

53—R009

# 応用からみたマイクロコンピュータ技術の 現 状 と 課 題

昭和 54 年 3 月

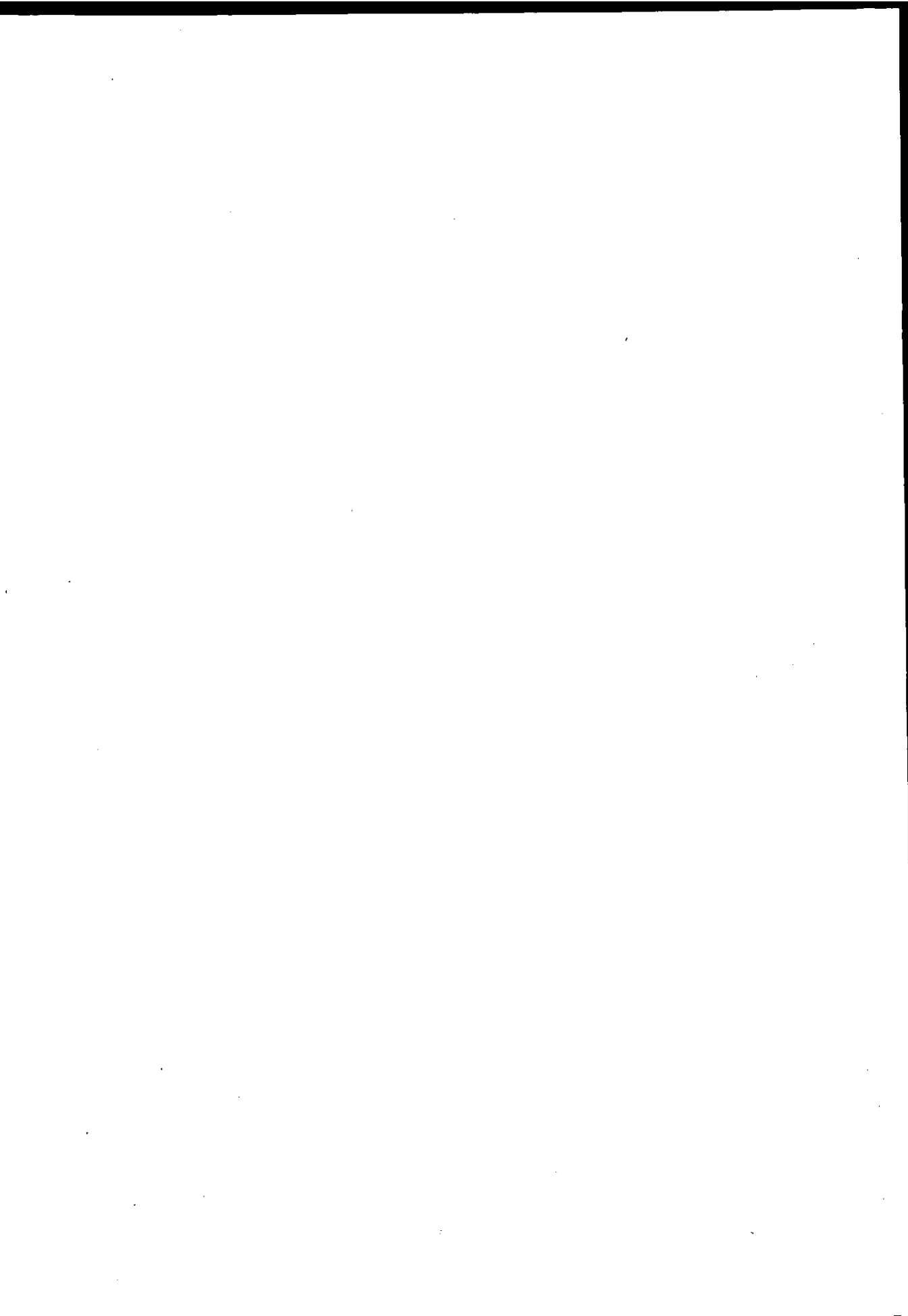


財団法人 日本情報処理開発協会

JIPODEC

53

R009





この報告書は、日本自転車振興会から競輪収益の一部である機械工業振興資金の補助を受けて、昭和53年度に実施した「マイクロコンピュータの応用に関する調査研究」の一環としてとりまとめたものであります。

## 序

今日マイクロコンピュータは急速に実用化が行われ、その重要性が多くの分野で認識されてきています。そしてその根底となる半導体技術およびマイクロコンピュータ技術は著しい進歩で新しい分野の開発が行われ、その応用製品も極めて多岐にわたり拡大することが予測されております。

このようにマイクロコンピュータの需要の高まりに即応して、マイコン産業に従事するものをはじめ、その利用者はマイクロコンピュータの開発にとまなう技術的な問題、将来動向についての把握等その応用技術的課題を理解していくことが必要とされています。

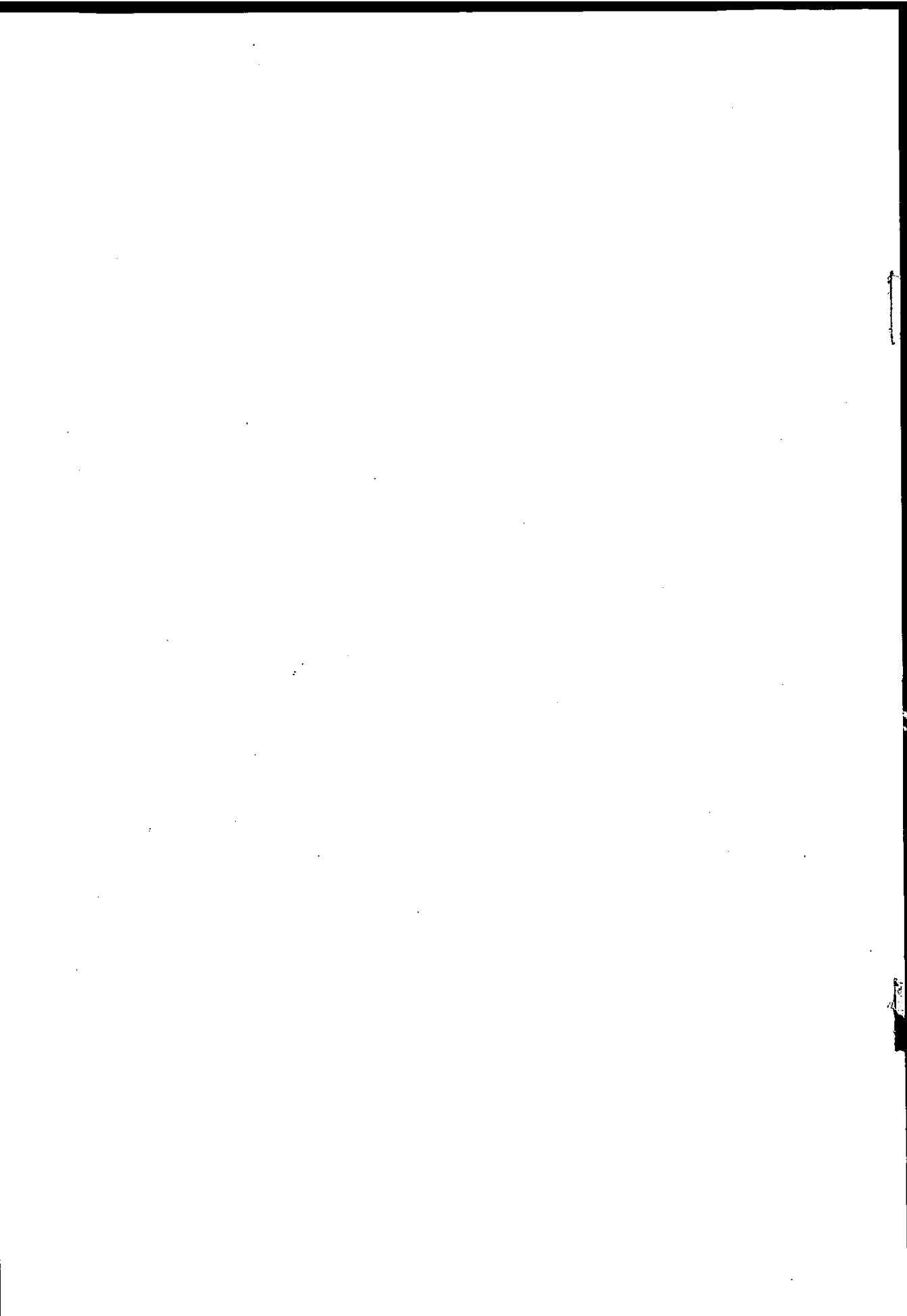
当財団では昭和53年度にマイクロコンピュータ振興センターを設置し、マイクロコンピュータ普及に関する応用の立場から技術的な研究を行ってまいりましたが、本年度はその初年度として、マイクロコンピュータの応用分野における応用の現状・基本的な問題点等主要分野についての調査を行いその結果を報告書として取りまとめました。

ここに本調査の実施に際し、業務ご多忙中にもかかわらず有益なご意見と、ご協力をいただきました関係各位に対し厚くお礼申し上げます。

本調査書が広くマイクロコンピュータの応用および応用技術に関係する方々に利用され、わが国産業の発展に寄与することを念願とする次第であります。

昭和54年3月

財団法人 日本情報処理開発協会  
会 長 上 野 幸 七



## マイクロコンピュータ応用技術調査委員会

(敬称略順不同)

|            |        |                                      |
|------------|--------|--------------------------------------|
| 委員長        | 西川 禎一  | 京都大学工学部教授                            |
| 委員         | 千葉 正   | 三菱電機(株)技術管理部技術計画担当部長                 |
| "          | 小野沢 賢三 | (株)写研 システム技術部課長                      |
| "          | 松永 秀人  | トッパン・ムーア(株)販促開発部長                    |
| "          | 小菅 政美  | 富士通(株)マイコン販売推進部                      |
| "          | 泉 宏    | 松下電器産業(株)電子機器研究所情報第5<br>開発室室長        |
| (第2回委員会まで) |        |                                      |
| "          | 真弓 和昭  | 松下電器産業(株)中央研究所情報第1開<br>発室室長          |
| (第3回委員会より) |        |                                      |
| "          | 吉田 清   | 日本電信電話公社 横須賀電気通信研究所<br>応用プログラム研究室調査員 |
| "          | 三田 輝   | アンドールシステムサポート(株)代表取締役                |
| オブザーバ      | 三宅 信弘  | 通商産業省<br>機械情報産業局電子政策課課長補佐            |
|            | 児西 清義  | 通商産業省<br>機械情報産業局電子政策課                |
|            | 鈴木 康仁  | 通商産業省<br>機械情報産業局情報処理振興課              |



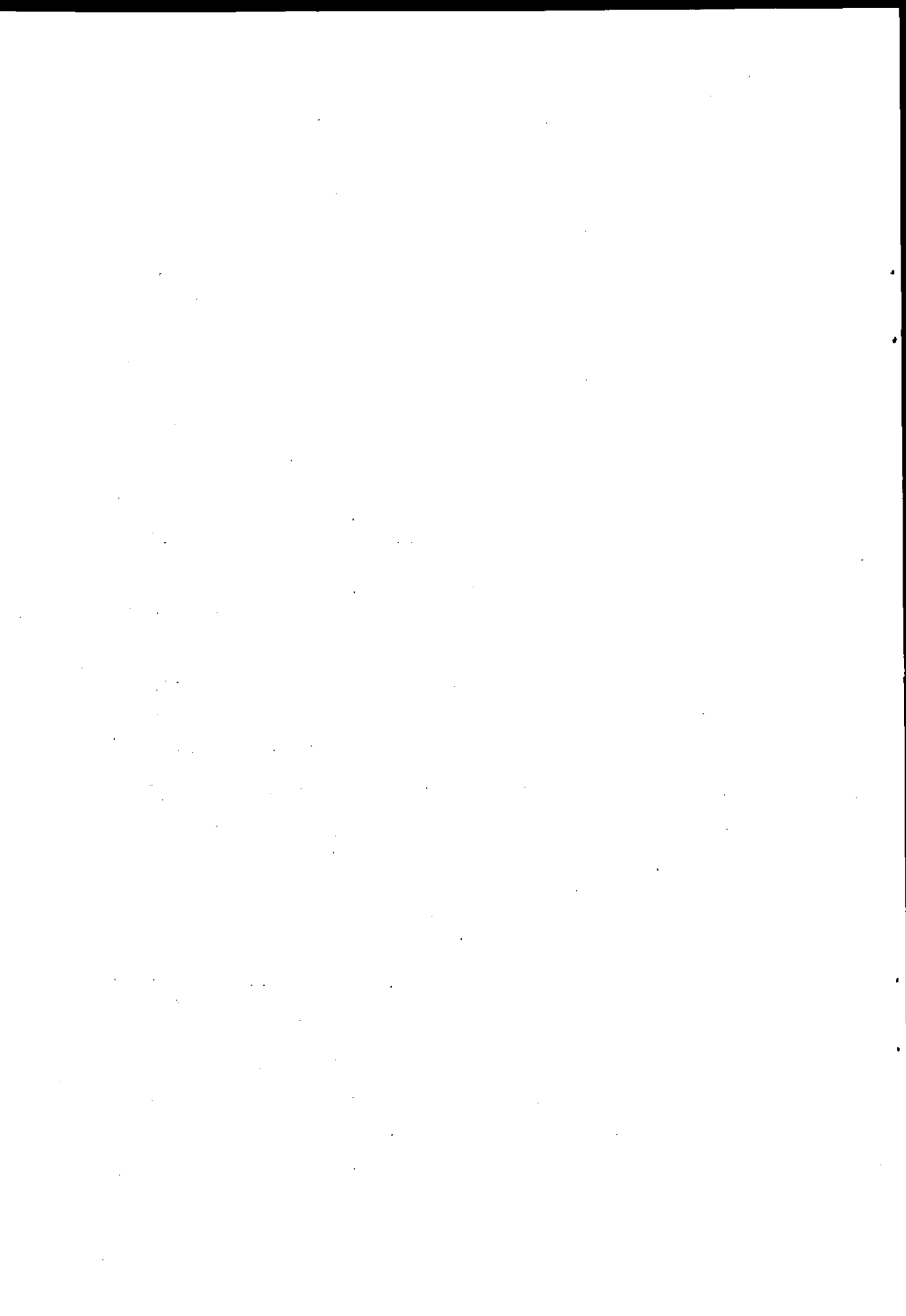


## 目 次

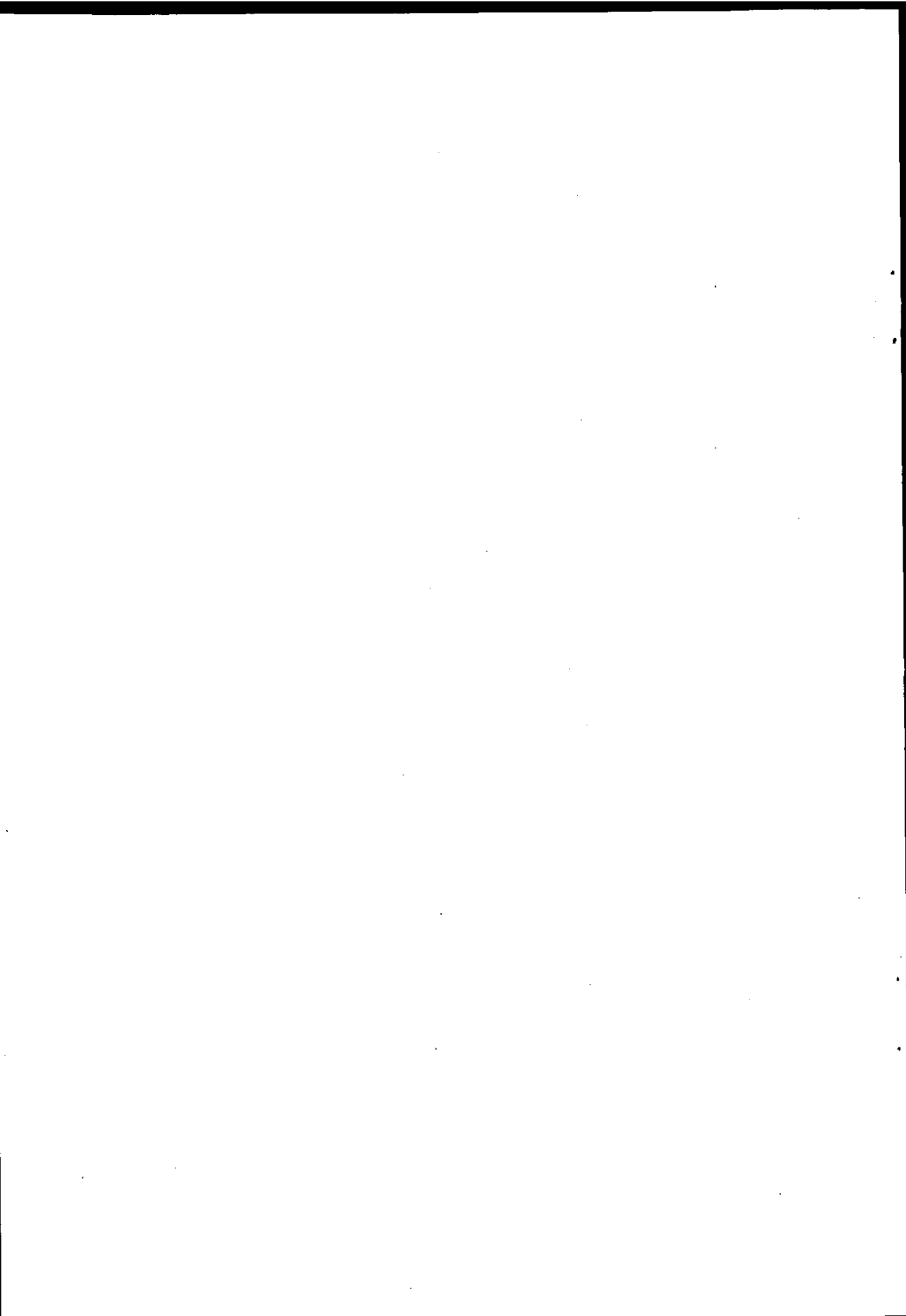
|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 序 論 .....                                               | 1  |
| 第 1 章 民生家電機器分野への応用 .....                                | 5  |
| 1. 1 はじめに .....                                         | 5  |
| 1. 2 映像機器 .....                                         | 7  |
| 1. 3 音響機器 .....                                         | 11 |
| 1. 4 家庭電化機器 .....                                       | 13 |
| 1. 5 調理機器 .....                                         | 15 |
| 1. 6 家庭用空調機器 .....                                      | 18 |
| 1. 7 自動車 .....                                          | 19 |
| 1. 8 趣味健康機器 .....                                       | 21 |
| 1. 9 結び .....                                           | 23 |
| 第 2 章 事務・サービス産業への応用（含，交通・運輸・通信） .....                   | 27 |
| 2. 1 はじめに .....                                         | 27 |
| 2. 2 卓上計算機（デスクトップコンピュータ） .....                          | 27 |
| 2. 3 事務処理，商業分野 .....                                    | 30 |
| 2. 3. 1 E C R（電子式金銭登録機・Electric Cash<br>Register） ..... | 30 |
| 2. 3. 2 P O S（Point of Sales） .....                     | 30 |
| 2. 3. 3 自動販売機と銀行用貯金引出機 .....                            | 36 |
| 2. 3. 4 その他 .....                                       | 37 |
| 2. 4 通信，情報処理分野 .....                                    | 38 |
| 2. 4. 1 ファクシミリ .....                                    | 38 |
| 2. 4. 2 インテリジェントターミナル .....                             | 42 |
| 2. 5 電子機器およびその周辺装置 .....                                | 47 |
| 2. 6 交通，運輸分野 .....                                      | 50 |

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 2.7 結び .....                                 | 52 |
| 第3章 工業分野への応用 .....                           | 53 |
| 3.1 はじめに .....                               | 53 |
| 3.2 工業分野における制御装置の動向と半導体の進歩 ..                | 54 |
| 3.3 工業の各分野 .....                             | 57 |
| 3.3.1 電力 .....                               | 57 |
| 3.3.2 鉄鋼業 .....                              | 63 |
| 3.3.3 上下水道における応用 .....                       | 66 |
| 3.3.4 機械工業 .....                             | 72 |
| 3.4 今後の課題 .....                              | 75 |
| 第4章 ソフトウェアの開発技術 .....                        | 79 |
| 4.1 マイクロコンピュータのソフトウェア開発の現状と問<br>題点 .....     | 79 |
| 4.2 高級言語の普及 .....                            | 80 |
| 4.2.1 マイコン用高級言語の動向 .....                     | 80 |
| 4.2.2 高級言語の使用状況 .....                        | 81 |
| 4.2.3 高級言語の標準化 .....                         | 84 |
| 4.3 ソフトウェアエンジニアリングの適用 .....                  | 87 |
| 4.3.1 ソフトウェアエンジニアリングとは .....                 | 87 |
| 4.3.2 マイコンへの適用について .....                     | 88 |
| 4.3.3 マイコンにおけるソフトウェアエンジニアリング<br>適用上の課題 ..... | 93 |
| 4.4 プログラムの流通 .....                           | 94 |
| 4.5 今後の課題 .....                              | 96 |
| 第5章 ユーザへのサポートシステム .....                      | 97 |
| 5.1 サポートシステム .....                           | 97 |
| 5.1.1 開発形態 .....                             | 97 |

|       |                           |     |
|-------|---------------------------|-----|
| 5.1.2 | ソフトウェア                    | 101 |
| 5.1.3 | 開発用システム                   | 102 |
| 5.2   | ユーザ教育                     | 106 |
| 5.2.1 | ユーザ教育の現状                  | 106 |
| 5.2.2 | ユーザ教育の課題                  | 108 |
| 第6章   | ユーザの立場と提言                 | 109 |
| 6.1   | マイクロコンピュータ応用製品と応用分野       | 109 |
| 6.2   | マイクロコンピュータ選定の基準           | 113 |
| 6.3   | マイクロコンピュータへの要望            | 114 |
| 6.3.1 | マイクロコンピュータの構成             | 114 |
| 6.3.2 | マイクロコンピュータの性能             | 115 |
| 6.4   | 書き換え可能なPROMへの要望           | 116 |
| 6.5   | 応用製品開発支援システムについて          | 116 |
| 6.6   | ユーザの事例紹介                  | 116 |
| 6.6.1 | 開発機器の紹介                   | 118 |
| 6.6.2 | ハードの選択                    | 120 |
| 6.6.3 | ソフトウェアの困難さ                | 120 |
| 6.6.4 | 周辺装置とのインタフェース             | 121 |
| 6.6.5 | システムハウスとの共同開発             | 121 |
| 第7章   | システム化技術                   | 123 |
| 7.1   | マイクロコンピュータの応用に当って体系化すべき技術 | 124 |
| 7.2   | 個々の技術の検討                  | 126 |
| 7.2.1 | 要素技術                      | 126 |
| 7.2.2 | 設計技術                      | 142 |
| 7.2.3 | 生産技術                      | 159 |
| 7.2.4 | 分散化とコンピュータ結合技術            | 164 |
| 7.3   | システム化に当っての検討              | 172 |
| おわりに  |                           | 179 |



# 序 論



## 序 論

1971年末に初めてマイクロプロセッサが発表されて以来、7年余になる。その間、素子の面では性能（集積度、速度など）、経済性および操作性（使いやすさ）に大きな質的变化と進歩が見られ、また応用の面でもその種類、量ともに著しく拡大されてきた。応用は初期の頃はデジタル情報処理、計測・制御などの分野に限られていたが、その後次第に広がり、現在では民生分野、教育分野、医療分野、事務・サービス産業分野、工業分野、さらには農業分野など多岐にわたっている。

マイクロプロセッサは、半導体メモリ（RAM、ROM、PROMの3種類に大別される）および入出力インタフェースと組合わせて単独のコンピュータとして使用される他に、小形、軽量、廉価、それに柔軟性、適応性の高さという特徴を活かして、いわゆる“機能部品”として用いられることが極めて多い。この機能部品としての特徴こそが、マイクロコンピュータを工業製品の知識集約化技術の中核に据えているゆえんであるということができよう。

ここでマイクロコンピュータに関する最近の技術動向を概観してみよう。

### (1) ハードウェアの動向

第1に機種の多様化があげられる。すなわち4ビット、8ビット、12ビット、16ビットおよびビット・スライスに分かれ（内部はさらに細分できる）4ビット機はワンチップ、ローコスト、準専用の動向をたどり、最も広く利用されている8ビット機ではワンチップ、ローコストの低位機種と高位機種への分化の傾向が見られる。また16ビット機やビット・スライス機では、ミニコンピュータとのソフト互換性を目指した高性能化（ミニコン化）が特徴である。また基本的なアーキテクチャが同一のいわゆるファミリー機種の内部においても、応用目的に応じてメモリ種別、メモリ容量、命令数、入出力機能などを変えて多様化をはかっている。

またCPU、メモリと比べLSI化の遅れていた入出力インタフェースに

も L S I 化の努力が払われ、汎用入出力インタフェース L S I，専用入出力機器インタフェース L S I，システム・サポート L S I などの開発が盛んである。

## (2) ソフトウェアの動向

マイクロコンピュータの応用の拡大に伴って、ソフトウェアの生産技術と生産性の向上が重要な課題となってきた。すなわちアセンブラ，エディタ，ローダなどの基本ソフトウェアの他に，入出力周辺機器の増加に伴ってオペレーティング・システム（OS）の整備や，P L / M，フォートランのような高級言語の利用が必須の条件となり，事実徐々に実用化されつつある。特に高級言語の利用によってソフトウェアの品質および生産性が向上するというメリットは，メモリ価格の低廉化の傾向と相まって，将来ますます浮かび上がってくるに違いない。

応用が広がるにしたがって，一方では解決すべき問題点がいくつか出て来ていることも事実である。もちろん，今日でもマイクロプロセッサの素子自体，技術上の問題点を残している。一つは処理速度の問題であり，もう一つは使用温度条件（特に上限温度）の問題である。これらが応用上の限界を規定していることは否めないが，その他により多くの「システムとしての問題点」があることに注意しなければならない。

システムとしての問題点は，ハードウェアとソフトウェアの2面に大別できるであろう。ハードウェアの問題点としてはまず第一に規格の統一化，標準化の必要性があげられよう。上述のようにプロセッサや周辺機器が多様化するにつれて，ユーザ側からはハードおよびソフトの互換性の要求が強まるのは当然の成りゆきといえる。最近では I N T E L 系，M O T O R O L A 系，F A I R C H I L D 系というように，いわゆる機種種の系列化が進展しつつあるが，機械部品におけるネジのように，より一属標準化が進められることが期待されている。しかし各系列のメーカーがそれぞれ独自の設計思想と技術をもち，またかなり膨大な既製の商品群をもっているという現実がある。しかも技術内容自体が日進



月歩的に変化しつつある状況下においては、一般的な標準化には障害が多過ぎるといわねばならない。強引な標準化はかえって混乱をひき起こし、また独自の技術開発意欲にブレーキをかけることになりかねない。

第二は入出力周辺機器技術の相対的な立遅れである。この二、三年来、ディスプレイや磁気応用技術の進展と、製品の低廉化は確かに目覚ましい。しかしなおLSI技術の進歩の速度には追いつけないでいるのも事実である。インタフェースのLSI化が軌道に乗り始め、またその標準化が進展を見せ始めているのは歓迎される。

ハードウェアに比べてソフトウェアにはより多くの問題点が存在する。応用の観点からは、マイクロコンピュータにおけるハードとソフトの機能と価格面でのバランスのとり方が設計上の一つのポイントであるが、応用の拡がりから考えると、現状でもソフトの比重は高いし、将来ますます高まるといわねばならない。大形コンピュータの場合でもソフトの生産性の伸びの低さ（現状ではせいぜい3～4%といわれている）が重大なネックとなっているが、ユーザに多くの負担がかかるマイクロコンピュータの場合、事情はより深刻である。ソフトの標準化、モジュール化、高級言語利用の普及、生産工程管理の改善の他、開発サポート・システムの整備、教育体制の見直しなど、解決しなければならない多くの問題点が山積しているのである。

本年度の委員会においては、まず応用の立場からみたマイクロコンピュータ技術の現状と課題について全般的にレビューを行うことにした。いきなり特定の応用分野について特定の課題を取上げるよりも、全般的な視野の中から緊急度が高く、また本委員会として取上げるにふさわしい課題を見出すのが適当と判断したからである。

本年度は計5回の委員会を開催したが、第1回にはまず自由討議を行った末に、上記のような方針を確認した。第2回には各委員がそれぞれ独自の立場から現状と問題点に関する意見を述べ、またそれに基づいて討論を行った。その過程から、異なった立場からの見方を理解し、相互の認識を深めると共に、委

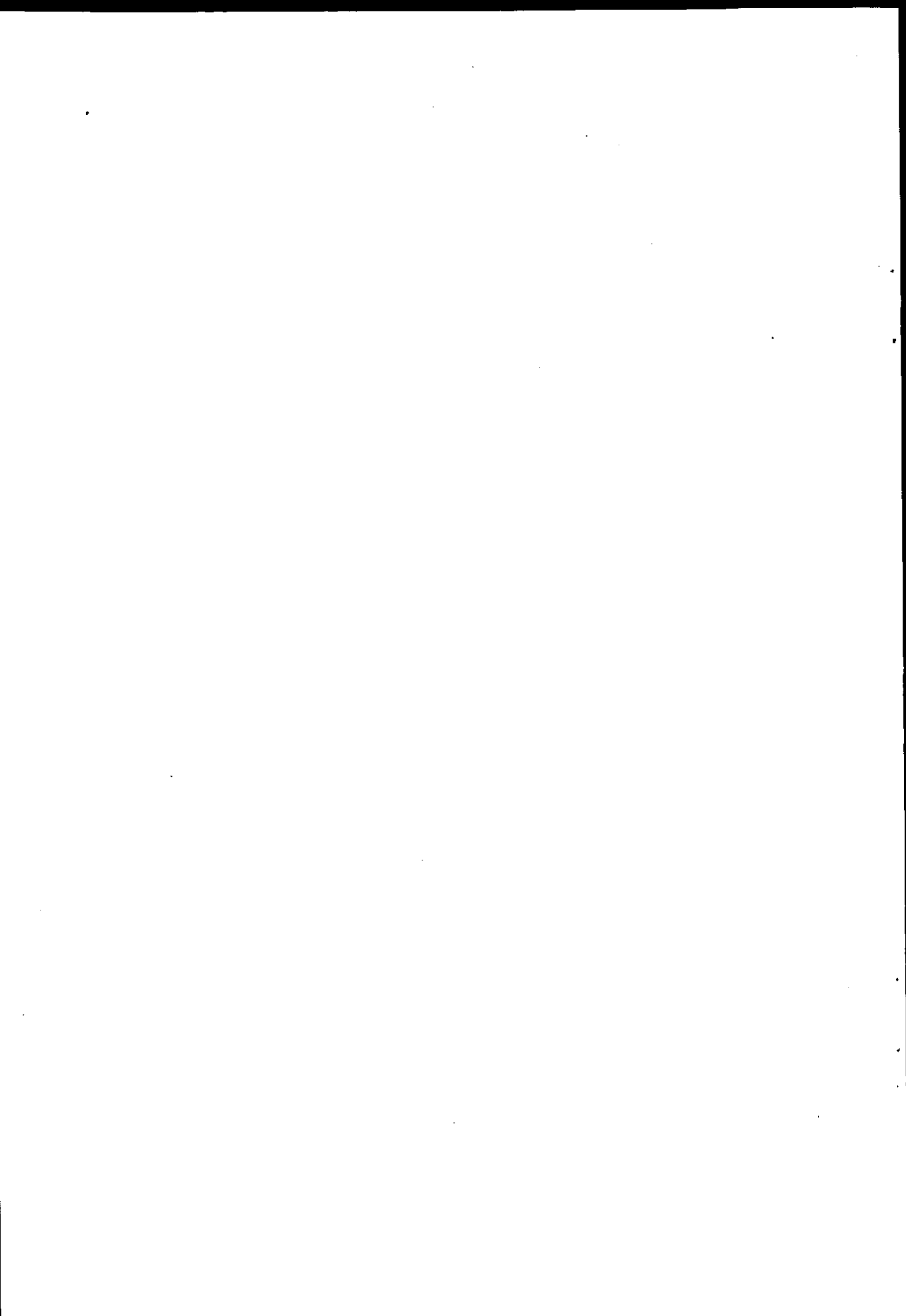
員会としてある種のコンセンサスを形成することもできた。第3回目には前回の論点を整理してさらに討議を重ねた後、それを報告書の形にまとめる具体的な手順について意見を調整し、章立てと内容の要点および各委員会による分担について結論を得た。第4回には各自が用意した報告書の原稿について説明し、細部の調整について意見を交換した。第5回は最終稿について確認すると共に、本年度の作業に対する総合討議を行い、さらに今後取上げるべき課題について自由討論を行った。

