

マイクロコンピュータ応用開発支援システム

三洋電機(株)中央研究所 森 憲敬, 堀井 洋

1. はじめに

〈マイクロコン応用技術委員会〉

三洋電機グループにおけるマイクロコンの応用開発体制について述べる。当初三洋グループの各社——三洋電機、東京三洋、鳥取三洋、三洋自動販売機等——において、開発、商品化の先行していたグループ、例えば、三洋の技術本部、東三のエレクトロニクス事業部、鳥三の無線事業部等を中心に独自の活動を展開していた。これらの活動に対し、更に高いレベルでの調整と、強力な推進をはかるため、52年にはいり、上記全組織を含む、三洋電機グループ規模での組織として「マイクロコン応用技術委員会」が、正式発足した。(委員長は技術本部長)

委員会の活動としては、応用商品分科会と、生産技術分科会の2分科会にわけ各々月1回の会合を重ねてきている。53年1月にはこの委員会の主催で、社内でのマイクロコン応用商品、応用技術の大規模な展示会を開いているし、社外での一般的な展示会に対する出展等に対しても、企画段階からサポートするなど、マイクロコン関連業務推進上、大きな役割りを果たしている。

2. マイクロプロセッサ開発の経過と現状

2.1 MCP-3000 16ビットマイクロプロセッサ

三洋グループで最初に製造、使用したのは、16ビットマイクロプロセッサ。MCP-3000であるので、まずこれの開発経過について述べる。1971年、ようやくミニコンが日本市場で、一般に受け入れられようとし、インテルの4004が発表された年であるが、我々は、ミニコンレベルのプロセッサをLSIで、実現してみようということ、中央研究所において、設計を開始した。当初設定された目標は、用途面からは、事務処理用、高級技術計算用の使用に耐えるレベルのもので、16ビット中級ミニコン程度の機能をカバーできること、又、アーキテクチャ的には、単一バス構造、マイクロプログラム方式を用いて、汎用性のあるものであった。このLSIの設計製造には、当時中央研究所で開発を進めていたCAD System¹⁾を用い、素子としてはモリブデンゲートMOSを使用した。^{2),3)}当時の開発技術であり、集積密度の面でこそ、現在の水準から見れば、若干の不足はあるものの、期待通りの機能のものが、CPU4チップで実現された。このマイクロプロセッサをミニコンの形式に仕上げたものを、モデル55と称している。モデル55用としては、CPU以外に、メモリインタフェース、汎用IO制御装置、DMAチャネルも各々1チップLSI化されている。特にこのDMAチャネルはサイクルスチール方式で、マルチプレクスモード、バーストモードの両方が可能で、しかも非同期式(将棋倒し)の回路設計

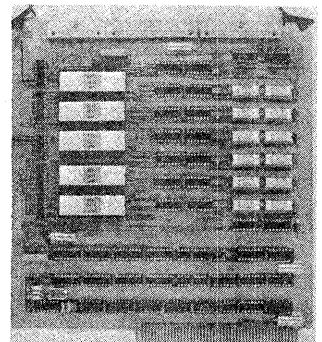


写真-1. MCP-3000

を用いて1メガバイト/秒の高い転送速度を達成している。^{4),5)}

現在このモデル55は中研で応用システムを開発し、社内で広範な用途に使用している。本稿で後に紹介するマイクロコンソフト開発システムも、その一例である。社内で現用されている本機使用システムのうちいくつかを下に記す。強しびが生産設備関係であるが、商品化を予定しているものもある。

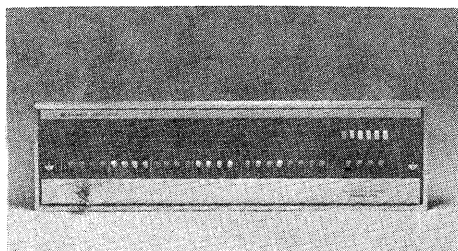


写真-2. MCP 3000 モデル55

- 1) プリント基板自動挿入機群管理システム
- 2) バラクタダイオード分類装置
- 3) LSI CAD システム
- 4) NCテープ作成システム⁶⁾
- 5) ソーラハウスデータ集録システム⁷⁾
- 6) 信頼性データバンクシステム⁸⁾
- 7) 大型プロジェクト補助金予算管理機
- 8) 事務処理システム(オフィスコンピュータ)

