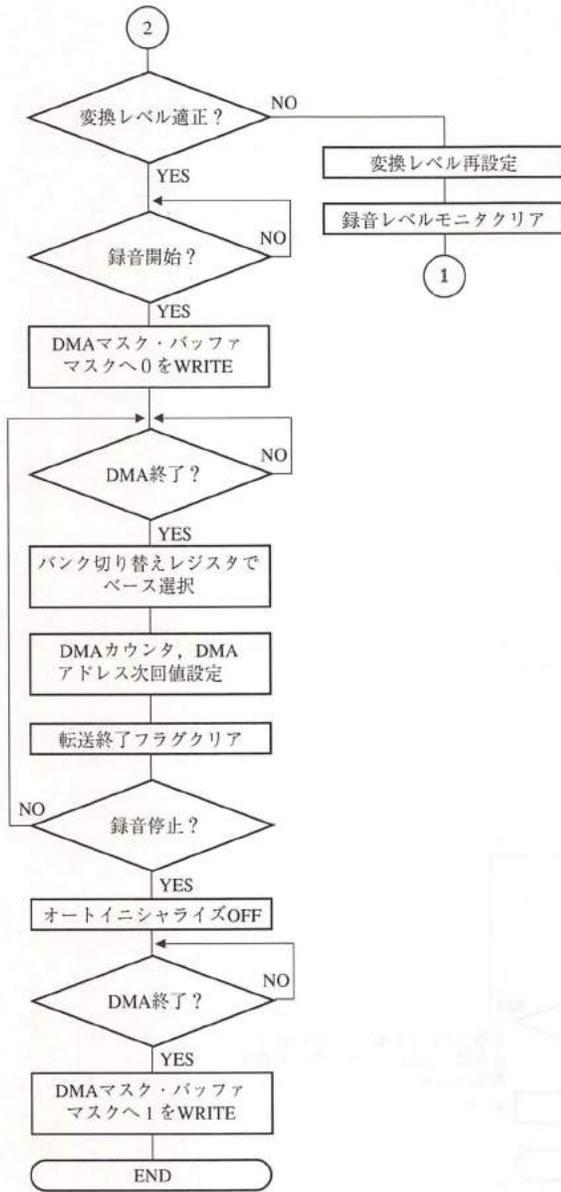
(1) 初期化シーケンス



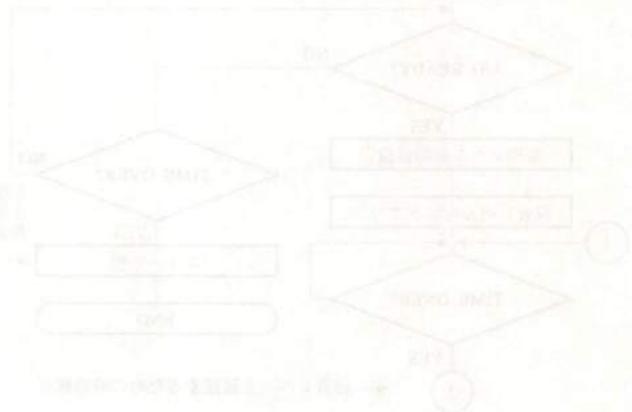
| 項目       | 初期値   | 設定値   | 説明          |
|----------|-------|-------|-------------|
| 割り込みベクタ  | 0000H | 0000H | 割り込み発生時の実行先 |
| PICのIRQC | 0000H | 0000H | PICの割り込み制御  |
| 割り込みレベル  | 0000H | 0000H | 割り込み優先レベル   |

(2) DMA転送シーケンス

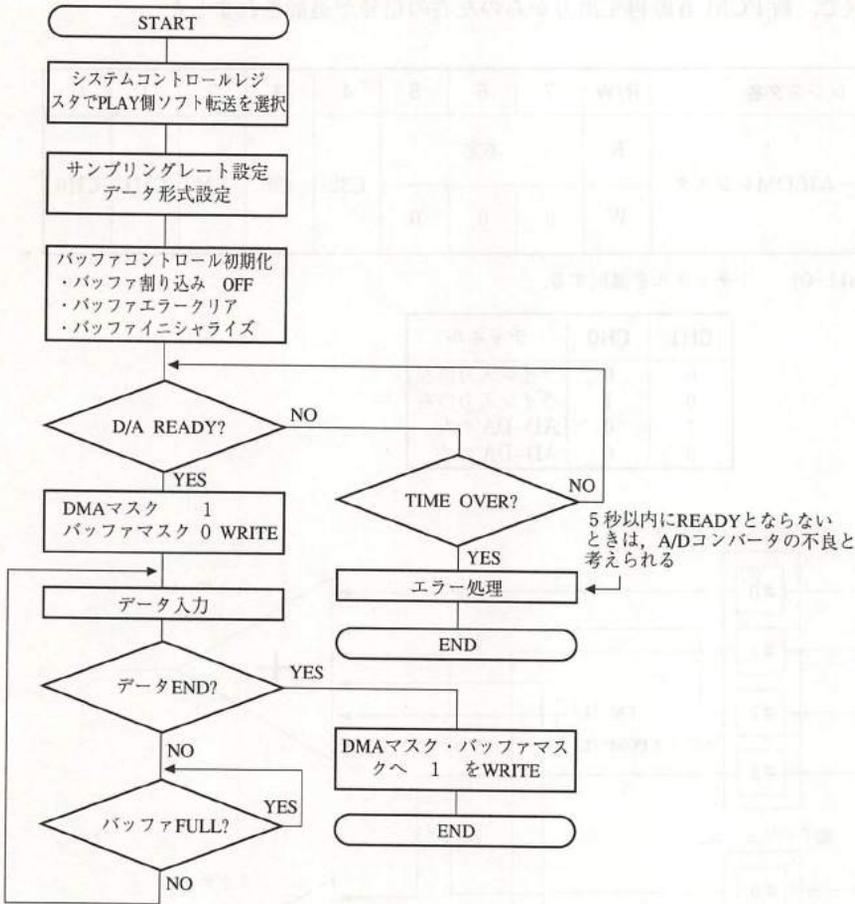




録音レベルモニタ



(3) ソフト転送シーケンス



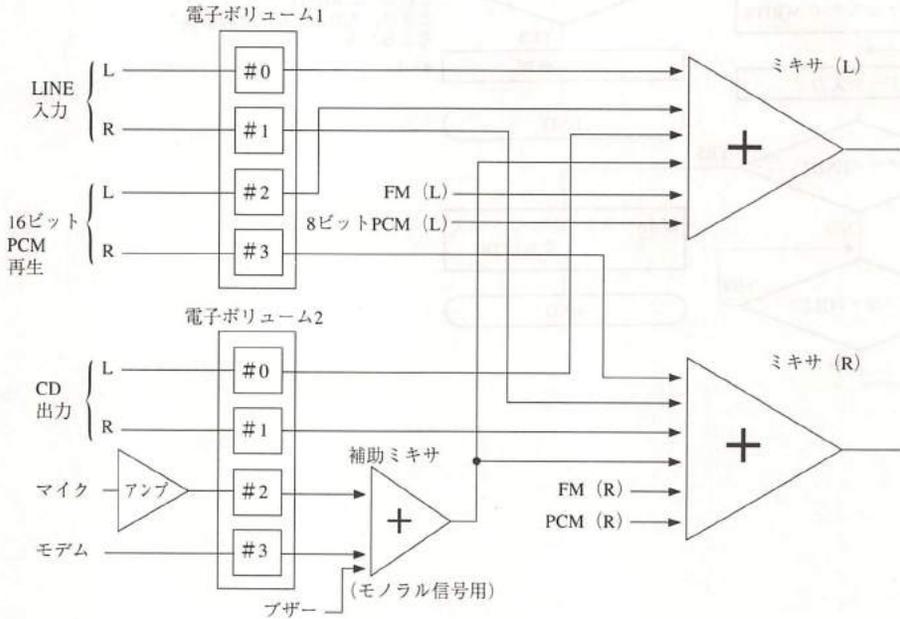
## 26. ボリューム ICOM レジスタ

チャンネルの選択で、新 PCM 音源再生出力からの左右の信号が追加されました。

| I/Oアドレス | レジスタ名         | R/W | 7  | 6 | 5 | 4   | 3  | 2  | 1   | 0   |
|---------|---------------|-----|----|---|---|-----|----|----|-----|-----|
| 04E1H   | ボリュームICOMレジスタ | R   | 不定 |   |   | C32 | C0 | EN | CH1 | CH0 |
|         |               | W   | 0  | 0 | 0 |     |    |    |     |     |

CH1-0(bit1-0) : チャンネルを選択する.

| CH1 | CH0 | チャンネル    |
|-----|-----|----------|
| 0   | 0   | ライン入力の左  |
| 0   | 1   | ライン入力の右  |
| 1   | 0   | AD-DA の左 |
| 0   | 0   | AD-DA の右 |



## 27. CD-ROM 機能レジスタ

CD-ROM ドライブが倍速化されたことなどにより、新設されたレジスタです。MA, MX, ME, MF, Fresh から対象となります。

| I/Oアドレス | レジスタ名        | R/W | 7    | 6   | 5   | 4   | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------|--------------|-----|------|-----|-----|-----|---|---|---|---|
| 04B0H   | CD-ROM機能レジスタ | R   | *ADP | *DS | *MS | *ME | 1 | 1 | 1 | 1 |