以上のような経過を経てまとめられたのが本報告書である。報告書は7章から成っているが、第1～第3章は現状において比重の高い3つの分野の各論である。すなわち、第1章においては近来拡大の最も著しい民生・家電機器分野への応用、第2章では最も早く拓けまた現状でも最大の市場を有する事務・サービス産業（交通・運輸、通信を含む）への応用、そして第3章では技術レベルの高い工業分野への応用についてまとめた。各論としてはこの他に需要の増大しつつある医療分野への応用も予定されていたが、都合により本年は割愛することにした。

第4章では最も問題点の多いソフトウェアの開発技術について、また第5章では応用の進展にとって必要なユーザへのサポート・システム（ユーザ教育を含む）について述べている。第6章はユーザからの直接の要望と提言であり、メーカーやシステム開発者にとって示唆するところが多いであろう。最後の第7章はシステム化技術について広い立場から体系的にまとめたものであり、他の各章の内容を横断的に総合化した性質のものとなっている。

それぞれの章は豊富な現実経験を有する著者によって分担執筆されたもので、応用の現状について具体的に要点を明らかにすると共に、随所に新しい発想法と提言を含むものとなっているのが特徴である。

## 第1章 民生家電機器分野への応用



## 第1章 民生家電機器分野への応用

### 1.1. はじめに

民生用エレクトロニクス機器は、人間のあらゆる活動に関りを持ち、人間の生理的、精神的諸欲求を充足し、人間生活の向上に寄与しており、民生用電気・電子機器が無ければ生活そのものが存続し得ないといっても過言ではない。

空調機器や照明機具による居住環境の快適化、洗濯機・掃除機・ミシン等による家事労働の省力化を実現し、各種の健康機器や防犯防災機器によって、健康の保持・増進や生活の安全性確保に寄与している。TVやVTR等の映像機器、録音機、ステレオ装置等の音響機器によって余暇活動が多様化し、各種の調理機器によって豊かな食生活を楽しめるようになった。種々の情報機器や自動車などによって人間社会により高度なものとなっている。このような機能を持つものが民生・家電機器である

エレクトロニクス、特にマイクロコンピュータの発展普及にともなって、これら機器の性能が向上し、機能の複雑・多様化を、その操作性を損うことなく実現し、各種の複合商品が増加している。また、電力や水などのエネルギーや資源のより効率的な利用が可能となった。

民生・家電機器へのマイクロコンピュータの応用は『部品的応用』と呼ばれる利用形態を採る。つまり、機器の使用者はその使用に際し、マイクロコンピュータの存在を意識することではなく、また、当然のこととしてコンピュータの利用技術を必要とすることなくその機器が本来提供すべき機能を利用する。マイクロコンピュータは機器の製造者が、その機器が本来的に有すべき機能を具現するための一個の機能部品として採用するものである。即ち、マイクロコンピュータはインテリジェントコンポーネントである。

民生・家電機器は不特定多数の利用者を対象として大量生産されるから、プログラムは一種の金型と考えられ、一本のプログラムが極めて多数の機器に用

いられ、しかも、機器の使用者はプログラムそのものとは関りが無いので、改変されることはなく、インテリジェントコンポーネントは極力低価格であることが要求されるため、この分野ではプログラムメモリや入出力ポートを内蔵した1チップマイクロコンピュータが採用される。また、機器一台当りのプログラムコストは僅少であり、プログラムステップ数も、高々数キロバイトであるから、プログラム開発に高級言語が利用されることは無く、一般に、クロスアセンブラ、場合によってはマシンコードが利用される。

民生・家電機器に於けるマイクロコンピュータの利用は、図1-1に示すように、従来マイクロコンピュータを利用せずに具現していた機能をマイクロコンピュータで置換して具現し部品点数の削減、コストの低減、信頼性の向上などを目的として始まり、続いて、価格やサイズ等の制約から提供できなかった機能をマイクロコンピュータを利用して拡大・充実を図り、さらには、従来実現できなかった新しい機能を具現するところまで展開している。マイクロコンピュータの利用が高度化するにつれて「ホームコンピュータ」のような、今までに存在しなかった新しい概念の民生用エレクトロニクス機器の誕生が要望される。

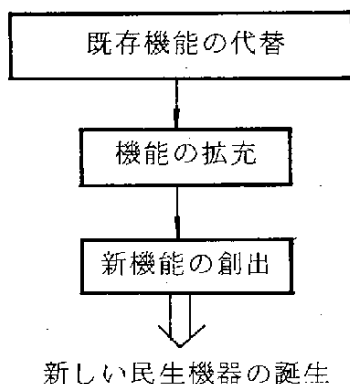


図1-1 マイクロコンピュータの利用展開

マイクロコンピュータを単に時計やタイマとして利用し、「見せ掛けの新機能」を提供すべく『時計の氾濫』が見られるが、これが淘汰され、マイクロコンピュータが、機器の目的機能である本来性能の向上と、機能の多様化を操作性を損うことなく、しかも、市場に容受される価格で実現する「本来的応用」の時代が期待される。このためには、マイクロコンピュータの利用技術だけではなく、センサやアクチュエータなどに於ける革新が必要である。

## 1.2 映像機器

T V受像機やV T Rに代表される映像機器は情報のマスメディアであり、余暇利用を多様化し、教育・教養活動に役立つ多目的な民主エレクトロニクスである。

T V受像機へのマイクロコンピュータの導入は、選局機構の電子化、遠隔操作機構の高度化、番組予約機構の実現といった目的で実施されている。

選局装置の電子化が進み、電圧シンセサイザやP L L周波数シンセサイザによる電子チューナが一般化し、この制御素子としてマイクロコンピュータが利用されるようになった。図1-2は、マイクロコンピュータによる選局システムの一例であるが、直接選局機能、順次自動サーチ選局機能、周波数微調整機能を有している。

遠隔操作（リモコン）も高度なものが要求され、電源のO N / O F F、チャンネル直接指定、音量の増減、一時消音、輝度・コントラスト・色調の調整など極めて多数の機能を持つに至った。図1-3は16機能リモコンの一例を示すものである。この例で特徴的なのは制御コードはパルス符号化されているため、リモコン信号の搬送周波数は一波であることと、音量は一定周期で繰返される方形波のデューティファクタで表現され、この信号を抵抗とコンデンサによって積分することによって音量制御電圧を得ていることである。

番組予約システムは、番組の予約、目覚し機能（お早うタイマ）、自動休止機能（お休みタイマ）、時計機能を含んでおり、予約可能な番組数は5～16

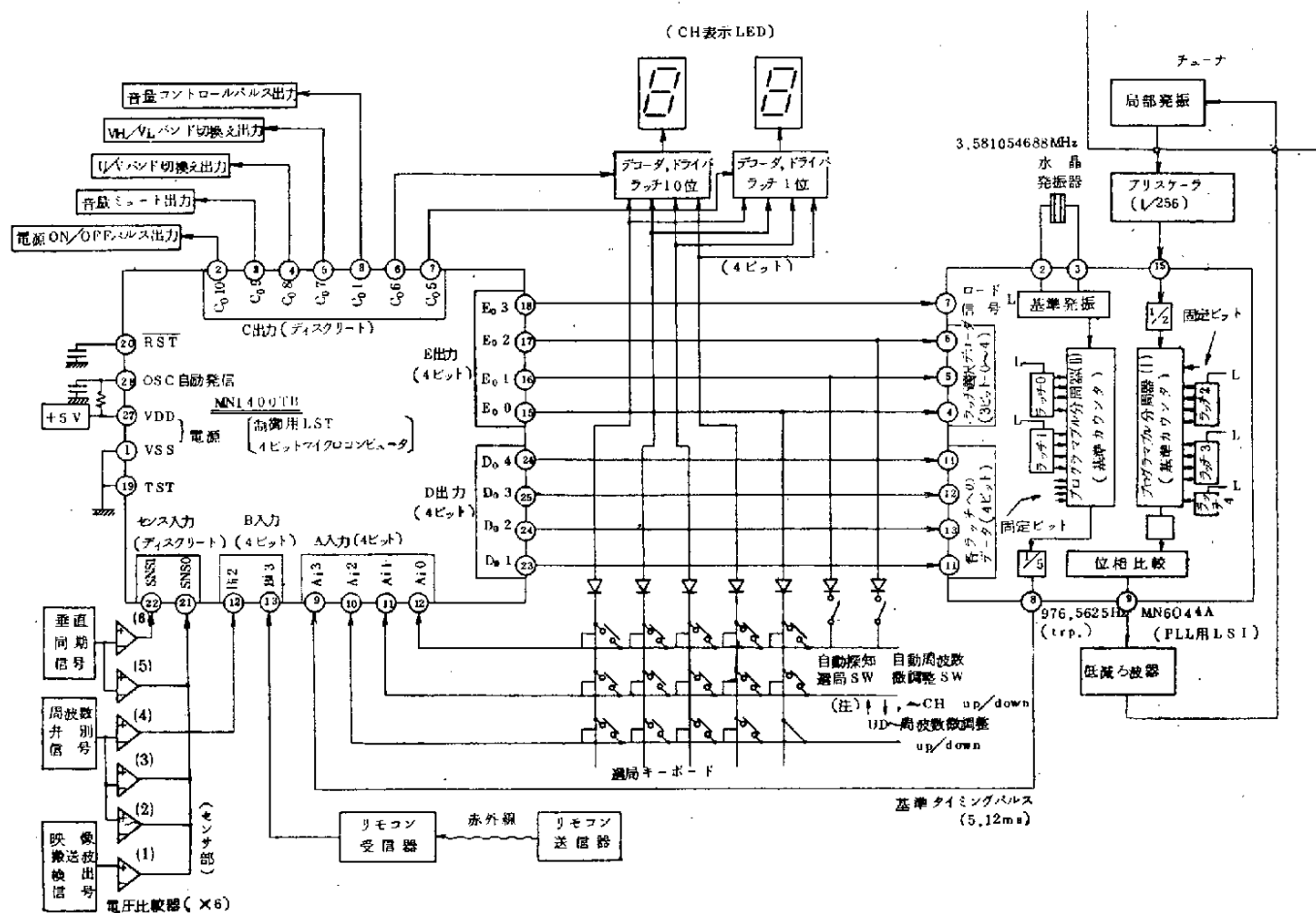


図1-2 TV選局システムブロック図



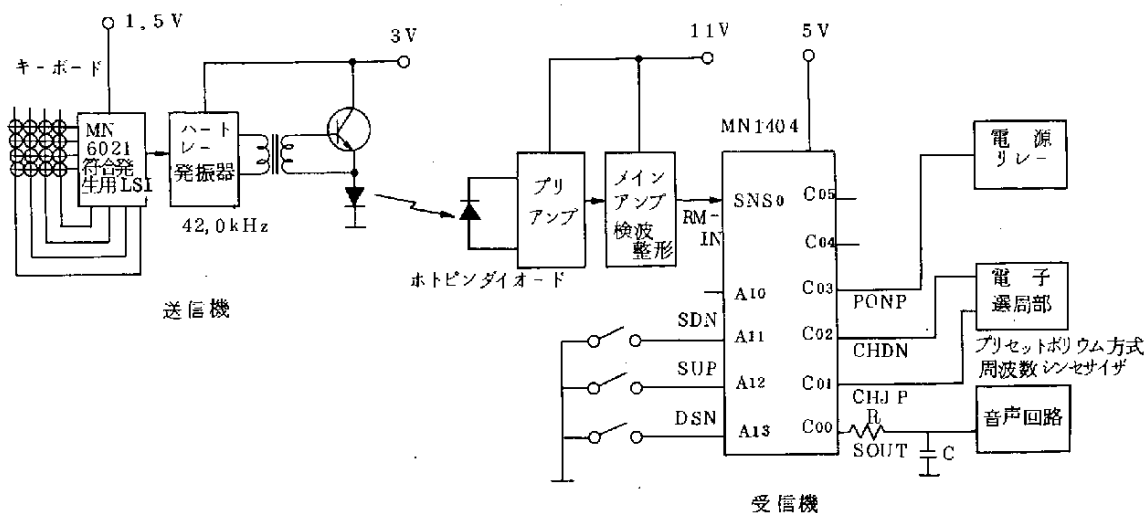


図 1-3 TVリモコンシステム

で、予約期間は1週間が一般的である。さらに毎日の定時番組を予約することも可能にしている。

VTRへの導入は、VTRの利用方法の高度化を目的とする留守番録画システムやVTR機構の制御を電子化することによって複雑な機構系の信頼性や操作性の向上を目的とする「メカコン」、さらにはカメラ部からVTR本体の操作を可能とする「リモコン」などに見られる。図1-4はプログラマブルVTRの一例である。この例では一週間以内の任意の時刻に始まり任意の時間帯の任意のTVチャンネルの番組を4番組まで予約可能で、しかも録画開始に先行して、テープ上に「しおり信号」を記録するため、再生や早送り時に「頭出し」が可能となっている。

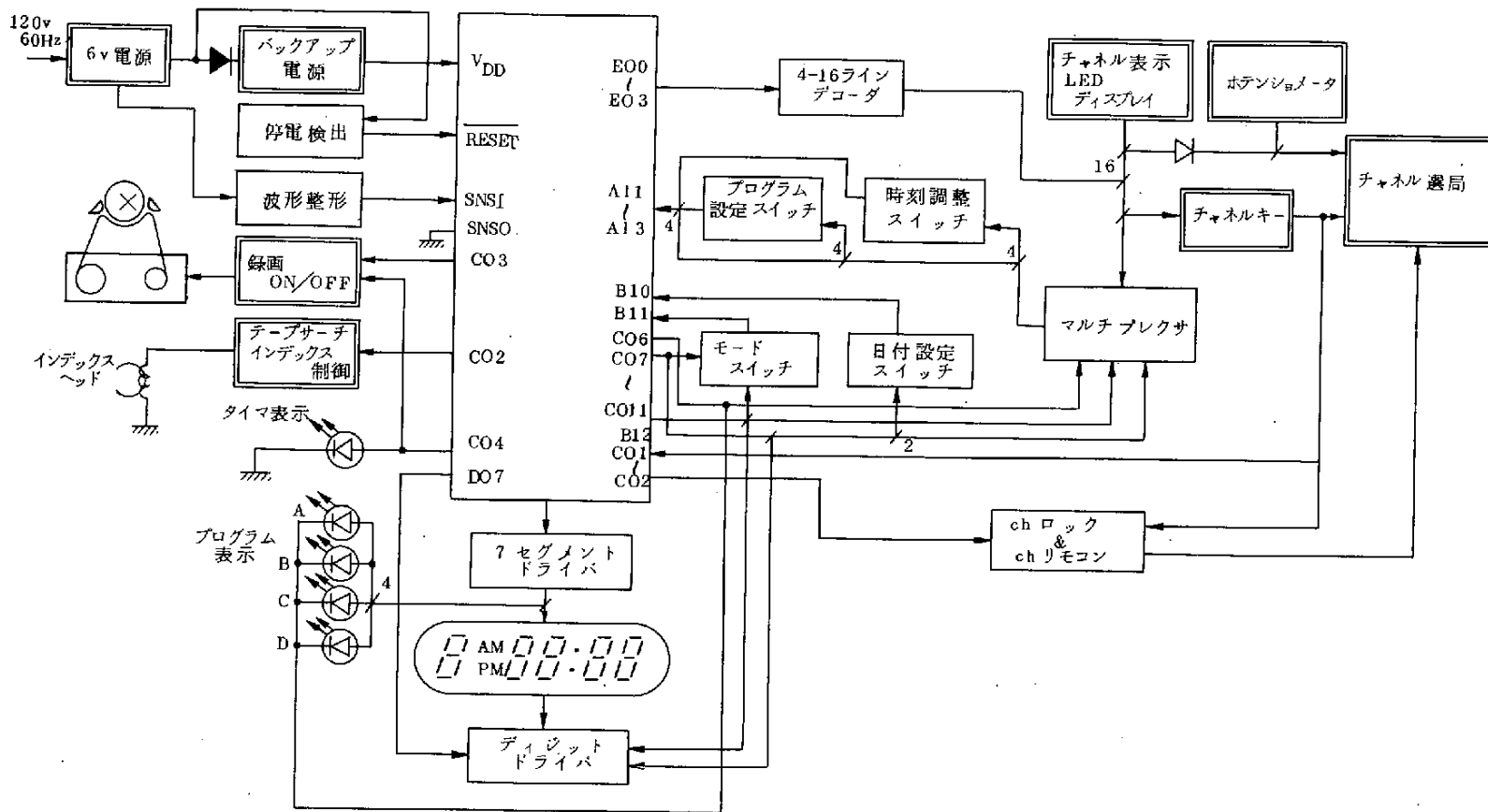


図 1 - 4 番組予約 V T R

### 1. 3 音響機器

ラジオ・ステレオ装置、録音機などに代表される音響機器は、余暇の活用や教育教養活動に関りを持ち、人生に潤いと安らぎを提供するエレクトロニクス機器である。

現状では、マイクロコンピュータは、ラジオの本来性能である受信感度・周波数選択度音質などには直接関与していない。周波数シンセサイザなど同調機構の電子化と関連して選局操作の簡単化などに、その応用が見られる。また、時計などとの組合せによる複合機能を有効に実現するために導入される。

図1-5はステレオ装置用のプログラマブルタイマの一例で、PLL周波数シンセサイザ方式のFMチューナと結合して、FM放送の選局、アンプ・チューナ・テープデッキを集中的に制御するものである。時計部は24時表示の週間時計で、曜日・時刻・チャンネル選局アンプの電源・テープデッキの電源をプログラム内容とする32のプログラムを予約できるものである。

カセットテープデッキへのマイクロコンピュータの導入は図1-6にその例を見るように、操作性の向上と機能の拡大を目的とする。このテーププロセッサはテープ走行を希望位置で停止するメモリ付テープカウンタ機能、テープ走行量を時間表示するセコンドカウンタ機能、カセットテープに納められた多数の曲から予め選択された希望曲を抽出する自動選曲演奏機能、留守録音・目覚しなどのオーディオタイマ機能などを併せ持つものである。

また、レコードプレーヤに応用し、数曲が収録されているLPレコードから、複数の希望曲を希望順に希望回数だけ反復演奏する自動選曲演奏装置も発表されている。

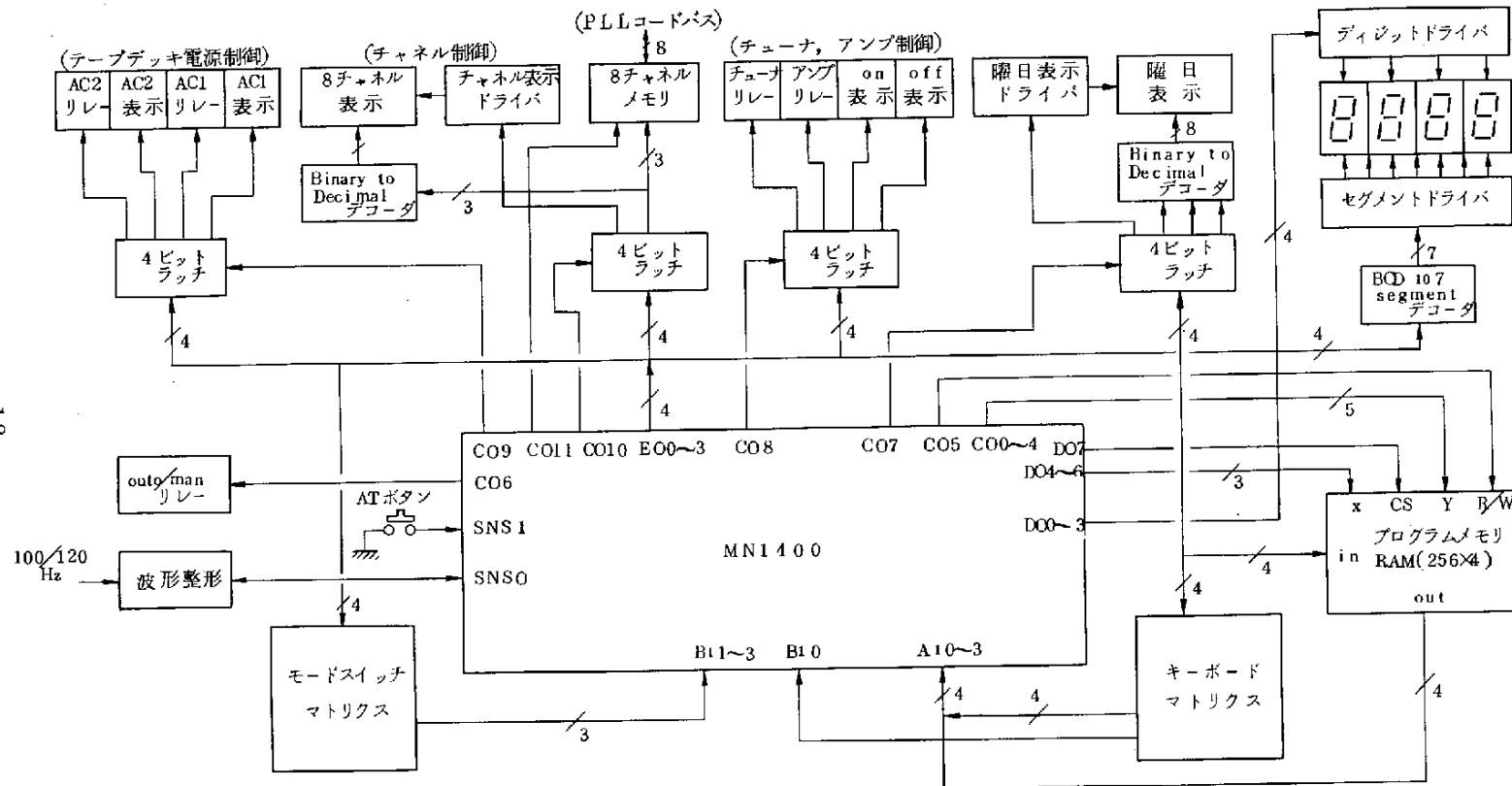


図 1-5 ステレオタイマ

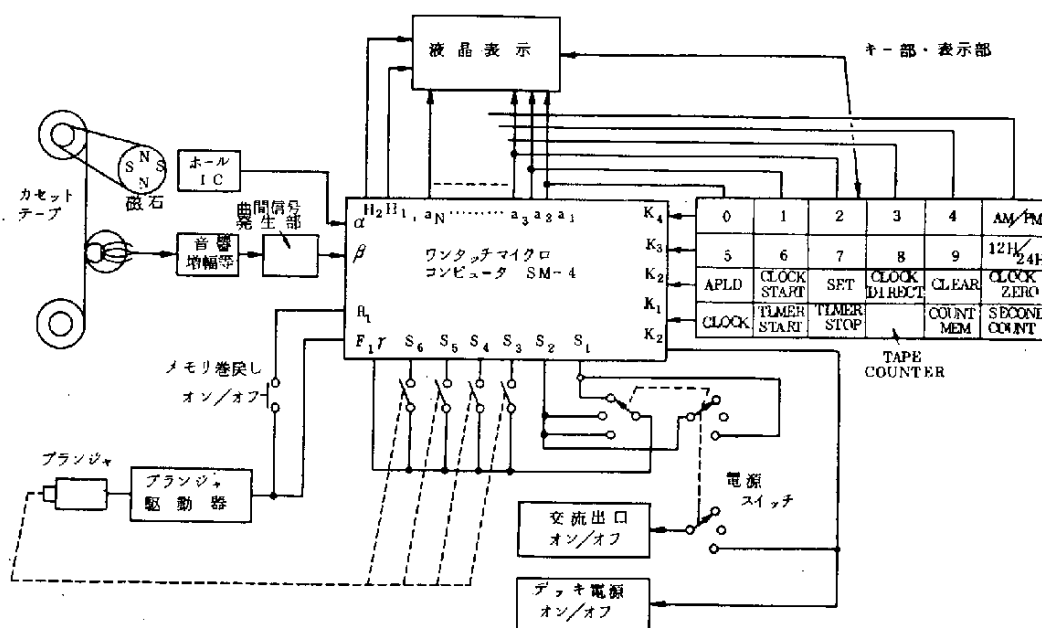


図 1 - 6 テーププロセッサ

## 1.4 家庭電化機器

洗濯機や掃除機などの家庭電化機器は家事労働の省力化に大きく寄与し、主婦の余暇を創り出した。

洗濯機にマイクロコンピュータを応用し、操作性と機能の向上と、水や洗剤の節約を図っている。図 1 - 7 は、洗濯機の一例であるが、この洗濯機は、水流・洗い時間・すすぎ時間・脱水時間などの組合せにより多数の洗いが選択できる。さらに、給水能力に見合った最適のすすぎ制御によって、節水と均一なすすぎ効果を得、また、脱水時に洗濯物の片寄りを自動的に修正する機能や種々の異常を検知し表示する機能も持っている。

また、従来カムや従動装置など多数の精密機械部品を組合せて構成されていたミシンにマイクロコンピュータを導入し、部品点数の削減や寿命の改善、組立ての簡易化などを実現している。図 1 - 8 はその一例である。この電子ミシ

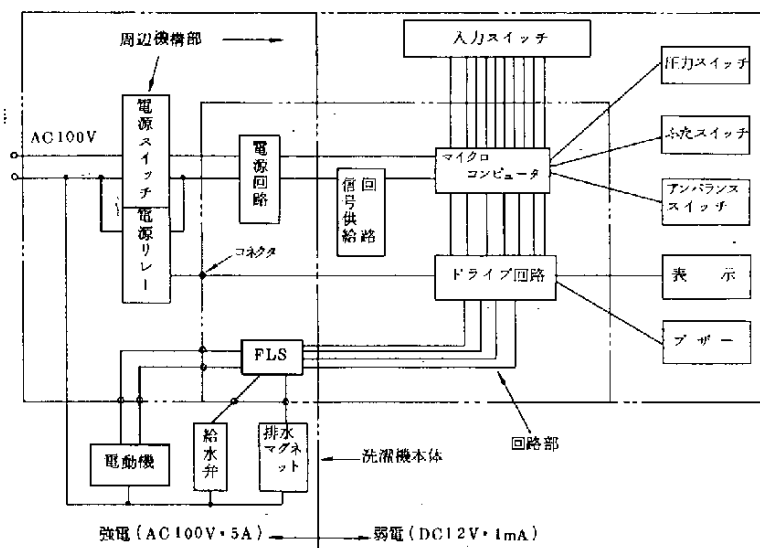


図 1 - 7 電子洗濯機

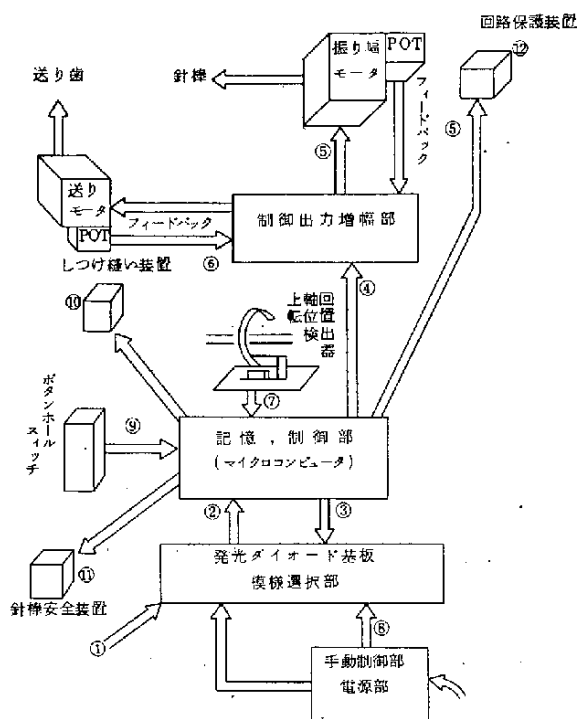


図 1 - 8 電子ミシン

ンは直線縫い・ジグザグ縫いなど25種類の縫い方を記憶しており、実用縫い・伸縮縫い・模様縫い・しつけ縫い・ボタン加工などが簡単にでき、これらの縫い方に最適の針振り幅や布送り量・方向が自動的に得られるようになっている。

模様編みが簡単にできる電子編機も発表されている。

また、冷凍冷蔵庫にマイクロコンピュータを採用し、温度・デフロスト・ヒータパワダウン・ファンディレイの各制御を実行し、冷凍・冷蔵の各庫に設けた温度センサとの結合により各庫内温度を監視し、収蔵食品の高品位保存を可能としている。この冷凍冷蔵庫の特長は、冷蔵庫の外気条件に応じた適正運転とデマンドデフロストコントロール、庫内食品温度を示す温度表示と昇温警告による食品の高品位保存、デフロストヒータ・ファンコントロールによる電力の節約などが可能なことである。

## 1.5 調理機器

日本人の食生活は和・洋・中華と極めて変化に富んでいるが、調理の基本は、煮る・揚げる・焼く・蒸すの4種であり、冷凍食品と調理済食品の普及により、解凍と再加熱が加わる。調理機器も電子レンジ、オーブン、グリル、トースタ、炊飯器、誘導加熱器など種々のものがあり調理機能の拡大や操作性の向上などを目的としてマイクロコンピュータが導入される。

電子レンジへの導入が最も早く、これが家電機器へのマイクロコンピュータの応用期の幕開けとなった。これらの導入は、従来のモータタイマをマイクロコンピュータに置換し加熱電力と加熱時間の組合せが設定できるプログラム調理機能、温度プローブとの結合による温度調理機能、時計機能を利用するプログラムタイマを特徴とするものである。最近では、電子レンジの排気口に設けた湿度センサとの結合によって、従来の機能に加えて、自動調理を可能としたものもある。図1-9はその構成である。この調理原理は、食品を加熱すると図1-10に示すように排気に於ける湿度は変化し、食品に含まれる水分が沸

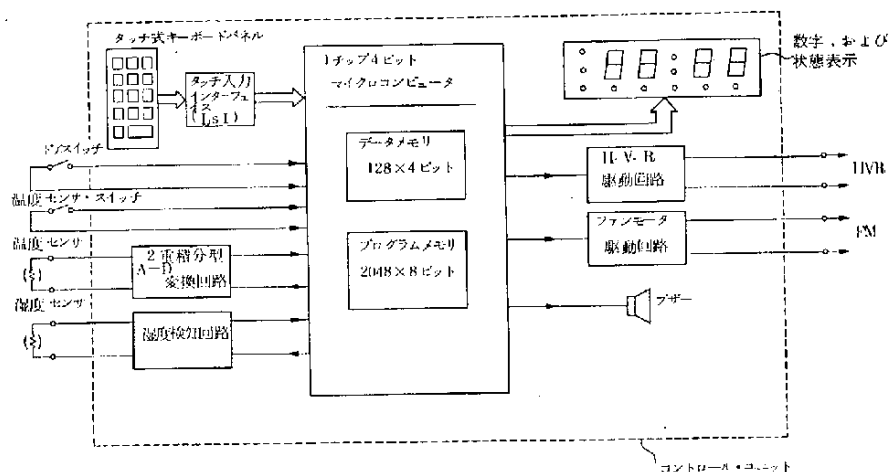


図 1 - 9 電子レンジコントロールユニット

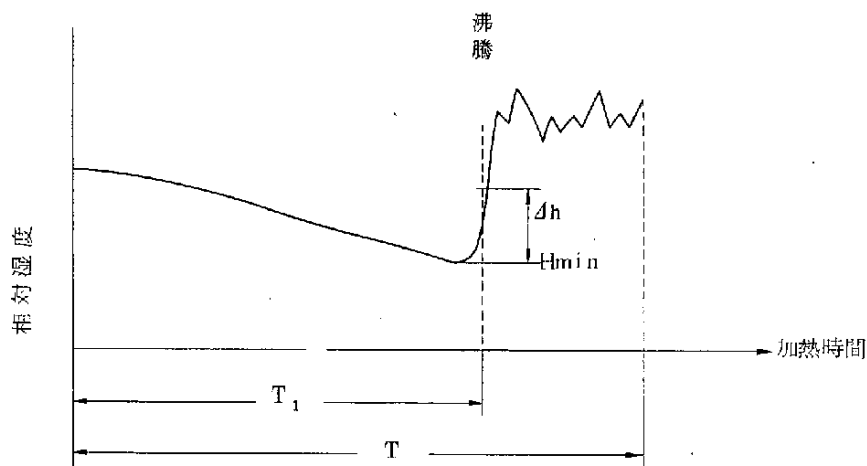


図 1 - 10 加熱にともなう湿度変化

とうし始めると急に上昇し、この湿度急変までの加熱総間と調理終了までに要する総可熱時間との間に特定の関係があることを利用するものである。この電



子レンジは、自動調理機能、3段階の温度プログラム調理機能、自動解凍機能、保温機能、調理メニューの記憶機能を持っている。

ガス比例弁をアクチュエータとし、多段加熱がプログラムできるガスオープン／グリルも発表されている。このオープン／グリルは45種類の加熱パターン（調理メニュー）を記憶していて、食品に最適の調理が選択できる他、5種のボタンをユーザで設定できるようになっている。