2.2 F8

今年1月、三洋の不揮発性メモリとフェアチャイルド社のもつF8との間で、各々の製造技術の相互技術交換契約が交わされ、現在量産はまだ開始されていないが東三半導体部門において、F8の生産体制が整いつつある。

これに呼応して、F8関係の応用開発支援システムの開発、F8使用商品の開発等も着々と進められており、本稿においても後に、この支援システムについて述べる。尚、4ビットマイクロコンについても、量産計画を進めているが、内容に關し、未発表なので、これの詳細については、ここではふれない。

3. 開発商品の例

三洋グループ各社で開発、発売している商品で、マイクロコンを使用しているものは、数多くあり、分野も多岐にわたっている。現在開発中、或いは開発済みで未発表のものも多いが、本稿では、既に発表されたものの中から、一般的で代表的なものに限って例示し、次頁以下に解説を加える。

分野

代表商品例

- | | |
|-------|--|
| 家電 | : 電子レンジ, 番組予約テレビ |
| 端末機 | : ポータブルデータ端末, インテリジェントCRT |
| 事務器 | : タイムコンプレッションテープレコーダ |
| 娯楽・趣味 | : コンピュータビデオゲーム, コンピュータミュージックシステム, 音場特性分析補正装置, プログラムタイマ |
| 業務用 | : 自動販売機, パッケージエアコン |

3.1 電子レンジ⁹⁾

1975 米国アマナ社が RR-6 というモデルで初の電子制御の電子レンジを \$595 で発売し、電子制御 マイコン制御化の口火を切った。タッチ式テンキーにより、調理時間を、デジタル設定できるほか、出力の3段階設定が出来るなどの機能を有していた。当社においては、1976 年に開業を行い、米国人輸出を行なった。最初のモデルには TMS 1000 を用い、主な機能は以下のとおりのものであった。

- | | | | |
|----|-----|-----------------|--------------------|
| 1) | 出力 | 90 ~ 625 W | 99 段可変 (% 指定) |
| 2) | タイマ | 1 秒 ~ 99 分 99 秒 | × 2 ステージ |
| 3) | 温度 | 90 ~ 200 °F | (1 °F 単位) 定温調理可 |
| 4) | 時計 | 12 時間時計 | |
| 5) | キー | ガラス板タッチキースイッチ | |
| 6) | 表示 | 4 桁 LED | 運転中の出力, 温度, 時間, 時計 |

3.2 番組予約テレビ

選局部にマイクロコンを使用することは、一般化しているが、単に、選局部に使うだけでは、機能に余裕がありすぎる。当社の開発品は、番組を 1 週間、2 / 本記憶できる。予約内容の表示は画面上にはあらず、デジトロン表示を設けている。複雑になり勝ちな操作方法の簡易化が大きな課題である。

3.3 ポータブル データ ターミナル¹⁰⁾

当社では感熱式プリンターのシリーズを開発し、発売してきているがそのシリーズの一環として、TSS 端末への利用等を、主眼に、ポータブルデータ端末を開発している。マイクロコンを使用した結果、キーボード、音響カプラを内蔵しているにもかかわらず、小型軽量 (6.5 Kg) にまとめられている。CPU として F-8 を使用しているが、これの役割を小さくわしく記すと



写真-3.
ポータブルデータターミナル
STT 401 KC

- 1) プリントメカコントロール
- 2) メカ駆動源のタイミングコントロール
 - ・サーマルヘッド送りパルスモータ (印字, CR)
 - ・紙送りパルスモータ (LF)
 - ・ヘッド圧解除ソレノイド (CR, LF)

リ-2 プリントコントロール

- ・受信データの判別
- ・印字時のサーマルヘッド駆動(文字パターン形に発熱させる)

2) キーボードエンコード

- ・キーマトリックスのスキャン
- ・押下キーのエンコード(JIS / ASCII / その他)