- \*ADP(bit7) : ADPCM 再生機能が搭載されていることを示す。  
0 = ADPCM 再生機能あり  
1 = ADPCM 再生機能なし
- \*DS(bit6) : 倍速 CD-ROM ドライブが搭載されていることを示す。  
0 = 倍速 CD-ROM ドライブが搭載されている  
1 = 倍速 CD-ROM ドライブが搭載されていない  
MA/MX/ME/MF/Fresh では、0(固定)
- \*MS(bit5) : CD-ROM のマルチセッション対応がされていることを示す。  
0 = CD-ROM のマルチセッション対応がされている  
1 = CD-ROM のマルチセッション対応がされていない  
MA/MX/ME/MF/Fresh では、0(固定)
- \*ME(bit4) : CD-ROM のマウント/イジェクト対応がされていることを示す。  
0 = CD-ROM のマウント/イジェクト対応がされている  
1 = CD-ROM のマウント/イジェクト対応がされていない  
MA/MX/ME/MF/Fresh では、0(固定)

## 28. CD-ROM キャッシュ制御レジスタ

HR から追加されたレジスタですが、MA, MX, ME, Fresh からは、CACHEEN ビットが倍速動作の設定にも利用されるようになりました。

| I/Oアドレス | レジスタ名             | R/W | 7     | 6  | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0        |
|---------|-------------------|-----|-------|----|---|---|---|---|---|----------|
| 04C8H   | CD-ROMキャッシュ制御レジスタ | R   | CACHE | 不定 |   |   |   |   |   | CACHE EN |
|         |                   | W   | 0     | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |          |

- CACHE(bit7) : CD-ROM キャッシュ機能が搭載されていることを示す。  
0 = CD-ROM キャッシュあり  
1 = CD-ROM キャッシュなし
- CACHEEN(bit0) : CD-ROM キャッシュを有効にするかどうかを選択する (bit7=0 のとき有効)。  
このビットは、HSPEED (I/O 05ECH の bit0) と連動してセット/リセットされる。  
また、MA, MX, ME, MF, Fresh 以降の機種では、倍速動作の設定もされる。  
0 = CD-ROM キャッシュ/倍速動作を無効にする (リセット時)  
1 = CD-ROM キャッシュ/倍速動作を有効にする



## 索引

## ハードウェア

## ハードウェア概要

|                         |                                         |
|-------------------------|-----------------------------------------|
| 58321(58321B).....      | 6                                       |
| 71071(D71071GC).....    | 6                                       |
| 80386.....              | 6                                       |
| 80386SX.....            | 782                                     |
| 80387.....              | 6                                       |
| 80387 数値演算プロセッサ.....    | 7                                       |
| 8042(MBL8042N).....     | 6                                       |
| 8251.....               | 6                                       |
| 8253.....               | 6                                       |
| 8259.....               | 6                                       |
| 87078(MB87078).....     | 6                                       |
| 8877A(MB8877A).....     | 6                                       |
| AD7820KR.....           | 6                                       |
| CD-ROM ドライブ.....        | 8                                       |
| CPU.....                | 7                                       |
| D71071GC(71071).....    | 6                                       |
| FM TOWNS の外観.....       | 3, 771, 777, 781,<br>791, 798, 805, 822 |
| FM TOWNS の機器構成.....     | 5                                       |
| FM TOWNS の仕様.....       | 4                                       |
| FM TOWNS の製品系列.....     | 768                                     |
| FM TOWNS の仕様.....       | 770                                     |
| I/O 拡張ユニット.....         | 9                                       |
| I/O 拡張ユニットスロットコネクタ..... | 663                                     |
| I/O マップ.....            | 11                                      |
| MB87078(87078).....     | 6                                       |
| MB8877A(8877A).....     | 6                                       |
| MB88P505H.....          | 6                                       |
| MBL8042N(8042).....     | 6                                       |
| RAM.....                | 7                                       |
| RF5C68.....             | 6                                       |
| ROM.....                | 7                                       |
| ROM カード.....            | 9                                       |
| RS-232C インタフェース.....    | 9                                       |
| RS-232C コネクタ.....       | 650                                     |
| SCSI カード.....           | 9                                       |
| TOWNS パッド.....          | 7                                       |
| TOWNS マウス.....          | 7                                       |
| YM2612.....             | 6                                       |
| YM6063.....             | 6                                       |
| アイソレーテッド I/O.....       | 11                                      |
| アナログ RGB コネクタ (本体)..... | 653                                     |
| アナログ RGB 出力.....        | 8                                       |
| 音声入出力端子.....            | 8                                       |
| 拡張 RAM モジュール.....       | 7                                       |
| 拡張 RAM モジュールコネクタ.....   | 654                                     |

|                     |                                           |
|---------------------|-------------------------------------------|
| キーボード.....          | 7                                         |
| キーボードコネクタ.....      | 649                                       |
| コネクタ.....           | 649                                       |
| 仕様変更.....           | 771, 777, 781, 791,<br>798, 804, 817, 822 |
| スロット.....           | 9                                         |
| セントロニクスインタフェース..... | 8                                         |
| 内蔵スピーカ.....         | 8                                         |
| 内蔵マイクロフォン.....      | 8                                         |
| パッド&マウスコネクタ.....    | 649                                       |
| ビデオカード.....         | 9                                         |
| ビデオカードコネクタ.....     | 661                                       |
| プリンタインタフェース.....    | 8                                         |
| プリンタコネクタ.....       | 651                                       |
| フロッピコネクタ.....       | 652                                       |
| フロッピディスクドライブ.....   | 7                                         |
| ヘッドホン端子.....        | 8                                         |
| マイク端子.....          | 8                                         |
| メモリマップ.....         | 10, 782, 792, 812, 817, 824               |
| メモリマップド I/O.....    | 11                                        |
| モデムカード.....         | 9                                         |

## 80386CPU

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| 16 ビットコード.....        | 53     |
| 32 ビットコード.....        | 53     |
| 80386.....            | 23     |
| 80386 内部のレジスタ.....    | 26     |
| GDT.....              | 32, 38 |
| GDTR.....             | 32, 40 |
| IDT.....              | 32     |
| IDTR.....             | 32     |
| LDT.....              | 32, 38 |
| LDTR.....             | 32, 40 |
| TR.....               | 33     |
| TSS.....              | 33, 48 |
| アクセスライト.....          | 45     |
| アポルト.....             | 50     |
| インストラクションポインタ.....    | 29     |
| インタラプトデスクリプタテーブル..... | 32     |
| オフセット.....            | 37     |
| 仮想 8086 モード.....      | 26     |
| 仮想記憶.....             | 35     |
| グローバルデスクリプタテーブル.....  | 32, 38 |
| ゲート.....              | 45     |
| コードセグメント.....         | 28     |
| コールゲート.....           | 46     |

|                 |        |
|-----------------|--------|
| コントロールレジスタ      | 31     |
| システムアドレスレジスタ    | 32     |
| 実アドレス           | 29, 36 |
| スタックセグメント       | 28     |
| セグメンテーション       | 36, 37 |
| セグメント           | 37     |
| セグメントレジスタ       | 28     |
| セレクト            | 38     |
| タスク間保護          | 44     |
| タスクゲート          | 46     |
| タスクステートセグメント    | 33, 48 |
| タスク内での保護        | 45     |
| 中間リニアアドレス       | 36, 40 |
| ディスクリプタ         | 32, 38 |
| ディスクリプタテーブル     | 32, 37 |
| データセグメント        | 28     |
| テストレジスタ         | 33     |
| デバッグ機能          | 52     |
| デバッグレジスタ        | 33, 52 |
| 特殊ディスクリプタ       | 45     |
| 特権命令            | 43     |
| 特権レベル           | 43, 45 |
| トラップ            | 50     |
| トラップゲート         | 46, 50 |
| ネイティブモード        | 25     |
| 汎用レジスタ          | 26     |
| フォールト           | 50     |
| 物理アドレス          | 36, 40 |
| フラグレジスタ         | 30     |
| プロテクトモード        | 25, 53 |
| ページテーブル         | 40     |
| ページテーブルディレクトリ   | 40     |
| ページング           | 36, 40 |
| 保護機能            | 43     |
| 命令ポインタ          | 29     |
| リアルモード          | 25     |
| リング型保護          | 43     |
| 例外              | 50     |
| ローカルディスクリプタテーブル | 32, 38 |
| 論理アドレス          | 36, 40 |
| 割り込み            | 50     |
| 割り込みゲート         | 46, 50 |

## 80486CPU

|              |     |
|--------------|-----|
| 32ビットバス      | 761 |
| 128ビットバス     | 761 |
| 486内部レジスタ    | 764 |
| 486の追加命令     | 764 |
| 80486        | 761 |
| DOS-Extender | 767 |
| F-BASIC386   | 767 |
| FPU          | 762 |
| アドレスラップアラウンド | 766 |
| アライメントマスク    | 765 |
| キャッシュイネーブル   | 765 |
| キャッシュ診断レジスタ  | 815 |
| キャッシュ制御レジスタ  | 815 |

|               |     |
|---------------|-----|
| キャッシュメモリ      | 761 |
| コプロセッサ表示      | 765 |
| 数値例外          | 765 |
| 制御レジスタCR0     | 764 |
| 制御レジスタCR3     | 766 |
| ソフトの不適合性      | 767 |
| 追加命令          | 764 |
| 透過書き込み        | 765 |
| ページライトスルー     | 766 |
| ページキャッシュイネーブル | 766 |
| マルチプロセッサ支援機能  | 763 |
| ライトプロテクト      | 765 |