米食に不可欠の調理器として炊飯器があるが、これにマイクロコンピュータを採用して「初めちょろちょろ、中パッパ」的な炊飯を実現するもので図1-11に一例を示す。この炊飯器は、炊く米の量を設定すれば自動的に火力を調節して炊飯・保温するもので、時間経過に応じて最適の炊飯温度曲線を得るべく火力を調節することが特徴である。さらに、こげ目を付けたり、粥を炊いたりすることもできる。

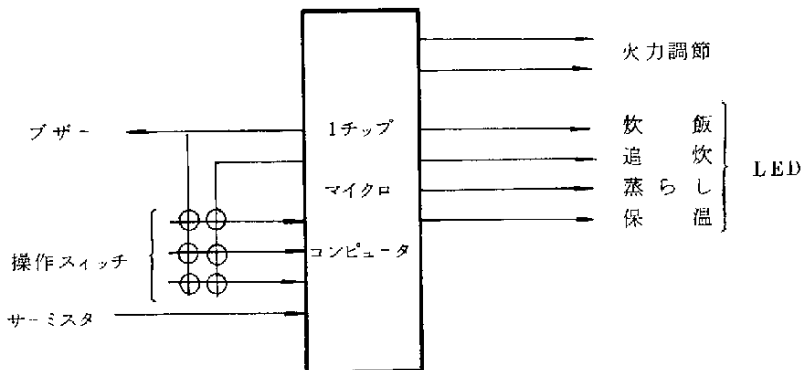


図 1 - 1 1 炊飯器の構成図

## 1.6 家庭用空調機器

快適な居住環境を確保するため冷暖房機器や照明器具があるが、エアコンも冷房専用からヒートポンプ式の冷暖房兼用、さらには、湿度のコントロールが可能な機種も発表されている。また暖房専用としてはFF式の温風機、石油ストーブなどがある。省資源・省エネルギー・操作性の向上などを目的としてマイクロコンピュータが導入される。

図1-12は、エアコン制御部の構成の一例であるが、このエアコンは設定温度に自動的に調整して冷房・送風・暖房運転を自動制御し、外気温度に自動的に室内設定温度をスライドして健康温度差を得ると共に省エネルギー化を企っている。また熱交換機の温度を検出して運転開始時に吹出し空気の温度が適温になるまで室内ファンの運転の遅延を行ったり、室外ファンの送風量を調節して最適運転を維持して快適性を向上している。さらに、除湿運転によって、室内の温度を下げ体感冷房効果を向上し、暖房時は室外ユニットの熱交換器の自動霜取りを行っている。また、デジタル時刻表示とタイマ機能を持っている。この分野でのマイクロコンピュータの応用は快適性の向上、省エネルギー化、操作性の向上などが目的である。

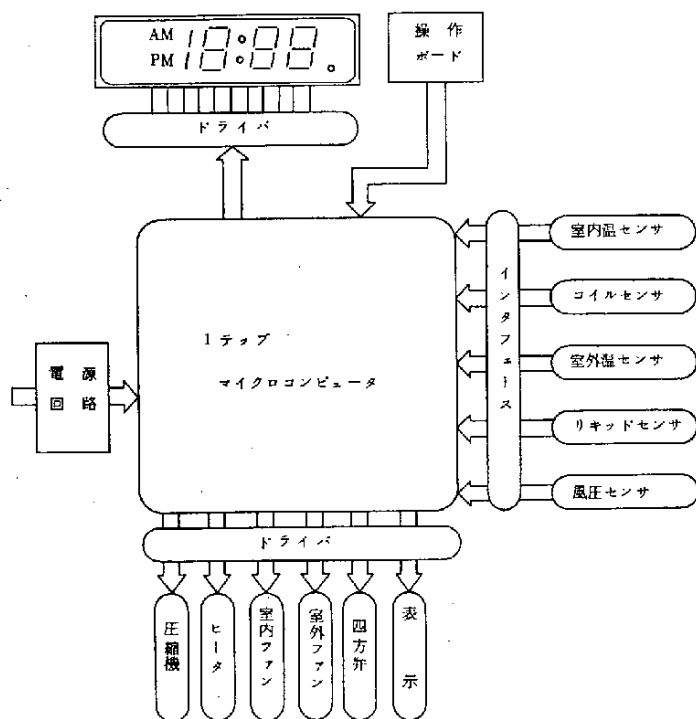


図 1-12 エアコン

## 1.7 自動車

自動車に於けるマイクロコンピュータの応用は、エンジン制御とメータパネルの制御に見られるがアンチスキッドなどの安全性の向上、カーエアコン・カーラジオなど電装品の高度化による居住性能の向上などにも適用される。

公害対策として自動車の排気ガスに対する規制が強化されている。一般に排気ガス対策をエンジンに施すと燃費、ドライバビリティが悪化するが、適当なエンジンパラメータを選びこれをうまく制御すれば排気ガスのレベルを準拠してしかも燃費、ドライバビリティを改善することができる。図 1-13 は、GMが開発した M I S A R と呼ばれる点火時期制御装置である。クランクシャフ

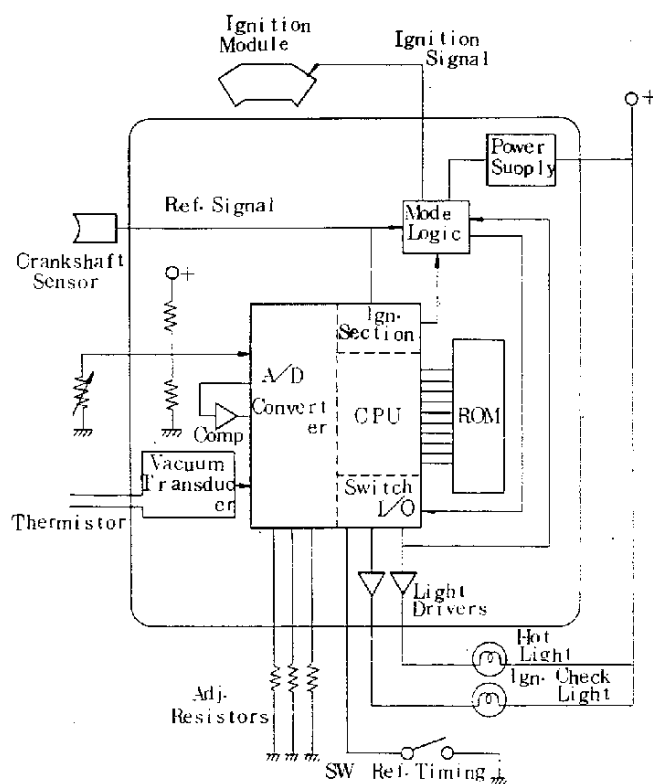


図 1 - 1 3 MISARの構成

トセンサ・冷却水温センサ・吸入負圧センサの信号を入力として、点火時期を制御するものである。また、図 1 - 1 4 に示すように燃料の噴射を制御する E F I を搭載した車がある。負荷・湿度・回転数などを検出して、最適の噴射時間を設定し、噴射ノズルの駆動通電時間をコントロールして、最適量の燃料を供給するものである。エンジンの負荷は吸気管に設けられたプレシャセンサで圧力として検出している。また冷却水温度や吸気温度などに応じて燃料供給量の温度補償を行っている。この E F I は、吸気系の抵抗が減り、エンジン出力が増加する、混合比が正確に制御されるため燃費が改善される。インテークバルブ直前で燃料が供給されるため加速・減速の応答性が向上する、燃料供給料が適正であるため、排気中の C O , H C を低下できるなどの特徴を持っている。

メータパネルにマイクロコンピュータを採用して、運転者に、従来得られな



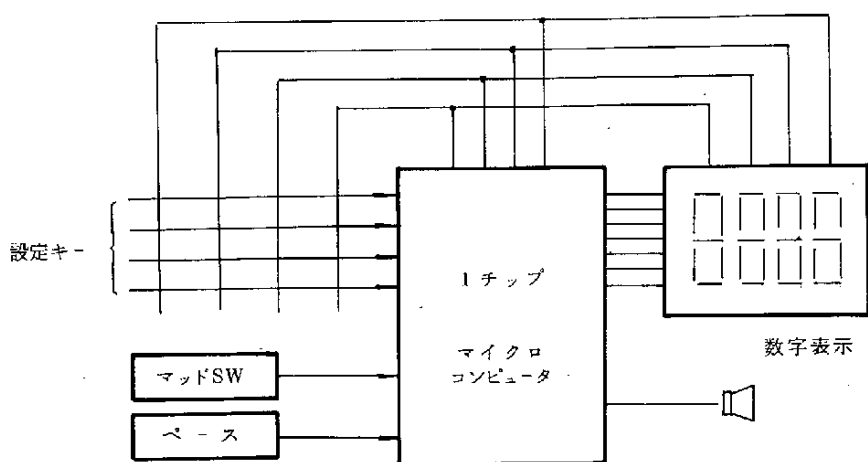


図 1-15 ランニングマシン

は空気ポンプの制御，脈拍の監視，最高血圧，最低血圧の計数表示を実施するもので，素人が簡単に使用できる。

TVゲームは典型的なマイクロコンピュータ応用機器である，ゲームがカートリッジの交換で簡単に変更できるものもある。

算数の計算問題を出題し，採点する「さんすう博士」や英単語のスペルを音声とともに学習させる“Speak and Spell”などの教育補器具があり，何れも，問題の難易度が設定可能で，楽しみながら学習できるように考えられている。また特殊なものとして遊びながら電子計算機のしくみが学習できる“Panakit”が発表されている。図1-16はその構成を示すものであるが，音楽の自動演奏機能，時計機能などを持ち「プログラム」「アドレス」などコンピュータの基本が学習できるものである。

電子オルガンに自動演奏，リズムの発生，音色の選択などを目的としてマイクロコンピュータを導入した例が発表されている。ミュージックシンセサイザはマイクロコンピュータあつての機器である。

カメラや8ミリ撮影機などに導入して，精密機構部品による制御を電子化し，

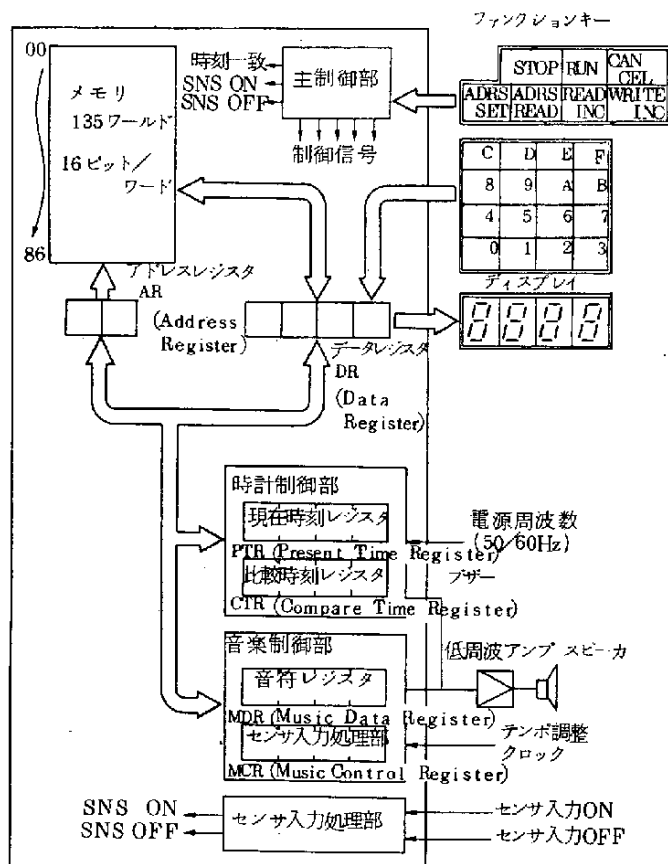


図 1-16 パナキットシステム図

部品点数・組立工数の削減，機能アップとコストダウンを同時に満足している。

## 1.9 結 び

民生用の機器は性格上，一人が複数種類の機器を利用するが，表示方法や操作手順がメーカー毎や機械毎に異なっていては極めて不便であり，これらの統一が望まれる。

マイクロコンピュータの採用によって，ディスクリート部品の点数は減少するが，センサやアクチュエータなど新しい部品が必要となる。マイクロコンピュータはLSI技術の進歩によって著しくコストが低下し，機能が向上しているが，センサやアクチュエータは，LSIの進みに適合する歩みはしていない。

これらのコスト低減や部品レパートリの拡大が切望される。また応用機器のメーカーにとっては、製品のサービス性の向上とサービスマンの養成が急務である。

マイクロコンピュータの応用は、今後もますます発展して行くが、マイクロコンピュータによって初めてその実現が可能となる、新しい民生用エレクトロニクス機器として「ホームコンピュータ」の誕生が展望される。これは、家庭用多目的多機能コントローラというべき装置で、自立形としては、教育機器・ゲームマシン・家政計算機などとして機能し、外に対しては、社会情報ネットワークに於ける家庭用情報ターミナルとして、内に対しては各種の防犯・防災モニタや宅内セントラルコントローラとして機能するものである。マンマシンインタフェース、特に音声入出力や漢字の入出力手段や、宅内データ伝送方式などに、革新的な解決を見て、豊かな情報化社会が展望される。

〔参考文献〕

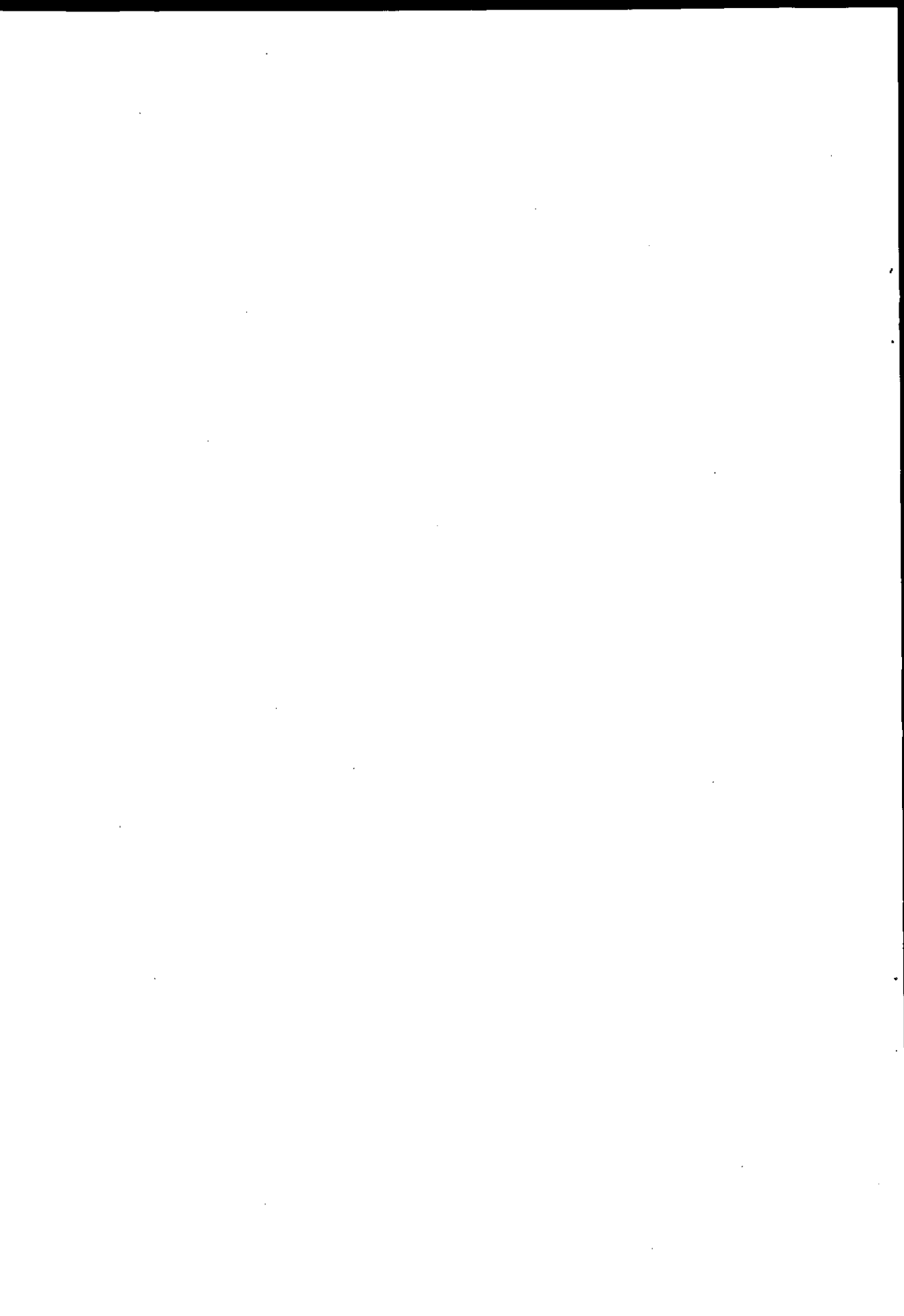
- (1) 真弓和昭「生活の向上めざして」IMAC'78（電子協主催）予稿集
- (2) 安細他「テレビ選局システム」マイコン応用マニュアル（工業調査会刊）
- (3) 安細他「カラーテレビ受像機の遠隔操作への適用」OHM Vol 65  
No 3
- (4) 真弓和昭「マイクロコンピュータのTV受像機遠隔操作への応用」ナショナルテクニカルレポート Vol 23 No 6
- (5) 徳田他「プログラマブルVTR」ナショナルテクニカルレポート Vol 24  
No 1
- (6) 平川信行「マイクロコンピュータのステレオ受信システムへの応用」ナショナルテクニカルレポート Vol 23 No 6
- (7) 真弓他「民生・家電機器におけるマイクロコンピュータの応用動向」情報処理学会マイクロコンピュータ研究会資料 7-3
- (8) 竹中崇「エレクトロニックテーププロセッサ」マイコン応用マニュアル（工業調査会刊）
- (9) 飛田他「電子洗濯機」 同上



- (10) 真貝政孝「電子ミシン」 同上
- (11) 松下電器技術展'78
- (12) 伊藤他「マイクロコンピュータの自動車への応用」自動車技術 Vol 32  
No 2
- (13) 坂井他「1チップマイクロコンピュータによる学習用ホビーキット」ナシ  
ョナルテクニカルレポート Vol 23 No 6



## 第2章 事務・サービス産業への応用 (含, 交通・運輸・通信)



## 第2章 事務・サービス産業への応用

### 2.1 はじめに

本章では、家庭をベースにした、直接個人生活で使用される、民生家電機器への応用に引続き、ビジネスの世界で使用される応用のうち、特定の産業分野でなく比較的一般性のある公衆に使用される方面に於ける応用についてまとめて報告することにしたい。即ち事務用一般から、商業、交通、運輸ないしは通信分野をパブリックサービスの観点から含めて概観することにする。

マイクロコンピュータのCPUチップが半導体製品として開発され、製品として生産されるためには、何うしても或程度の量産性を維持する必要がある。この規模はCPUの規模により変化するが、最低でも数万個の単位に達しなければならないとされている。そしてこの量産性を維持する最初の大口需要者としての役割を引受けたのがこの分野の電子式会計機、卓上計算機などであった。したがって応用技術も進み、普及も早い分野であり、今後の進歩普及の市場規模も最も大きいと見られている。この意味で現状、動向を見て今後の方向を探る事は重要な意味を持つといえよう。

### 2.2 卓上計算機（デスクトップコンピュータ）

事務用ないしは業務用を広く解釈して、ビジネス用に実用使用するマイクロコンピュータの原点のような製品として、デスクトップコンピュータがある。最近は個人用として広く普及して来た電卓も、数年前迄はデスクトップコンピュータであり個人用よりも業務用の色彩が強かった。したがって現在もデスクトップコンピュータはそれを一回り高級化したもの、電卓プラスアルファとして片付けられ易いが、最近の半導体の急速な進歩をたくみに生かした製品はそのプラスアルファの幅が極めて大きくなって居り、面目を一新する新しいカテゴリの製品として、米国では今後爆発的に市場が広がるであろうといわれている。

その高性能性を再認識し、既存電算機序列に強烈なインパクトを今後与える可能性を考慮し、この際本報告書の一節として、この卓上計算機に触れることにした。

図2-1はヒューレットパッカード社の製品の例である。そのCPUの持つ性能は下記の通りである。

|            |                       |
|------------|-----------------------|
| ビット長       | 16ビット                 |
| クロック       | 6.8MHz                |
| 最大メモリ      | 256Kバイト               |
| 命令         | 80以上                  |
| 演算能力       | 16ビット乗算<br>48ビットBCD演算 |
| メモリサイクルタイム | 2.2μs                 |
| 集積度        | 50,000トランジスタ          |

卓上に簡単におくだけの計算機であり、これにキーボード入力、CRT表示、160文字幅のプリンタ、磁気カートリッジ2ヶが収まっている。

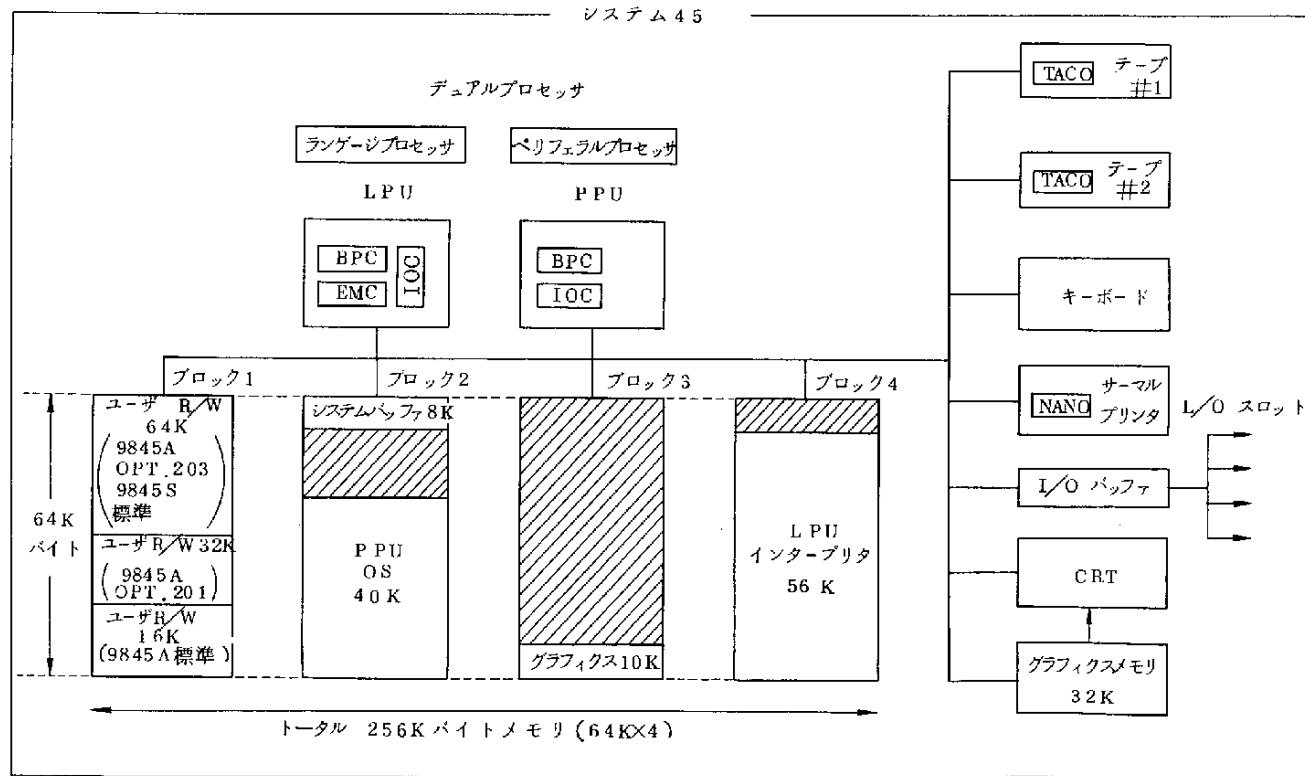
この規模は昨年迄の常識では中規模ミニコン、小型汎用電算機であり、一定の床面積を占有し、専門のオペレータを期待していた規模である。

最近上記性能をしのぐCPULSIが半導体メーカーから発表が相ついで居り、既存電算機概念を一新させる可能性を示している。

米国の民間調査機関の最近の報告で、今後の成長性の比較的高い電子計算機関連分野の中で、とりわけ高い伸び率（年間約40%という）を予想し、独立した製品分野になることを唱えている事に説得力がある。

わが国の場合、伝票処理に重点をおきプリンタを強化した形の独特の製品カテゴリとしてオフィスコンピュータという機種群があるが、その構成も本節で報告したような新しい製品の時代、LSI時代の新コンピュータのスタイル、の観点から見直しが必要であろう。

図 2-1 卓上計算機例 (HP System 45)



未使用メモリエリア (将来オプションROMとして拡張可)

BPC    IOC    EMC

TACO    NANO

マイクロプロセッサチップ (トータル8チップ内蔵)

## 2.3 事務処理，商業分野

事務処理，商業一般の分野の特に著しい点は直接金銭を取り扱うことであり，その正確を期する手段として昔から算盤が使われて来た。計算機を最も原点に立帰った形で要求する分野であり，マイクロコンピュータの登場前から，簡単な自動計算機，金銭登録機，会計機が使用され，マイクロコンピュータの登場と共に，最も早く応用に踏切ったわけである。

### 2.3.1 ECR（電子式金銭登録機・Electric Cash Register）

一般商店に広く普及している金銭登録機はかつての機械式から電子式への道を進むと共にわが国の製品が急速に世界の市場の中心機種になってき，量産規模も大きくなってきた。

マイクロコンピュータの登場と共に，その最大の需要者となり，現在も8ビットタイプの汎用CPUについてはその地位にある。

### 2.3.2 POS（Point of Sales）

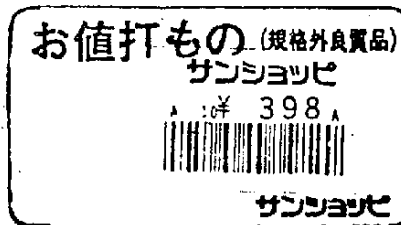
ECRの直接の発展タイプの製品にPOSがある。これは陳列段階ですべての商品に図2-2に示すような，品番，価格をバーコードで表したラベルをつけておき，顧客に販売するところで店員がPOSマシンに装着されているライトペンなどでその商品につけられたラベルのバーコードを走査すると売上げ金額，品番が直ちにマシンに読込まれ，請求書，領収書，売上明細表等必要伝票から当該店舗の集計データ迄直ちに作成出来るものである。

POSにも用途により，ECRプラスアルファの簡単なものから，バーコード読取りを光学的自動走査機にて自動化，図2-3に例示するように多数のターミナルと中央の電子計算機（ストアコントローラ）を組み合わせで，図2-4に示すように販売管理システムにまとめた場合まで種々の規模の展開があったが，今後の傾向は後者の規模の大きな例に近いシステムが主流になりつつある。

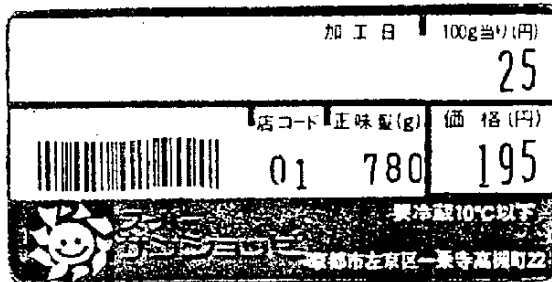




( ハンド・ラベラー用 )



( 卓上型プリンタ用 )



( スケール・ラベラー用 )

図 2 - 2 ラベル・サンプル

図 2 - 5 はその店舗単位の集計報告書のフォーマット ( 整算表 ) 例である。

現在はその実用化も緒についたところで、メーカー、ユーザ共に試験的に導入し、実用成績をテストしている状態に近い。表 2 - 1 に電子工業振興協会調査による昭和 5 2 年現在の現況を示す。

従来人海戦術による業務推進を中心とし、設備への投資の比較的遅れていた商業、流通分野も、生産性向上を目指し自動化省力化を計る必要にせまられつつあり、今後その為の主力機種としての普及が期待されている。

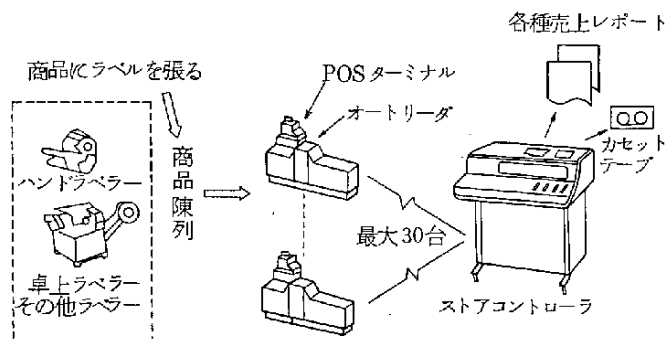


図 2 - 3 P O S システム例の販売処理の流れ

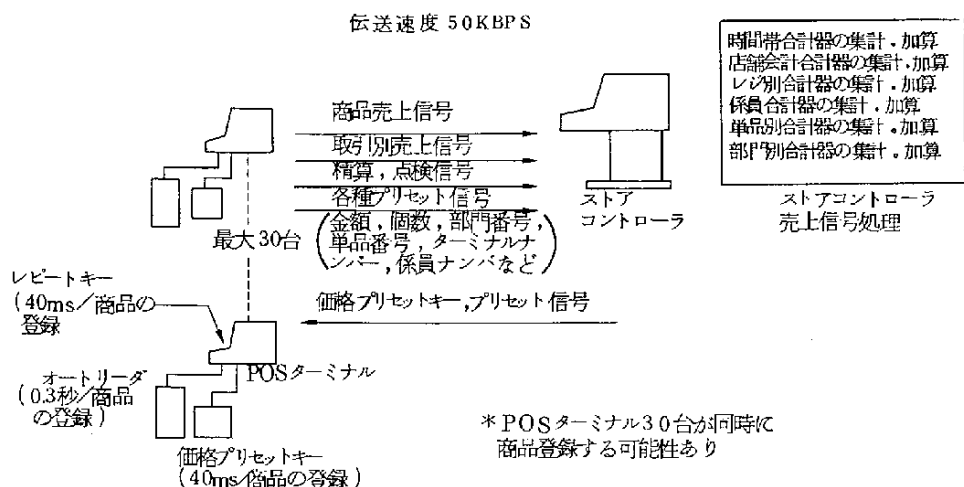


図 2 - 4 P O S ターミナルでの商品登録と回線データ

班 月 日 曜 精 算 表

| レジ係           | レポートの純売 | 誤登録 | 正味売上 | 釣銭 | 過不足 | 現金在高    |
|---------------|---------|-----|------|----|-----|---------|
| 1<br>セル<br>ヨル |         |     |      |    |     |         |
| 2<br>セル<br>ヨル |         |     |      |    |     |         |
| 3<br>セル<br>ヨル |         |     |      |    |     |         |
| 4<br>セル<br>ヨル |         |     |      |    |     |         |
| 5<br>セル<br>ヨル |         |     |      |    |     |         |
| 6<br>セル<br>ヨル |         |     |      |    |     |         |
|               |         |     |      |    |     |         |
|               |         |     |      |    |     |         |
| 合計            | ④       | ⑤   | ⑥    | ⑦  | ⑧   | ⑨=⑥+⑦-⑧ |

伝達事項

|     |     |   |
|-----|-----|---|
| ⑤   |     |   |
| ⑨-⑤ | 過不足 | + |

|    |    |      |  |
|----|----|------|--|
| 社長 | 部長 | キャップ |  |
|    |    |      |  |