3) データ送受信

- ・UARTへのデータ送信
- ・FIFOからのデータ読出し

3.4 インテリジェント キャラクタ ディスプレイ¹⁾

端末機のインテリジェント化が要求されるのは、一般的傾向であるが、特にCRTディスプレイ装置は、情報処理の分散化、事務処理システムのマルチターミナルシステム化における複合端末装置の中心的な存在として、インテリジェンシーを要求される度合いが、大きい。右に当社の開発商品の構成図を示す。マイクロコンのはたす機能としては、

- ・画像発生制御
- ・キーボードとの接続
- ・通信制御手順のコントロール
- ・プリンタとのインタフェース
- ・その他外部装置との接続制御機能

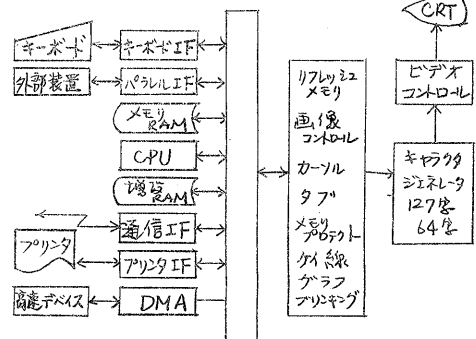


図-1

インテリジェントCRTディスプレイ
CRX-3000

等、OEM的、用途が多いせいもあり、仕様の変更に即応出来る、かたちになっている。

3.5 タイムコンプレッション テープレコーダ

テープレコーダに録音した音声を再生する場合には、録音と再生の速度を同一にするのが普通である。ところが、会議や講演などの記録を短時間で検索し聞き取るためには、テープレコーダの再生速度を録音速度よりも速くしなければならぬが、そうすると周波数帯域へズレて聞きづらい音になる。そこで高速再生信号の一部を切り捨てて、時間軸上で引き伸ばし接続すると、周波数を原信号と同程度に戻すことが可能になる。従来の方式によれば、合成信号の接続部で雑音が発生する場合が多い。今回三洋の開発した方式ではマイクロコンを用い、接続部が滑らかになるように、最適な接続点を計算して求めて良好な結果を得ている。

3.6 コンピュータ ビデオ ゲーム

サッカー、卓球など、単純なゲームの楽しめる、テレビゲームは一時ブームをよんだが、やはりいずれは、あきらまれていく運命にあるようである。単に指先のスピードを競いあうゲームに比し、知能的なゲーム、次々に新しいゲームを導入出来るような構成のゲーム、他人と、知能を競ったり、コンピュータと知能(?)を競いあうようなゲーム、或いは、教育的な要素を、もつもの等は、なかなかあきらめまいようだが、従来からよく指摘されてきているように、これら新形式のゲームには、マイクロコンが、非常に適している。三洋が今回発表した、「コンピュータ ビデオ ゲーム」はこれらの要素を、すべて取り入れて、実現したものである。

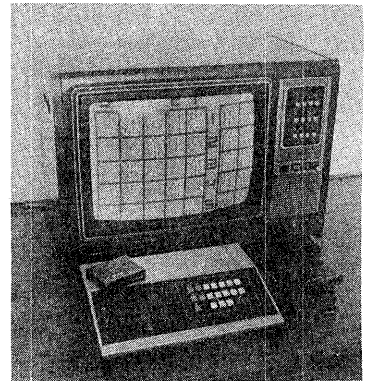


写真-4
コンピュータビデオゲーム

ゲームの内容としては、詰碁、詰将棋、五目並べ、チェス、オセロ、それに、計算練習などが、カラーテレビ画面で楽しめる。ゲーム種類の切換えには、カセット(ROM)を差しかえるだけですみ、その簡便さは、マイクロコン使用システムの一つの理想形にもなっている。写真のゲームのCPUはF8である。

3.7 コンピュータ ミュージック システム

音符、休符、音程などの楽譜記号を記憶し、メロディとハーモニを合成しながら、音色、テンポ、和音パターン、音域などを指定して、変化させることができる。用途としては、自動演奏、作曲、編曲、伴奏、などを挙げている。