## CPU近傍のハードウェア

|            |     |
|------------|-----|
| 80386      | 55  |
| 80387      | 55  |
| 80486      | 761 |
| CPU近傍の仕様   | 55  |
| DMA        | 56  |
| NDP        | 55  |
| RAM        | 55  |
| ROM        | 55  |
| ROMカード     | 55  |
| 拡張RAM      | 772 |
| 拡張RAMモジュール | 55  |
| 数値演算プロセッサ  | 55  |
| 割り込み       | 56  |

## 割り込みコントローラ

|                  |        |
|------------------|--------|
| 8259(8259A)      | 57     |
| ICW              | 60     |
| IMR              | 58     |
| IRR              | 58     |
| ISR              | 58     |
| OCW              | 60     |
| PIC              | 57     |
| インサースビスレジスタ      | 58     |
| インタラプトマスクレジスタ    | 58     |
| インタラプトトリクエストレジスタ | 58     |
| 自動EOIモード         | 66     |
| 自動回転モード          | 66     |
| 初期化コマンドワード       | 60     |
| スペシャルマスクモード      | 67     |
| 動作コマンドワード        | 60     |
| プライオリティ決定回路      | 58     |
| プライオリティリゾルバ      | 58     |
| フリーネステッドモード      | 58     |
| ポールコマンドモード       | 67     |
| 割り込み終了コマンド       | 66     |
| 割り込み制御モード        | 66     |
| 割り込み優先順モード       | 58, 66 |

## DMA コントローラ

|                |               |
|----------------|---------------|
| 71071          | 67            |
| CPU_MISC3 レジスタ | 800, 806, 827 |
| DMAC           | 67, 783       |
| DMA 転送         | 67            |
| DMA 転送シーケンス    | 843           |
| アドレスレジスタ       | 72, 829       |
| イニシャライズレジスタ    | 69            |
| カウントレジスタ       | 71            |
| 拡張 DMAC        | 68            |
| カレントアドレスレジスタ   | 72            |
| カレントカウントレジスタ   | 71            |
| ステータスレジスタ      | 75            |
| チャンネルレジスタ      | 70            |
| デバイスコントロールレジスタ | 73            |
| テンポラリレジスタ      | 75            |
| ベースアドレスレジスタ    | 72            |
| ベースカウントレジスタ    | 71            |
| マスクレジスタ        | 76            |
| モードコントロールレジスタ  | 74            |
| リクエストレジスタ      | 75            |

## プログラマブルタイマ

|             |    |
|-------------|----|
| 8253        | 76 |
| PIT         | 76 |
| コントロールレジスタ  | 79 |
| タイマカウントレジスタ | 78 |
| ポーレートジェネレータ | 78 |
| 割り込み制御レジスタ  | 80 |
| 割り込み要因レジスタ  | 81 |

## リアルタイムクロック

|               |        |
|---------------|--------|
| 58321B(58321) | 82     |
| RTC           | 82     |
| RTC コマンドレジスタ  | 85     |
| RTC データレジスタ   | 85     |
| 閏年の選択         | 84     |
| 分周回路          | 82, 87 |

## CPU 近傍のレジスタ

|                     |                                                    |
|---------------------|----------------------------------------------------|
| 1 $\mu$ WAIT レジスタ   | 778                                                |
| CPU 識別レジスタ          | 89, 775, 780, 784, 793,<br>799, 805, 813, 818, 825 |
| FIFO ステータスレジスタ      | 829                                                |
| FIFO 制御レジスタ         | 829                                                |
| FIFO モードレジスタ        | 829                                                |
| FIRQ レジスタ           | 95                                                 |
| NMI ステータスレジスタ       | 93                                                 |
| NMI マスクレジスタ         | 93                                                 |
| TVRAM 書き込みレジスタ      | 94                                                 |
| VSYNC 割り込み原因クリアレジスタ | 94                                                 |
| インターバルタイマ II 制御レジスタ | 779                                                |

|                                       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| インターバルタイマ II データレジスタ                  | 779                |
| 漢字 CG アクセスレジスタ                        | 95                 |
| 漢字 VRAM レジスタ                          | 96                 |
| キャッシュ制御レジスタ                           | 820                |
| 最高速クロックレジスタ                           | 800, 807, 815, 828 |
| 辞書レジスタ                                | 92                 |
| システムステータスレジスタ                         | 91                 |
| シリアル ROM                              | 90                 |
| シリアル ROM 制御レジスタ                       | 90                 |
| ソフトリセット, NMI ベクタプロテクト,<br>ソフト電源制御レジスタ | 88                 |
| 電源制御レジスタ                              | 88                 |
| ブザー制御レジスタ                             | 96                 |
| メモリカードステータス                           | 92                 |
| メモリ切り換えレジスタ                           | 91                 |
| メモリ容量レジスタ                             | 774, 827           |
| リセット要因レジスタ                            | 87, 784            |
| 論理演算レジスタ                              | 96                 |

## 表示システム

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| CRTC                     | 131           |
| CRTC の内部レジスタ             | 134, 141      |
| CRT 出力コントロールレジスタ         | 153           |
| CRT 制御部                  | 101           |
| FMR-50 互換の画面表示           | 100, 155      |
| MIX レジスタ                 | 158           |
| STATUS レジスタ              | 160           |
| SUB ステータスレジスタ            | 160           |
| VRAM                     | 102           |
| VRAM アクセスコントローラ I/O レジスタ | 112           |
| VRAM キャッシュ制御レジスタ         | 815, 820, 828 |
| VRAM のアドレスマップ            | 108           |
| VRAM の読み書き               | 106           |
| VRAM 容量レジスタ              | 831           |
| アトリビュート                  | 121           |
| アナログ RGB コネクタ (ビデオカード)   | 661           |
| アナログ RGB コネクタ (本体)       | 653           |
| アナログパレットレジスタ             | 115           |
| アンダースキャン                 | 98, 134       |
| 色テーブル番号                  | 122           |
| 色テーブル部                   | 120, 124      |
| インタレース                   | 100, 132      |
| インデックス部                  | 119           |
| 円筒スクロール                  | 112           |
| オーバースキャン                 | 98, 134       |
| 外部同期関係のレジスタ              | 146           |
| 仮想画面                     | 98            |
| 画像出力制御アドレスレジスタ           | 830           |
| 画像出力制御データレジスタ            | 830           |
| 画面の重ね合わせ                 | 103           |
| 画面表示                     | 97            |
| 画面モード                    | 97            |
| 画面レイア                    | 103           |
| 球面スクロール (画面)             | 114           |
| 球面スクロール (スプライト)          | 126           |
| グラフィック VRAM 更新モードレジスタ    | 159           |

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| グラフィック VRAM ディスプレイモードレジスタ | 157      |
| グラフィック VRAM ページセレクトレジスタ   | 159      |
| 高解像度機能レジスタ                | 830      |
| コントロールレジスタ (CRTIC)        | 147, 148 |
| コントロールレジスタ (スプライト)        | 128      |
| コントロールレジスタ (ビデオ出力制御部)     | 151      |
| 座標アドレス                    | 120      |
| 垂直同期信号                    | 132      |
| 垂直同期信号関係のレジスタ             | 143      |
| 水平垂直オフセットレジスタ             | 129      |
| 水平垂直拡大レジスタ                | 146      |
| 水平同期信号                    | 132      |
| 水平同期信号関係のレジスタ             | 142      |
| スーパージンポーズ                 | 100, 164 |
| スクロール                     | 112      |
| スプライト                     | 100, 117 |
| スプライト I/O コントローラ          | 128      |
| スプライトコントローラ I/O レジスタ      | 128      |
| スプライト座標空間                 | 126      |
| スプライトの表示範囲                | 126      |
| スプライトパターンメモリ              | 119      |
| 縦横比                       | 100      |
| ダブルバッファ                   | 118      |
| ダミーレジスタ                   | 148      |
| デジタルパレットモディファイフラグレジスタ     | 153      |
| デジタルパレットレジスタ              | 156      |
| 透過処理                      | 105      |
| 等化パルス                     | 132      |
| 同期信号関係のレジスタ               | 141      |
| 同時表示色                     | 100      |
| 透明色                       | 105      |
| パターン部                     | 120      |
| バックドピクセルマスクレジスタ           | 111      |
| パレット                      | 100, 114 |
| パレットテーブル                  | 115      |
| ビデオカード                    | 163      |
| ビデオカードコネクタ                | 661      |
| ビデオ画面レイア                  | 104      |
| ビデオコンバート                  | 164      |
| ビデオ出力                     | 164      |
| ビデオ出力コントローラ I/O レジスタ      | 151      |
| ビデオ出力制御部のレジスタ             | 151      |
| ビデオデジタルサイズ                | 100, 165 |
| ビデオ入力                     | 164      |
| 表示アドレス設定関係のレジスタ           | 145      |
| 表示画面                      | 98       |
| 表示区間設定関係のレジスタ             | 143      |
| 表示システムの I/O アドレスマップ       | 162      |
| 表示システムのメモリマップ             | 161      |
| 表示ページ制御レジスタ               | 130      |
| プライオリティレジスタ               | 151      |
| ブレーン                      | 155      |
| ページ                       | 102      |
| マスク処理                     | 127      |
| 有効ピクセルサイズ                 | 99       |
| 優先順位 (スプライト)              | 127      |

|          |          |
|----------|----------|
| 優先度 (画面) | 103      |
| ラストスキャン  | 132      |
| レジスタ設定値  | 137, 166 |