現金在高表

| 金種別                   | 枚数 | 金 | 額     |
|-----------------------|----|---|-------|
| 壹万円                   |    |   | 0 000 |
| 五千円                   |    |   | 000   |
| 千円                    |    |   | 000   |
| 五百円                   |    |   | 00    |
| 百円                    |    |   | 00    |
| 五十円                   |    |   | 0     |
| 拾円                    |    |   | 0     |
| 五円                    |    |   |       |
| 壹円                    |    |   |       |
| ① 現金計                 |    |   |       |
| ② 雑入金 (-)             |    |   |       |
| ③ 出金 (+)              |    |   |       |
| ④ インフォメーション<br>出金 (+) |    |   |       |
| ⑤ ①-②+③+④<br>合計       |    |   |       |
| ⑥ 釣銭                  |    |   |       |

銀行入金内訳

|      |  |  |  |
|------|--|--|--|
| 夜間入金 |  |  |  |
| 翌日入金 |  |  |  |
| 合計   |  |  |  |

図 2-5 POSシステム売上集計報告フォーマット例

表 2-1 P O S システム・メーカー各社の代表的なユーザー一覧

| メーカー名   | 代 表 ユ ー ザ 名 | 機 種                           | 適 用 業 務                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------|-------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 沖電気工業   | 海 渡         | OKI POS ターミナル-500             | 売上管理/単品コード入力/在庫管理/顧客管理                                                                                                                                                                                                                             |
|         | 新都ホテル       | OKI POS ターミナル-600             | 売上管理/単品コード入力                                                                                                                                                                                                                                       |
|         |             | OKI POS ターミナル-550             | 売上管理/顧客管理/単品コード入力                                                                                                                                                                                                                                  |
|         |             | つま恋スポーツランド                    | OKI POS ターミナル-550                                                                                                                                                                                                                                  |
| シャープ    | 婦美屋         | BL-3000シリーズ                   | ガソリンスタンドPOS<br>ガソリンスタンドPOS<br>ガソリンスタンドPOS<br>ガソリンスタンドPOS<br>ガソリンスタンドPOS<br>ガソリンスタンドPOS<br>ガソリンスタンドPOS<br>ガソリンスタンドPOS<br>ガソリンスタンドPOS<br>ガソリンスタンドPOS<br>ガソリンスタンドPOS<br>ガソリンスタンドPOS<br>ガソリンスタンドPOS<br>ガソリンスタンドPOS<br>電器量販店POS<br>電器量販店POS<br>電器量販店POS |
|         | 大阪西川系列店     | BL-3000シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|         | ホラヤ         | BL-3000シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|         | ミドリ電化社      | BL-3000シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|         | 大和実業        | BL-3000シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|         | キンシ堂        | BL-3000シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|         | 大協石油系列店     | BL-3000シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|         | ワンビシ産業      | BL-3000シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|         | 朝 日         | BL-3000シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|         | 北海道ニッコー石油   | BL-3000シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|         | 永井石油        | BL-3000シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|         | イハシ         | BL-3000シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|         | 中川無線電機      | BL-3700シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|         | マツモト電器      | BL-3700シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|         | 栄電社         | BL-3700シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|         | 大丸・京都店      | BL-3700シリーズ                   |                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 立石電機    | 日本石油 S S 他数 | YB-Eシリーズ                      | 金銭管理/商品別販売管理/在庫管理/顧客別管理/債権管理/車両別販売管理<br>金銭管理/レジ取引明細/売上速報/売上報告/売上日計/会計日報<br>単品管理・在庫管理/売上・粗利<br>順位分析/属性分析/プライスライン分析/仕入先別管理/棚卸/商品管理                                                                                                                   |
|         | ジャスコ        | OMRON760シリーズ                  |                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 千代田情報機器 | 丸 井         | CJK-360<br>CJK-4500           | 各営業店のオンライン・ネットワークによる集中管理                                                                                                                                                                                                                           |
| 東京電気    | 阪急百貨店       | M-1500A<br>M-1500B<br>M-1500C | インライン・システム<br>食品売場/ギフト売場/婦人服売場<br>インライン・システム (食品、雑貨、DIY商品)                                                                                                                                                                                         |
|         | 後楽園ストア      | M-250                         |                                                                                                                                                                                                                                                    |

| メーカー名       | 代表 ユーザ 名                   | 機 種        | 適 用 業 務                                                 |
|-------------|----------------------------|------------|---------------------------------------------------------|
| 日本アイ・ビー・エム  | 〔米国〕<br>J. C. PENNY        | 3650       | 店舗管理                                                    |
|             | MACY' S-S. F.              | 3650       | 商品管理/ポジティブ・クレジット・チェック                                   |
|             | BAMBERGER                  | 3650       | 商品管理/ポジティブ・クレジット・チェック                                   |
|             | RICH S                     | 3650       | 商品管理/ポジティブ・クレジット・チェック                                   |
|             | B. ALTMAN                  | 3650       | 商品管理/ポジティブ・クレジット・チェック                                   |
|             | DILLARD                    | 3650       | 商品管理                                                    |
|             | TARGET STORE INC.          | 3650       | 商品管理/価格検索                                               |
|             | GOLD CIRCLE                | 3650       | 商品管理/価格検索                                               |
|             | 〔欧州〕<br>QUELLE (独)         | 3650       | ファッション商品管理                                              |
|             | HERTIE (独)                 | 3650       | 商品プロセッシング                                               |
|             | GAL-LAFAYETTE (仏)          | 3650       | ファッション商品管理                                              |
|             | JOHN LEWIS PARTNERSHIP (英) | 3650       | 商品プロセッシング                                               |
| 日本エヌ・シー・アール | 帝人メンズショップ                  | NCR225/DPC | 商品管理/売上分析                                               |
|             | いずみ                        | NCR225/399 | 商品管理/売上分析                                               |
|             | みはる                        | NCR336/499 | 商品管理/売上分析                                               |
|             | 灘神戸生協                      | NCR225     | セントラル・チェックアウト<br>管理部門・サブ部門管理/キャッシュ管理/販売員管理/時間帯別管理/店会計管理 |
|             | かごとう                       | NCR225     |                                                         |
|             | キタムラ                       | NCR225     |                                                         |
|             | 日伸                         | NCR225     |                                                         |
|             | スーパー・ホップ                   | NCR225     | データ収集/各種トータル集計/フラッシュ・インクワイアリー                           |
|             | 小田急町田店                     | NCR280/725 |                                                         |
|             | 大 丸                        | NCR280/725 |                                                         |
|             | 伊勢丹                        | NCR280/725 |                                                         |
|             | 丸井今井                       | NCR280/725 |                                                         |
|             | 大宮高島屋                      | NCR280/725 |                                                         |
| 日本電気        | 三 上                        | MD960      | 売上及仕入業務                                                 |
|             | カネタ興業                      | MD960      | テナント売上管理業務                                              |
|             | つばみや                       | MD960      | 売上及仕入業務                                                 |
|             | ジャスコ (長吉店)                 | MD960      | 売上及仕入業務                                                 |
| 富士通         | プリンセスインフォメーション・チェーン        | F3555A     | 情報 (売上, 仕入, 在庫) 管理/加入電話回線接続                             |
| 松下通信工業      | 日本フードサービス                  | レストラン用ポス   | レストランのチェックアウト/オンラインのデータ収集                               |
|             | 近商ストア                      | パナポス2000   | スーパーマーケットのチェックアウト                                       |

| メーカー名        | 代表ユーザー名         | 機種                                        | 適用業務                                                                                                                                                       |
|--------------|-----------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 三菱電機         | サンショッピ「1号店」     | ターミナルオートリーダ                               |                                                                                                                                                            |
|              | #         「2号店」 | ターミナルオートリーダ                               |                                                                                                                                                            |
|              | 明治屋             | ターミナルオートリーダストアコントローラ                      |                                                                                                                                                            |
|              | 稲毛屋             | ターミナルオートリーダストアコントローラ                      |                                                                                                                                                            |
|              | 主婦の店（浜松、土岐、高知）  | ターミナルオートリーダストアコントローラ                      |                                                                                                                                                            |
|              | 広電興産            | ターミナルオートリーダ                               |                                                                                                                                                            |
|              | サニーマート          | ターミナルオートリーダストアコントローラ                      |                                                                                                                                                            |
|              | 札幌東急ストア         | ターミナルオートリーダ                               |                                                                                                                                                            |
|              | まるとみ            | ターミナルオートリーダ                               |                                                                                                                                                            |
|              | グリーンストア         | ターミナルオートリーダ                               |                                                                                                                                                            |
|              | ショッピングセンターマルフジ  | ターミナルオートリーダ                               |                                                                                                                                                            |
|              | 高陽グランドプラザ       | ターミナルオートリーダ                               |                                                                                                                                                            |
|              | ジョイフルみつや        | ターミナルオートリーダ                               |                                                                                                                                                            |
|              | 長峰屋サンバートFCさいとう  | ターミナルオートリーダ                               |                                                                                                                                                            |
|              | トキワインダストリー      | ターミナルオートリーダ                               |                                                                                                                                                            |
| ユニコムオートメーション | ユニマシズ           | UNI-POS 200                               | レジスター（ただし売上、売掛、仕入、入金、支払等すべての会計情報入力）／売上日報（統計）出力／センターのホストマシンによる売上、仕入管理資料／決算書類作成用データ収集<br><br>生地売場・買上伝票作成／製品の売上記録／売上日報の作成／センターホストコンピュータによる売上、仕入管理資料作成用データ収集記録 |
|              | 東亜              | UNI-POS 800システム<br>（本体コントローラーおよび複数端末からなる） |                                                                                                                                                            |

### 2.3.3 自動販売機と銀行用貯金引出機

各社からそれぞれ独自のメカニズムの工夫により多種類の自動販売機が発売されている。

最近はその機構の工夫を中心とした新機種開発から次第に電子制御の採用による使用方法の複雑化、即ち多種類販売機化、販売価格レンジ拡大、販売個数複数化等に進みつつあり、その制御用としてマイクロコンピュータを採用する傾向がある。

銀行用の自動貯金引出装置も最近急速に普及し始めているサービス向上に役立つ機械であるが、預入機能の追加など高級化と共にマイクロコンピュータ内

蔵の例が現れている。図2-6はガソリンスタンド専用の自動販売システムの例でガソリンの自動計量販売機とPOSを組合せてガソリンスタンド専用として使い易いように考慮されているものを紹介しておく。

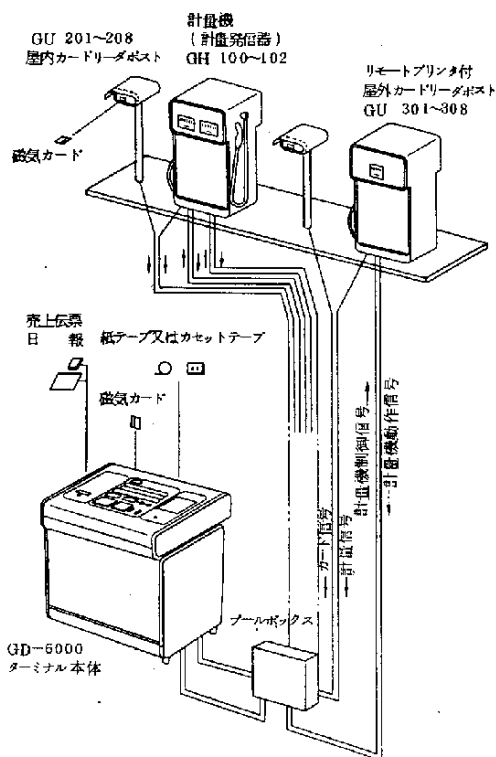


図2-6 <MELCOS>6000標準システムの構成(インライン方式)

#### 2.3.4. その他

その他一般商店用の電子はかり、クレジットカード照合機、事務所用の複写機、漢字プリンタなどは現在まだマイクロコンピュータを活発に使用するところまでは進んでいないが今後応用が進むであろうといわれている機種である。

## 2.4 通信，情報処理分野

通信分野へのマイクロコンピュータの応用としては，送受信機そのものの制御を目的とする場合と情報処理システムのオンライン端末として通信回線に接続される場合がある。

前者の送受信機の制御には従来から各種の電子回路が使用されて居り，マイコン化は容易な筈であるが応用例は意外に少ない。一部に小規模電子交換装置に採用した報告があるが，大きな応用分野にならない理由は，回線制御に要求される高速性が現在はマイクロプロセッサによるプログラム制御では不十分な為といえよう。そこで本章では情報処理端末につき主として報告することにする。

### 2.4.1 ファクシミリ

昭和47年秋電々公社公衆回線開放を機に従来の電話，電報，郵便，テレックスなどに代る新しい遠隔地の通信手段として，ファクシミリ通信が注目されている。同時にファクシミリ装置自身も従来「時間がかかる，画質が不鮮明，取り扱いが複雑」と必しも評判のよくなかった状態を脱却，技術進歩が急速に進み始めた。最近の装置では高級化と共に充分ビジネス社会に実用出来るようになりつつある。通信システムとしての運用形体も，同一情報を多数の相手に同時に伝送する一斉同時通信が実用出来るような使い方なども出来るようになりつつある。

マイクロコンピュータはその制御装置として，送信のとき，受信のとき，テストのとき

- (1) 起動操作，送信ハンドシェーク，画像送信，送信後処理，終了操作
- (2) 起動操作，受信ハンドシェーク，画像受信，受信後処理，終了操作
- (3) 起動操作，コピーテスト，終了操作

と各要求モードに応じたシーケンス制御を全面的に司っている。図2-7はそ



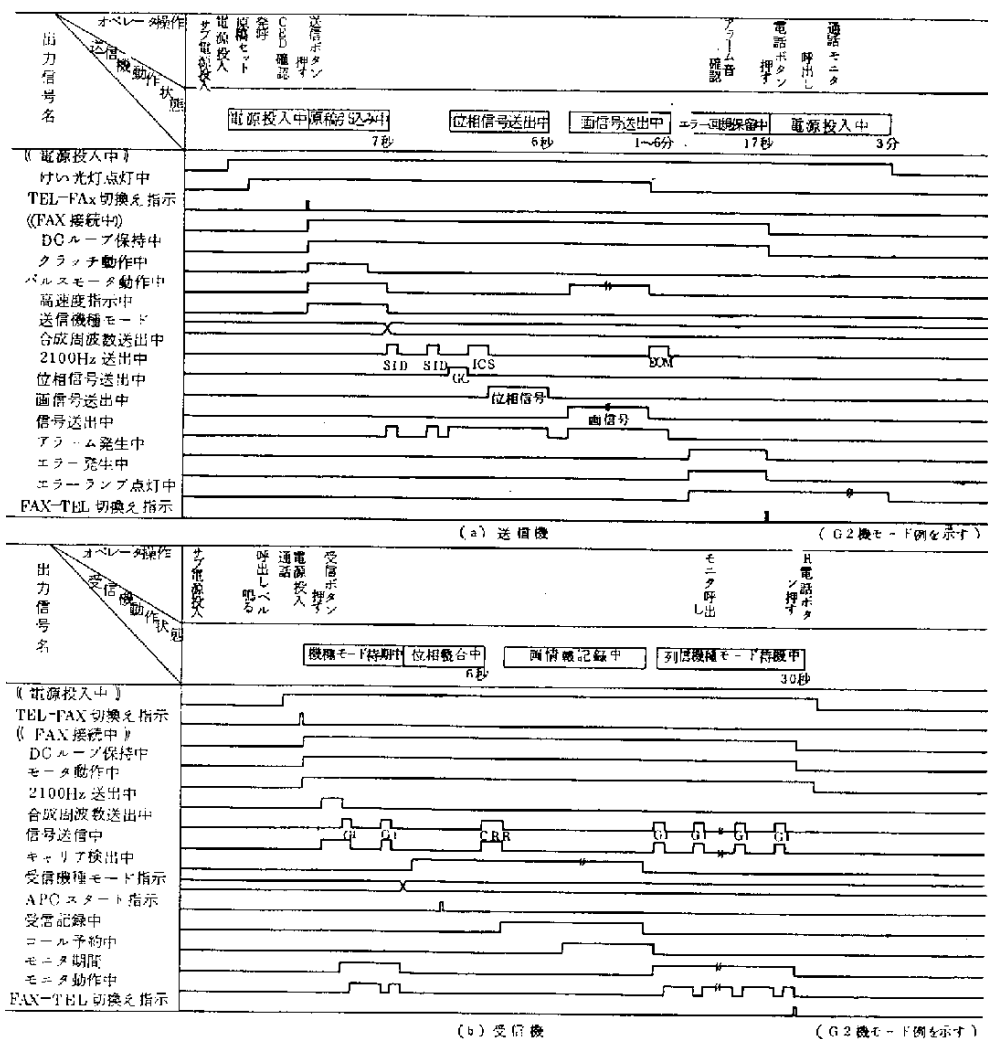


図 2-7 送受信機のマイクロコンピュータ制御信号タイムチャート

のシーケンスのタイムチャート例、図 2-8 は装置のブロック構成例である。

(松下電器報告の例による。)

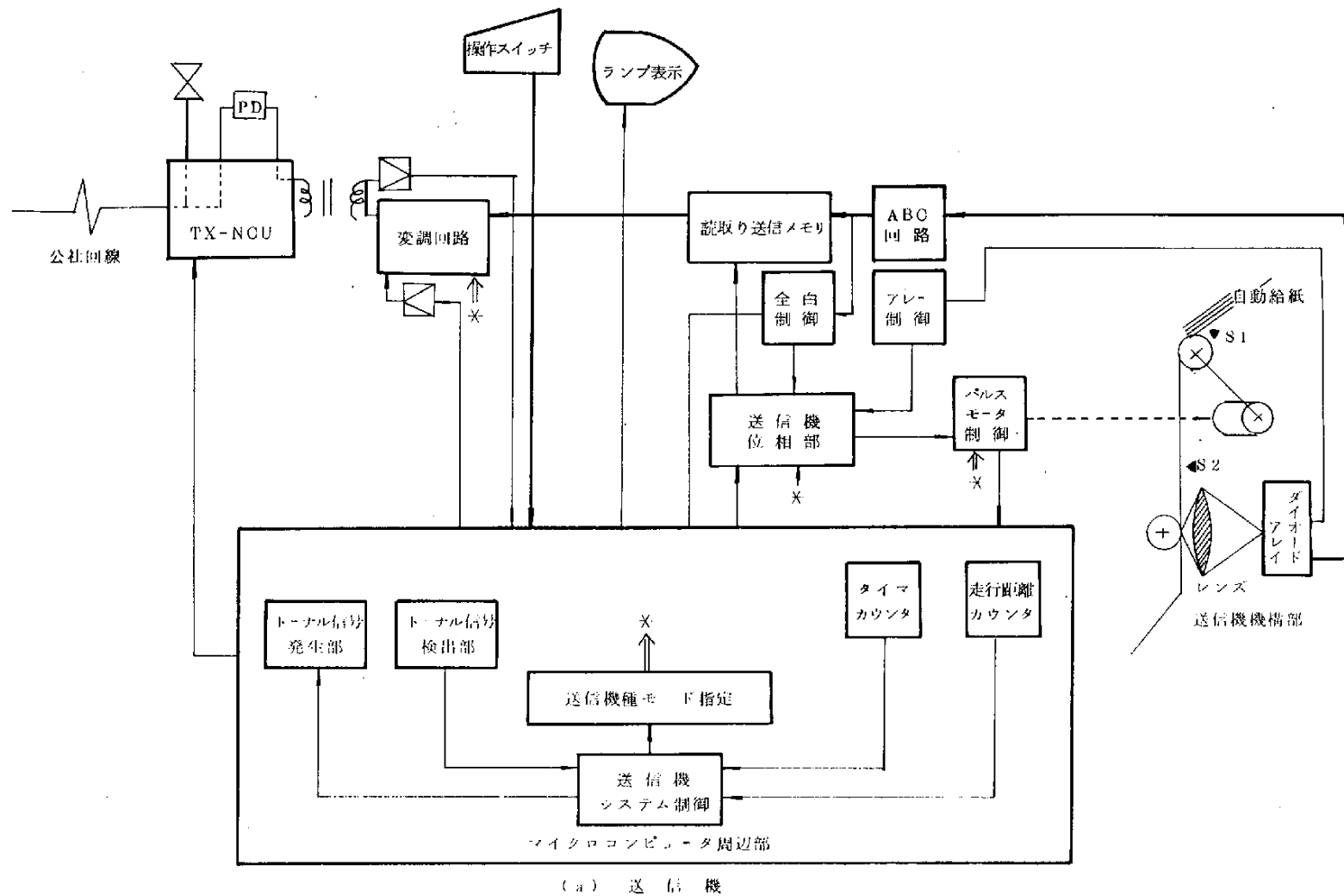
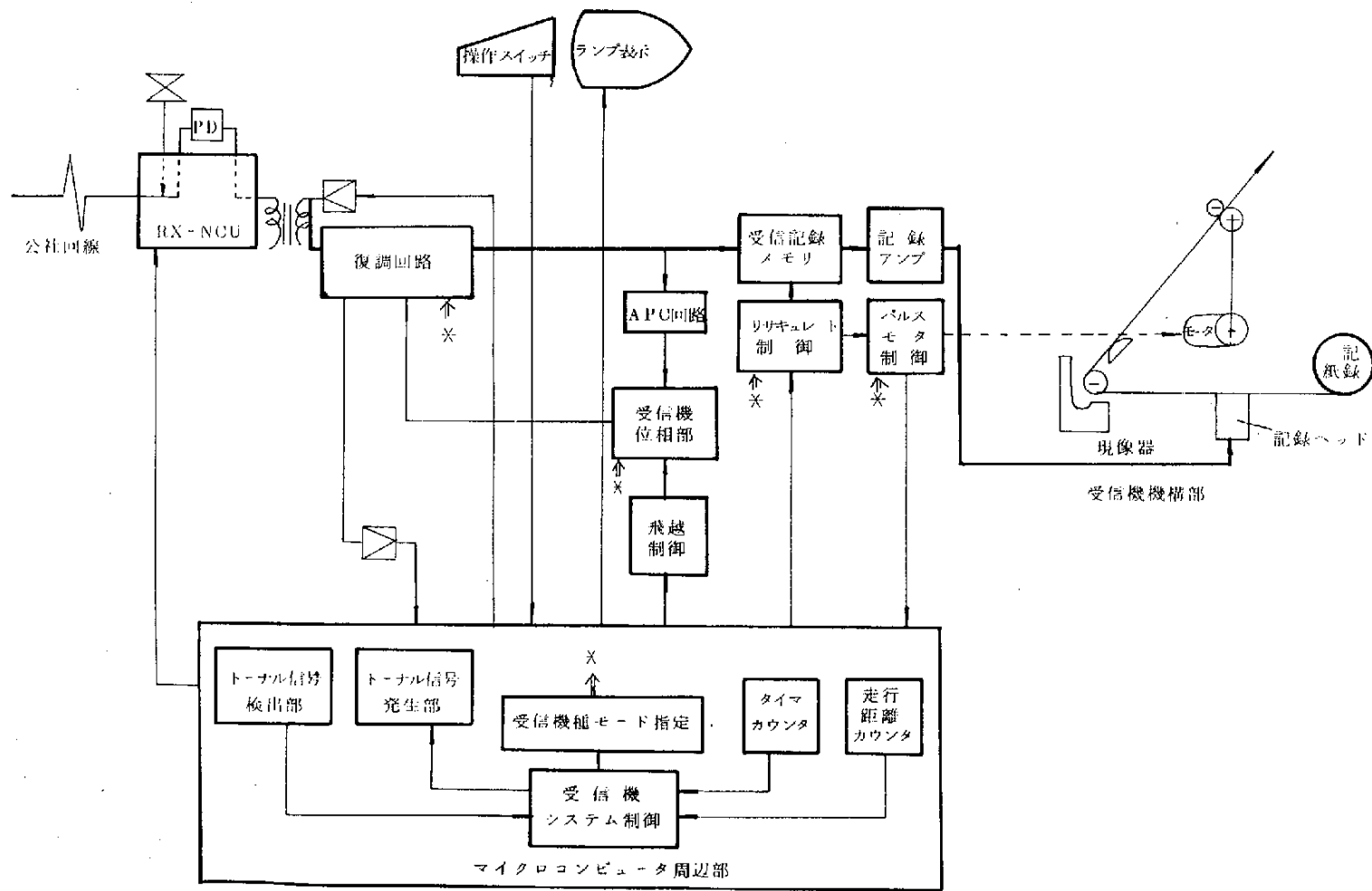


図 2-8 マイクロコンピュータ制御による送受信機のブロック構成 (1)



(b) 受信機

図2-8 マイクロコンピュータ制御による送受信機のブロック構成(2)

#### 2.4.2 インテリジェントターミナル

最近の情報処理システムの利用傾向の大勢はオンライン化ということが出来る。2.2で既に報告した卓上計算機，2.3の事務用諸機器すべてオンライン化と共に，通信回線経由で遠隔地と結び，即時性を持つ傾向にある。ところがこのオンライン化の大勢は中央の集中処理装置部の負担を著しく重くして来た。例えばIBM370システムにおいて，端末からのサービスJOBに実際に使用される時間は30%以下，残りの70%は端末とデータ通信を行い，ユーザの要求に応じた内容のサービスを行うための370システム自身の制御に必要なになっている。このような過度の負荷の中央集中を回避し，大規模ネットワークを有効に使えるようにする手段として，端末側で処理出来る部分を中央に集める前に分散処理しようとするシステムの構成が，今後のオンラインシステムの形になりつつある。この場合の端末側の分散処理JOBを任うインテリジェンシーをマイクロコンピュータが負うのが今後の主流になるといわれている。その端末をインテリジェントターミナルという。

ビジネスに必要とする情報は，本質的に経営に関する意志を決定するところに集められる必然性を持っている。したがって官庁ならば本省，大企業では本社，地方自治体でも本庁に集められることになる。よって情報処理システムは充実すればする程広域にわたる大規模システムとなり，地方，遠隔地のデータも通信回線を介して送，受信される形になる。これと同時にオンライン化，分散処理化が進行し端末はマイクロコンピュータによりインテリジェント化するわけである。

この種のオンライン分散処理システムの最も規模の大きいものはいうまでもなく電々公社のDEMOSであろう。最近郵政省で計画中の全国郵便局預金業務のオンライン化計画はDEMOSシステムを使う最大規模のシステムで図2-9，図2-10のように全国規模で計画が進んでいるようである。最近は必しもこのような大規模システムだけではなく，事業規模に応じて図2-11例のように小規模構成のオンライン分散処理システムも続々計画されつつある。（千代田情報機器株式会社の例）

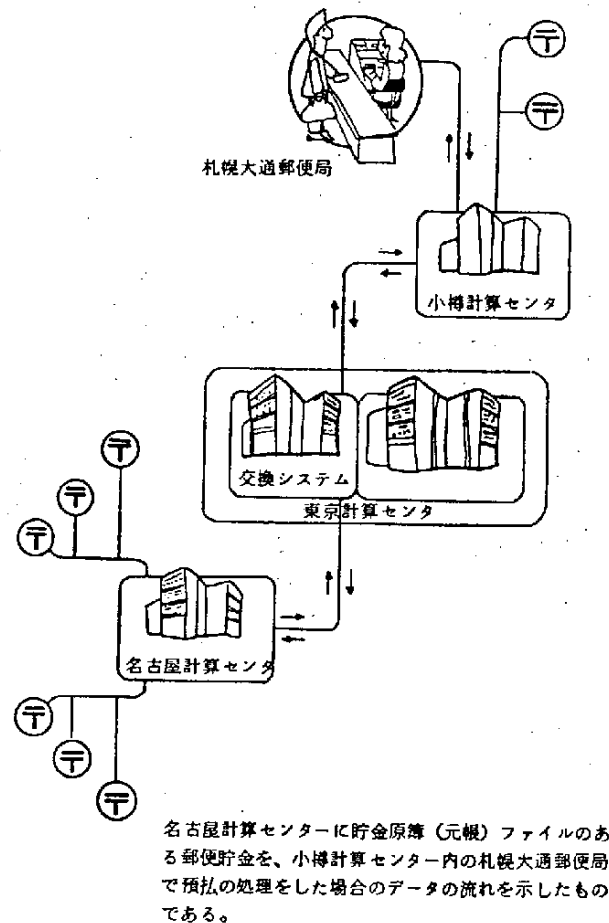


図 2-10 オンライン・ネットワークによる処理の流れ例

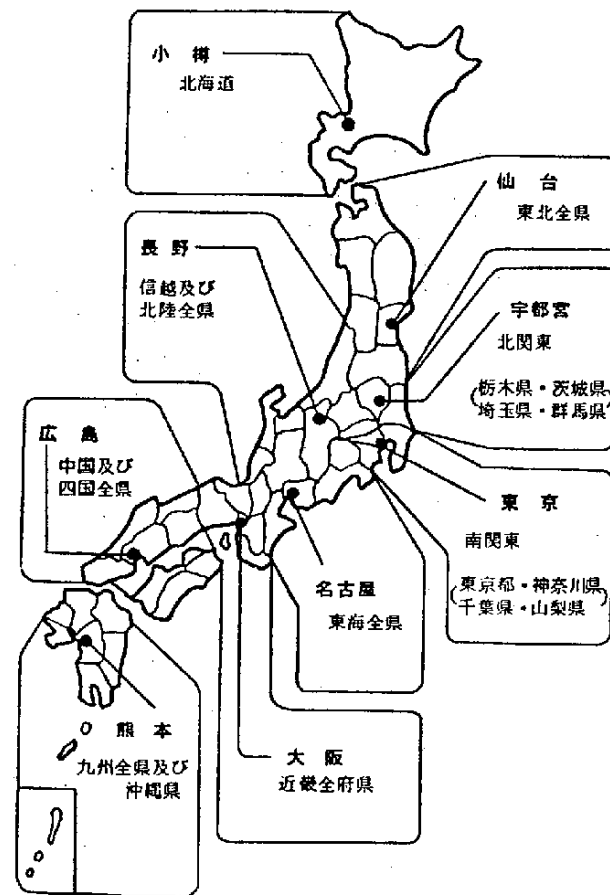


図 2-9 郵便局貯金業務オンライン化計画計算センタ設置場所および受持区域

表2-2はこの種インテリジェントターミナル基本仕様の1例、図2-12はその構成例である。

表2-2 M2350/40の基本仕様

| 構成要素                                                     |          | 仕 様        |                                                                             |
|----------------------------------------------------------|----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 端<br>末<br>制<br>御<br>装<br>置                               | 主制御部     | 処 理 装 置    | バイポーラLSI, マイクロプログラム制御<br>命令数70種 (基本), 加減算 $1.3 \mu s$                       |
|                                                          |          | メ モ リ      | N-MOS-LSI, サイクル タイム ns<br>ユーザエリア 8Kバイト (基本) ~48Kバイト                         |
|                                                          | ディスプレイ装置 | 接続可能台数     | M892-42形, 2台 (基本) ~4台                                                       |
|                                                          |          | 記憶容量       | 246Kバイト/デスクシート                                                              |
|                                                          |          | 平均アクセス時間   | 260ms                                                                       |
| 装<br>置                                                   | 通信制御装置   | 平均待ち時間     | 83ms                                                                        |
|                                                          |          | 通 信 速 度    | 200~4,800BPS (調歩同期)<br>2,400, 4,800BPS (独立同期)                               |
|                                                          |          | 通 信 方 式    | 半2重/全2重                                                                     |
|                                                          |          | 伝 送 制 御    | BSC, ベーシックポーリングほか (プログラマブル)                                                 |
|                                                          |          | 通 信 回 線    | 特定通信回線又は 公衆通信回線                                                             |
| デ<br>ィ<br>ス<br>プ<br>レ<br>ィ<br>ス<br>テ<br>ー<br>シ<br>ョ<br>ン | 接続装置     | 通 信 速 度    | 300~19,200BPS (調歩同期)                                                        |
|                                                          |          | 通 信 方 式    | シリアルデータ伝送 (コマンド/レスポンス方式)                                                    |
|                                                          |          | 伝 送 制 御    | BBC, ベーシックポーリングほか (プログラマブル)                                                 |
|                                                          |          | 通 信 回 線    | 特定通信回線又は 公衆通信回線                                                             |
|                                                          | その他の装置   | 紙テーブリーダ    | 400字/秒                                                                      |
| デ<br>ィ<br>ス<br>プ<br>レ<br>ィ<br>ス<br>テ<br>ー<br>シ<br>ョ<br>ン |          | 紙テーブパンチ    | 110字/秒                                                                      |
|                                                          |          | シリアルプリンタ   | 165字/秒                                                                      |
|                                                          |          | ラインプリンタ    | 200行/秒                                                                      |
|                                                          | ディスプレイ   | 接続可能台数     | 基本構成の1台を含み4台                                                                |
|                                                          |          | 表示画面       | CRT14インチ 高解像度CRT<br>表示容量 2,000字 (80字×25行)<br>表示色 モノクロ (緑) 又は3色カラー (赤, 緑, 白) |
| 設<br>置<br>条<br>件<br>(基本構成)                               |          | フォーマット機能   | 色, けい線, プロテクト, プリンク, タブ                                                     |
|                                                          |          | 編集機能       | カーソル制御, 画面消却, 行消去, 挿入, 削除                                                   |
|                                                          |          | 標準キーボード    | 英・数・カナ・記号 114種                                                              |
|                                                          | オプション    | ワンタッチキーボード | 3,328項目/ブック                                                                 |
|                                                          |          | プ リ ン タ    | M2246 (165字/秒) ほか                                                           |
|                                                          |          | 電 源        | 100V $\pm$ 10%, 50/60Hz, 800VA                                              |
|                                                          |          | 温 度        | 10~35°C                                                                     |
|                                                          |          | 湿 度        | 30~80%                                                                      |

