

## 島津製作所における

## マイクロコンピュータ応用の現状と展望

喜利 元貞 (島津製作所 システム部)

## 1. 序

当社におけるマイクロコンピュータ利用形態はきわめて多岐にわたっている。これは、マイクロコンピュータ機器の開発が、マイクロコンピュータの利用技術先進ではなく但たの応用分野での必然性先行形で進められ、それぞれの分野の製品開発部隊が各々マイクロコンピュータを取りあげたことが主因となり、さらにマイクロコンピュータ技術の多岐な現状や急激な発展などがこれに輪をかけているといえる。

- 1) 超小型データ処理装置を以前より切望していた部門が早期からマイクロコンピュータに手を付け、これはやむなく(他になかったから)Intel 8080 を選んで利用して今日にいたっている。
- 2) さらに低価格の製品をねらう分野では、その後のマイクロコンピュータ進歩のなかからMotorola 6800 を選んだ。
- 3) 周辺チップの整備や乗除算機能も評価するグループは東芝TLC5-12を使いはじめた。
- 4) ミニコンピュータを利用していった経過からマイクロNOVAに移行して行、たグループもある。
- 5) より高度な利用分野をねらうグループは、従来レガルのものをぐと評価し得るTexas Inst. 9900 に取組んでいる。

かくて多岐な開発形態となり、開発面ではそれぞれが手こずることとは、たが、完成した製品についていえるべき目的分野のニーズに合った商品価値の高いものが生まれてきているといえる。

けれども、往々にして開発計画立案時には、販売台数は外めに、総開発費用は低めに見積もられるがちであり、特にマイクロコンピュータ利用のための開発システム準備、ソフトウェア作成日数、生産体制整備などの項目は不当に低く見積もられて、結局技術蓄積の名のもとに相当額の投資(短期的に見れば損失)を余儀なくされている現状でもあるが、いともなり経験を積み、技術が定着するまではやむを得ないことであるう。

利用分野の一端を次のページの表にあげてみる。そのほか開発中を含め44数の応用分野があるがここでは略し、二、三の例につきやや詳しく述べる。

## 2. ガス(液体)クロマトグラフへの応用

ガスクロマトグラフ、液体クロマトグラフは、混合物の組成要素を分離、定量、定性する分析装置として医学、薬学、化学工業その他44くの分野で広く用いら

# 応用分野

# 製品名

# CPU ROM RAM 外部

ガス、液体クロマトグラフ  
(測定データ処理、)  
装置制御

クロマトグラフ-1A  
" -1AX  
" -E1A  
" -4B

8080 64B 8KB CMT  
" 64B 16KB "  
" "  
" 256B 16KB FD

発光分光分析装置  
(制御、処理)

測定部 RE-10他  
計算装置 QC-3

T.12A 2kW 512W -  
" 3kW 4kW -

材料試験  
(制御、処理)

データレディ-300  
" -100

8080 3kB 2kB -  
" 1kB 1kB -

生物飼育環境制御  
(空調・光源制御)

クロスキャビネット  
クライマロン他

8080 64B 8KB CMT  
" 64B 16KB CMT

プロセス制御  
(ICルーフDDC他)

PTS-1100

μNOVA 8kW 4kW -

医用入力端末  
(制御、データ伝送)

ハイケア600入力4-ミナル  
メディスクリン入力4-ミナル

T.12 1.5kW 1kW -  
" 1kW 50W -

CMT:カセット磁気テープ, FD:フロッピーディスク, B:バイト, W:ワード(12ビットは16ビット/ワード)

ているが、測定結果は右図のゴック組成成分ピークの連りで得られるため、最終分析値を得るためには成分ゴンのピーク面積やピーク出現時間(Retention time)の測定と、成分ゴンの検出感度の補正をしなければならず、また基準データとの対比によってピークの成分定性を行わなければならないので、かなりの人手を要する測定法であった。

このため従来よりミニコンピュータやプロセス制御コンピュータを用いたり、一方では専用のデジタルインテグレータや卓上コンピュータなどが利用されてきたが、性能、価格のいずれかで充分ではない手段であった。

ミニマイクログン利用をもってこの困難さうずのんとするゆえんがあり、多種の同様な装置が各社より発表されているが、当社では次の3種の専用データ処理装置を開発し販売している。