## オーディオシステム

|                  |          |
|------------------|----------|
| 87078(MB87078)   | 172      |
| AD コンバータ         | 177, 179 |
| AD サンプリングデータレジスタ | 178      |
| AD サンプリングフラグレジスタ | 179      |
| BLOCK            | 211      |
| CD-ROM ドライブ入力    | 171      |
| DA コンバータ         | 177      |
| ENV データレジスタ      | 184      |
| FDH データレジスタ      | 181      |
| FDL データレジスタ      | 181      |
| FM/PCM ミュート回路    | 171      |
| FM・PCM ミュートレジスタ  | 216      |
| FM 音源            | 171, 190 |
| FM 音源アドレスレジスタ    | 199      |
| FM 音源ステータスレジスタ   | 199      |
| FM 音源データレジスタ     | 199      |
| FM 音源の内部レジスタ     | 197      |
| F-Number         | 211      |
| INT13 割り込み要因レジスタ | 188      |
| L & R ミキサ        | 177      |
| LED              | 214, 776 |
| LFO              | 197      |
| LFO の設定          | 200      |
| LSH データレジスタ      | 182      |
| LSL データレジスタ      | 182      |
| MB87078(87078)   | 172      |
| PAN データレジスタ      | 184      |
| PCM 音源           | 171, 176 |
| PCM 音源 LSI       | 177      |
| PCM 音源レジスタ       | 180      |
| PCM 割り込みマスクレジスタ  | 188      |
| PCM 割り込みレジスタ     | 188      |
| RF5C68           | 176      |
| SSG 型のエンベロープ     | 209      |
| ST データレジスタ       | 181      |
| アタック             | 194      |
| アタックレート          | 206      |
| アルゴリズム (スロット)    | 195      |
| エンベロープジェネレータ     | 194      |
| エンベロープ入力         | 191      |
| エンベロープの設定        | 206      |
| オーディオシステムブロック図   | 170      |
| オーディオライン出力       | 172      |
| オーディオライン入力       | 170      |
| オーディオレジスタ        | 216      |
| 音のゆらぎ            | 197      |
| 音程の設定            | 211      |
| キースケール           | 206      |
| キーのオンオフ制御        | 202      |
| コントロールレジスタ       | 187      |
| 再生 (PCM 音源)      | 180      |
| サステイン            | 194      |

|                      |          |
|----------------------|----------|
| サスティンレート             | 206      |
| サスティンレベル             | 194, 206 |
| サンプリング               | 176      |
| 周波数変調の設定             | 213      |
| 振幅変調の設定              | 213      |
| 新PCM音源AD/DAバンク切替レジスタ | 832      |
| 新PCM音源DMAアドレスレジスタ    | 833      |
| 新PCM音源DMAカウンタレジスタ    | 833      |
| 新PCM音源DMAステータスレジスタ   | 832      |
| 新PCM音源クロック設定レジスタ     | 834      |
| 新PCM音源システムコントロールレジスタ | 836      |
| 新PCM音源データポート         | 840      |
| 新PCM音源トリガレベルレジスタ     | 839      |
| 新PCM音源バッファコントロールレジスタ | 837      |
| 新PCM音源ピークモニタレジスタ     | 839      |
| 新PCM音源モード設定レジスタ      | 835      |
| 新PCM音源録音/再生制御レジスタ    | 838      |
| スロット(FM音源)           | 190      |
| スロット接続パターン           | 213      |
| セルフフィードバック           | 195      |
| タイマの設定               | 200      |
| チャンネルON/OFFレジスタ      | 187      |
| チャンネルの選択             | 187      |
| ディケイ                 | 194      |
| ディケイレート              | 206      |
| ディチューンの設定            | 203      |
| 電子ボリューム              | 171, 172 |
| 電子ボリュームレジスタ          | 173      |
| トータルレベル              | 194      |
| トータルレベルの設定           | 205      |
| 内蔵スピーカ               | 171      |
| ノコギリ波                | 192      |
| 波形の変換                | 192      |
| 波形メモリ                | 177      |
| バッファ                 | 171      |
| ビットデータ入力             | 190      |
| フィルタ                 | 177      |
| ヘッドホン出力              | 172      |
| 変調データ入力              | 190      |
| ボリュームICOMレジスタ        | 846      |
| マイク入力                | 170      |
| マルチブルの設定             | 203      |
| ミュート回路               | 171      |
| リリース                 | 194      |
| リリースレート              | 206      |
| ループストップデータ           | 178      |

### CD-ROMドライブ[CDドライブ]

|                   |          |
|-------------------|----------|
| CD-ROM機能レジスタ      | 847      |
| CDサブコードステータスレジスタ  | 227      |
| CDサブコードデータレジスタ    | 228      |
| CD-ROMキャッシュ制御レジスタ | 816, 847 |
| コマンドレジスタ          | 224      |
| ステータスレジスタ         | 226      |
| セクタ               | 217      |
| データレジスタ           | 227      |
| 転送制御レジスタ          | 226      |

|               |     |
|---------------|-----|
| パラメータレジスタ     | 226 |
| フォーマット        | 218 |
| マスタコントロールレジスタ | 224 |
| マスタステータスレジスタ  | 224 |

### キーボード

|               |     |
|---------------|-----|
| 8042          | 230 |
| 8042データレジスタ   | 236 |
| 8049          | 230 |
| JIS配列         | 229 |
| オートリピート       | 233 |
| 親指シフト         | 229 |
| キーボードコネクタ     | 561 |
| キーボードスキャンコード  | 235 |
| キーボードデータレジスタ  | 233 |
| 共通オーダ         | 231 |
| コマンドレジスタ      | 231 |
| ステータスレジスタ     | 236 |
| タイパマチック       | 233 |
| デバイスオーダ       | 231 |
| 割り込み制御レジスタ    | 237 |
| 割り込み要因フラグレジスタ | 237 |

### パッド、マウス

|               |     |
|---------------|-----|
| TOWNSパッド      | 238 |
| TOWNSマウス      | 240 |
| パッド           | 238 |
| パッド1, 2入力レジスタ | 239 |
| パッド&マウスコネクタ   | 649 |
| パッド出力レジスタ     | 239 |
| マウス           | 240 |

### プリンタ

|            |     |
|------------|-----|
| コントロールレジスタ | 247 |
| ステータスレジスタ  | 245 |
| セントロニクス仕様  | 242 |
| データレジスタ    | 244 |
| プリンタコネクタ   | 651 |
| 割り込み制御レジスタ | 246 |

### フロッピーディスクドライブ

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 2D              | 247 |
| 2DD             | 247 |
| 2HD             | 247 |
| FDドライブステータスレジスタ | 808 |
| FDドライブセレクトレジスタ  | 808 |
| FDドライブ識別レジスタ    | 809 |
| コマンドレジスタ        | 253 |
| シーク             | 252 |
| ステータスレジスタ       | 254 |
| ステップ            | 251 |

|                |          |
|----------------|----------|
| セクタ            | 249      |
| セクタレジスタ        | 256      |
| 増設ドライブ         | 261      |
| ディスクの読み書き      | 251      |
| データレジスタ        | 256      |
| ドライブコントロールレジスタ | 257, 774 |
| ドライブスイッチレジスタ   | 258      |
| ドライブステータスレジスタ  | 256, 773 |
| ドライブセレクトレジスタ   | 257      |
| トラック           | 249      |
| トラックレジスタ       | 256      |
| フォーマット         | 248      |
| フロッピコネクタ       | 652      |
| ライトデータ         | 251      |
| ライトトラック        | 251      |
| リードアドレス        | 251      |
| リードデータ         | 251      |
| リードトラック        | 251      |
| リストア           | 251      |

### ハードディスク

|            |                    |
|------------|--------------------|
| SCSI       | 262                |
| SCSI コネクタ  | 662                |
| コントロールレジスタ | 262, 788, 796      |
| ステータスレジスタ  | 262, 787, 795, 809 |
| データレジスタ    | 262                |

### RS-232C インタフェース

|                     |          |
|---------------------|----------|
| 8251                | 264      |
| RS-232C コネクタ        | 650      |
| コマンドレジスタ            | 270      |
| ステータスレジスタ           | 272, 274 |
| データレジスタ             | 274      |
| 同期モード               | 266      |
| 同期モードレジスタ           | 269      |
| 内蔵モデム               | 264      |
| 非同期モード              | 266      |
| 非同期モードレジスタ          | 268      |
| モードレジスタ             | 266      |
| モデム制御レジスタ           | 275      |
| 割り込み制御/クロック切り換えレジスタ | 275      |
| 割り込み要因レジスタ          | 275      |

## BIOS

## BIOS 全般

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| 386   DOS-ExtenderTM    | 281      |
| BIOS の呼び出し              | 283      |
| BIOS 呼び出しの手順            | 283      |
| BIOS リファレンスの見方          | 289      |
| DOS-Extender            | 281      |
| FM TOWNS の BIOS         | 279      |
| INT 番号                  | 285      |
| TOWNSOS                 | 279      |
| アドレスパラメータ               | 283, 284 |
| 入り口アドレス                 | 285      |
| エラーコード                  | 283      |
| エラーフラグ                  | 283      |
| エントリ                    | 283      |
| 機能コード                   | 283      |
| サンプルプログラム (CD 演奏)       | 668      |
| サンプルプログラム (共通ファイル)      | 674      |
| サンプルプログラム (グラフィック BIOS) | 677      |
| サンプルプログラム (サウンド BIOS)   | 701      |
| サンプルプログラム (システム情報 BIOS) | 733      |
| サンプルプログラム (スプライト BIOS)  | 693      |
| サンプルプログラム (描画)          | 671      |
| サンプルプログラム (フォント BIOS)   | 708      |
| サンプルプログラム (マウス BIOS)    | 695      |
| データの長さ                  | 290      |
| データパラメータ                | 283, 284 |
| ネイティブ BIOS              | 280      |
| ネイティブ BIOS コールの実例       | 284      |
| パラメータブロック               | 290      |
| 保存レジスタ                  | 284      |
| リアル BIOS                | 280      |
| リアル BIOS コールの実例         | 285      |
| リターン                    | 283      |
| レジスタの初期値                | 282      |