記憶容量として、RAM 4Kバイトを有しており、250の小節程度入力できる。曲目は10曲まで、キーで指定できる。RAMの記憶内容は、そのまま、デジタルコードでカセットテープに、録音、再生が可能である。(3000ボートのカンサスシティスタンダード)。ROM 4Kバイトは、プログラム及び和音パターンを記憶している。

3.8 音場特性分析補正装置

グラフィックイコライザを内蔵し、リスニングルームの音場特性や、オーディオ機器の特性を、周波数別に、定量的に、分析表示する。その結果にもとづき、グラフィックイコライザで、リスニングルームに最も適した音響補正を行なうと高音質再生を楽しめるというものである。分析回路に、マイクロコンを採用しており、アベレージ(信号を平均化して表示)、ピークホールド(信号のピーク値を表示)、メモリ(データの記憶表示)、コンペア(記憶データと現信号の比較表示)等の機能を実現させている。

3.9 自動券売機/缶自動販売機

自販機に応用し、高速発券、売上集計データプリント、自己診断機能を実現。

4. マイクロコンソフトウェア開発システム (MICS-55)

マイクロコンの応用製品、応用システムの開発に際しては、ソフトウェア、ハードウェア開発システムの非効率性、技術者不足等の問題があるが、指摘されている。その中で、各種のマイクロコンが、独自に開発システムを有し、そのレベルも、簡単なアセンブラを備えただけの低位のものから、高級オペレーティングシステムを有するものまで、多岐にわたっているのが現状である。また、マイクロコンの新機種を発表が相次ぐ中で、開発担当者も、新機種採用時には、開発システムを含んで検討しなくてはならず、開発コストにも影響を及ぼしている。

このような状況の中で、応用製品の開発に伴う機種選定が自由に行なえ、かつ開発システムへの投資効率を上げることでできる汎用ソフトウェア開発システムを開発した。

<MICS-55概略>

本システムは、先に紹介したミニコンMCP3000を使用し、汎用ディスクベースモニタの管理下で稼働している。主なプログラムとしては、11機種のクロスアセンブラ(ASM)、使い易いシンボリックエディタ(SYM)、強かな機能を備えたインサーキットエミュレータ(ICE)、豊富なレパートリを持つROMライタコントローラ(ROM)がある。その他にMCP3000の標準プログラムであるファイルエディタ等も用意され、システムをサポートしている。対象マイクロコンは以下の通りである。

- ・フェアチャイルド F-8
- ・モトローラ MC6800
- ・ロックウェル R6500
- ・ザイログ Z80-CPU
- ・インテル 8080, 4040
- ・NEC μ COM43
- ・富士通 MB8840
- ・松下 MN1400
- ・TI TMS1000, 1100

図-2に、MICS-55によるソフトウェア開発手順を示すが、プログラム作成からアセンブル、テスト、ROM作成まで一貫して同一システムで行なうことができ、効率の良い仕事が可能である。