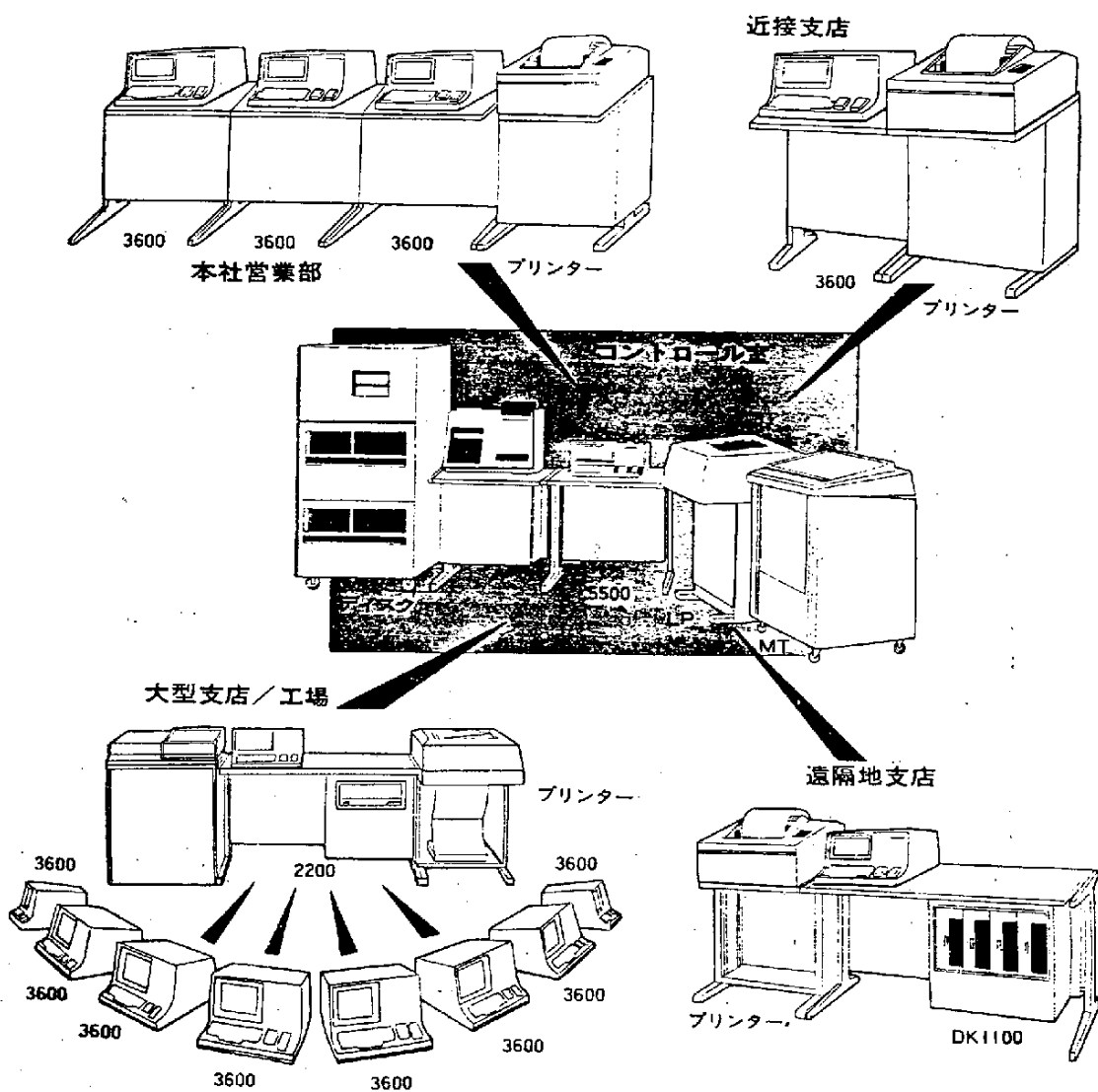


図 2 - 1 1 小規模オンライン分散処理システム例





## 2.5 電子計算機およびその周辺装置

電子計算機システムの基礎となる技術は、基本的なところはマイクロコンピュータと同じカテゴリに属するので、その誕生以来の応用としては着手も早くから行われ製品化も種々の使い方が行われて居り活発である。この使用方法を分類すると

- ① 小規模の計算機CPUに应用する方法
- ② 周辺端末機器への応用
- ③ 電算機システムの制御装置の一部としての応用

に大別することが出来る。

(1) 計算機CPUへの応用例；オフィスコンピュータMELCOM80モデル8  
オフィスコンピュータとして小規模な販売管理、会計業務、在庫管理などとその伝票処理を行う小型電子計算機は、文字にアルファベット英文字を使用しない日本で、独特の製品として発達して来たものである。そのCPUにマイクロコンピュータを応用した例が図2-13である。2個の8ビットMOSマイクロプロセッサを使用し、1個（図中のCPU1）ではプログラムの解釈実行、他の1個（CPU2）ではアドレス計算命令の読出しを分担している。なおプログラムはCOBOLを簡単化した事務処理用の言語である。このオフィスコンピュータの構成は図2-14のようなものである。

- (2) 周辺端末機器への応用；インテリジェントCRT表示装置

電子計算機システムのマンマシンインタフェースのひとつとしてCRT表示装置が多数使用されているが、表示フォーマットの編集などに従来は親計算機のメモリをかなり占有する必要があった。これらCRT特有の機能はローカルで処理するよう端末側にインテリジェンス性を持たせることにより親計算機の使用効率を向上させようとしてマイクロコンピュータを使用した例が図2-15である。

- (3) 制御装置への応用例としては電子計算機マルチプレクサチャネルに接続

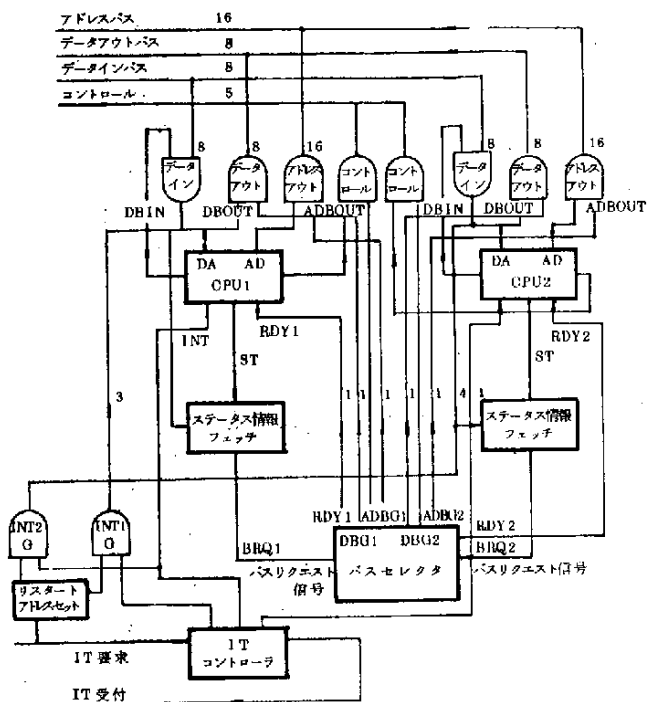


図 2 - 1 3 <MELCOM> 80/8 中央処理装置の論理構成図

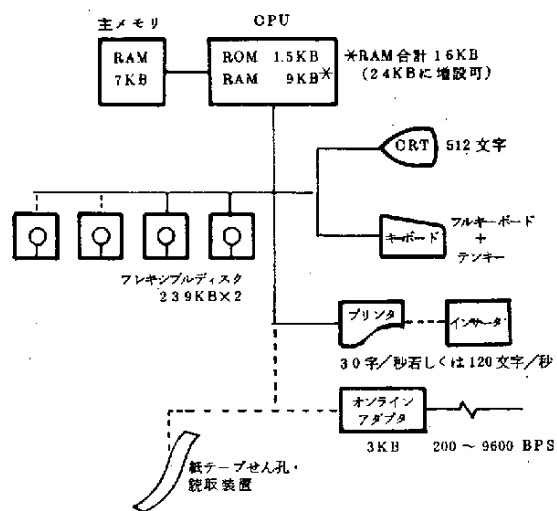


図 2 - 1 4 <MELCOM> 80 モデル 8 システム構成図

しフレキシブルディスクを使用する例を図2-16に示す。

以上3つのタイプの例に示したように、データの取り扱い、処理形態が電子計算機と全く同一であるための接続の簡単さを生かして、ますますさまざまな形でマイクロコンピュータを部品として採用することが浸透するすう勢にある。

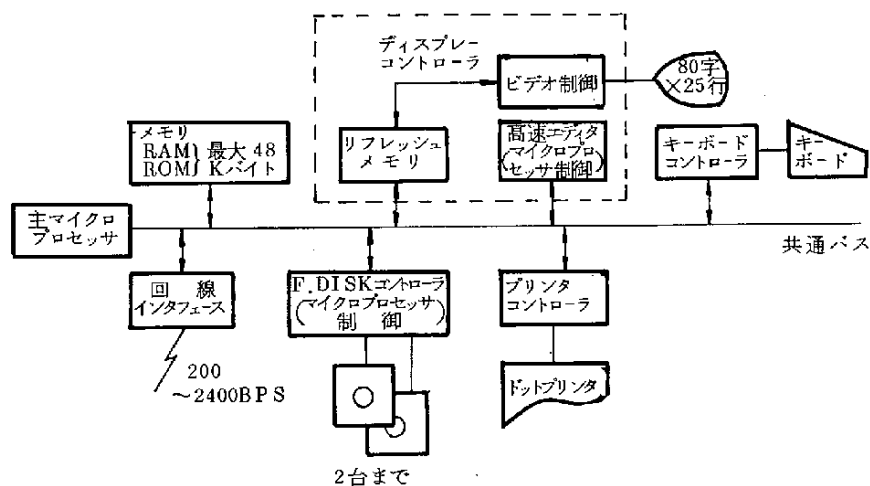


図2-15 M2350 インテリジェントディスプレイ装置システム構成図

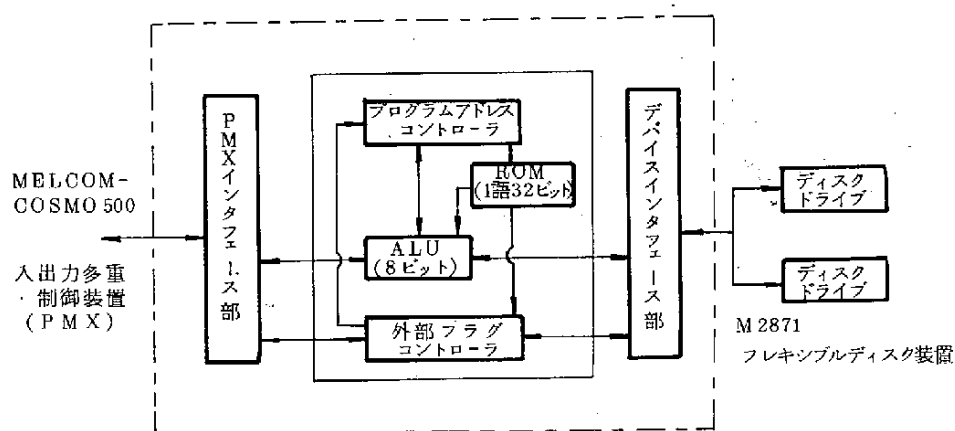


図2-16 A5488 フレキシブルディスク接続機構ブロック図

## 2.6 交通・運輸分野

交通運輸分野の応用は、

- (1) 自動車販売機に近い駅務用券売機，定期券発行機，座席予約などへの応用
- (2) 工業分野プロセス制御に近い新交通システム，車両自動制御，交通信号制御，トラフィックコントロール，エレベータ群管理などへの応用
- (3) 車載という目的のためコンパクト性の重視，自動車制御，航空機搭載コンピュータ，船舶自動操航装置，航法用マイクロコンピュータ

の三つの分野に分れている。なかんずく市場規模の大きいことから最大の関心事は自動車制御であろう。今後の実用化が注目されているこの問題については第1章で報告しているので，ここでは自動運転関係を簡単に紹介しておきたい。

### ・ 列車自動運転制御装置（その1 地上配置制御型）

図2-17は新交通制御システムの運行コントロールシステム例である。マイクロプロセッサが主運行制御システムのローカルプロセッサとして，車両・地上間のデータ交信に誘導無線装置などの通信手段を用いて車速を制御する。すなわちレールサイドに設けられたアンテナを通して車上の駆動制御装置を制御，発進，停止時の定位置停止を行っている。

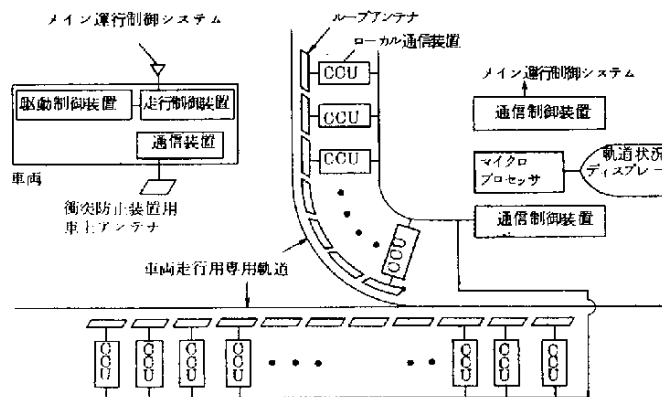


図2-17 誘導無線伝達による構成例

このATO装置も前例同様中央制御所の運行管理システムからの出発指令にしたがって、駅出発から駅間の速度制御、次駅に於ける定位置停止まで一連の運転操縦を自動化するもので、マイクロコンピュータのプログラム制御で行っている例である。図2-18はその構成、表2-3に主要諸元を示したものである。

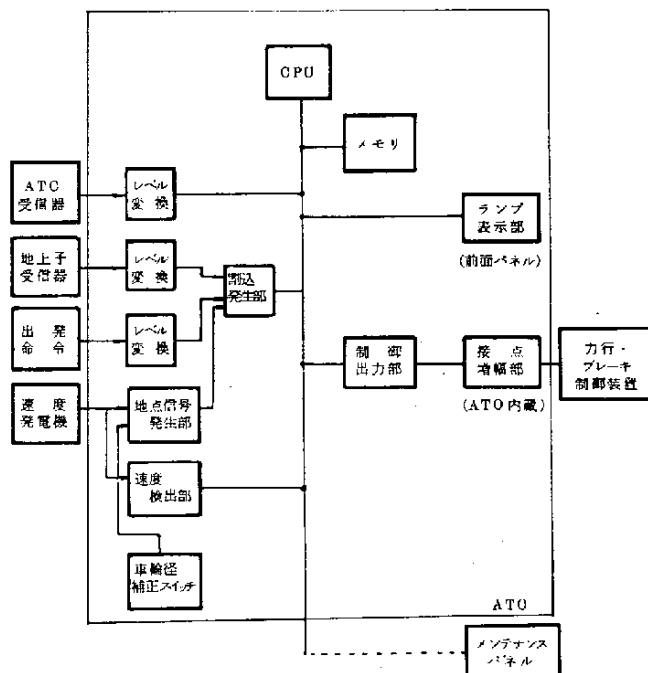


図 2-18 ATO装置ハードウェア構成

表 2-3 ATO装置の主要諸元

| 方 式           | マイクロプロセッサによるプログラム制御方式                                |
|---------------|------------------------------------------------------|
| 主 要 機 能       | 1. 出発制御機能<br>2. 駅間走行制御機能<br>3. 駅定位置停止機能 (目標±30 cm以内) |
| コンピュータ仕様      |                                                      |
| (1) C O U     | M58170S(8ビット)                                        |
| (2) クロック周波数   | 1.82MHz                                              |
| (3) R O M     | 3.5Kバイト                                              |
| (4) R A M     | 0.25Kバイト                                             |
| (5) C P U 割込み | 5点                                                   |
| (6) 入出力ボード数   | { 入力 2 ボード<br>{ 出力 4 ボード                             |
| 使 用 電 源       | DC 5V ±5% 5A<br>DC 24V ±10% 1A                       |
| 外 形 寸 法       | (幅) 320mm×(高さ) 100mm×(奥行) 295mm                      |
| 重 量           | 3.8Kg                                                |

## 2.7 結 び

以上本章ではビジネス用ないしは業務用一般としてのマイクロコンピュータの応用を概観した。この分野は個々の応用製品の規模は比較的小規模にまとまるが、使用される範囲は非常に広いために、現在マイクロコンピュータの市場規模としては最大の分野で、特に汎用8ビットCPUについては生産規模を維持する担い手の役割をすら負っている。そして今後の発展も、既に各個に報告したところで述べたように非常に大きなものであることが予想されている。

今後のこの分野の動向として目立つ特長をまとめると次のとおりである。

- (1) 今後高い伸び率が予想されることが全般的にいえる点。
- (2) 通信回線との接続が常識化することにより、大規模な情報処理システムを構成する傾向がますます強まること。
- (3) 業務用としての普及が進み、量産規模が拡大すると共に、コストダウンが進み、個人のパーソナル用としても手が届く価格帯になると共に再度需要が爆発的に増えるという循環をくり返す製品群が含まれている。(例：卓上計算機、ファクシミリ)

製品の国際競争力という観点からは、市場の伸び率が高いにもかかわらず、ECR以外は我が国の製品の国際性はむしろいまだ低い。その改善は今後の課題のひとつといえるかもしれぬが、英文字を使用する国民と比較するとタイプライタの普及などに本質的ハンディキャップを持っているために、なかなか簡単ではないと思われる。この点を最初から認識した上で克服策を考えていく必要があると思う。

### 第3章 工業分野への応用





## 第 3 章 工業分野への応用

### 3.1 はじめに

1971年、インテル社が始めてマイクロコンピュータ用1チップCPU4004を製品化して以来、その進歩とマイクロコンピュータの応用製品の普及はまことに目覚しく、多方面にバラエティに富んだ応用が展開されつつある。本章ではそのうち工業への応用についてわが国の現状を概観し、その動向、課題を展望して見ることにする。

1978年現在、国内の応用製品の用途別分類を、日本電子工業振興協会の調査を参考にして、行ってみると約 $1/3$ 程度が工業分野で使用されて居る。その主たる使い方は、従来のワイヤードロジックの置換えによる性能の向上を図ったものが主流になって居り、全く新しい製品としての機能を創造したという例は少ない。この従来からのワイヤードロジックによる製品を土台にすることが出来たことが、比較的早く応用の展開が進み、かなりゆきわたって来た原因であろう。

工業分野の、生産性向上、品質向上、生産の省力化といった経営上のニーズは生産設備の大型化、高速化、複雑化、高級化、自動化を推進することになり、その運転制御面への条件として故障が少ないこと、高性能なこと、システムの変更が容易なこと、拡張が容易なこと、故障時に原因発見が容易で迅速に復旧出来ること、取り扱い運転が容易なこと、小型であること、建設開始から竣工運転開始迄の期間が短時日で迅速であること、安価であること、設備は成可く標準化されていることなど多数の条件を要求して来ている。これが図3-1に示すように、マイクロコンピュータをワイヤードロジックに代えて採用することを有利とすることになり広く普及を開始したものといえよう。本章ではこの主な例についてなるべく図を中心にして出来るだけ広く展望して見たいと思う。

| 工業分野のニーズ      |   | 機械設備  | 制御システムの条件とマイクロコンピュータの長所 |               |                                    |
|---------------|---|-------|-------------------------|---------------|------------------------------------|
| 生産性<br>向上     |   | 大型化   | 条 件                     | ワイヤード<br>ロジック | マイク<br>ロ<br>コン<br>ピ<br>ュ<br>ー<br>タ |
|               |   | 高速化   | 故 障 が 少 な い             | △             | ○                                  |
| 製 品 品 質<br>向上 | ↔ | 複 雑 化 | 高 性 能                   | △             | ◎                                  |
|               |   |       | システムの変更が容易              | △             | ○                                  |
|               |   | 高 級 化 | システムの拡張が容易              | △             | ◎                                  |
|               |   |       | 自 動 化                   | 故障の発見と復旧が容易   | ○                                  |
| 省 力 化         |   | 高級化   | 取 り 扱 い が 容 易           | ○             | △                                  |
|               |   |       | 小型であること(スペース<br>ファクタ)   | △             | ○                                  |
|               |   |       | 運転開始が迅速にできること           | ◎             | △                                  |
|               |   |       | 安 価                     | △             | ○                                  |
|               |   |       | H/W の 標 準 化             | △             | ◎                                  |

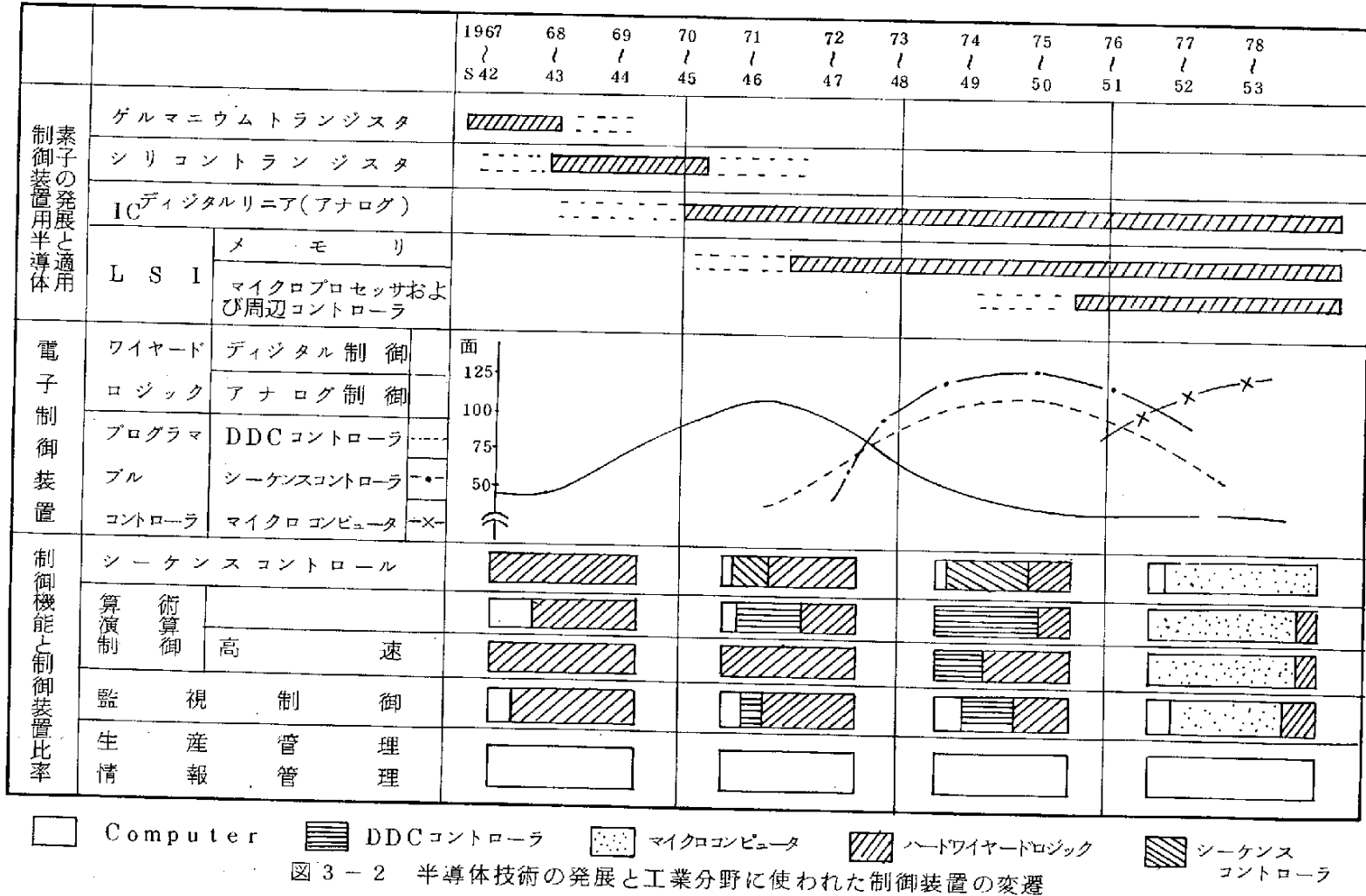
◎特に優れている    ○優    △劣

図3-1 工業分野のニーズ,制御システムの条件とワイヤードロジック/マイクロコンピュータの比較

### 3.2 工業分野における制御装置の動向と半導体の進歩

前節にふれたワイヤードロジックに代って活発に導入され始めたマイクロコンピュータの今日迄の歴史的変遷をかえりみると,これら制御装置の主要構成素子である半導体の技術進歩に負うところが大きい。図3-2にこの概要を図示した。

使用半導体素子がトランジスタ(ゲルマニウムからシリコンへの移行を含め)からICにかわるに応じて,制御装置自身ハードワイヤードロジックを,個別に目的に応じて組立てる製品からプログラム制御技術を適用し,シーケンス制御用と直接ディジタル制御用にそれぞれシーケンスコントローラとDDCコントローラを併用し,一部規模の大きい場合はコンピュータを活用するようになって来ていた。これが更にLSI時代を迎え,図3-2に示すようにマイクロコンピュータの出現をみるに及んでその応用が急速に進みつつある。



マイクロコンピュータの使用によりシーケンス制御，アナログループ DDC 制御を共通の CPU で併用できることになるのでシステムの計画には本質的に有利な点がある。図 3-3 はこの技術進歩と共に，性能や信頼性は向上しつつあるにもかかわらず，マイクロコンピュータを応用した場合に経費の節約が図られていることを鉄鋼プラントにおけるホットストリップミルの例で示した。従来の個別ワイヤードロジックの製品よりもシーケンスコントローラと DDC 制御装置の併用，それよりも更にマイクロコンピュータの応用と，1 歩 1 歩地味ではあるが着実に進歩している事が明らかである。

| 項 目 \ 制御装置        | ワイヤードロジック | DDC コントローラ MELMIC        | マイクロプロセッサ応用           |
|-------------------|-----------|--------------------------|-----------------------|
|                   |           | シーケンスコントローラ<br>MELSEC 併用 | プラントコントローラ<br>MELPLAC |
| 制 御 盤(面)          | 130       | 105                      | 90                    |
| 電 磁 リ レ ー 数 (ヶ)   | 17,000    | 8,000                    | 6,000                 |
| スペースファクタ (%)      | 100       | 80                       | 70                    |
| ケーブル工事量 (%)       | 100       | 80                       | 70                    |
| 信頼性 (MTBF) (Hr)   | 6,000     | 15,000                   | 25,000                |
| 性能 , フレキシビリティ (%) | 100       | 200                      | 300                   |
| 設計調整時間 (%)        | 100       | 80                       | 70                    |
| Total Cost (%)    | 100       | 80                       | 65                    |

( ホットストリップミル設備における例 )

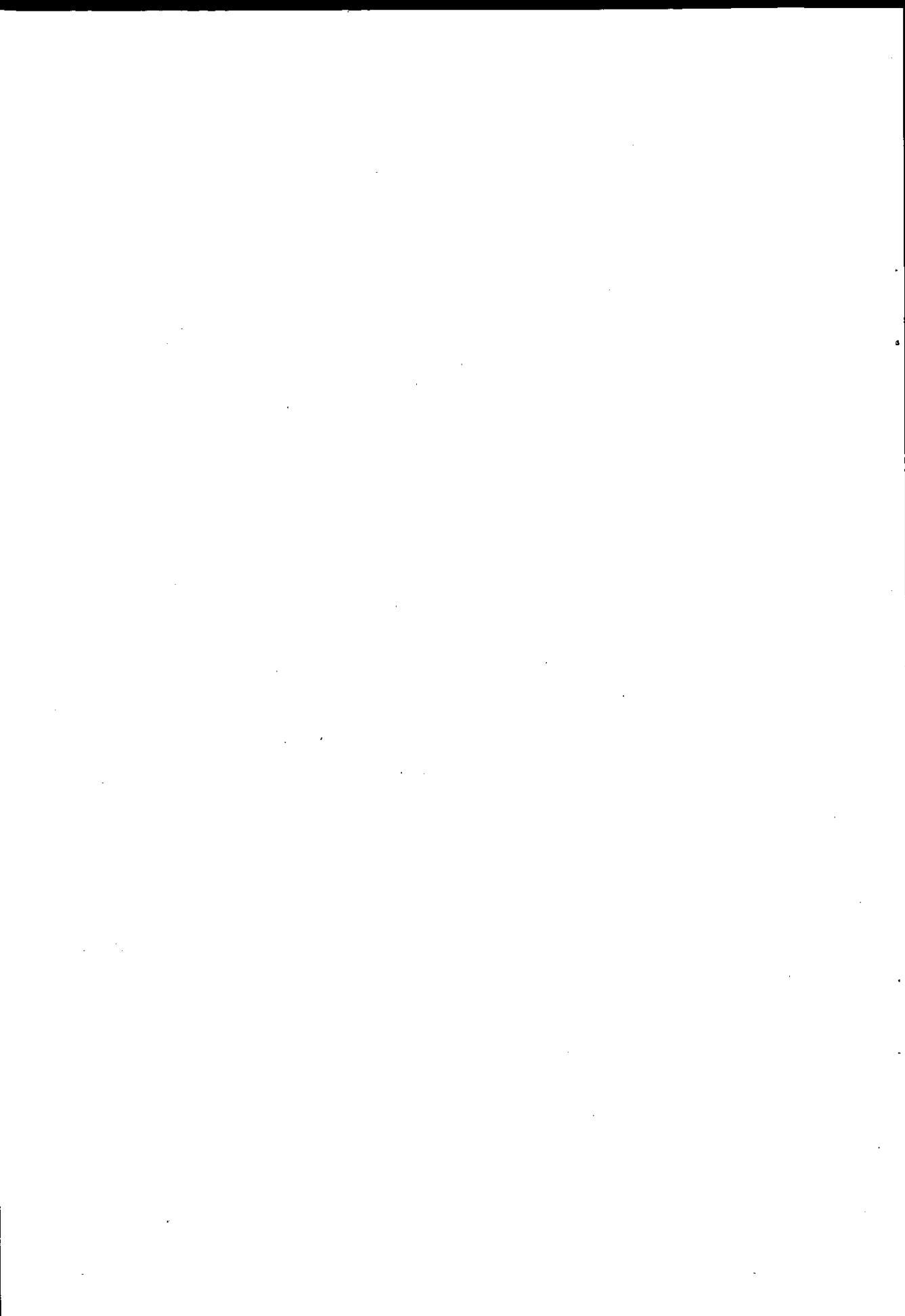
図 3-3 制御装置のワイヤードロジック，DDC/シーケンス両制御装置併用/マイクロコンピュータ応用の比較

### 3.3 工業の各分野

#### 3.3.1 電 力

電力事業は、電力エネルギーの発生と、広域にわたる自社配電区域への供給という事業の性格から、その系統の運用を中心に図3-4に例示するように大型コンピュータからミニコンピュータに至る階層を組んだ大規模の給電自動化システムが進んでいる。マイクロコンピュータの応用としては、この総合自動化システムを構成している個別の装置のなかに、監視盤の制御用、記録装置の制御用など、部品に近い形で使用されている。主力設備の運転制御への直接的な使用については、信頼性を重んずる保守的性格から、実用化は今後の問題というべき段階にあるが、開発のための試験は非常に活発に行われ、各種装置のフィールドテストが行われている。