## グラフィック BIOS

|                |          |
|----------------|----------|
| 1 ピクセル当たりのビット数 | 294      |
| 1 ビットピクセル      | 294      |
| 16 ビットピクセル     | 294      |
| 4 ビットピクセル      | 294      |
| 8 ビットピクセル      | 294      |
| AND            | 297, 315 |
| EGB            | 291      |
| IMPNOT         | 297, 315 |
| IMPRESET       | 297, 315 |
| IMPSET         | 297, 315 |
| MASKNOT        | 297, 315 |
| MASKRESET      | 297, 315 |
| MASKSET        | 297, 315 |
| MATTE          | 297, 315 |
| NOT            | 297, 315 |
| OPAQUE         | 297, 315 |
| OR             | 297, 315 |

|                         |               |
|-------------------------|---------------|
| PASTEL                  | 297, 315      |
| PRESET                  | 297, 315      |
| PSET                    | 297, 315      |
| VRAM                    | 296, 300      |
| VSYNC 期間                | 309           |
| XOR                     | 297, 315      |
| アンダーライン                 | 326           |
| 移動                      | 306           |
| 色識別番号                   | 294           |
| 円 47H                   | 351           |
| 円弧 48H                  | 352           |
| エントリ                    | 298           |
| 扇形 49H                  | 353           |
| オーバーライン                 | 326           |
| 解像度ハンドルによる仮想画面の設定 1CH   | 328           |
| 回転多角形 44H               | 349           |
| 開領域                     | 296           |
| 書き込みページ                 | 296           |
| 書き込みページの指定 05H          | 310           |
| 拡張グラフィック BIOS           | 291           |
| 影付                      | 326           |
| 仮想画面                    | 301, 303      |
| 仮想画面の設定 01H             | 300           |
| 画面合成                    | 301           |
| 画面の回転 2EH               | 345           |
| 画面の拡大                   | 305           |
| 画面の消去 21H               | 331           |
| 画面の複写 2DH               | 344           |
| 画面ぼかし 2FH               | 346           |
| 画面マスクの設定 10H            | 320           |
| 画面マスク領域の設定 0FH          | 320           |
| 画面モード                   | 300           |
| 画面枠                     | 297           |
| 矩形 46H                  | 351           |
| グラフィックオペレーション           | 291           |
| グラフィックカーソル 28H          | 338           |
| グラフィック描画スタック領域の動的変更 1DH | 329           |
| クリップ枠                   | 297           |
| 消し線                     | 326           |
| 混色比率の設定 09H             | 314           |
| 三角形 45H                 | 350           |
| サンプルプログラム (グラフィック BIOS) | 677           |
| サンプルプログラム (描画)          | 671           |
| システムペン                  | 321           |
| 字体の設定 19H               | 326           |
| 斜体                      | 326           |
| 初期化                     | 298           |
| 初期化 00H                 | 299           |
| スーパーインポーズの設定 1AH        | 327           |
| スタックサイズ                 | 298           |
| セッティングオペレーション           | 291           |
| 全画面スクロール 2AH            | 341           |
| 全画面の消去 20H              | 331           |
| 前景色                     | 296, 312, 313 |



|                         |     |
|-------------------------|-----|
| タイルパターンの設定 10H          | 391 |
| 動作開始 00H                | 379 |
| 動作終了 01H                | 380 |
| パルス数/画素比の設定 0CH         | 389 |
| 表示/消去 02H               | 380 |
| 表示色の設定 0FH              | 390 |
| ボタン左右入れ換え状態の設定 13H      | 394 |
| ボタン認識オペレーション            | 377 |
| ボタンの押下情報の読み取り 05H       | 381 |
| ボタンの開放情報の読み取り 06H       | 382 |
| マウス移動オペレーション            | 377 |
| マウスドライバの ON/OFF オペレーション | 377 |

### フォント BIOS

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| ANK                     | 397 |
| ANK フォントの読み出し 00H       | 398 |
| JIS からシフト JIS への変換 03H  | 400 |
| JIS コード                 | 397 |
| 漢字                      | 397 |
| 漢字フォントの読み出し 01H         | 399 |
| サンプルプログラム(フォント BIOS)    | 708 |
| シフト JIS から JIS への変換 02H | 400 |
| シフト JIS コード             | 397 |

### サウンド BIOS

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| EUPHONY                 | 401      |
| FM 音源                   | 401      |
| FM 音源 1 バイト出力 11H       | 417      |
| FM 音源 1 バイト入力 12H       | 418      |
| FM 音源ステータスレジスタの読み出し 10H | 410      |
| FM 音源のみの初期化 30H         | 430      |
| FM 音源レジスタの書き込み 13H      | 418      |
| FM 音源レジスタの書き込み 31H      | 431      |
| FM 音源レジスタの読み出し 14H      | 419      |
| MIDI エミュレータ             | 341      |
| MML                     | 341      |
| PCM 音源                  | 341      |
| PCM 音源の強制停止 29H         | 428      |
| PCM サンプル開始 24H          | 425      |
| PCM サンプル中断 26H          | 427      |
| PCM メモリ→PCM メモリ転送 2BH   | 429      |
| PCM メモリ→メインメモリ転送 2AH    | 428      |
| PCM メモリ転送 20H           | 422      |
| PCM メモリ転送 2 CH          | 429      |
| TOWNS パッド               | 430      |
| TOWNS マウス               | 430      |
| WAVE ファイル               | 439      |
| WAVE ファイルの情報の設定 69H     | 445      |
| WAVE ファイルの情報の取得 6AH     | 446      |
| アンダーラン                  | 437      |
| インストールメントデータ            | 405, 408 |
| エラーコード                  | 410, 440 |
| エンベロープ(PCM 音源楽器モード)     | 405      |
| エンベロープ割り込みエントリ 50H      | 435      |

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| オーバーラン                    | 437      |
| 音色データの書き込み 05H            | 414      |
| 音色データの読み出し 06H            | 414      |
| 音色変更 04H                  | 413      |
| 音声モード                     | 403      |
| 音声モード PCM 再生 25H          | 426      |
| 音声モード PCM 再生アドレスの読み取り 0AH | 416      |
| 音声モード PCM 再生状態参照 28H      | 427      |
| 音声モード PCM 再生中断 27H        | 427      |
| 音声モードチャンネルの設定 21H         | 423      |
| 音声モード割り込みエントリ 51H         | 436      |
| 音程                        | 411      |
| 音量                        | 411      |
| 拡張機能の初期化 60H              | 441      |
| 拡張機能の終了 61H               | 441      |
| 楽器モード                     | 403      |
| キー OFF 02H                | 412      |
| キー ON 01H                 | 411      |
| 高品位音声モード PCM 再生 2EH       | 430      |
| サウンド BIOS ライブラリ           | 401      |
| サウンド BIOS の拡張機能           | 437, 440 |
| サウンドデータ(PCM 音源楽器モード)      | 404      |
| サウンドの削除 23H               | 425      |
| サウンドの登録 22H               | 424      |
| 再生音量の設定 65H               | 443      |
| 再生音量の取得 66H               | 443      |
| 再生音量のミュート 64H             | 442      |
| 再生開始 79H                  | 453      |
| 再生強制終了 7AH                | 453      |
| 再生データアドレスの取得 7BH          | 454      |
| 再生前準備 78H                 | 451      |
| 作業領域                      | 409      |
| サンプリング                    | 425      |
| サンプルプログラム(サウンド BIOS)      | 710      |
| 出力先指定 03H                 | 413      |
| タイマ A コントロール 1 15H        | 419      |
| タイマ A コントロール 2 17H        | 421      |
| タイマ B コントロール 1 16H        | 420      |
| タイマ B コントロール 2 18H        | 421      |
| チャンネルと音源の対応               | 409      |
| 電子ボリューム初期化 44H            | 433      |
| 電子ボリューム設定 43H             | 433      |
| 電子ボリューム設定読み出し 45H         | 434      |
| 電子ボリューム全ミュート 49H          | 435      |
| 電子ボリュームミュート 46H           | 434      |
| ドライバの初期化 00H              | 410      |
| ハード LFO の設定 19H           | 422      |
| 発音の強制停止 09H               | 416      |
| パッド出力 42H                 | 432      |
| パッド入力 1 40H               | 431      |
| パッド入力 2 41H               | 432      |
| バンクデータ(FM 音源)             | 406, 408 |
| ピッチベンド 07H                | 415      |
| ボリューム変更 08H               | 415      |
| リビングバッファ                  | 437      |
| リビングバッファ管理テーブル            | 438      |
| リビングバッファ管理テーブル作成 6BH      | 447      |
| リビングバッファ管理テーブルおよび         |          |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| リッピングバッファアドレスの取得/設定 6CH | 448 |
| 録音開始 71H                | 450 |
| 録音/再生機能のサポート状態の取得 67H   | 444 |
| 録音強制終了 72H              | 451 |
| 録音/再生状態の取得 68H          | 445 |
| 録音/再生状態の初期化 63H         | 442 |
| 録音データ格納アドレスの取得 73H      | 451 |
| 録音前準備 70H               | 448 |