図2

クロマトグラフの例  
(実際にはもっと複雑な図形が多い。)

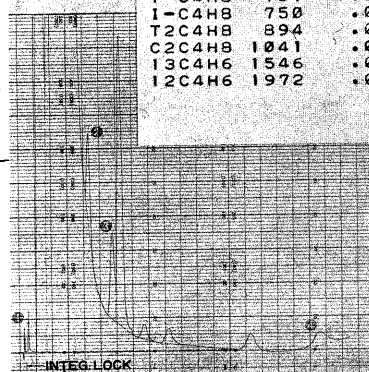


図1

|                   |            |         |                 |
|-------------------|------------|---------|-----------------|
| REPORT 1127       |            |         | (通し番号)          |
| GC-INP            | 2-3        |         | (GONO, INP, NO) |
| PTBLNO            | 23         |         | (パラメータテーブルNO)   |
| O-TBL1            | 15         |         | (DテーブルNO)       |
| O-TBL2            | 15         |         | (DテーブルNO)       |
| CALC              | 1          |         | (定置法・修正面百)      |
| S-NAME            | IMP. IN C3 |         | (材料名)           |
| TIME AREA FACTOR  |            |         |                 |
| 181               | .4540+3    | .1144+1 |                 |
| 249               | .7636+6    | .9090+0 |                 |
| 330               | .1659+8    | .9487+0 |                 |
| 552               | .3276+4    | .9662+0 |                 |
| 701               | .4194+4    | .8038+0 |                 |
| 750               | .1554+5    | .8025+0 |                 |
| 894               | .1011+4    | .7836+0 |                 |
| 1041              | .1008+4    | .7949+0 |                 |
| 1546              | .1729+4    | .8116+0 |                 |
| 1972              | .1736+4    | .8116+0 |                 |
| NAME TIME PERCENT |            |         |                 |
| C2H6              | 181        | .0032   |                 |
| C3H8              | 249        | 4.2166  | 1               |
| C3H6              | 330        | 95.6381 | 2               |
| C-C3              | 552        | .0192   | 4               |
| 1-C4H8            | 701        | .0204   | 5               |
| 1-C4H6            | 750        | .0757   | 5               |
| T2C4H8            | 894        | .0048   | 4               |
| C2C4H8            | 1041       | .0049   | 4               |
| 13C4H6            | 1546       | .0085   |                 |
| 12C4H6            | 1972       | .0086   |                 |

ピークコード  
(ピークのベ  
スライン矯正  
分の内容を  
示すもの)

1) クロマトパック-E1A

図3

最少構成の装置である

構成: 8080CPU+ROM

+RAM

価格: 88万円



2) クロマトパック-1A, 1AX

図4

カセットテープを補助メモリーに持ち、プログラムや分析パラメータ、測定値などをこれに記憶する。

構成: 8080CPU+ROM64B+RAM8KB

+カセットテープ 64KB

(同 1AXはRAM 16KB)

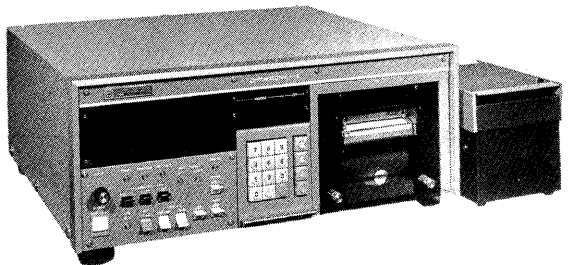
プログラム量: 1Aは約15KB,

1AXは約25KB

価格: 160万円 (1AXは190万円)