図3-5は保護制御機能の高度化、あるいは増設改造作業の円滑化、メンテナンスフリー化などをねらいとしてフィールドテストが各電力会社で進められているデジタル化したキャリアレーの構成例を示すものである。データの分配伝送、記憶などにデジタル化の有利性を生かそうとする試みで、ノイズ、サージに対する克服法などをテスト中である。



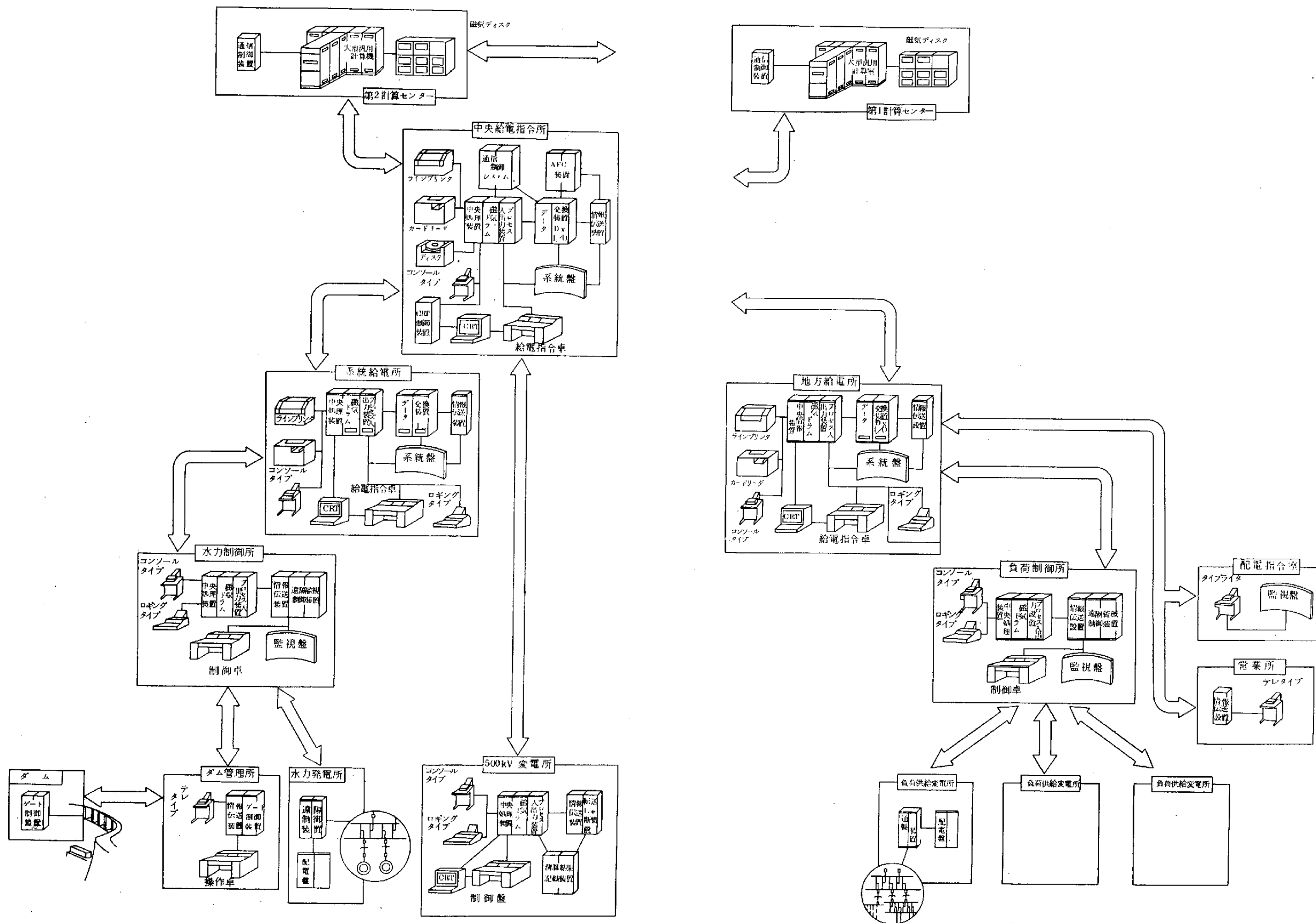


図 3 - 4 系統運用総合自動化システム概念図 (関西電力の例)





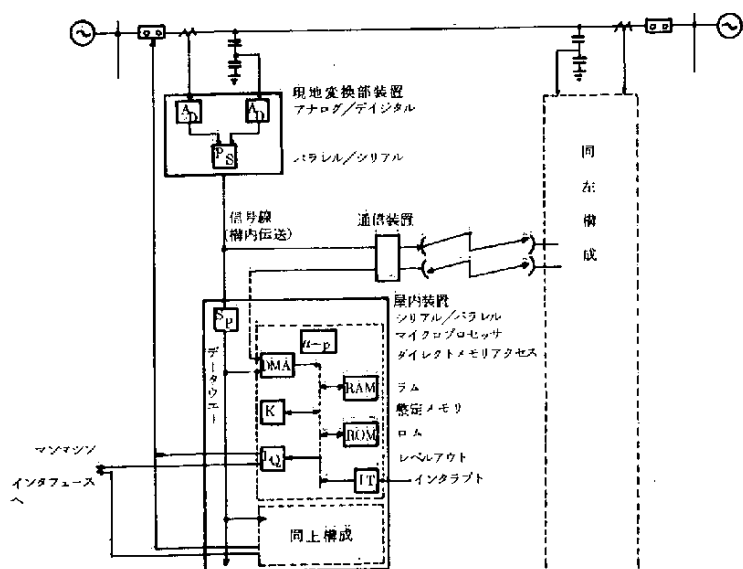


図 3-5 デジタルリレーシステム構成図

発電プラントの場合も現状は似た状況にある。図 3-6 に比較的新しい大容量火力の総括制御システムの例を示す。下段に書いてあるのがボイラ、その給水ポンプ、主蒸気の加減弁、主タービンとその直結発電機、主変圧器とその主遮断器などの主機で、中段に英略号が書かれているのは左から順に自動バーナ制御盤 (A B N C)、ボイラタービン協調制御装置 (A P C)、電子一油圧式タービンガバナ制御盤 (E H)、自動電圧調整装置 (A V R)、無効電力制御装置 (A Q R)、自動同期投入装置 (A S S) などの主機の制御装置と各種補機モータ類のシーケンス制御用補助リレー盤である。そしてこれらの制御装置がその上段に画かれている工業用電子計算機によって制御されている。そしてマイクロコンピュータはこれらの制御装置類に対して実用試験が開始されている。現在最も活発に各社が採上げてテストに取り組んでいるのは、図 3-6 の E H に相当するガバナ制御部である。図 3-7 にその系統図の 1 例を示しておく。

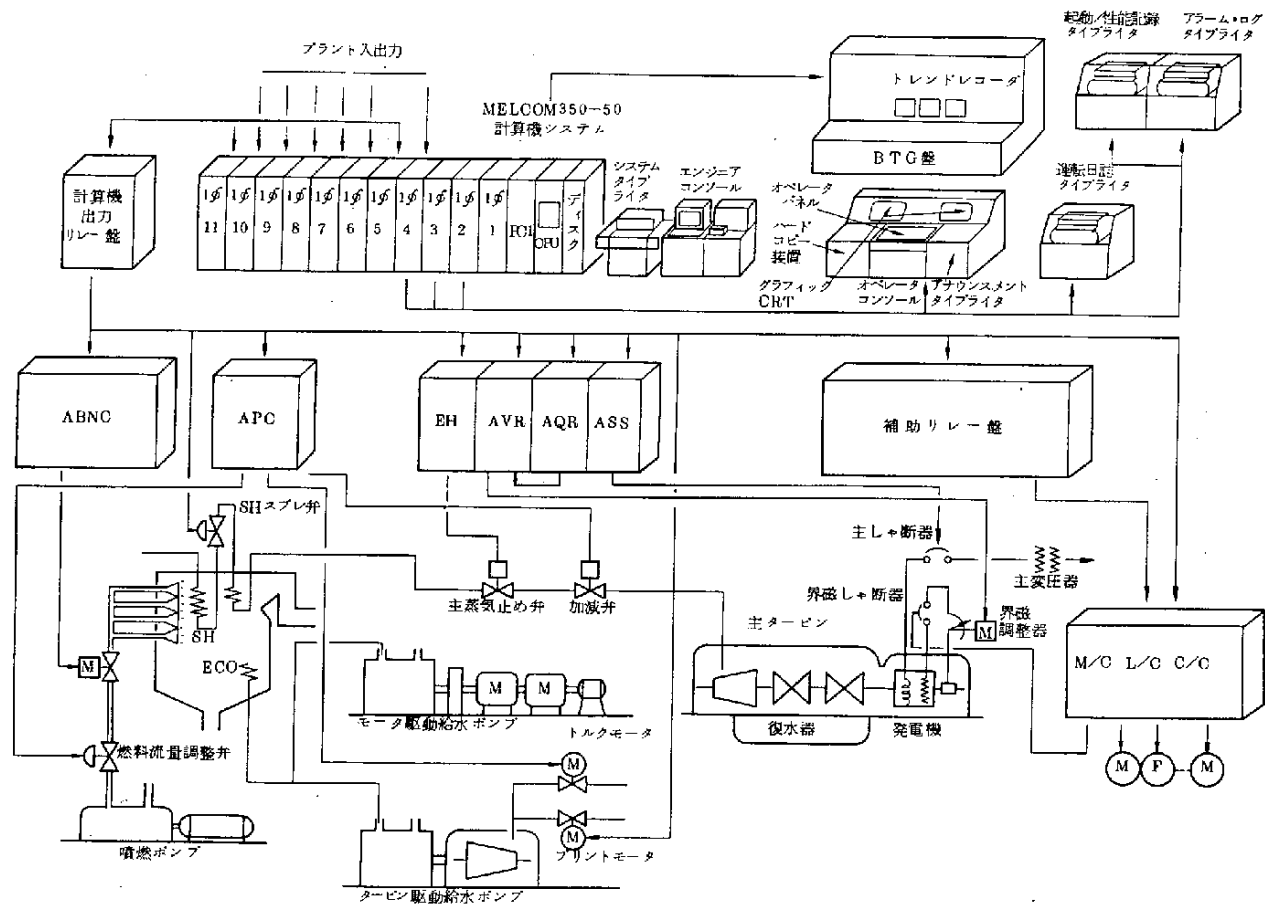


図 3-6 火力発電所ボイラ・タービン・発電機総括制御システム例

最近の試みとして注目すべきテーマに、制御装置の故障診断のためのマイクロコンピュータの応用がある。そのインテリジェンスを利用し、運転中の制御装置自身の動作状況を更に時々刻々トレースしながら監視し、故障発生時に装置の何の部分の故障かを迅速に判断しようとする試みで、ユニットトリップをひとたび起こすと数十万キロワットにおよぶ電力を失う最近の大容量プラントでニーズが特に強い。いかにもマイクロコンピュータらしい特徴を生かし、小さいけれども賢い力を発揮して貰おうという試みで、A P C への試用などが試みられている。今後の進歩による実用化が期待されている。

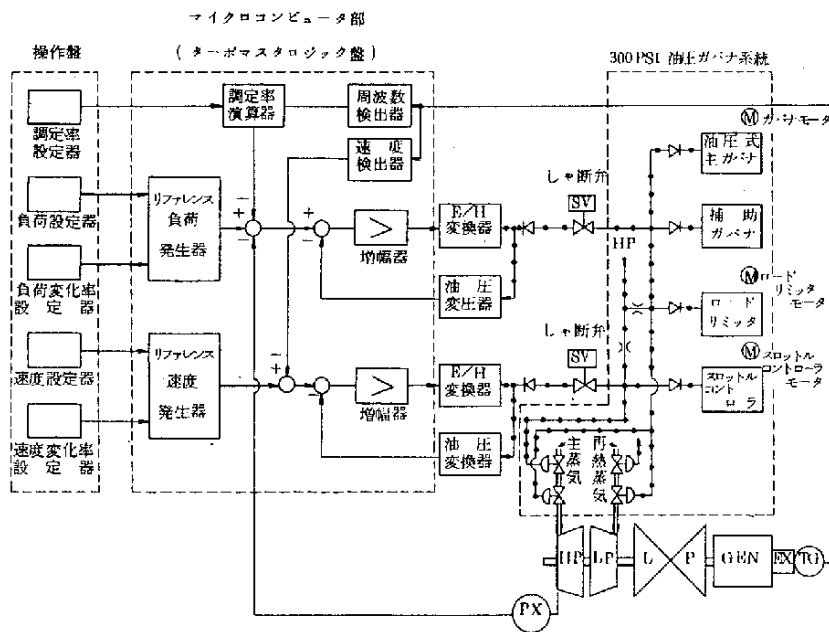


図 3 - 7 ターボマスタ制御系統図

製鉄所は化学的高温還元反応をベースとする製鉄、製鋼プラント、これと対称的に物理的塑性変型を中心とする各種類の圧延プラントとバラエティに富んでおり、その経営のためには電力の項で紹介した場合同様多数の電子計算機を階層構成に組合せ大規模なハイアラキシステムを構成している。その第1号は1962年英国が国費を投じ世界をリードする意気にもえ建設した国営製鉄所スペンサー工場で始めて実用化したのであるが、その後はむしろ我が国の製鉄所において、図3-8に示すような、より充実した実用システムが多数設置されている。マイクロコンピュータはその末端の個別処理レベルでDDC用、シーケンス制御用、計測用、データ処理用などに多岐にわたって使用され始めている。

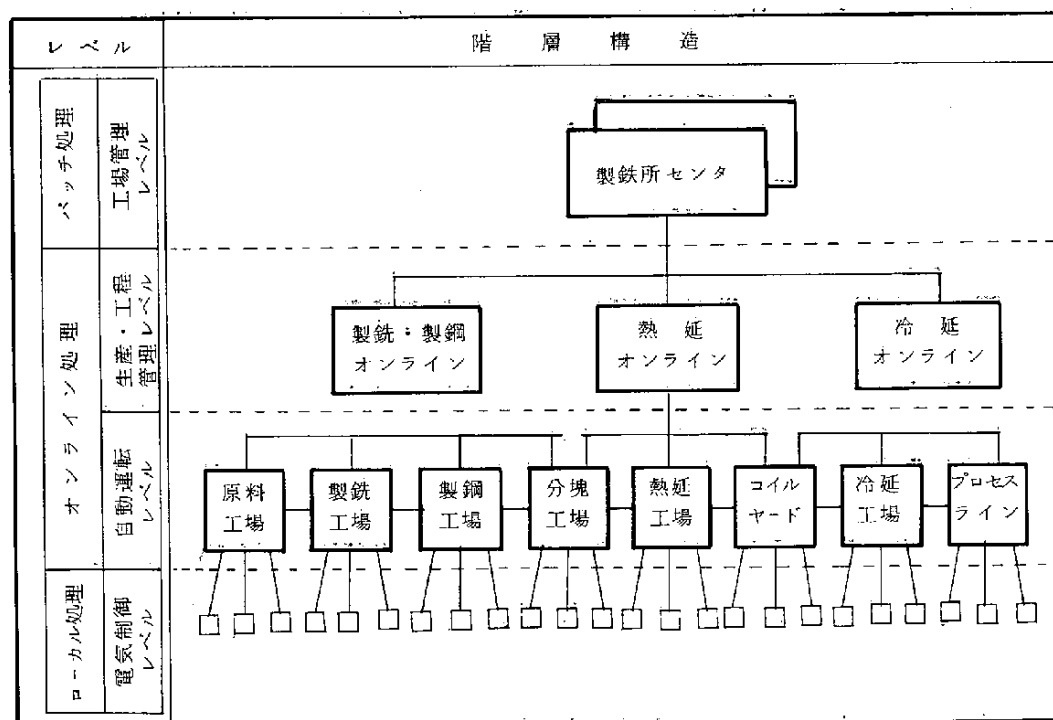


図 3-8 製鉄所用電子計算機の階層構造と機能分割

図3-9は、川鉄千葉の高炉計装の一部に設置した例である。高炉計装用マイコンとして6台のマイクロコンピュータを使用した分散型DDCコントローラが使用されている。

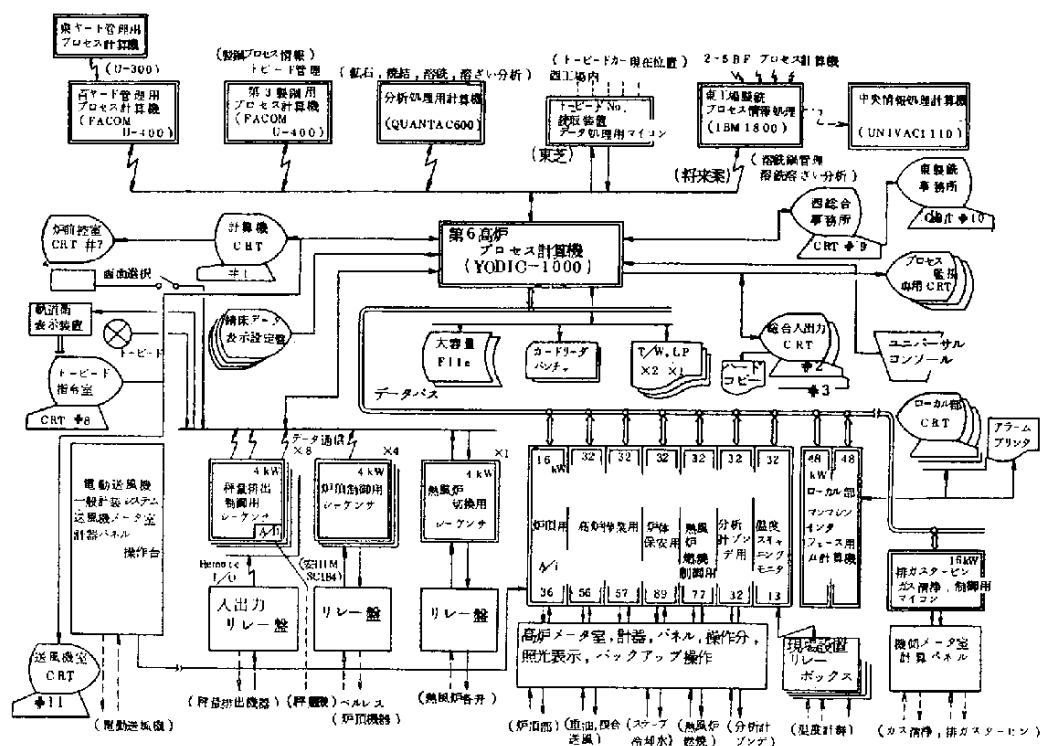


図3-9 川鉄千葉第6高炉計装計算機制御システム構成

圧延プロセスの例として図3-10に薄鉄の熱間圧延プラントを紹介する。10台のマイクロコンピュータベースのプラントコントローラ(三菱の機種名MELPLAC)が、加熱炉に1台、粗圧延に2台、仕上エントリテーブル部のクロップシア用に1台、仕上圧延に4台、終端冷却テーブルに1台、巻取コイラに1台と配置され、それぞれの部分で主として位置決め制御(APC)および関連シーケンス制御を分担している。中心となる仕上タンデルミル部分は1台がロールを駆動する主直流電動機群の速度設定その他用、スタンド間のルー

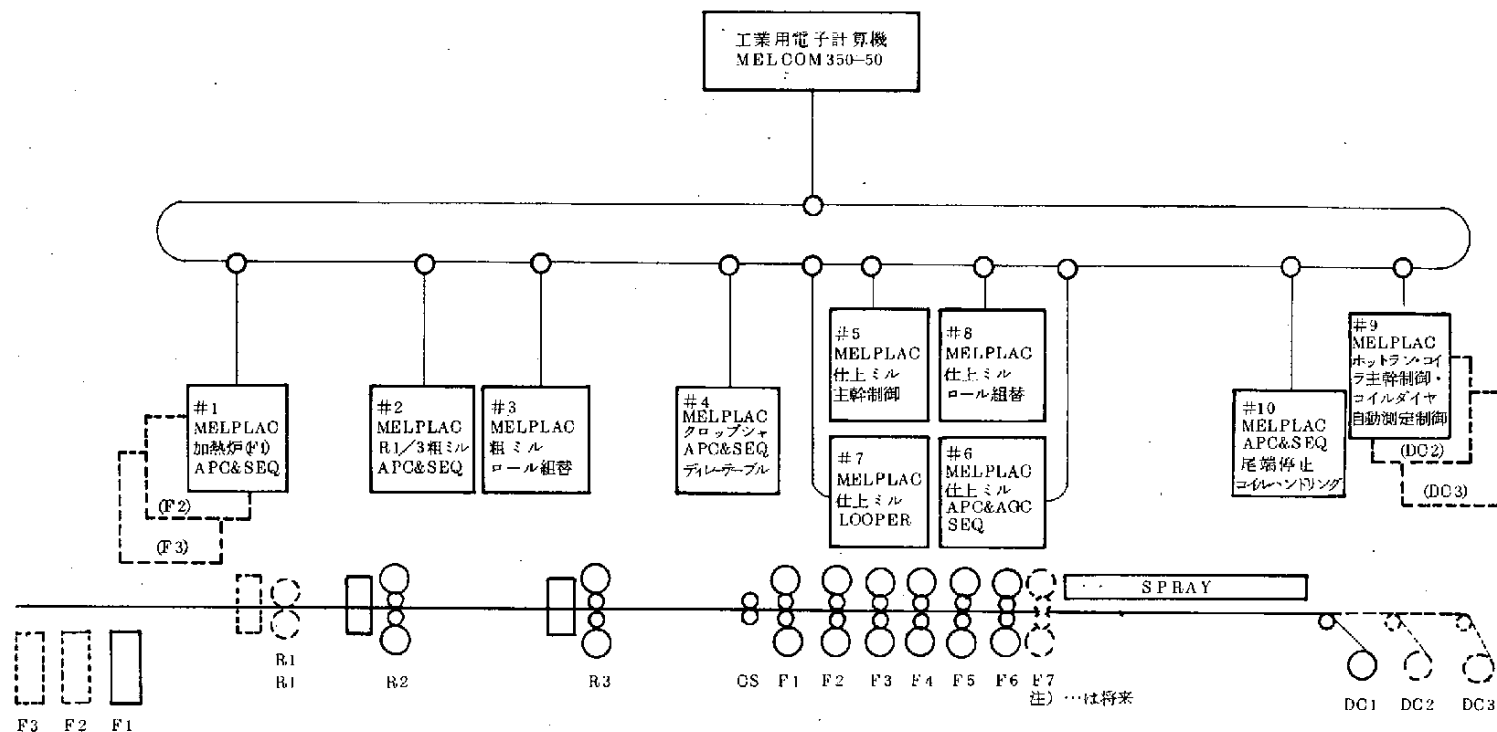


図 3-10 ホットストリップミルプラントへのプラントコントローラによる分散化システム

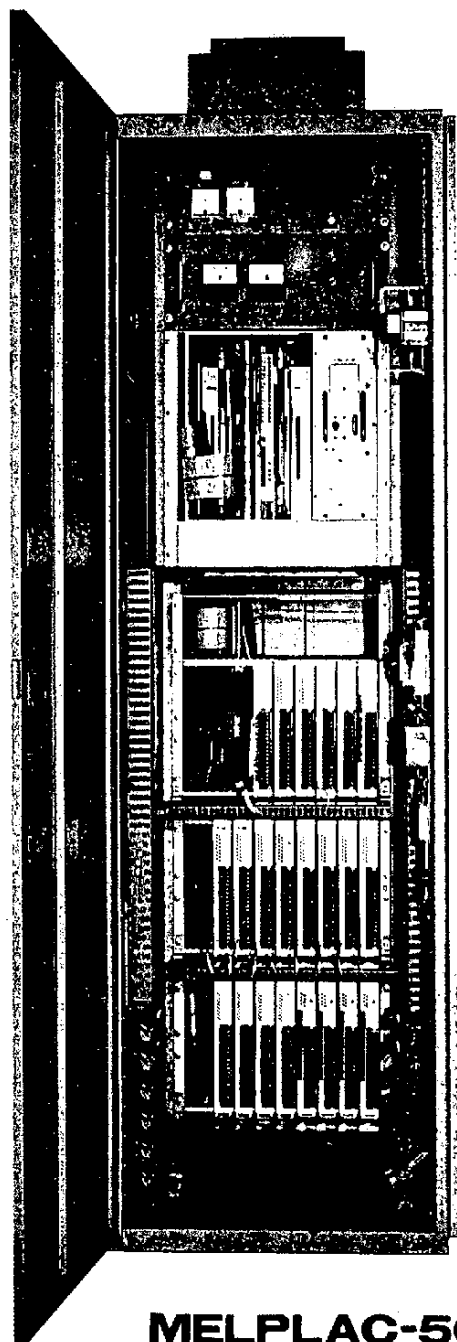
ブ制御用，自動板厚制御 DDC 用，位置決めとシーケンス制御用と 4 台が機能を分担している。図 3-11 は，この種の高速制御用としてマイクロコンピュータ（ビットスライス型バイポーラ CPU を組合せ使用）を使用したプラントコントローラ MELPLAC-50 である。そのアキテクチャはこの種の用途に最も使い易いように，①制御用に必須な高級言語（POL）を持ち，これを直接機械語として実行すること。②シーケンス制御とアナログループの DDC 制御を共用する。③高位言語と入出力信号を直接接続することが出来るようアドレッシングを直接モードでカバーする。など工夫し，生産ラインの試運転調整とプログラムデバッグが直接結び付けられるように配慮している特殊なマイクロコンピュータである。

### 3.3.3 上下水道おける応用

かなり古くからの歴史のある上水道設備と最近急激に各地で建設の進んでいる比較的新しい下水道設備，両者共に最近は人口の都市集中の傾向に併いますます大規模化しつつある。上水の使用量は人口増と生活水準向上に併って増加の一途をたどっているのに水源はもはや数多く求めることが困難となり勢い少数地点の浄水場がますます大規模になりつつある。下水の処理も最近の環境保全，社会資本充実の成熟した社会の傾向と共にますます活発に施設の拡充，新設が進められている。

これらの諸施設は公共事業として，故障による影響が社会に広い範囲で直接および性格から，信頼性，安全性，迅速な故障復旧が強く重視される。このため中央に集中した監視と分散化した制御システムが導入される傾向が強いのは電力，鉄鋼と似た傾向である。

図 3-12 に最近のこの傾向を示す 1 例を示す。マイクロコンピュータは沈殿池，ろ過池，薬品注入，ポンプ室と各施設に応じた機能を分担制御する。（上水施設の場合）下水施設でも多少分担が変わるが分散化制御システムを構



**MELPLAC-50**

図 3 - 1 1 プラントコントローラ 例



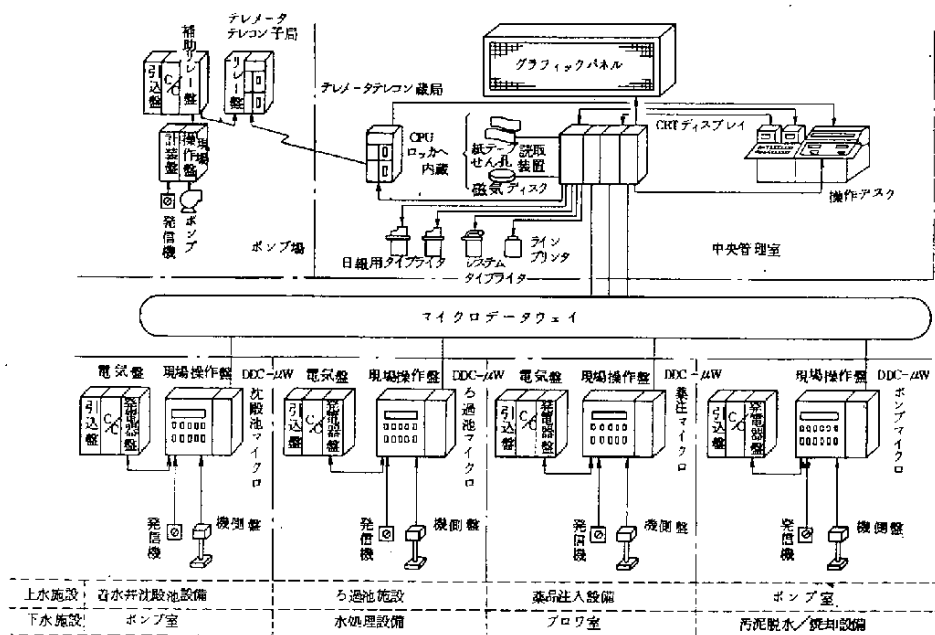


図 3 - 1 2 上 , 下水施設のオペレーションシステム系統図例

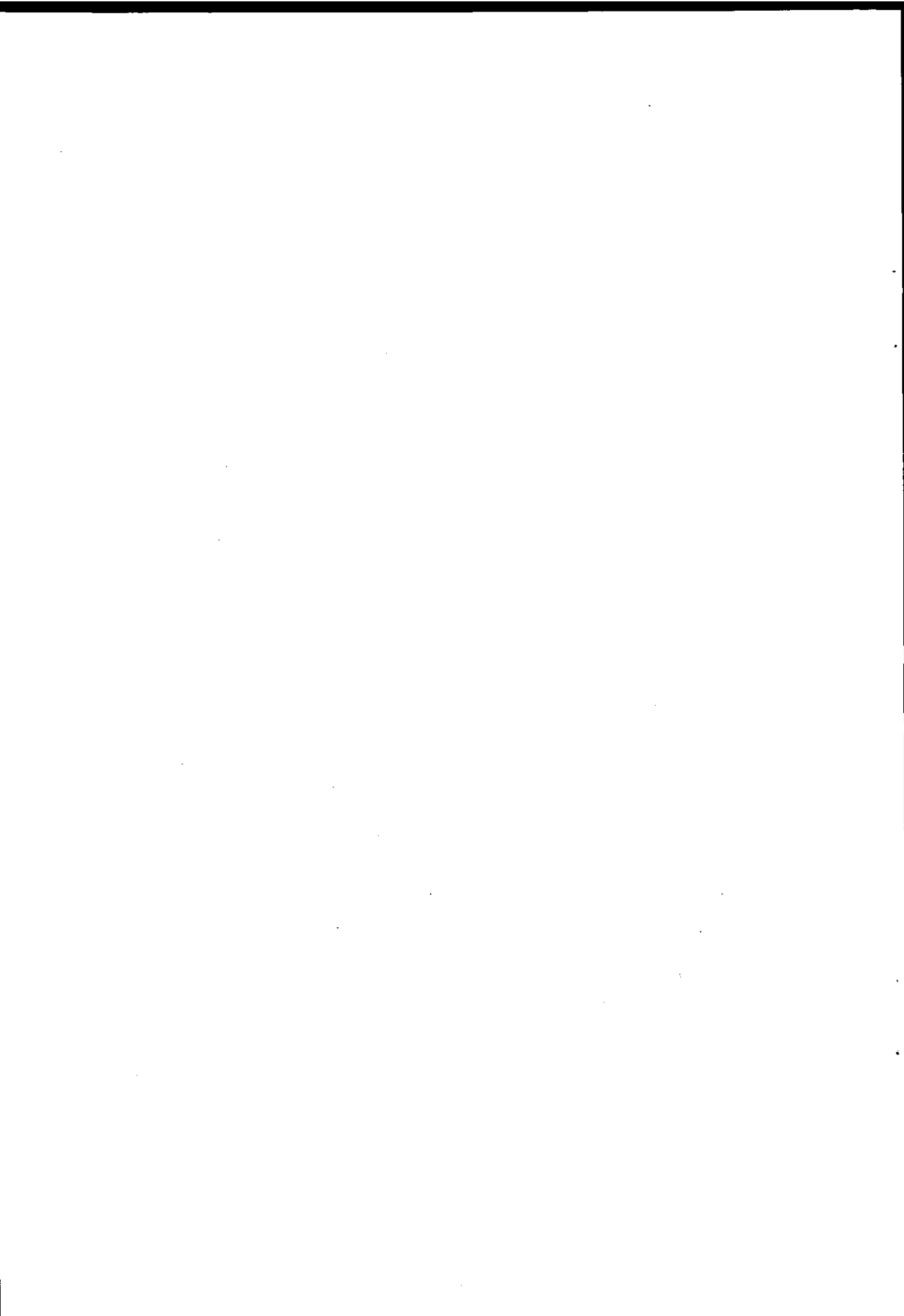
成することは略同様である。

図 3 - 1 3 に山武ハネウェルのまとめたこのフローシートを紹介しておく。

#### (1) 分散化制御用マイコン応用計装システム

上下水関係でのマイクロコンピュータの応用が計装用分散制御装置を中心としているので、この処で計測制御装置として国内各社で積極的に開発に努力している計装用マイクロコンピュータ応用分散化制御システムを簡単に紹介しておきたい。表 3 - 1 が各社の発表している製品の一覧表である。