### CD-ROM BIOS

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| CD情報の読み取り 54H                       | 472 |
| CDドライブ停止時間の設定<拡張> 52H               | 470 |
| 演奏                                  | 456 |
| 演奏情報読み出し                            | 456 |
| 音楽演奏一時停止 55H                        | 473 |
| 音楽演奏一時停止解除 56H                      | 474 |
| 音楽演奏状態の読み取り 53H                     | 470 |
| 音楽演奏情報の読み取り 51H                     | 468 |
| 音楽演奏スタート 50H                        | 466 |
| 音楽演奏スタート(回数指定のあるリピート機能)<br><拡張> 50H | 468 |
| 音楽演奏スタート(リピート機能)<拡張> 50H            | 467 |
| 音楽演奏ストップ 52H                        | 469 |
| サンプルプログラム(CD演奏)                     | 668 |
| シーク                                 | 455 |
| 指定位置へのシーク(時間指定) 14H                 | 464 |
| 指定位置へのシーク(論理セクタ指定) 04H              | 462 |
| シリンダ0へのシーク 03H                      | 461 |
| データの読み取り                            | 455 |
| データの読み取り(時間指定) 15H                  | 464 |
| データの読み取り(時間指定)<拡張> 15H              | 465 |
| データの読み取り(論理セクタ指定) 05H               | 462 |
| データの読み取り(論理セクタ指定)<拡張><br>05H        | 463 |
| デバイス番号                              | 457 |
| ドライブ状態の設定/参照                        | 455 |
| ドライブステータス情報の読み取り 02H                | 460 |
| ドライブモードの設定 00H                      | 459 |
| ドライブモードの読み取り 01H                    | 460 |
| ハードエラー情報                            | 459 |

### キーボード BIOS

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| ASCII(7ビット)コード表         | 759      |
| ASCIIコード                | 475, 479 |
| FUNCTIONコード             | 480      |
| JIS(8ビット)コード表           | 760      |
| JISコード                  | 475, 479 |
| PFキー                    | 478      |
| PFキー割り込み処理ルーチンの登録 0CH   | 492      |
| PFキー割り込み処理ルーチンの読み取り 0DH | 494      |

|                   |          |
|-------------------|----------|
| SFキー              | 478      |
| エンコード情報           | 489      |
| エンコードモード          | 479      |
| キーアドレスコード         | 480      |
| キー入力              | 476      |
| キーの種類別            | 480      |
| キーボードIDハンドラ       | 477      |
| キーボードバッファ         | 478      |
| キーボードロックの制御 04H   | 484      |
| キー割り当て 0EH        | 495      |
| キー割り当て状態の読み取り 0FH | 496      |
| クリック音の制御 05H      | 484      |
| コード系の設定 02H       | 482      |
| コード系の読み取り 03H     | 483      |
| コード表              | 667      |
| シフトキー状態の読み取り 08H  | 487      |
| シフトキー情報           | 475      |
| シフトステータス          | 480      |
| 初期化 00H           | 481      |
| スキャンコード           | 475      |
| スキャンモード           | 479      |
| 特殊キーコード表          | 760      |
| 入力のチェック 07H       | 485      |
| 入力モード             | 480      |
| 入力文字列の追加 0BH      | 491      |
| バッファのクリア 06H      | 484      |
| バッファリング機能の設定 01H  | 481      |
| 変換コード系            | 475      |
| 編集キー              | 479      |
| マトリクス入力 0AH       | 490      |
| 文字キー              | 478      |
| 文字コード             | 479, 488 |
| 文字の読み出し 09H       | 487      |
| 文字列の割り当て          | 480      |

### ディスク BIOS

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| SCSIハードディスク                   | 498 |
| シーク(FD) 04H                   | 505 |
| 詳細エラー情報の取り出し(HD) 0DH          | 510 |
| シリンダ0へのシーク(FD) 03H            | 504 |
| シリンダ0へのシーク(HD) 03H            | 504 |
| セクタIDの取り出し(FD) 09H            | 509 |
| セクタの検査(FD) 07H                | 507 |
| セクタの検査(HD) 07H                | 508 |
| データの書き込み(FD) 06H              | 506 |
| データの書き込み(HD) 06H              | 507 |
| データの読み出し(FD) 05H              | 505 |
| データの読み出し(HD) 05H              | 506 |
| デバイス番号                        | 499 |
| ドライブステータス情報の取り出し 02H          | 503 |
| ドライブモードの設定(FD) 00H            | 501 |
| ドライブモードの取り出し(FD) 01H          | 502 |
| トラックのフォーマット(FD) 0AH           | 510 |
| ハードエラー情報                      | 498 |
| ハードディスクコントローラのリセット(HD)<br>08H | 508 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| ハードディスクのエラー情報   | 498 |
| フロッピーディスクのエラー情報 | 498 |

### プリンタ BIOS

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 1文字出力 01H       | 513 |
| プリンタ状態の読み取り 00H | 512 |
| 文字列出力 02H       | 514 |

### 時計をサポートする BIOS

|                      |     |
|----------------------|-----|
| カレンダー時計 BIOS         | 516 |
| 指定時刻の割り込み処理の登録 00H   | 522 |
| 指定時刻の割り込み処理の取り消し 01H | 524 |
| タイマ管理 BIOS           | 516 |
| タイマのカウント値の読み取り 02H   | 521 |
| タイマの登録 00H           | 519 |
| タイマの取り消し 01H         | 520 |
| 時計管理 BIOS            | 515 |
| 日付/時刻の設定 00H         | 517 |
| 日付/時刻の読み取り 01H       | 518 |

### RS-232C BIOS

|                        |     |
|------------------------|-----|
| RS-232C インタフェース        | 525 |
| RTS フロー制御              | 533 |
| XOFF 受信のクリア 0FH        | 545 |
| XON/XOFF コード           | 534 |
| 回線オープン 01H             | 528 |
| 回線クローズ 02H             | 528 |
| 拡張 DTR 信号の保持設定 0EH     | 545 |
| 拡張通信モード                | 533 |
| 拡張割り込みの設定 0CH          | 543 |
| 拡張割り込みの読み取り 0DH        | 544 |
| 受信通知アドレス               | 532 |
| 受信バッファ                 | 531 |
| 受信バッファ内有効データ数の読み取り 05H | 536 |
| 受信バッファの初期化 0AH         | 542 |
| シリアルポートの検出 00H         | 527 |
| シリアルポートの制御 08H         | 540 |
| ステータス情報の読み取り 09H       | 540 |
| 送信バッファ                 | 534 |
| 送信バッファアドレス指定           | 533 |
| 送信バッファ内有効データ数の読み取り 10H | 546 |
| タイムアウト時間               | 531 |
| 通信パラメータの設定 03H         | 529 |
| 通信パラメータの読み取り 04H       | 535 |
| 通信モード                  | 530 |
| データの受信 06H             | 537 |
| データの送信 07H             | 539 |
| 内蔵モデム                  | 525 |
| ブレイク信号の送出 0BH          | 542 |
| ボーレート                  | 530 |

### プザー BIOS

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| プザー OFF 01H             | 548 |
| プザー ON 00H              | 548 |
| プザー ON(一定時間) 02H        | 548 |
| プザー ON(カウンタ数, 指定時間) 03H | 549 |
| プザー ON(周波数, 指定時間) 05H   | 550 |
| プザー情報の読み取り 1 04H        | 549 |
| プザー情報の読み取り 2 06H        | 550 |

### 割り込み管理 BIOS

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 割り込み許可データの書き込み 02H       | 556 |
| 割り込み許可データの取り出し 03H       | 557 |
| 割り込み制御の流れ                | 551 |
| 割り込みデータブロックアドレスの登録 00H   | 554 |
| 割り込みデータブロックアドレスの取り出し 01H | 555 |
| 割り込みデータブロックテーブルの取り出し 04H | 558 |
| 割り込み登録処理                 | 552 |
| 割り込みハンドラ処理               | 552 |

### サービスルーチン, 拡張サービスルーチン

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| BIOS のバージョン               | 564 |
| BOOT デバイスタイプ              | 567 |
| BOOT ユニット番号               | 567 |
| CP-MGR インストールフラグ          | 567 |
| CPU クロックレート               | 565 |
| CPU タイプ                   | 564 |
| CPU のタイプの読み取り 02H         | 561 |
| DOS レベル番号                 | 564 |
| DOS レベル番号サフィックス           | 564 |
| JIS からシフト JIS への変換 00H    | 560 |
| JIS からシフト JIS への変換 2 03H  | 561 |
| RAM DISK サイズ              | 567 |
| RS-232C ボーレート             | 569 |
| VJE-αインストールフラグ            | 567 |
| アスペクト比                    | 565 |
| 解像度                       | 564 |
| 拡張サービスルーチン                | 559 |
| 拡張ディスプレイ機能                | 565 |
| カットシートフィーダ制御の設定 01H       | 570 |
| かな漢字変換インストールフラグ           | 567 |
| キーボードタイプ                  | 564 |
| 機器情報の読み取り 05H             | 562 |
| 機種 ID                     | 563 |
| サービスルーチン                  | 559 |
| システム情報の取得 00H             | 565 |
| シフト JIS から JIS への変換 01H   | 560 |
| シフト JIS から JIS への変換 2 04H | 562 |
| シングルドライブ                  | 567 |
| 数値プロセッサの有無                | 564 |
| 送受信タイムアウト値                | 569 |
| 通信モード                     | 569 |

|             |     |
|-------------|-----|
| ディスプレイタイプ   | 564 |
| ドライブ種別      | 568 |
| 内蔵フロッピー識別情報 | 565 |
| 物理ドライブ番号    | 568 |
| プリンタオプション   | 568 |
| プリンタ種別      | 568 |
| プリンタタイプ     | 569 |
| プリントモード     | 568 |
| 未割当領域サイズ    | 568 |
| 未割当領域先頭アドレス | 567 |
| メモリウェイト     | 565 |
| メモリ実装フラグ    | 567 |