販売数: 1Aは約350台,

1AXは約100台



3) クロマトパック-4B

図5

前2種が分析装置1台のみのデータ処理を行うのに対してこれは4台までの分析装置の同時併行処理を行い、データ容量の拡大や文字データ取扱いなど機能も高めてある。

構成: 8080CPU

+ROM 256B+RAM 16KB

+フロッピーディスク 256KB

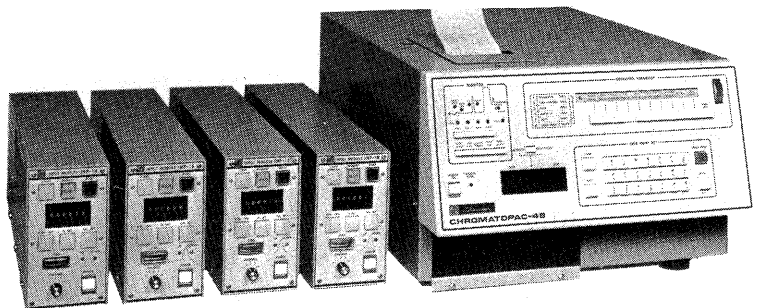
プログラム量: 約40KB

(おまけ: ハートウェア診断  
プログラム約5KBが組込まれている。)

価格: 本体 360万円

+インポートモジュール 40万円×4台

販売数: 約50台



これらの開発順序としてまず標準機能の1Aを完成し、これを改良した1AXを作った(いずれも昭和49年11月に発表)。ついで、これを簡略(単なる簡略化ではないが)にしたものとしてE1Aを発表し(発表は51年10月)、一方性能をあげた4Bを51年4月に発表した。

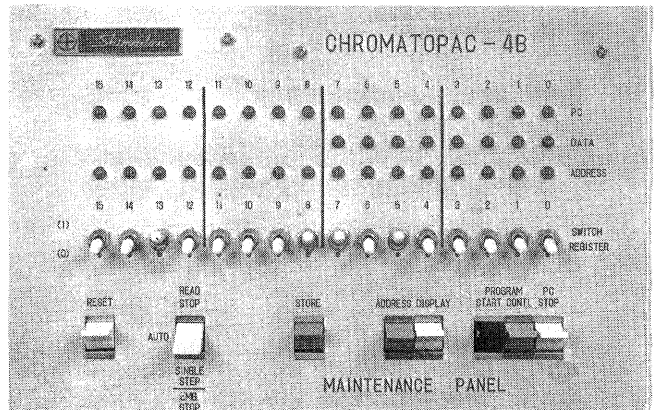
これらの開発用装置として次のような4種のものを自作した。

#### 1) コントロールパネル 図6

メモリー内容表示や変更、プログラムの進行や停止の制御、ブレークポイントの設定、シングルステップ制御などが行える。

#### 2) 拡張メモリー

32KBのRAMで、プログラムデバッグ時の援用プログラム収納、カセットテープやフロッピーディスクの代用などに用いる。



#### 3) セルフアセンブラー

CIAをベースにインクジェットタイプライターを付加し、カセットテープベースで用いる。プログラムは自作。ソースプログラムエディターも含まれる。

#### 4) クロスアセンブラー

パンチカードのソースプログラムよりラインプリンターにリストを、高速紙テープパンチャーにオブジェクトを出力する。下構成のミニコン共用施設(FU200+CR+LP+PTPR等)を利用し、FORTRANベースでプログラム自作。+メモリ5MB  
3)と4)は開発形態により使い分ける。

#### 5) ROMライター

簡単なものを自作。

#### 6) 援用プログラム類

ローダー、アンパー、エディター、トレーサー、コピープログラム等。

これらは現在では開発システムなど便利そうなものが市販されているが、開発当初は自作せざるを得ず、その結果手間はかかったが手作りの味が生かされた使いやすく改良しやすいものになっていて効果をあげている。

また検査、生産、修理のための検査装置も種々自作した。

これらの業務に約5名が5年同僚従事し、他にも設計部門、検査部門などから参加してきた。業務分担は相当に流動的であって区分は明確でないが、概観すれば製薬ハードウェア開発に20%、ソフトウェア開発に30%、開発手段整備に20%、生産手段整備に30%程度のエネルギーが注がれた。

開発メンバーは、従来インテグレータを開発してきた元々はガスクロマトグラフ測定回路設計のグループと、ミニコンを主体とするシステムを開発してきたグループとに分かれたが、前者がつねに主導的に活動し、結局小形2機種についてはほとんど前者グループにより行われた。装置を構成する測定回路、制御回路そしてマイクロコンハードウェア、ソフトウェアを渾然と一体化させ、それぞれの特性を最大限に活かすミニマムコストを求めるこの種装置の開発においては、一面の製作