工業分野のなかでも石油、化学工業、セメント、紙パルプなど連続プロセス工業では、従来から工業計器によるプロセス計装を基礎にミニコン、制御用計算機を含めた総合計装のシステムとしての階層制御システムが一般化していた。何れの場合も計算機の DDC が制御の中心であったわけであるが、制御をすべて計算機に集中することはダウン時の波及範囲をあまりにも広げる点に問題があったといえる。マイクロコンピュータによる分散化はこの点を解決し制御を



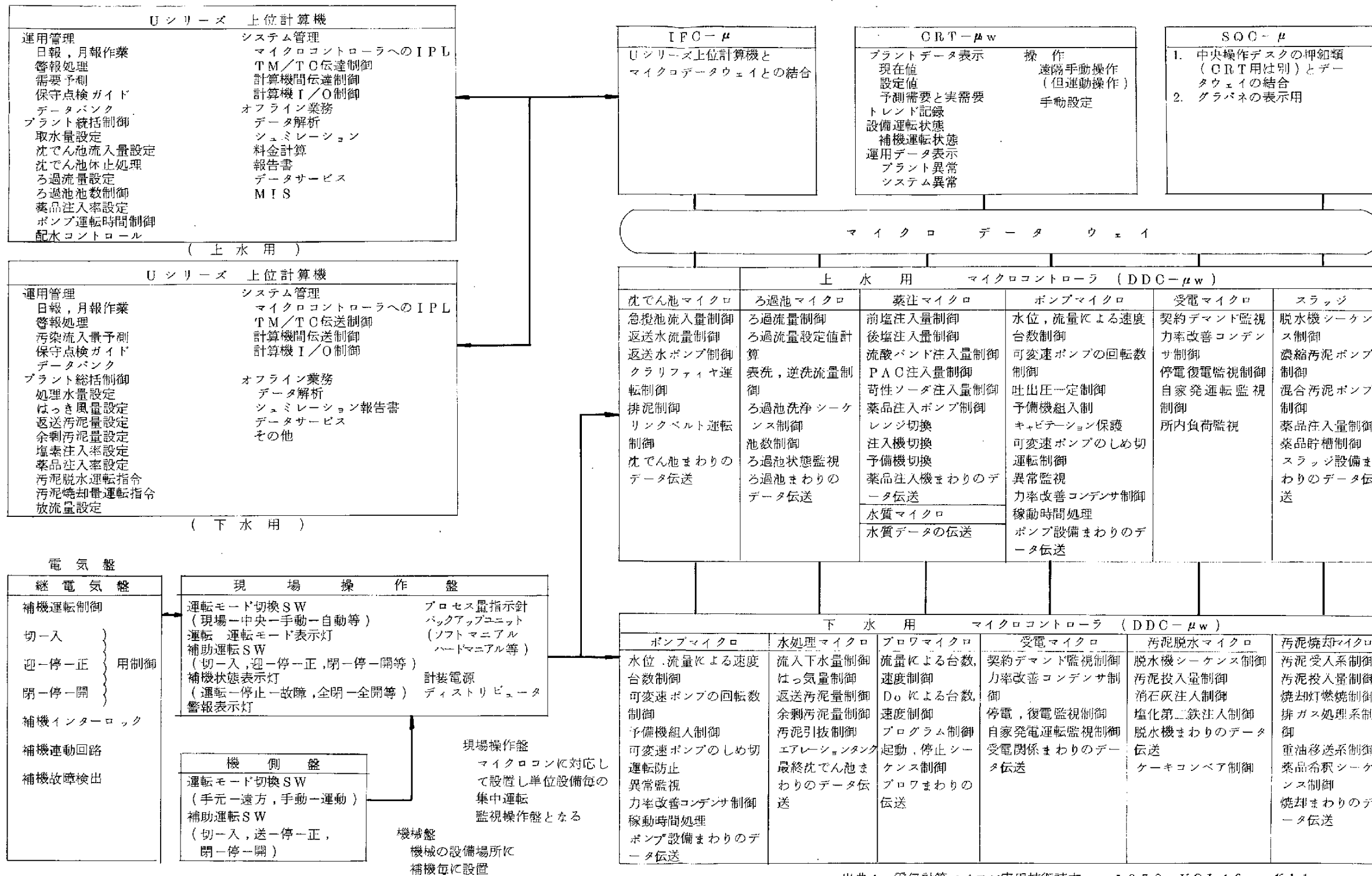


図3-13 上水, 下水施設用分散化制御のフローシートの例

出典: 電気計算マイコン実用技術読本 1978 VOL46 №11  
富士電機 河野道之



表 3-1 国内各社の代表的マイコン応用計装システム

| メーカー              |                           |           | 東 芝                     | 日 立               | 富 士                | 北 辰                  | 横 河                  | 山 武                                             |
|-------------------|---------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------|
| 項 目               |                           |           | 東 芝                     | 日 立               | 富 士                | 北 辰                  | 横 河                  | 山 武                                             |
| 製 品 名 称           |                           |           | TOSDIC                  | コントロール<br>Σライン    | MICREX             | 900/TX               | CENTUM               | TDCS 2000                                       |
| 発 表               |                           |           | 1975                    | 1975              | 1975               | 1976                 | 1975                 | 1975                                            |
| 使用する<br>マイクロプロセッサ | 型 式                       |           | TLS-12A                 | DSC-23他           | PFL-16             | LSI-11               | μ-COM16              | GC-1600                                         |
|                   | 語 長 ( ビット )               |           | 12                      | 16                | 16                 | 16                   | 32                   | 16                                              |
| ループコントローラ         | 分 散 化 単 位<br>( ループ/ボックス ) |           | 8                       | 32                | 16                 | 64                   | 32                   | 8                                               |
|                   | 入 力 点 数                   |           | アナログ 8<br>デジタル 16       | 32                | 16                 | 256                  | 64                   | 16<br>8                                         |
|                   | 出 力 点 数                   |           | アナログ 8<br>デジタル 16       | 32                | 16                 | 64                   | 32                   | 8<br>16                                         |
|                   | 基本サンプル周期                  |           | 1秒                      | 1秒                | 1秒                 | 1秒                   | 1秒                   | 0.3秒                                            |
|                   | 標 準 制 御 式 数               |           | 3                       | 20                | 16                 | 24                   | 30                   | 28                                              |
|                   | 主 メ モ リ ー                 |           | PROM 5.5KW<br>RAM 0.5KW | ワイヤメモリー<br>16KW   | PROM/コア<br>16KW    | コア 16KW              | コア 16KW              | マスクROM 12KW<br>RAM 0.5KW<br>バックアップ用<br>コア 2Kビット |
|                   | ユーザプログラム<br>の処理           |           | PROM追加<br>( 2KW )       | プログラムロード          | PROM交換<br>プログラムロード | プログラムロード             | プログラムロード             | PROM追加<br>( 4KW )                               |
| システムの通信方式         |                           |           | データハイウェイ                | データハイウェイ          | データハイウェイ           | AD/ブール経由<br>データハイウェイ | データハイウェイ             | データハイウェイ                                        |
| マンマシン<br>インタフェース  | 個別パネル<br>計 器              | 操 作<br>表示 | SP/PV/VP<br>モード切換       | SP/PV/VP<br>モード切換 | PV/VP<br>モード切換     | SP/PV/VP<br>モード切換    | SP/PV/VP<br>モード切換    | SP/PV/VP<br>モード切換                               |
|                   |                           | 用 途       | I/O処理部<br>内蔵のため必須       | 標準操作              | 標準操作               | 標準操作                 | CRTコンソール<br>のバックアップ用 | 標準操作                                            |
|                   | 簡易形コンソール                  |           | あり                      | あり                | あり                 | あり                   | あり                   | あり                                              |
|                   | CRTコンソール                  |           | あり                      | あり                | あり                 | あり                   | あり                   | あり                                              |

分散化しつつも、中央の電子計算機とのインタフェースを極めてやり易くすることにより管理の集中化を行い易くしている点が長所で今後ますます普及してゆくであろうといわれている。構成の具体的な例として図3-14に東芝、図3-15に山武ハネウェルでそれぞれ開発したシステムを紹介しておく。

### 3.3.4 機 械 工 業

機械工業への応用については本協会の1昨年の報告書「機械工業におけるマイクロプロセッサの応用」がある。三菱総合研究所で昨年行った調査でも、生産工程遠隔制御への応用、産業用ロボット用、精密加工機械、自動溶接機制御、精密測定器用、パイプ成形機、線材加工機械、コンベア制御、プラスチックインジェクション機械制御、工作機械数値制御、製品自動検査機械、クレーン制御、布繰リスト自動作成機、自動機能試験機、織機自動化、自動裁断機、等々数多くの分野にわたる応用例が報告されている。(システムハウスへのアンケートによる。)

この分野でも電子計算機或いはミニコンによる集中制御から分散化の傾向と共にマイクロコンピュータを活用する傾向が、最近の新しい動きとして強まっていることは前節に報告した鉄鋼や上下水道の場合と同様である。中央一括でなく個々の機械にインテリジェント性を持たせ最適制御を指向する傾向と共に、マイクロコンピュータの採用が今後ますます一般化するすう勢にあるといえよう。

本レポートでは機械工業については一昨年の報告書と重複を避け、工作機械の数値制御分野につき簡単にふれるに止める。

#### ○ 数値制御への応用

機械工場の省力化、自動化の有力な手段として、工作機械の数値制御は既にかなり普及している。その一般的構成は図3-16に示す通りで、基本部は①入力情報を紙テープから読取り解釈して演算制御を行う演算部と、②機械の動きと制御するサーボ系とで成立っている。この①の部分にマイクロコンピュー

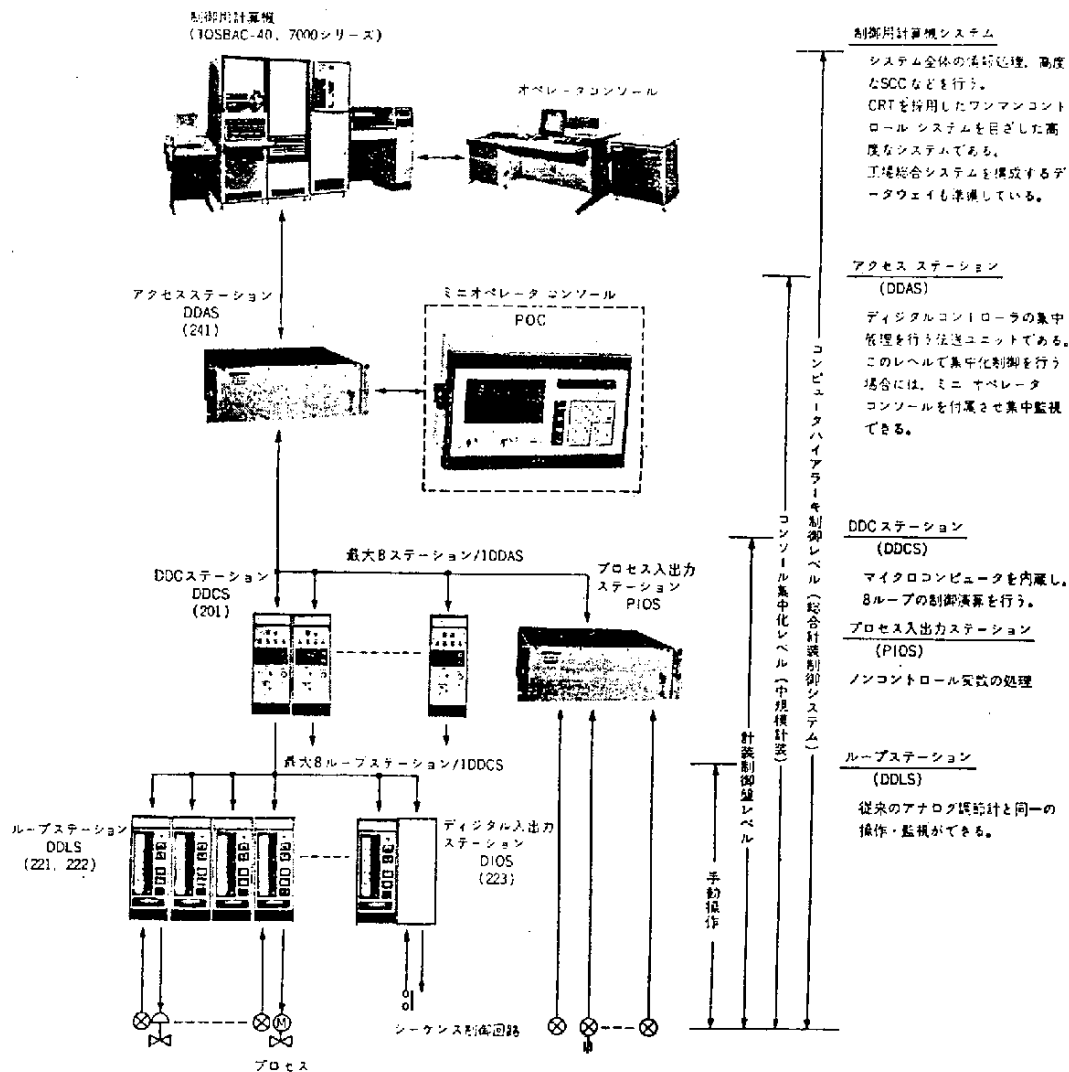


図 3 - 1 4 「TOSDIC」システムの構成

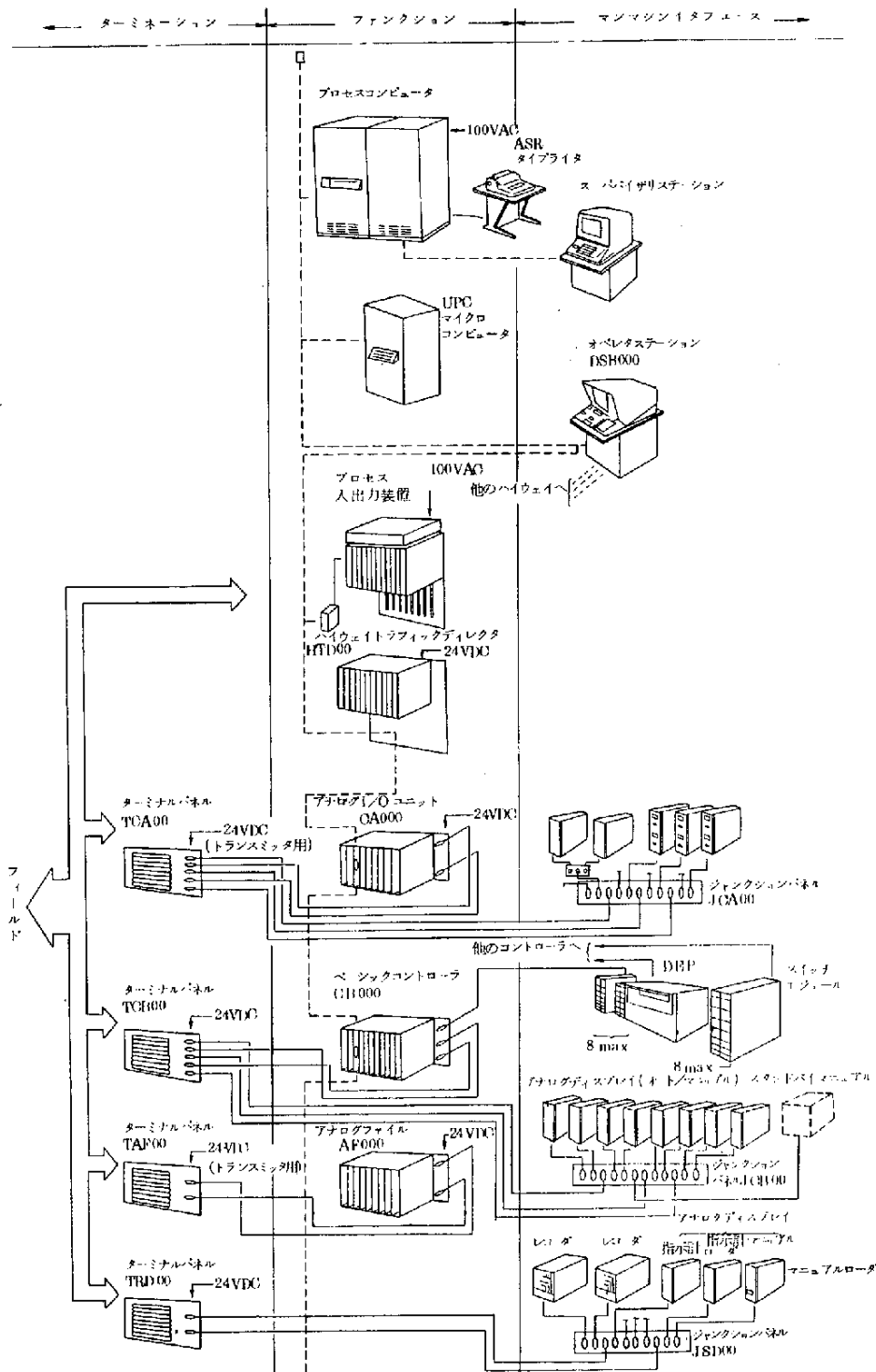


図 3 - 1 5 TDCS 2000 基本システム構成



タを採用しコンパクトで高い機能を実現しようとするもので、図 4-17 がその例である。従来ミニコンを一台専用することによって果して来た表 3-2 に例示するような高級な能力を持つ NC 装置が一般的となる可能性を示すもので、今後の普及が予想される。

### 3.4 今後の課題

以上マイクロコンピュータの工業各分野への応用につき、代表的業種をいくつかとり上げて現状を概観した。その結果をまとめると、広い範囲で主にワイヤードロジックの置換え、それによる各種性能の向上、機能の拡大の形で多種多様なかたちで使用され始めているといえる。

今後ますます応用はひろがり多方面に浸透していくと思うが、その誤たざる方向付けのためにいくつかの課題がある。次にそれらにふれてみよう。

#### ① センサ、アクチュエータを含めた技術の協調のとれた進歩の必要性

本章の始めで工業分野の進歩が半導体技術の進歩に大きく依存している事を報告したが、半導体の進歩はまことに急激で目覚ましい。しかし他の技術の進歩速度に比べ余りに急速にすぎ独走の傾向がある。応用の見地から見ると周辺に関連技術が追い付かない観がある。

この際半導体の急速な進歩発達を起爆剤とし、トリガーとして、関連する技術全体をレベルアップしてゆくよう努力を要する。なかんずくセンサーの進歩、開発は応用の拡大にとって重要なキーになる可能性を持っている。

#### ② 標準化の問題

本章で例として報告した各種の装置は、全く異った目的のために製作されたものであるが、ハードウェアは何れも CPU, ROM, RAM, 入出力インタフェースポートで構成されて居り、その異った機能はすべて ROM に書込まれたプログラムだけという形になっている。したがってシステムの機能を示す構成図は、何の用途への応用でも同じ様なブロック図になる。これは実はマイクロコ

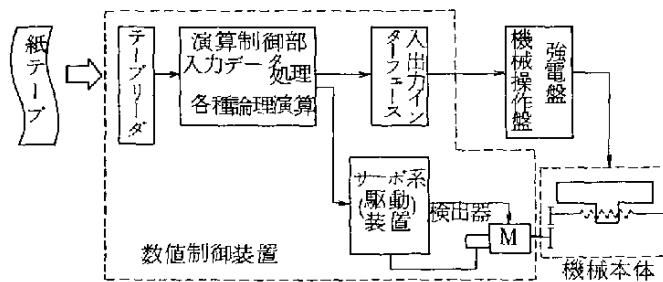


図 3-16 数値制御装置機能ブロック図

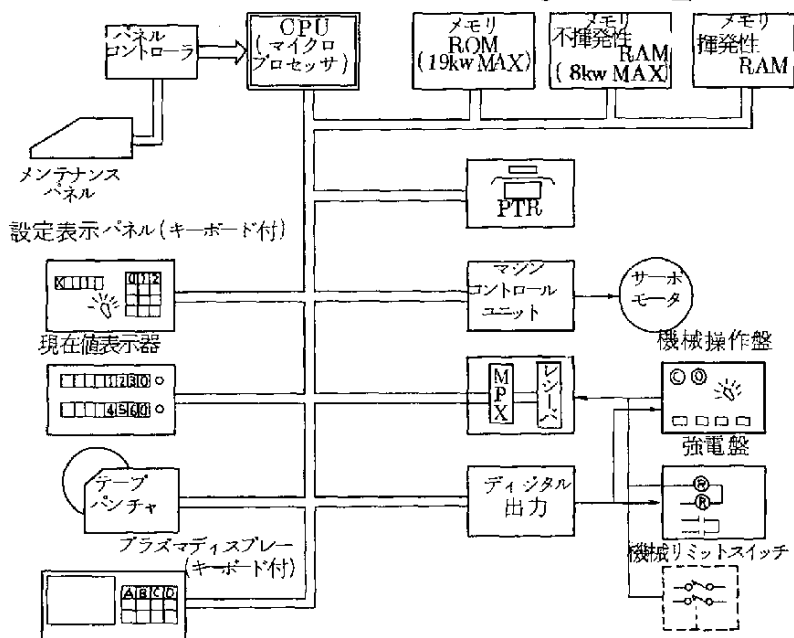


図3-17 (MELDAS)5000C/5100Cハードウェア構成図

表 3-2 最近のNC装置に要求されているCNC機能

| NO | 内 容                  |
|----|----------------------|
| 1  | テープレス運転              |
| 2  | パターンサイクルなどのプログラム援助機能 |
| 3  | 多文字表示機能              |
| 4  | 自己診断機能               |
| 5  | 複雑な加工形状切削            |
| 6  | 各種プログラムフォーマットの互換性    |
| 7  | パンチャ、プリンタなどの出力装置付加   |

ンピュータの本質的な特長であり、同じハードウェアで広範囲の用途に応えることが出来る長所である。そしてこの本質的長所を更に発揮させるには標準化が今後の大きなテーマになると思われる。現状ではマイクロコンピュータ自身はセカンドソースの形で部分的な実質的標準化が進んでいるに止っている。

標準化の中では先づインタフェースの問題が検討されるべきであろう。本章の報告で数例示したように、各種の制御装置が階層を組み使用されることが多い。この際の相互接続が簡単に出来ること、性能良く使えることが緊急の問題である。既に米国ではこの種の活動がスタートしヒューレットパッカード社の提案した8ビットバスを標準の一部にする動きがある。わが国でもこの種の活動が具体化することを期待したい。

### ③ ソフトウェアの問題

電子計算機の今日の発達、普及にはソフトウェアの進歩が大きくあづかって力になっていることはいうまでもない。今日電子計算機を使う場合ユーザは誰一人としてハードウェアが何う動作するかを考えながらソフトウェアを使うことはないであろう。電算機メーカは、ユーザに使い易い言葉でソフトウェアを作成出来るコンパイラを始め、マシンを効率よく使うための種々なサポートソフトウェアを完備したオペレーティングシステムを備えて提供している。ユーザはハードウェアの束縛から離れ、人間の思考に近い形でソフトウェアを自由に組立てゝいる。

これに対し、マイクロコンピュータの場合はこの種のサポートはいまだ全く不十分である。

この面からマイクロコンピュータに高級言語の完備を要求する人が多い。そしてこれはマイクロコンピュータの最大の課題であることは恐らく事実である。

但し、この処でひとつ問題を指摘しておきたい。マイクロコンピュータに大型コンピュータと同じ発想のソフトウェア体系を具えることが最適かということとを再考する必要がある。

大型計算機のために考えられ、ばう大な開発人員、予算を投じて開発された

オペレーティングシステムを効果的に使うためには、CPUだけでなく、大容量メモリはもとより多数の高速入出力チャネル、高速度のプリンタ類、テープ入出力装置等を駆使して始めて効果があり、本来の性能を発揮する。それよりはるかに規模が小さく、構成も簡単にシステムアップすることに最大の長所を発揮するマイクロコンピュータに移しても実効ある効果は期待出来ないであろう。

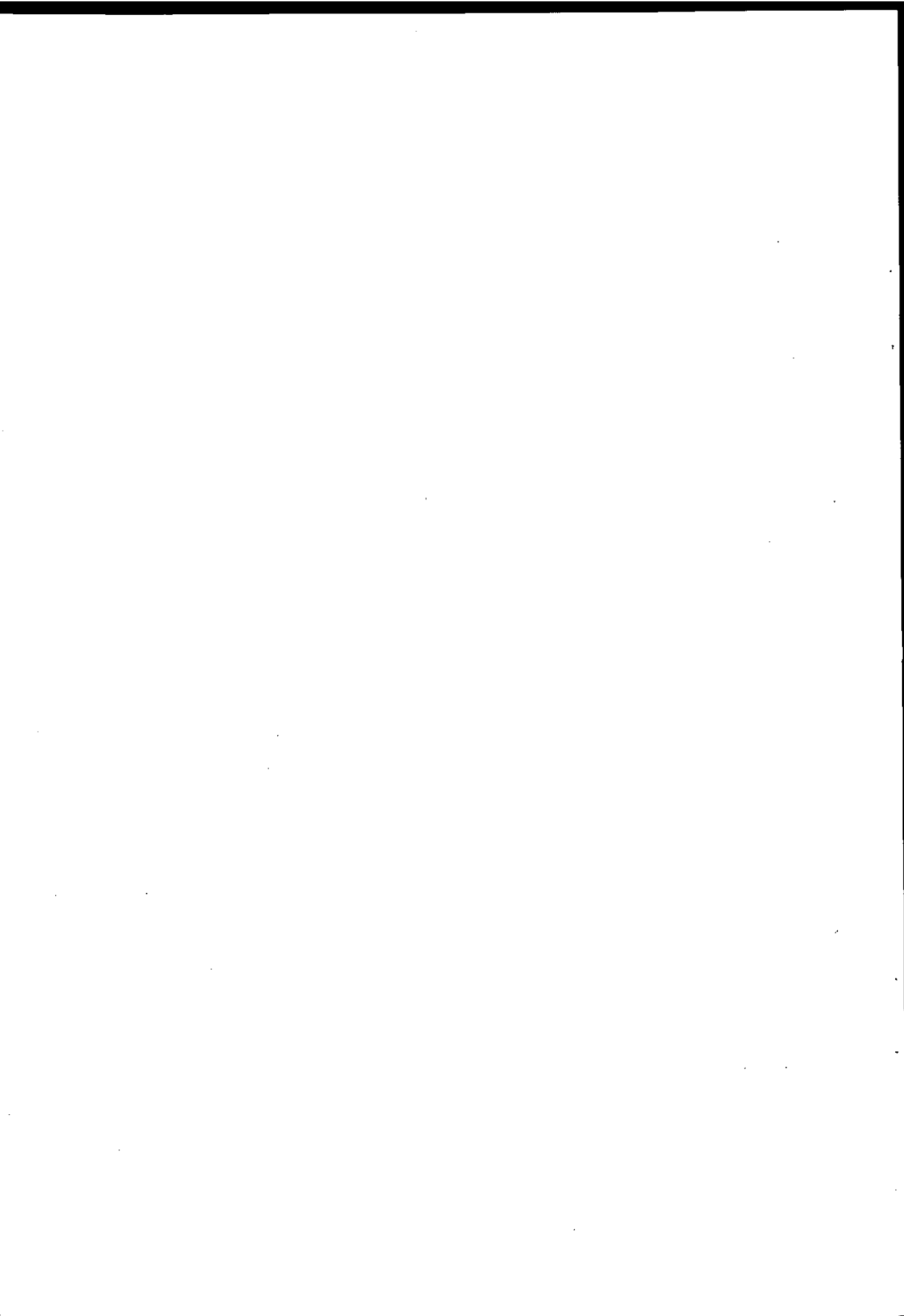
マイクロコンピュータにふさわしい小規模入出力装置、簡単なチャネルを基にしたオペレーティングシステム、その下に使われるべき高級言語の仕様はどのようなものならよいか、という課題が今後の開発を待っている。

更に今までハードを忘れることによって使い易さを満喫しているユーザは、マイクロコンピュータによってやっと再び電子計算機の原点に戻り、再度ハードに手をふれる事になった大きな側面を忘れてはならない。そしてその用途が、本章の各例で報告したように、多種多様な入出力を動かす必然性から、CPUのハードウェアに直接ふれる必然性を持っている。そしてこのようにハードに直接結合出来る高級言語というものは大型計算機の世界にもいまだ実用化されていない。このことはマイクロコンピュータのための高級言語は、今後の開発に努力が行われている“システム記述言語”であろうか。それとも特殊なPOLに近いものであろうか。今後の課題として検討が待たれる。

これら今後の課題に属するテーマについては本報告書の中でも別章で異った角度から取り上げられると思う。又本協会マイクロコンピュータ振興センターの来年度以降のテーマにもなるかもしれぬと思うので、いずれ又別途検討が進められることを期待し、本章の結びとしたい。

最後に本章には国内各所で発表している表、図を使用させて貰っている。大部分は執筆を分担した筆者の所属する三菱電機のものであるが、その他関西電力、三菱総合研究所、川崎製鉄、東京芝浦電気、山武ハネウエル各社のものを借用したことを記し謝意を表したい。

## 第4章 ソフトウェアの開発技術



## 第4章 ソフトウェアの開発技術

### 4.1 マイクロコンピュータのソフトウェア開発の現状と問題点

マイクロコンピュータ（以下マイコンと称す）の普及にともない，従来汎用計算機システムを使用する情報処理分野で課題となっていたソフトウェア生産技術に関する問題が，あらゆる産業分野に拡大しつつある。しかも，すでに汎用計算機システムの世界では経験され，蓄積されている技術例えば，高級言語，汎用OS（Operating System），SP（Structured Programming）等は，マイコンの世界では，ほとんど経験されていない。

マイコンのソフトウェア開発の現状に関する特徴を，汎用計算機システムのソフトウェア開発と比較して示すと表4-1のようになる。

これらの現状の中で，マイコン故の特徴から，汎用計算機システムでは問題とならず，マイコンのソフトウェア開発における要求から発展した技術もある。例えば，リアルタイムデバッグのためのICE<sup>(1)</sup>（In Circuit Emulation）や，多機種のマイコンのソフトウェア開発をサポートする汎用アセンブラ<sup>(2)</sup>などが，それに相当する。

しかしながらマイコンのソフトウェアの設計，製造の大部分の工程は，汎用計算機の初期のソフトウェア開発と同様の状態にあるといえる。逆に，汎用計算機では経験されて来た技術をマイコンの世界に適用することにより，ある部分ではマイコンのソフトウェア生産性向上に役立てることが可能と思われる。

以上のような観点から，本章では，以下の項目について現状と課題を整理する。

- (a) 高級言語の普及
- (b) ソフトウェアエンジニアリングの適用
- (c) プログラムの流通

表 4-1 マイクロコンピュータのソフトウェア開発と汎用計算機のソフトウェア開発の比較

| 項目 \ 分類          | マイクロコンピュータのソフトウェア開発             | 汎用計算機のソフトウェア開発                                    |
|------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|
| ソフトウェア開発システム     | ターゲットシステムと異なる場合が多い              | ターゲットシステムと同一システムを使用する場合が多い                        |
| ターゲット計算機の種類      | 多種多様                            | メーカ系列ごとに標準化されている                                  |
| プログラムの規模         | 数 k steps                       | ～数 100 k steps                                    |
| プログラム作成言語        | アセンブラが中心                        | 高級言語が中心                                           |
| プログラム言語の標準化      | なし                              | あり (FORTRAN・COBOL)                                |
| プログラムの作成主体       | ユーザ作成が中心                        | オペレーティングシステム, 言語処理プログラム, アプリケーションライブラリが計算機メーカより提供 |
| モニタ/オペレーティングシステム | 不備                              | 完備                                                |
| 生産性向上技術          | ほとんどなし<br>(サポートソフトウェアに汎用化の動向あり) | ストラクチャードプログラミング                                   |
| プログラムの流通         | ほとんどなし                          | アプリケーションプログラムを中心に行われている                           |

## 4.2 高級言語の普及

### 4.2.1 マイコン用高級言語の動向

一般に, ソフトウェア開発においては, アセンブリ言語よりもコンパイラ等の高級言語を使用する方が, 生産性が高く, ソフトウェアの保守にも優れている。

マイコンの高級言語は, 現状では大きく分けて以下のように分類できる。

|                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| { システム開発用言語<br>データ処理用言語 | { 技術計算用<br>事務処理用 |
|-------------------------|------------------|