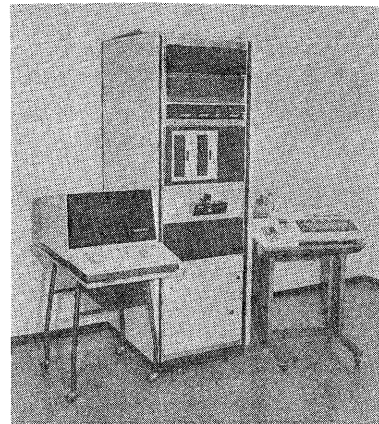


写真-5
MICS-55システム

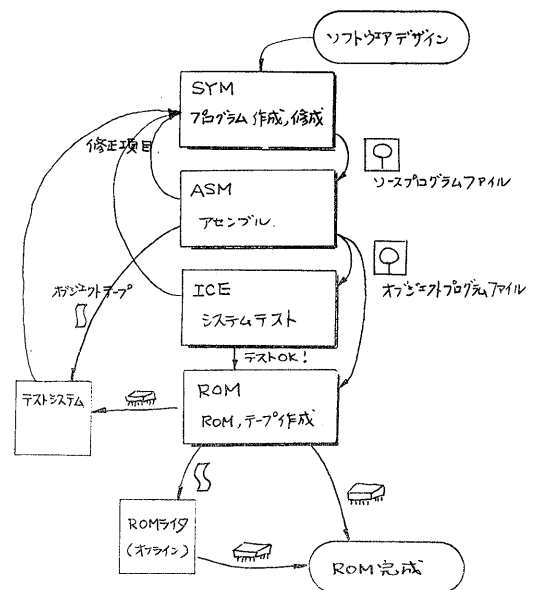
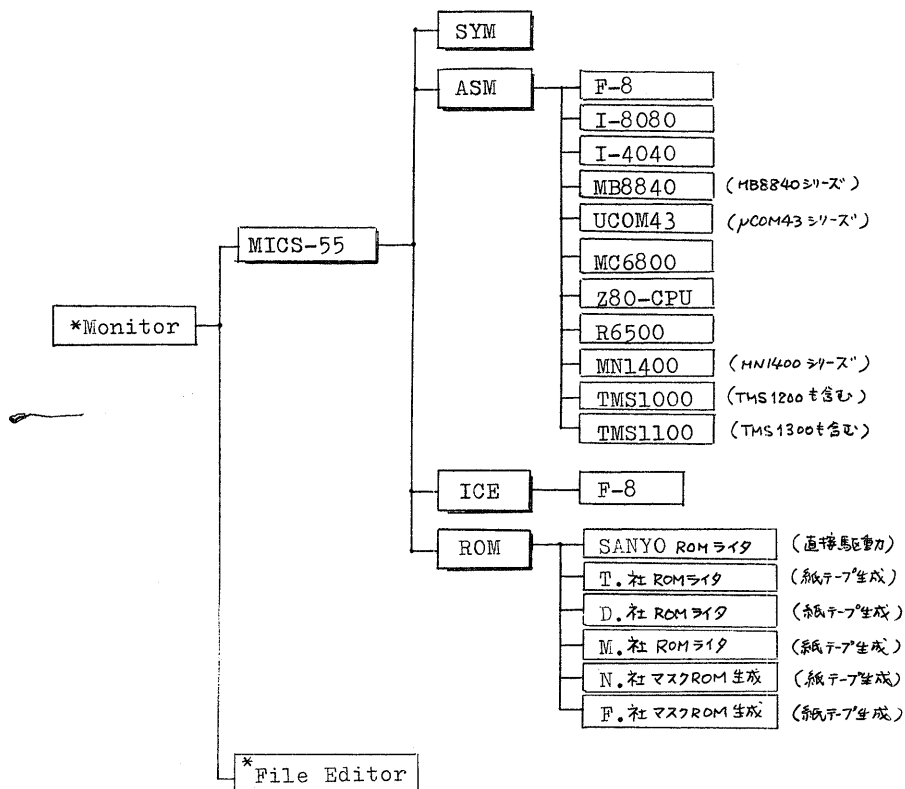


図-2 開発手順

次に、MICS-55を構成する主なプログラムについて簡単に述べる。
まず、プログラム構成を図示する。

図-3 MICS-55 program structure



* EP は MCP3000 の標準プログラムである。

ここで採用されている汎用モータは、先の章で紹介した各種のMCP3000
応用システムでも採用されており、マクロアセンブラを使用してMICS-55
のクロスアセンブラ、ROMライターコントロールプログラム等を、さらに充実し
たものにすることも可能である。

(1) ASM (汎用クロスアセンブラ)

本クロスアセンブラは、可能な限り記述規則を統一し、マイクロコンの機種変
更時の再入力、初心者プログラミング導入教育を容易にしている。

また、クロスアセンブラ開発の効率化と、その仕様変更を容易にするため、A
SMは、テーブル参照型のインタプリタ形式としている。このため、クロスア
センブラを開発するには、以下に示す定義表群を作成すればよく、4ビットの簡
単なものであれば、1日、8ビットの少し複雑な機種でも1週間程度の時間が
あれば充分である。定義表はいずれもMCP3000アセンブラのマクロ命令
で記述でき、特殊なプログラミングは不要である。