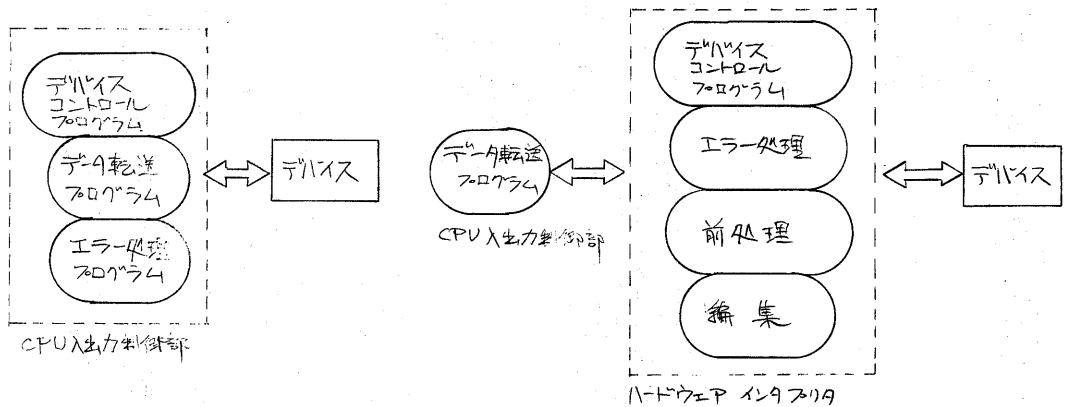
技術だけからではなく、利用面からの技術に絞られた多様な技術の集約が必要となる。 (これを技術の流水行く先から見た川下からのアプローチ (川上形と対比させて) という人もある。)

結局この分野では約5億円の開発投資と5億円の製造費、5億円の販売費を掛け、一たび収支つづねたといえるが引続き後継機種の開発を進めており市場を継続的に確保するのは容易な事である。

### 3. 入出力ターミナル制御への応用

ミニコンピュータを主体とした分析装置データ処理システム、あるいは医用情報収集処理システムなどにおいては、多数の分析・計測機器や入出力ターミナルが1台のコンピュータに集中して接続され、リアルタイムに作動するこれら接続装置に定数しようともCPUが併行処理の限度に達し、要求に応じきれない事態がしばしば起る。このため応答性、操作性の悪いシステムとなったり、あるいはこれを避けるために過大な構成、容量のシステムとしなければならぬ。

そこでターミナル側にマイクロコンを分散内蔵させ、入出力データを標準形式に変換するとともに、エラーチェックや情報の抽出圧縮などに操作者との知的な応答を行わせる方式が考えられ、これにより向來の医用情報システムにおいて実施した。