### システム情報 BIOS

|                        |     |     |
|------------------------|-----|-----|
| VRAM 有効ビットの取得          | 46H | 593 |
| 音声モード使用チャンネル数の取得       | 24H | 584 |
| 書き込みページの読み取り           | 02H | 573 |
| 書き込みページの読み取り           | 17H | 580 |
| 仮想画面の読み取り              | 01H | 573 |
| 仮想画面の読み取り              | 16H | 579 |
| 加速度検出状態の読み取り           | 19H | 580 |
| 画面モードに関する情報の取得         | 0AH | 576 |
| 画面モード番号による解像度ハンドルの取得   | 43H | 589 |
| グラフィック BIOS 設定値読み取り    |     | 571 |
| 現在登録されている全サウンド ID の取得  | 23H | 583 |
| 現在の表示画面サイズの取得          | 0BH | 576 |
| サウンド BIOS 設定値読み取り      |     | 571 |
| サブルーチンの読み取り            | 14H | 578 |
| サンプルプログラム(システム情報 BIOS) |     | 733 |
| 垂直移動範囲の読み取り            | 13H | 578 |
| 水平移動範囲の読み取り            | 12H | 577 |
| 電子ボリュームの設定状態の読み取り      | 21H | 581 |
| 電子ボリュームミュート設定状態の読み取り   | 22H | 582 |
| 動作状態の読み取り              | 1AH | 581 |
| パラメータによる解像度ハンドルの取得     | 40H | 586 |
| パルス数/画素比の読み取り          | 15H | 579 |
| パレット有効ビットの取得           | 45H | 591 |
| パレットレジスタの読み取り          | 05H | 575 |
| ピクセル(色数)による解像度の取得      | 42H | 588 |
| 表示開始位置の読み取り            | 04H | 574 |
| 表示/消去状態の読み取り           | 11H | 577 |
| 表示ページの読み取り             | 03H | 574 |
| ページ指定による解像度の取得         | 41H | 587 |
| ボタン左右入れ換え状態の読み取り       | 18H | 580 |
| マウス BIOS 設定値読み取り       |     | 571 |
| 割り込み管理システム情報の設定        | 30H | 584 |
| 割り込み管理システム情報の取得        | 31H | 585 |
| 表示設定可能ページの取得           | 44H | 590 |

### 音源割り込み管理 BIOS

|               |     |
|---------------|-----|
| 音源割り込み管理 BIOS | 595 |
|---------------|-----|

|                          |     |     |
|--------------------------|-----|-----|
| サウンド用 BIOS               | 595 |     |
| サウンド対応割り込み処理の登録          | 03H | 599 |
| サウンド対応割り込み処理の登録解除        | 04H | 600 |
| タイマ B の動作間隔              |     | 596 |
| マウス対応割り込み処理の登録           | 01H | 598 |
| マウス対応割り込み処理の登録解除         | 02H | 599 |
| マウス用 BIOS                |     | 595 |
| マウス用/サウンド用割り込み処理の登録状態の取得 | 09H | 603 |
| マウス割り込み動作回数の取得           | 05H | 601 |
| 割り込み処理と割り出し処理の登録         | 06H | 601 |
| 割り込み処理と割り出し処理の登録解除       | 07H | 601 |
| 割り込み処理と割り出し処理の登録状態の取得    | 08H | 602 |
| 割り出し処理                   |     | 596 |

### MIDI マネージャ BIOS

|                   |          |     |
|-------------------|----------|-----|
| ASSIGNFILTER 構造体  | 621      |     |
| C ソースライブラリ定義      | 612      |     |
| EUPHONY           | 607      |     |
| EUP データ相対テンポの取得   | 1CH      | 634 |
| EUP データ相対テンポの設定   | 1BH      | 633 |
| EUP ファイルフォーマット    |          | 609 |
| FUNCCTRL 構造体      | 619      |     |
| METRONOME 構造体     | 616      |     |
| MIDI              | 607      |     |
| MIDIMANCTRL 構造体   | 616      |     |
| MIDI データ出力        | 0AH      | 628 |
| MIDI ポート          |          | 607 |
| MIDI マネージャ BIOS   | 605, 622 |     |
| MIDI マネージャのオープン   | 00H      | 623 |
| MIDI マネージャのクローズ   | 01H      | 623 |
| MIDMANCTRL 情報の取得  | 02H      | 624 |
| NOTEOFFTABLE 構造体  | 614      |     |
| PLACE 構造体         | 614      |     |
| REALTIME 構造体      | 614      |     |
| RSCTRL 構造体        | 620      |     |
| RS-MIDI ルーチンの登録   | 03H      | 624 |
| RS-MIDI ルーチンの解除   | 04H      | 625 |
| SMPTE 開始位置の設定     | 21H      | 635 |
| SMPTE 構造体         | 615      |     |
| SMPTE 時間から実時間への変換 | 25H      | 628 |
| SMPTE 同期精度の設定     | 22H      | 636 |
| S-MPU 内部時間の設定     | 23H      | 637 |
| TRACKWORK 構造体     | 612      |     |
| アサインマップの設定        | 30H      | 640 |
| アサインマップの取得        | 31H      | 640 |
| アサインフィルタの設定       | 32H      | 641 |
| アサインフィルタの取得       | 33H      | 641 |
| 演奏位置の取得           | 16H      | 631 |
| 演奏の一時中断           | 12H      | 629 |
| 演奏の開始             | 10H      | 628 |
| 演奏の再開             | 13H      | 630 |
| 演奏の終了             | 11H      | 629 |
| 演奏モードの設定          | 14H      | 630 |
| 型宣言               | 612      |     |
| 構造体               | 612      |     |
| システムエクスクルーシブイベント  | 609, 610 |     |

|                      |     |          |
|----------------------|-----|----------|
| 実時間から SMPTE 時間への変換   | 24H | 627      |
| 出力ポートマップの設定          | 34H | 642      |
| 出力ポートマップの取得          | 35H | 642      |
| ステップモードの進行           | 1DH | 634      |
| 相対テンポの設定             | 19H | 633      |
| 相対テンポの取得             | 1AH | 633      |
| チャンネルイベント            |     | 608, 610 |
| テンポの設定               | 17H | 632      |
| テンポの取得               | 18H | 632      |
| 同期信号出力の設定            | 27H | 639      |
| 同期モードの設定             | 20H | 635      |
| 内蔵音源の MIDI データ出力     | 41H | 643      |
| 内蔵音源の MIDI チャンネルの設定  | 42H | 644      |
| 内蔵音源の MIDI チャンネルの取得  | 43H | 644      |
| 内蔵音源の初期化             | 40H | 643      |
| 内蔵音源のマスタボリュームの設定     | 44H | 644      |
| 内蔵音源のマスタボリュームの取得     | 45H | 645      |
| 入力ポートマップの設定          | 36H | 642      |
| 入力ポートマップの取得          | 37H | 643      |
| 標準 MIDI ファイル準拠フォーマット |     | 607      |
| メタイベント               |     | 609      |
| メトロノームの設定            | 28H | 639      |
| ユーザーコールバックルーチンの登録    | 07H | 626      |
| ユーザーコールバックルーチンの取得    | 08H | 627      |
| ユーザーコールバックルーチンの解除    | 09H | 627      |
| リモートモードの設定           | 26H | 628      |
| 割り込み処理用エントリ          | 05H | 625      |
| 割り出し処理用エントリ          | 06H | 626      |