- i) アセンブラ定義表
アセンブラ全体(定義表)を管理し、機種名、アドレスモード等を定義する。
- ii) ラベル用文字集合定義表
ラベルに使用可能な文字を、その1st文字と、2nd文字以降の集合に分けて定義する。
- iii) 各種区切用文字集合定義表
コメントマーク、ラベルとオペコードとの間の区切、オペコードとオペランド間の区切、オペランド間の区切等を定義する。
- vi) レジスタ、予約語定義表
レジスタ、予約語のムニモニツク、属性等を定義する。
- v) オブジェクトテープ出力形式定義表
各種機種固有のオブジェクトテープ形式を定義する。
項目は、ヘッダ、ロケーションアドレス、データ、データタイプ、サムチェックコード等の算出、出力手法である。
- iv) インストラクション定義表
アセンブラ擬似命令と、機種固有の機械語命令を定義する。
項目は、ムニモニツク、マシンコード、命令の大きさ、オペランドの数、オペランドフィールド毎に定められたオペランドの属性、その他訂正項目で1つのエレメントを構成する。簡単な命令は、1つのエレメントで、複雑な命令はエレメントのチェイニング機能を用いて、複数のエレメントで構成することが出来る。

アセンブラは、これらの定義表群を参照しながら、ディスク、或いはフロッピエに登録されたソースプログラムを解釈し、オブジェクトプログラムも同じ様に、ディスク、フロッピエに生成する。このオブジェクトプログラムは、全機種とも同一形式で生成されており、ICE、ROMで活用される。ASMで出力されるオブジェクトテープは、オブジェクトプログラムを定義表に従って変換して出力したものである。

(2) SYM(シンボリックエディタ)

アセンブラ向けのソースプログラムを作成する。プログラム開発に際し、最も使用頻度が高いので、初心者でも容易に使える様に、機能を以下のものに限定している。

- i) プログラムの新規登録機能。
- ii) プログラムの行単位での削除、変更機能。
- iii) プログラムの行単位での挿入機能。
- vi) プログラムのブロック単位、ファイル単位での転送機能。
他のファイルから転送できるので、プログラム編集の際有効である。

(3) ICE(インサーキットエミュレータ)

開発システムをMICS-55で模擬することが出来る。図-4にハードウェア構成を示す。ICEの機能は以下の通りである。

- i) リアルタイムエミュレーション
開発中のシステムをリアルタイムで実行する。
- ii) シングルステップエミュレーション
1命令毎にICEに復帰しながら実行する。
- iii) ハードウェアトレース機能
リアルタイムエミュレーション実行終了後、ICEのコマンドにより、内容(アドレス16ビット、データ8ビット、256ステップ分)をトレースする。
- iv) ソフトウェアトレース機能
シングルステップエミュレーション実行中に、データ(PC、メモリ、レジスタ、ステータス)等をトレースする。
- v) ブレークポイント機能
2つのハードウェアブレークポイントをセットできる。
- vi) 模擬E/O接続機能
模擬E/Oにより、未完成のE/Oの動作をシミュレートできる。
- vii) プログラムロード、変更機能
ASMで作成したオブジェクトプログラムを、実行プログラムとして使用する。テスト中に内容を変更したプログラムを再登録することもできる。