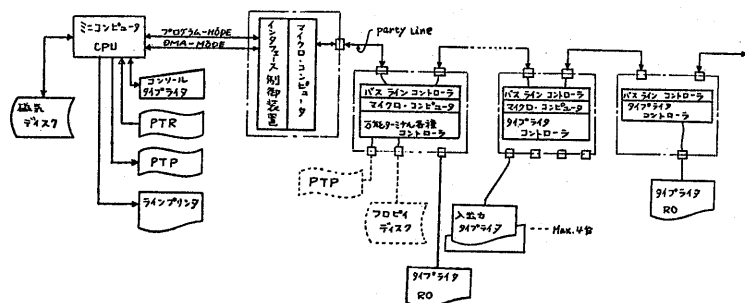
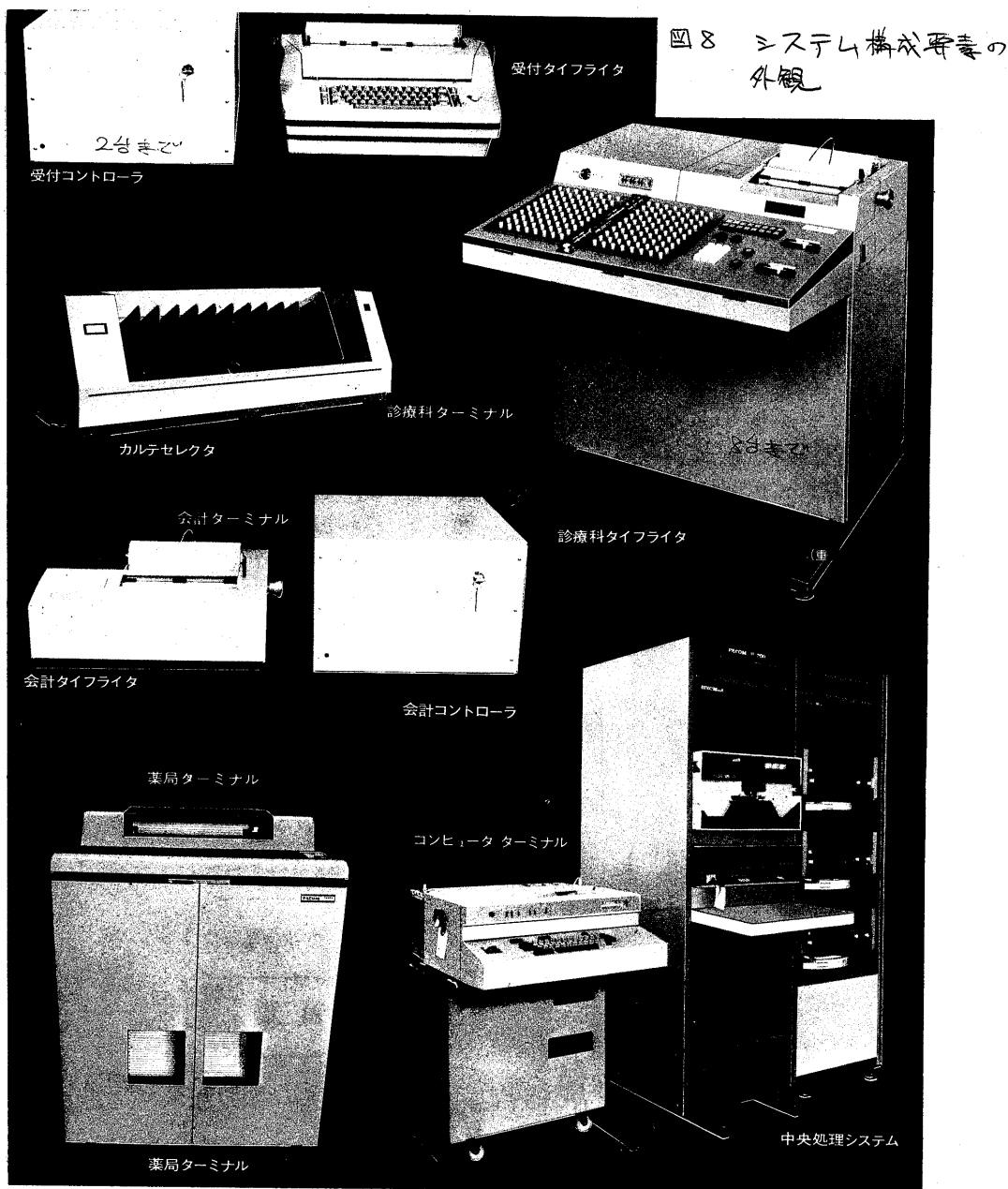


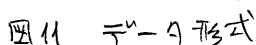
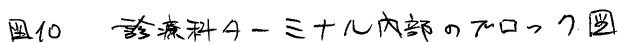
a) 一般的なデバイス  
コントロールの形式

b) ハードウェアインタフェースの形態

図7

この方式をわれわれなりにハードウェアインタフェースと称しているが、通常の方法では図7a)に示すように、CPU内での入出力制御の部分が大きくなるのに対し、b)の方法ではCPU側ではデバイスの種類、状態にとらわれることなく、単なる標準の入出力装置として制御できるようになる。実施例においては、さらにCPUの入出力制御部にはマイクロコンを使用し、標準形式で送受されるデータをDMA回路経由でCPUコアメモリに直接送受することとしてあるので、データ転送プログラムはまとめて簡単にやり所要時間や回数も少なくて、CPUはデータ入出力にあずらわれないが、コア容量、動作時間の両面でデータ処理に専念できることとなった。