## 付 録

- 1 $\mu$ WAIT レジスタ ..... 778  
 486 の追加命令 ..... 763  
 486 内部レジスタ ..... 764  
 80386SX ..... 782  
 80486CPU ..... 761  
 ASCII(7 ビット) コード表 ..... 759  
 BUFFUL レジスタ ..... 789  
 CD-ROM 機能レジスタ ..... 847  
 CD-ROM キャッシュ制御レジスタ ..... 816, 847  
 CG ROW アドレスレジスタ ..... 803, 811  
 CPU 識別レジスタ ..... 775, 780, 784, 793  
     799, 805, 813, 818, 825  
 CPU\_MISC3 レジスタ ..... 800, 806, 827  
 CPU\_MISC4 レジスタ ..... 788, 797  
 CRT 出力コントロールレジスタ ..... 802, 810  
 CRT リードコンパチブルレジスタ ..... 802, 810  
 DMAC ..... 783  
 DOS-Extender ..... 767  
 F-BASIC386 ..... 767  
 FD ドライブ識別レジスタ ..... 809  
 FD ドライブステータスレジスタ ..... 808  
 FD ドライブセクタレジスタ ..... 808  
 FIFO ステータスレジスタ ..... 829  
 FIFO 制御レジスタ ..... 830  
 FIFO モードレジスタ ..... 829  
 FPU ..... 762  
 I/O 拡張ユニットスロットコネクタ ..... 663  
 JIS(8 ビット) コード表 ..... 760  
 LED ..... 776  
 NMI マスクレジスタ ..... 789, 797  
 RS-232C コネクタ ..... 650  
 SCSI コネクタ ..... 662  
 SCSI モードステータスレジスタ ..... 801, 809  
 VRAM キャッシュ制御レジスタ ..... 815, 820, 828  
 VRAM 容量レジスタ ..... 831  
   アドレスラップアラウンド ..... 766  
   アドレスレジスタ ..... 829  
   アナログ RGB コネクタ ..... 653  
   インターバルタイマ II 制御レジスタ ..... 779  
   インターバルタイマ II データレジスタ ..... 779  
   外観 ..... 771, 777, 781, 791, 798, 822  
   拡張 RAM ..... 772  
   拡張 RAM モジュール ..... 654  
   拡張フラグレジスタ ..... 764  
   画像出力制御アドレスレジスタ ..... 831  
   画像出力制御データレジスタ ..... 831  
   漢字 VRAM レジスタ ..... 803, 811  
   漢字 CG アクセスレジスタ2 ..... 803, 811  
   キーボードコネクタ ..... 649  
   キャッシュ診断レジスタ ..... 815, 820  
   キャッシュ制御レジスタ ..... 815, 820  
   キャッシュメモリ ..... 761  
   グラフィック VRAM ディスプレイモードレジスタ ..... 802, 811  
   高解像度機能レジスタ ..... 830  
   コントロールレジスタ ..... 788, 796  
   最高速クロックレジスタ ..... 800, 807, 828  
   サンプルプログラム (CD 演奏) ..... 668  
   サンプルプログラム (音源割り込み管理 BIOS) ..... 752  
   サンプルプログラム (拡張サウンド BIOS) ..... 740  
   サンプルプログラム (共通ファイル) ..... 674  
   サンプルプログラム (グラフィック BIOS) ..... 677  
   サンプルプログラム (サウンド BIOS) ..... 710  
   サンプルプログラム (システム情報 BIOS) ..... 733  
   サンプルプログラム (スプライト BIOS) ..... 693  
   サンプルプログラム (描画) ..... 671  
   サンプルプログラム (フォント BIOS) ..... 708  
   サンプルプログラム (マウス BIOS) ..... 695  
   仕様変更 ..... 771, 777, 781, 791, 798, 822  
   信号線 ..... 663, 666  
   新 PCM 音源 AD/DA バンク切替レジスタ ..... 832  
   新 PCM 音源 DMA アドレスレジスタ ..... 833  
   新 PCM 音源 DMA カウンタレジスタ ..... 833  
   新 PCM 音源 DMA ステータスレジスタ ..... 832  
   新 PCM 音源 クロック設定レジスタ ..... 834  
   新 PCM 音源システムコントロールレジスタ ..... 836  
   新 PCM 音源データポート ..... 840  
   新 PCM 音源トリガレベルレジスタ ..... 839  
   新 PCM 音源バッファコントロールレジスタ ..... 837  
   新 PCM 音源ピークモニタレジスタ ..... 839  
   新 PCM 音源モード設定レジスタ ..... 835  
   新 PCM 音源録音/再生制御レジスタ ..... 838  
   ステータスレジスタ ..... 787, 795  
   スピード制御レジスタ ..... 794, 800  
   制御レジスタ ..... 764, 766  
   電源制御レジスタ ..... 806  
   特殊キーコード表 ..... 760  
   ドライブコントロールレジスタ ..... 774  
   ドライブステータスレジスタ ..... 773  
   バスマスタ信号 ..... 664  
   バッド&マウスコネクタ ..... 649  
   ビデオカードコネクタ ..... 661  
   プリンタコネクタ ..... 651  
   フリーランタイムレジスタ ..... 801, 807  
   フロッピコネクタ ..... 652  
   ボリューム ICOM レジスタ ..... 846  
   マルチプロセッサ支援機能 ..... 763  
   メモリカード属性レジスタ ..... 786, 794  
   メモリカードバンクレジスタ ..... 786, 794  
   メモリマップ ..... 782, 792, 812, 817, 824  
   メモリ容量レジスタ ..... 774, 827  
   リセット要因レジスタ ..... 784

## ■著者略歴

千葉憲昭 (ちばのりあき)

1946年 (世界最初のコンピュータ ENIAC 誕生年)北海道に生まれる

1969年 福岡工大電子工学科卒業

北海道総務部電子計算課勤務

1984年 著述家に転向、現在に至る(札幌在住)

(財)札幌エレクトロニクス・センター運営委員

著書 「マイコンピュータNo.6, 21」(CQ出版社)

「6809マシン語スタディ」(CQ出版社)

「BASIC ユーティリティ・プログラミング」(CQ出版社)

「FM シリーズいざという時の事典」(ナツメ社)

「68000システムの製作全科(上、下)」(技術評論社)

「X68000 ベスト・プログラミング入門」(技術評論社)

外多数

## ■参考文献

- 1) 杉原英文(インテルジャパン), 「メモリ管理ユニットを内蔵した32ビット・マイクロプロセッサ80386」, 『日経エレクトロニクス』, 1985年11月4日号, No.381, PP.275-310
- 2) 『80386プログラマーズ・リファレンスマニュアル』, インテルジャパン
- 3) 『YM2203アプリケーションマニュアル』, ヤマハ
- 4) 菅原清文(インテルジャパン), 「次世代32ビット・プロセッサ「80486」の全容」, 『日経バイト』, 1989年5月号, PP.257-266

なお、特に以下の図表につきましては、各文献から引用させていただきました。

[文献1]

図 I-2-1, 表 I-2-2, 図 I-2-19, 図 I-2-20, 表 I-2-4, 図 I-2-23, 図 I-2-24, 図 I-2-25,  
図 I-2-26, 表 I-2-5, 表 I-2-6, 図 I-2-28, 図 I-2-29

[文献4]

図 E-1, 図 E-2, 図 E-3, 図 E-4, 表 E-1

## ■編集協力

藤田洋史

八谷祥一

川名章史

## ■表紙写真

前川建二

- 
- 本書の内容に関するご質問は、小社第三書籍編集部まで、かならず封書（返信用切手同封のこと）にてお願いいたします。  
電話によるお問い合わせには、応じられません。  
なお、本書の範囲を越える質問に関しては、お答えできない場合もあります。
  - 落丁・乱丁本は、送料当社負担にてお取り替えいたします。  
お手数ですが、小社営業部までご返送ください。

### 改訂3版 FM TOWNSテクニカルデータブック

1994年5月1日 初版発行

著者 千葉 憲昭

発行人 宮崎 秀規

編集人 松本 剛

発行所 **株式会社アスキー**

〒151-24 東京都渋谷区代々木4丁目33番10号

振替 東京4-161144

大代表 (03)5351-8111

出版営業部 (03)5351-8194 (ダイヤルイン)

第三書籍編集部 (03)5351-8184 (ダイヤルイン)

本書は著作権法上の保護を受けています。本書の一部あるいは全部について（ソフトウェア及びプログラムを含む）、株式会社アスキーから文書による許諾を得ずに、いかなる方法においても無断で複写、複製することは禁じられています。

編集協力 株式会社スタッフプロモーション

制作 株式会社ドキュメントシステム

印刷 図書印刷株式会社

---

編集 松本 剛 / 磯辺 加代子

ISBN4-7561-0467-3

Printed in Japan







# 改訂3版 FM TOWNS テクニカルデータブック

## 対応機種

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| FM TOWNS 1        | FM TOWNS II HR20   |
| FM TOWNS 2        | FM TOWNS II HR100  |
| FM TOWNS 1F       | FM TOWNS II HR200  |
| FM TOWNS 2F       | FM TOWNS II UR20   |
| FM TOWNS 1H       | FM TOWNS II UR40   |
| FM TOWNS 2H       | FM TOWNS II UR80   |
| FM TOWNS 10F      | FM TOWNS II ME20   |
| FM TOWNS 20F      | FM TOWNS II ME170  |
| FM TOWNS 40H      | FM TOWNS II MA20   |
| FM TOWNS 80H      | FM TOWNS II MA170  |
| FM TOWNS II UX10  | FM TOWNS II MA170W |
| FM TOWNS II UX20  | FM TOWNS II MA340  |
| FM TOWNS II UX40  | FM TOWNS II MA340W |
| FM TOWNS II CX10  | FM TOWNS II MX20   |
| FM TOWNS II CX20  | FM TOWNS II MX170  |
| FM TOWNS II CX40  | FM TOWNS II MX170W |
| FM TOWNS II CX100 | FM TOWNS II MX340  |
| FM TOWNS II UG10  | FM TOWNS II MX340W |
| FM TOWNS II UG20  | FM TOWNS II MF20   |
| FM TOWNS II UG40  | FM TOWNS II MF170W |
| FM TOWNS II UG80  | FM TOWNS II Fresh  |
| FM TOWNS II HG20  |                    |
| FM TOWNS II HG40  |                    |
| FM TOWNS II HG100 |                    |



9784756104670



1913055085009

ISBN4-7561-0467-3

C3055 P8500E

定価8,500円(本体8,252円)

改訂3版

F.M  
TOWNS

# テックニカブルデータブック

千葉憲昭 著

ASCII