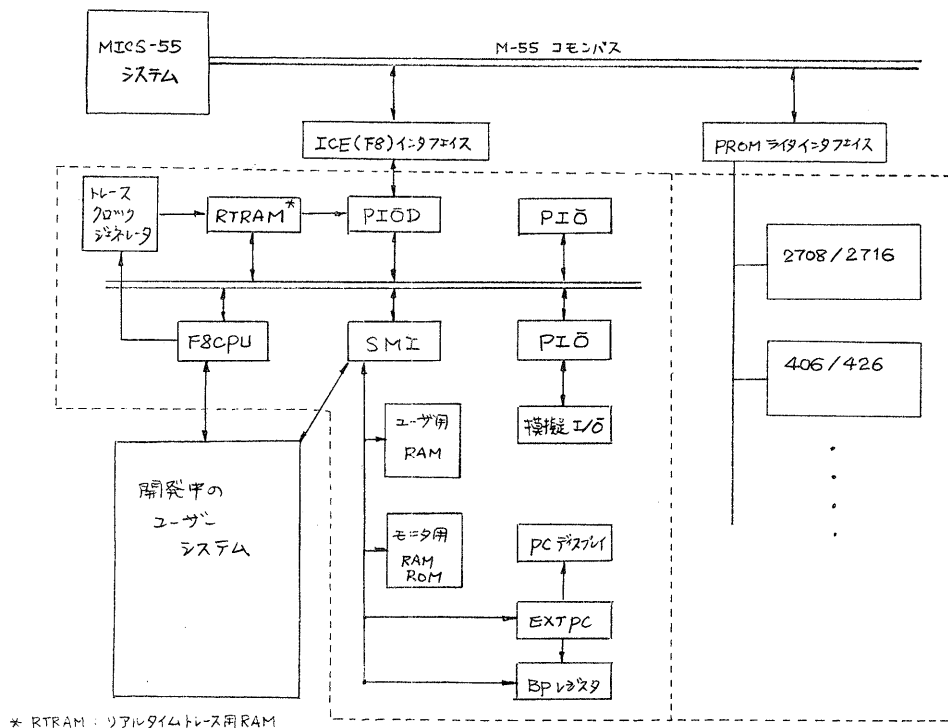


図 - 4 ICE (F-8) ハードウェア構成図

現在 F-8 用インタフェイスが完成しており、今後各種のマイクロコンピュータ種として採用する予定である。

(4) ROM (ROMライターコントローラ)

各種のROMを作成するために以下の機能を有する。

i) プログラムロード、変更機能

ROM化するオブジェクトプログラムを、MICS-55のオブジェクトファイル、或いはROM、紙テープ等から読み込み、変更することができる。コンソールからデータを入力することもできる。

ii) 図-44に示す様にオンラインでROMライタを駆動し、ROMを作成する。

iii) オフラインになつてゐる他社のROMライタ、或いは開発システムでROMを作成するためのオブジェクトテープを生成する。この中にはいくつかの機種のマスクROM発注用のテープも含む。

5. 結 語

当社中央研究所で開発し、全社的に広く使われだしている、マイクロコンソルトウェア開発システム-MICS-55-の説明を中心に、応用商品の一部についても紹介した。マイクロコン应用としては、生産現場で、省力化、自動化に活用されている例も多いが、割愛した。資料を提供いただいたオマに感謝します。

6. 参考文献、資料

- 1) 秋山他 : Mo-GATE MOS LSI の自動設計
昭和51年電子通信学会総合全国大会予稿集
- 2) 大岸他 : ミニコン用 Mo-GATE MOS LSI の設計
同上
- 3) 土居他 : Mo SELF ALIGNED GATE MOS-IC
同上
- 4) K. TAJIMA他 : MOS LSI MICROPROCESSOR
1976年 NCC
- 5) 工藤, 森 : マイクロプログラマブルプロセッサの開発
情報処理学会 計算機アーキテクチャ研究会 資料18
- 6) 松本, 河田 : CAM NC 加工専用 自動プログラミングシステム
三洋電機技報 Vol.9 No.2 (1977)
- 7) 三洋電機, 大林組 : 昭和52年度サンシャイン計画委託研究開発
効果報告書
- 8) 大谷他 : 全社統一の事例収集システムについて
品質管理 Vol. 28 6月号
- 9) 間宮他 : マイクロコンピュータ制御電子レンジ (EM-9500SK)
三洋電機技報 Vol.10 No.1 (1978)
- 10) 安藤他 : データ通信用ポータブル端末装置
三洋電機技報 Vol. 10 No.2 (1978)
- 11) 中原 : 商業用機器へのマイクロコンピュータ応用
自動制御協会 ミニコンマイコン研究分科会資料 1978.6