この例におけるマイクロコンは更克TLC5-12を用いた。その理由は周辺回路のためのLSIが同時に発売され手軽に使えること、12ビット語長が8ビットデータにフラグビットを付けて扱うのに適していることなどであり、うまく使えば先の8080をも置き換えようとも考えていたが、結局メモリ容量が最大4K語までしか使えないのが欠点とあって、他にも命令体系がややわかりにくいことなどもあり、一部の使用にとどまっている。

アセンブラーはメーカーより FORTRAN で作られたものの供給を受けたが、高機能なゆえにメモリ容量が大きく、また拡張された FORTRAN の特殊な命令をふんだんに用いてあり、相当な期間挑戦してみたが結局わけわけのミニコンにのせることができません、別の機能の低い FORTRAN で作られたもの入手し使用した。マイクロコンピュータの設計やプログラミングはミニコンでなされた連中が当り、目的の単純なこともあ、てほとんど問題なく短期間に完了できたが、調整時 DMA 回路とのインターフェイスの部分は動作のタイミングが難しく、調整用に各種のマイクロコンプログラムを作って行、たがかなりの苦勞であった。マイクロコンで制御するほどの回路動作は一連のステップ数が44くらい複雑で、途中で誤動作が起きたときシミュレーションで追いかけるのが難しいのが主因といえる。

#### 4. マイクロコン応用装置の開発手段

先に述べてきたようなマイクロコン応用装置の開発経験を重ねるにつれてその得失がいろいろわかってきた。

- 1) マイクロコンの応用範囲は単純な制御から複雑なデータ処理などまで広く適用できること。
- 2) 完成したものの直接生産費は少額になるが開発費が大きくなること。
- 3) プログラム量は予想より相当大きめになる。これは装置内部に組込まれて（専ら単一目的の用途ではほとんどないが、人（操作者）との情報交換を必要とするような応用例ではエラー処理、操作性向上のためのプログラムなどがたくさん入りかちである。
- 4) 開発のための補助装置、手段が程々必要であること。
- 5) プログラムデバグ、回路調整、修理などが難しいこと。
- 6) 回路、プログラムの改良・変更が難しいこと。                      など。

われわれは目下 16 ビット語長のアーキテクチャを持つマイクロコンを利用しようとしている。（具体的にはテキサスインスツルメンツ 9900。）これまでわれわれはミニコンを主体とした計測システムの開発に取り組んで来たが、最新の 16 ビットマイクロコンは従来のミニコンをしのぐほどの強力なアーキテクチャを持ち、価格は相当に低いほか、回路毎事がバラバラであったので自由な構成組合わせをすることのできる適応性が高いこと、具体的応用例でも 8 ビットや 4 ビット語長のものでは荷が重く、あるいは 16 ビットのもののほうが（バイト命令も含まれており、）プログラム容量が短かく経済的などの利点を評価したからである。

しかし上述したように応用範囲の適用に対しては開発手段がネックになるところから次のような開発補助手段を用意して開発プロジェクトに臨んだ。

##### 1) ミニコンによる実験システム

開発分野が従来から手がけてきた未知要素の少ない分野ではここまで必要はあるまいが、新分野であって方式的に未定の部分が多く、実験・改良を重ねてプロトタイプを作りあげるときには、たとえ最終製品にマイクロコンを使う予定であっても開発途上の方式変更によりマイクロコン部分が追従しがたく、開発上のネックになる。そこで、実験によって方式を決定し、プロトタイプ装置を確実に仕上げるまでは予備に使えるミニコンを用いて行うこととする。われわれの部内では大構成のミニコン（OKITAC-4300B 32~64K 語、磁気ディスク、グラフィック CRT ディスプレイ、アログ入力、多重デジタル入出力付き）を高レベル言語 BICOMS（≡リアルタイム BASIC 言語、自社開発）で動作させ、応用範囲実験、動作テスト、実験データ整理などに効果をあげている。

##### 2) 開発用マイクロコンシステム

マイクロコンによる目的システムを開発するために開発用マイクロコンシステムを用意した（図 12）。次のような機能を持つ。

###### ・プログラム管理

ユーザフロ（ソースおよびオブジェクト）、オペレーティングシステム、ライブラリーフロ、開発用フロ（エディタ、アセンブラーなど）、ユーティティーフロ（ローダー、タンパー、コペーなど）をフロッピーディスクに管理する。

###### ・プログラム開発、修正、編集

ディスプレイターミナルより Interactive に行う。

・目的マイクロコンの動作エミュレート

EMULATOR MODULE を介して、目的装置内マイクロコンチップ（を  
取りはずしてエミュレートコネクタを差し込み）の動作エミュレートも  
用途システム内プログラム ~~あるいは~~ または 目的装置内プログラムにしたがって  
行う。

・目的装置の動作トレース

TRACE MODULE を介して目的装置内のいろいろな部分の状態を読取  
り、動作追跡、比較、記録などができる。

このようにして目的システム自体には特に用途のための余分な部分を付加  
することなく（それにより目的システムの構成にはより自由度が加わる）、  
便利な用途システムを介して短期間に高度のマイクロコンアプリケーションを  
完成させることができる。

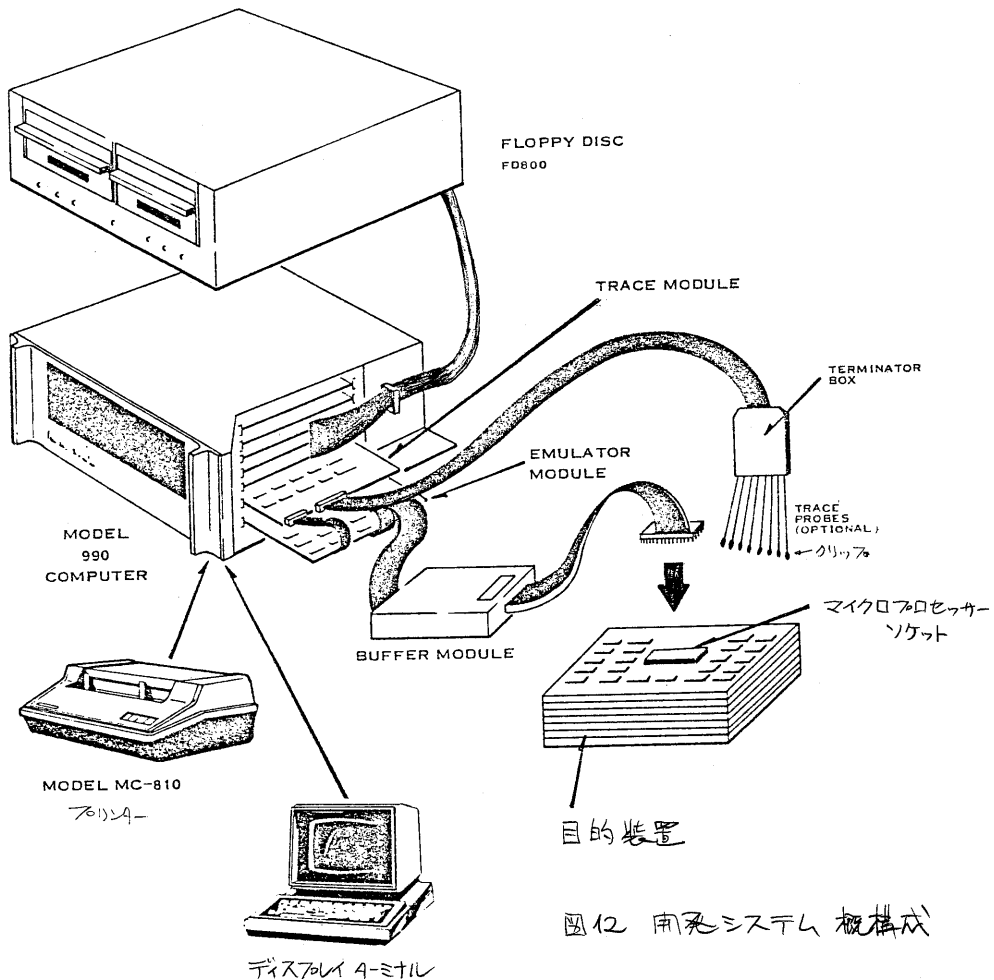


図12 用途システム概構成

(以上。謝乱筆)

付記 本稿は島津製作所内関係諸部門の協力により作成したものです。