#### (1) システム開発用言語

マイコンを電子機器のシステムコンポーネントとして使用する時に必要となる、システム制御用プログラム開発の可能な言語である。この分野では PL/I like の PL/M(Intel), PL/1 $\mu$ (三菱), MPL(Motrola), PMP-C(日電公社)等が発表されている。

#### (2) データ処理用言語

マイコンを、データ処理のための計算機システムとして利用する場合に適した言語であり、汎用計算機で標準化されている仕様に準拠した言語が多い。技術計算用として FORTRAN や BASIC, 事務処理用として COBOL や RPG が発表されている。<sup>(3)</sup> 代表的なマイコン用高級言語の機能を表 4-2 に示す。

### 4.2.2 高級言語の使用状況

マイコン用高級言語の使用状況を、アセンブリ言語を含めた使用言語の分布でもって図 4-1 に示す。この比率の傾向は 2~3 年来変化していない。一方、マイコン利用者からのサポートソフトウェアに対する要望を図 4-2 に示す。これらの図から、高級言語はほとんど普及していないが、使用要求は極めて強いといえることができる。

高級言語の普及を妨げている主要な理由として、高級言語からの生成オブジェクトが、アセンブリ言語の場合に比較して大きくなることがあげられている。日電公社で開発した PL/M 相当の PMP-8C とアセンブラとで同一の問題を記述した場合、表 4-3 の結果を得ている。なお、同じ表に、ソースステートメント数の比較値も示している。この値は他の文献<sup>(8)</sup>で発表されている数値に近く、ほぼ妥当のようである。

表 4 - 2 マイコン用高級言語の例：参考文献<sup>(4)~(6)</sup>

| 項 目 \ 言語名 |         | PL/M                                                                                                                                                | COBOL 80                                                                                                             | TK80 BS BASIC                                                                  |
|-----------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 製 造 会 社   |         | Intel                                                                                                                                               | Microsoft                                                                                                            | 日本電気                                                                           |
| デ ー タ     | 属 性     | BYTE, ADDRESS<br>(データの長さ属性を規定)                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 数字項目 (外部10進, 内部10進, 16ビット固定小数点)</li> <li>• 文字列項目</li> <li>• 編集項目</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 浮動小数点データ</li> <li>• 文字列データ</li> </ul> |
|           | 構 造 体   | 1次元配列                                                                                                                                               | 構 造 体                                                                                                                | 2次元配列                                                                          |
| 演 算       |         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 固定小数点四則演算</li> <li>• 論理演算</li> </ul>                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 四則演算</li> </ul>                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 四則演算</li> <li>• べき乗演算</li> </ul>      |
| プログラム構造文  |         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• IF THEN ELSE</li> <li>• DO (くり返しDO)</li> <li>• DO WHILE (条件付きくり返しDO)</li> <li>• DO CASE (多分岐DO)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• IF THEN ELSE</li> </ul>                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• IF THEN FOR EXIT (くり返し文)</li> </ul>   |
| 入出力機能     | 命 令     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• INPUT(n)</li> <li>• OUTRU(n)<br/>n: ポート番号</li> </ul>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• READ</li> <li>• WRITE</li> </ul>                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• INPUT</li> <li>• PRINT</li> </ul>     |
|           | 入出力データ  | バイト単位                                                                                                                                               | レコード単位                                                                                                               | レコード単位                                                                         |
|           | 編 集 機 能 | な し                                                                                                                                                 | あ り                                                                                                                  | あ り                                                                            |
| 割 込 制 御   |         | ENABLE, DISABLE                                                                                                                                     | な し                                                                                                                  | な し                                                                            |
| フ ァ イ ル   |         | な し                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 順編成ファイル</li> <li>• 索引順編成ファイル</li> </ul>                                     | な し                                                                            |
| そ の 他     |         |                                                                                                                                                     | ANSE'74に準拠している                                                                                                       |                                                                                |

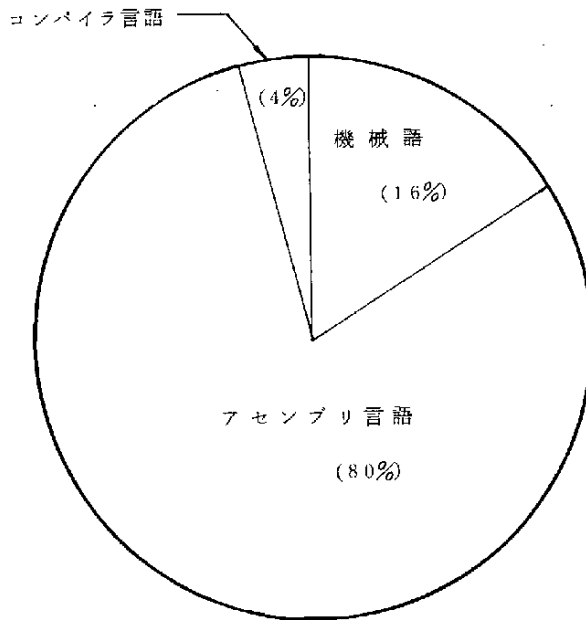


図 4-1 ソフトウェア開発における使用言語の分布<sup>(7)</sup>  
(回答件数 838 件)

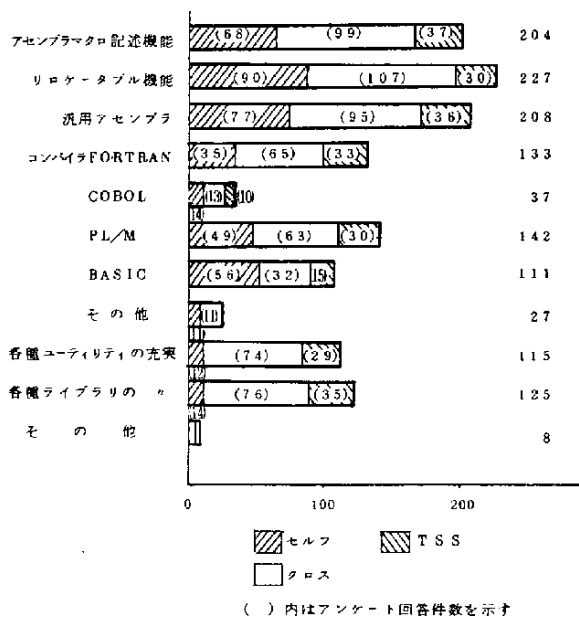


図 4-2 サポートソフトウェアへの要望<sup>(7)</sup>

表4-3からも分かるように、高級言語を使用するとオブジェクトサイズは大きくなるが、ソースステートメント数は小さくなり、したがってプログラムの開発期間は短くなるはずである。そこで、開発期間をパラメータとする開発コストとオブジェクトサイズをパラメータとする製品コストとのトレードオフをもって、高級言語使用のメリットを判断することが可能となる。高級言語の使用基準の計算例を図4-3に示す。この図で、Real ROM Costが製品開発数量をパラメータとする実際のメモリコストの線である。メモリが安くなればこの線は右上方に移動し、PL/Mの使用範囲が広がることになる。（なお、Real ROM Costは、現状ではもっと右上方に移動していると思われる）

また、マイコン応用機器のソフトウェア規模も一方では増加しつつあり、メモリ価格の低下と相まって、高級言語の普及のための条件は拡大しつつあるといえる。

#### 4.2.3 高級言語の標準化

汎用計算機システムにおけるFORTRANやCOBOLはANSIやJIS等で標準化されているため、これらの言語は各計算機に、ほぼ共通に使用できる。

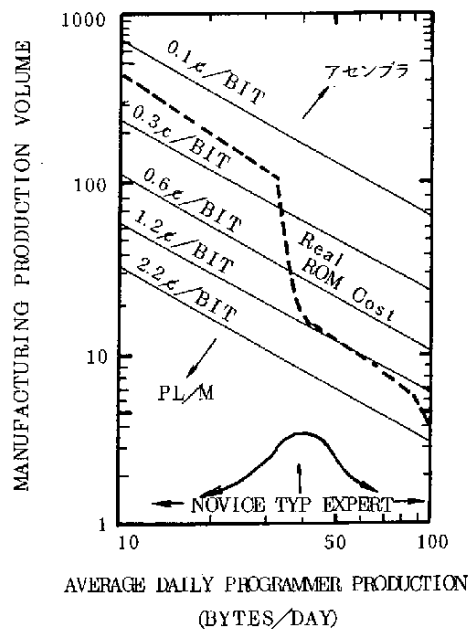
一方、マイコン用高級言語（特にシステム記述言語）は、いまだ標準化されておらず、これも高級言語の普及を妨げる一因となっている。

これに対し、サポートソフトウェア汎用化の一環として汎用コンパイラによって言語仕様の共通化をはかることが考えられている。電電公社で実用化したPMP-Cは、共通の言語仕様で記述したソースプログラムから、各種マイコンのオブジェクトを生成することができる<sup>(9)</sup>。表4-4にPMP-Cの言語概要を示す。PMP-Cには、入出力や割込の処理等に一部機種依存の仕様が残されているが、これは、現状のマイコンではいまだ普及していないモニタとのインタフェースを対象外としたためである。

PMP-Cには、言語仕様の共通化の他に、汎用計算機の分野で普及しつつ

表4-3 PMP-8Cとアセンブラによるプログラム開発の比較<sup>(5)</sup>

| 項 目 \ 言 語   | PMP-8C<br>(PL/M相当) | アセンブラ |
|-------------|--------------------|-------|
| オブジェクトサイズ   | 1.5~2.2            | 1     |
| ソースステートメント数 | 1                  | 2~3   |



前提条件  $\frac{\text{PL/Mの場合のメモリ容量}}{\text{アセンブラ}} = 2$

$\frac{\text{PL/Mの場合のステートメント数}}{\text{アセンブラ}} = 0.4$

プログラマのコスト = 100 \$/日

図4-3 高級言語使用の選択基準<sup>(8)</sup>

あるSPのためのプログラム構造記述機能（IF文，DO文の他，CASE文，SEQ文等）を豊富に提供している。これにより，さらに生産性向上を図ることができる。

PMP-Cは，これまでアセンブラを主に使用していたPMP-Cの利用者に大いに期待されており，かなり使用されると思われる。

表4-4 PMP-C汎用コンパイラの言語概要<sup>(9)</sup>

(a) 共通言語仕様

| 項 目     |          | 構 成 要 素                                       |
|---------|----------|-----------------------------------------------|
| プログラム構造 |          | 単純文，複合文，DO，CASE，SEQグループ，ブロック                  |
| データ     | 種 類      | 処理用（算術，列，ポインタ），制御用（ラベル，入口）                    |
|         | 定 数      | 算術（10，16進），ビット列（2，16進），文字列                    |
|         | 構 成      | スカラ項目，配列（最大3次元），構造体                           |
|         | 参 照      | 単純名，添字付名，修飾付名，ポインタ修飾他                         |
|         | 属 性      | BINP，BIT，CHAR，PTR，次元，INT，EXT，BASED，CONSTANT，他 |
| 式       | 種 類      | 算術，文字列，ビット列，ポインタ                              |
|         | 演 算 子    | ＋，－，＊，／，NOT，OR，AND，XOR，＜，＝，他                  |
|         | 演 算 要 素  | 定数，単純名，関数参照，式他                                |
| 文       | 代 入 文    | 単純代入文（オーバーフローオプション有）                          |
|         | 制 御 文    | IF，CALL，GOTO，RETURN，EXIT，CONTINUE             |
|         | 空 文      | 空 文                                           |
|         | プログラム構造文 | PROC，DO，CASE，SEQ，END                          |
|         | データ宣言文   | DCL                                           |
| 関数      | 組 込 関 数  | ADDR，MOD，SUBSTR，UNSPEC，NULL，DOUBLE            |
|         | 疑 変 数    | SUBSTR，UNSPEC                                 |

(b) 機種依存言語仕様

| 項 目        |     | 構 成 要 素                                                                                     |
|------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| データの精度     |     | ビット系列により精度上限が異なる                                                                            |
| 手続きオプション指定 |     | PROC OPTIONS（（ $\begin{smallmatrix} \text{MAIN} \\ \text{INTR} \end{smallmatrix}$ ）（X，Y，Z）） |
| サブルーチン     | 入出力 | INPUT（X，Y），OUTPUT（X，Y）他                                                                     |
|            | 割込等 | DISABLE，ENABLE 他                                                                            |

それは、共通言語化により、1つのプログラムを機種間で流用することができ、プログラムライブラリを機種独立とすることができる他、新機種採用時の言語習得を容易することができる等の効果によるものである。

共通言語化は高級言語の普及に大いに貢献できるため、マイコン用高級言語の標準化活動をしかるべき機関で開始されることが強く要望されているといえる。

また、汎用計算機システムの場合でも、高級言語の普及には、言語自身の優劣よりもその言語の普及を促進する機関の存在が大きな要因となっていた。したがってマイコンにおける高級言語の場合でも普及活動がぜひとも必要となろう。

### 4.3 ソフトウェアエンジニアリングの適用

#### 4.3.1 ソフトウェアエンジニアリングとは

汎用計算機システムにおいて、ソフトウェアエンジニアリングとは「コンピュータ・プログラムの設計と作成、あるいはプログラムの開発・運用・保守に必要な関連ドキュメンテーションにおける科学的な知識の実際的な応用」<sup>(10)</sup>と理解されている。すなわち、ソフトウェアの設計、保守も含めた全過程において、プログラマ個人の経験のみに頼ることを止め、一般化された技術を適用することである。

ソフトウェアエンジニアリングは、図4-4のソフトウェアのライフサイクルに対応した以下の技術から構成される。

- (a) 要求定義技術
- (b) 設計技術
- (c) プログラミング技術
- (d) テストとデバッグ技術
- (e) 保守技術
- (f) 管理技術
- (g) ソフトウェア品質評価技術

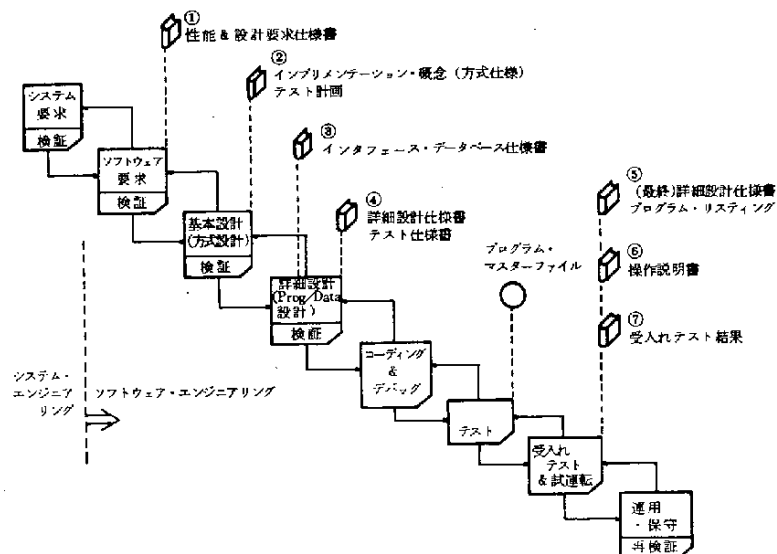


図 4-4 ソフトウェアライフサイクル(10)

これらの技術は単なる手法としてのみならず，計算機による自動化も考えられている。例えば，要求定義技術では，ソフトウェアに対する要求仕様を定義することから，設計仕様やプログラムを生成する自動プログラミングや，テストデバッグ技術では，テストケース（データやプログラム）の自動選択と生成等も対象としている。

これらの技術の詳細は文献(10)を参照していただきたい。

#### 4.3.2 マイコンへの適用について

ソフトウェアエンジニアリングの技術は，汎用計算機システムにおいても，研究や試行段階のものが多く，しかもマイコンにそのまま適用できるとは限らない。ここでは汎用計算機システムにおいて実用レベルでかなり使用されている設計，プログラミングに関する技術のマイコンへの適用について考察する。



## (1) 設 計 技 術

設計が開始される段階でのソフトウェアの仕様は日本語で記述されていたり、詳細な仕様は未決定である場合が一般的である。この段階からプログラミング言語で記述可能な段階まで仕様を詳細化することが設計である。この設計過程において、設計誤りが入り込みにくく、誤りが発生しても取り除きやすい設計手法（および作成手法）としてS P（Structured Programming）が各方面で採用されている。

S Pとは、設計開始段階のソフトウェアの仕様を、1段階計算機の世界に近づいた概念の世界の中で記述しなおし、この手続きを繰り返し行い、最終的なプログラミング言語での記述にまで写像していく設計手法である。S Pによる設計のドキュメント手法の1つであるH I P O（Hierarchy Plus Input Process Output）の例で、この手法を説明する。

H I P Oは、ソフトウェアシステムをモジュールという形に分割し、このモジュールの組合わせを階層的に表現するとともに、入力－処理－出力の関係を明瞭に図示する手段である。

H I P Oの全体構成は図4－5に示すように、システム構成図、システム概要図、モジュール概要図、モジュール関連図、モジュール詳細からなる。そして必要に応じて、これらと関連づけてやはり階層構造を持ったテーブル設計書が作られる。

またモジュール詳細レベルのH I P Oの記述側を図4－6に示す。

S PやH I P Oの手法は、仕様のあいまいさ、インタフェースミス等を排除するのに極めて有効であり、マイコンの分野でもすぐさま導入できる技術であるといえる。

マイコンのソフトウェア開発にこの手法を適用した例が文献<sup>(10)</sup>に説明されているので、詳しくはそれを参照されたい。

## (2) プログラミング

プログラミングにおいては、S Pの考えを反映した技術動向が著しい。例え

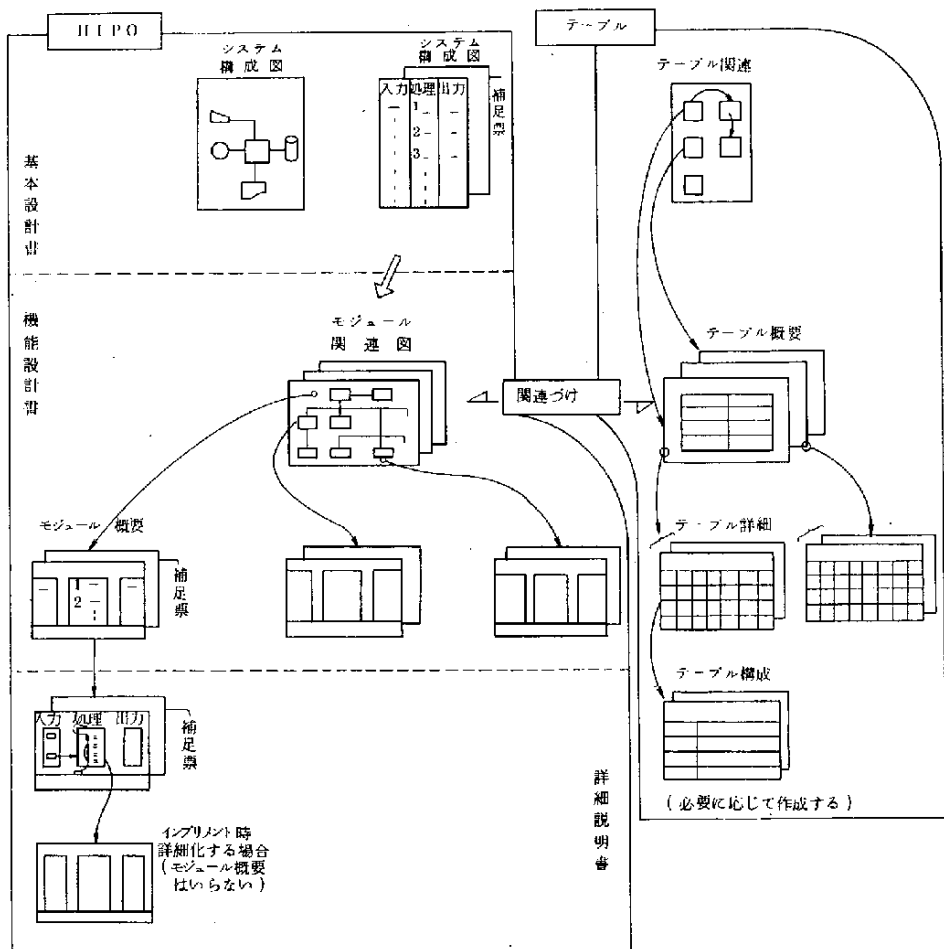


図 4 - 5 HIPO の全体構成

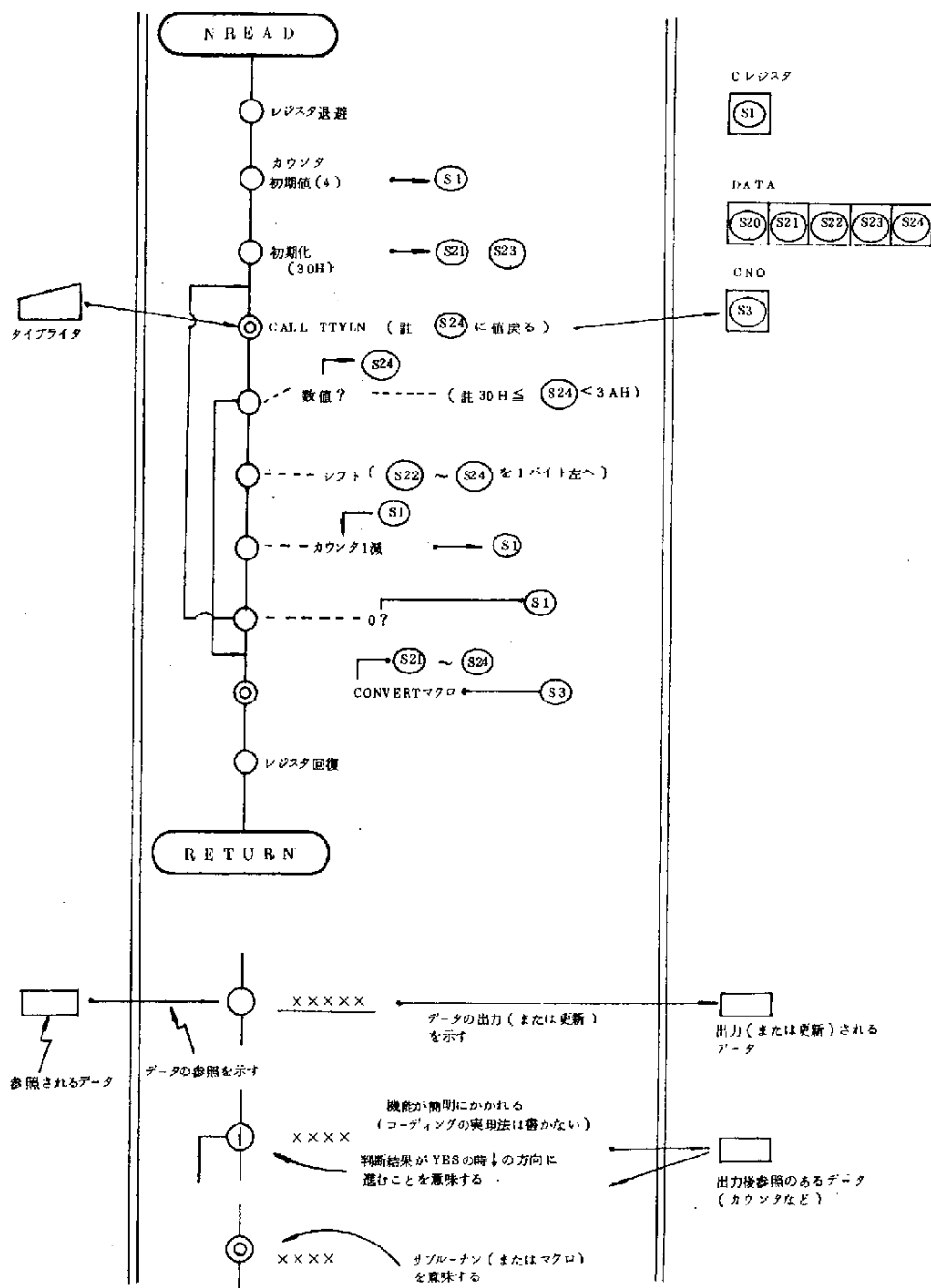


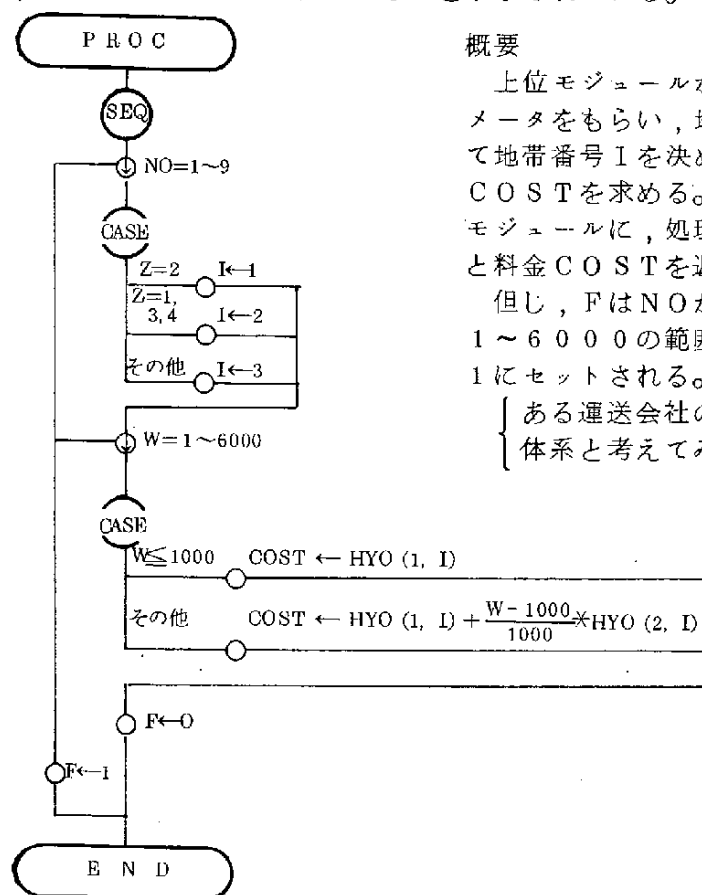
図 4-6 H I P O によるモジュール詳細例(11)

ば、FORTRANやCOBOLの既存言語にGo To-less プログラミング可能な仕様を追加した言語や、新規にSP用に開発した言語が各種発表されている。

Go To-less プログラミングは、SPによるソフトウェア設計手法をプログラミングの段階に反映したものであり、設計段階におけるSPと合わせて適用しなければ本質的な捉え方をしているとはいえない。

SP用の仕様を全面的に取り入れたPMP-C汎用コンパイラによるプログラミング例を図4-7および図4-8に示す。

この例で、SEQ文による条件は連続処理やCASE文による多分岐処理が、設計ドキュメントと明確に対応して記述でき、コーディング時のミス防止が可能であり、ドキュメント性に優れていることが示されている。



#### 概要

上位モジュールから4つのパラメータをもらい、地区記号に応じて地帯番号Iを決め、WとIでCOSTを求める。そして、上位モジュールに、処理結果フラグFと料金COSTを返す。

但し、FはNOが1~9、Wが1~6000の範囲にないときに1にセットされる。

{ ある運送会社の小包料金 }  
{ 体系とを考えてみて下さい }

図4-7 PMP-Cの記述例のモジュール詳細

```

SUB1: PROC(NO,W,COST,F) ;
DCL (NO,F,I) BINP(8), (W,COST) BINP(16) ;
DCL HYO(2,3) BINP(16) INIT(250,450,550,50,70,90) CONSTANT;
SEQ ;
(0<NO AND NO<10): CASE(NO) ;
(2): I=1 ;
(1):(3):(4): I=2 ;
(ELSECASE): I=3 ;
END ;
(0<W AND W<6001): CASE ;
(W<1001): COST=HYO(1,I) ;
(ELSECASE): COST=HYO(1,I)+(W-1000)/1000*HYO(2,I) ;
END ;
F=0 ;
(ELSESEQ): F=1 ;
END ;
END SUB1 ;

```

図 4 - 8 P M P - C の記述例

#### 4.3.3 マイコンにおけるソフトウェアエンジニアリング適用上の課題

マイコンのソフトウェア開発においては、以下のような現状から、汎用計算機におけるソフトウェアエンジニアリングを適用することが必ずしも適切であるかどうか問題となる。

- (a) アセンブリ言語が中心である。
- (b)  $1/O$  等のハードウェアインタフェースを直接意識する。
- (c) 流用が少なく、ソフトウェアライフサイクルの観点からのメンテナンスがそれほど問題になっていない。

しかしながら、これらの条件は、汎用計算機システムのソフトウェア開発において初期の段階でも同様に存在していたものであり、現状では当てはまらなくなっている。

マイコンの場合でも、将来は同様な状態になることが予想される。したがって、

現時点でも、適用可能な技術から使用していくことにより、マイコンにおけるソフトウェアエンジニアリングを確立することを促進することができる。

#### 4.4 プログラムの流通

汎用計算機においては、各種アプリケーションパッケージが、有償／無償、ソース／オブジェクト、同種システム内／異種システム間等の各種形態で流通している。

一方マイコンにおいては、各チップメーカーやシステムハウスがプログラムライブラリを準備しているが、十分であるとはいえない。その内容は、マイコンの販売の最低必要限のソフトウェア部品が大部分であり、ハードウェア購入時に付属物として利用者に提供される場合が多い。すなわち、ソフトウェアのみが有償で流通されている例は少ない。

一方、Intel や Motrola が設置しているユーザライブラリ会は、利用者が有償または利用者所有のプログラムの提供と引換えに加入できる制度になっており、一面でソフトウェアを有償扱いしているが、まだ、ハードウェア販売を補完する役割が中心のようである。M6800のユーザグループライブラリのプログラムの一例を図4-9に示す。

図4-9からも分るように、マイコンのソフトウェアは対象システムのハードウェア構成との密接なインタフェースを持つ場合が多いため、パッケージとしての流用は開発ツールが中心であり、アプリケーションプログラムはサブルーチン等の形態が多い。

マイコンにおけるソフトウェア資産の活用は、当面サブルーチンレベルを対象として活発化させることが課題となる。このためには、ソフトウェアの開発時に、プログラムの部品化を徹底して行い、プログラムライブラリを充実させることが必要である。ソフトウェアの設計、作成におけるSPは、ここにおいても有効な手法となる。

1. EXBUG ROUTINE CBCDHX (CONVERT HEX TO BINARY)
2. EXBUG ROUTINE INCHNP (INPUT CHARACTER NO PARITY)
3. EXBUG ROUTINE INCH (INPUT CHARACTER)
4. EXBUG ROUTINE OUTCH (OUTPUT CHARACTER)
5. EXBUG ROUTINE PDATA (PRINT DATA STRING)
6. BINARY TO DECIMAL ASCII CONVERSION
7. HIGH SPEED DOUBLE PRECISION MULTIPLY
8. REENTRANT 16 BIT DIVIDE
9. REENTRANT DOUBLE PRECISION MULTIPLY
10. M6800 RESIDENT I/O PACKAGE - EXBUG VERSION
11. M6800 RESIDENT I/O PACKAGE - MIKBUG VERSION
12. MPU INSTRUCTION TEST
13. MEMORY TEST
14. PIA TEST
15. 32 BIT REENTRANT FLOATING POINT MULTIPLY
16. HIGH DENSITY TAPE LOAD
17. HIGH DENSITY TAPE PUNCH
18. MANUAL PUNCH MODIFICATION FOR M6800 RESIDENT I/O PACKAGE -  
EXBUG VERSION
19. INTERDATA CROSS ASSEMBLER
20. TIC-TAC-TOE
21. "PUNCH" FOR DATA I/O PROM PROGRAMMER
22. BCD TO BINARY CONVERSION
23. SQUARE ROOT OF A 16 BIT NUMBER
24. UPC (UNIVERSAL PRODUCT CODE) LABEL CONVERSION
25. ASCII DATA TO MORSE CODE CONVERSION
26. 32 BIT FLOATING POINT PACKAGE (ADD, SUBTRACT, MULTIPLY,  
DIVIDE)
27. RANDOM NUMBER GENERATOR
28. "PUNCH" FOR PROLOG SERIES 90 PROM PROGRAMMER
29. M6800 REAL TIME OPERATING SYSTEM
30. BLACKJACK
31. BINARY TO BCD CONVERSION
32. DECIMAL ARITHMETIC PACKAGE (ADD, SUBTRACT, MULTIPLY)

#### 4.5 今後の課題

以上述べて来た中で、マイコンにおけるソフトウェア生産性向上のための課題をまとめると、以下のとおりとなる。

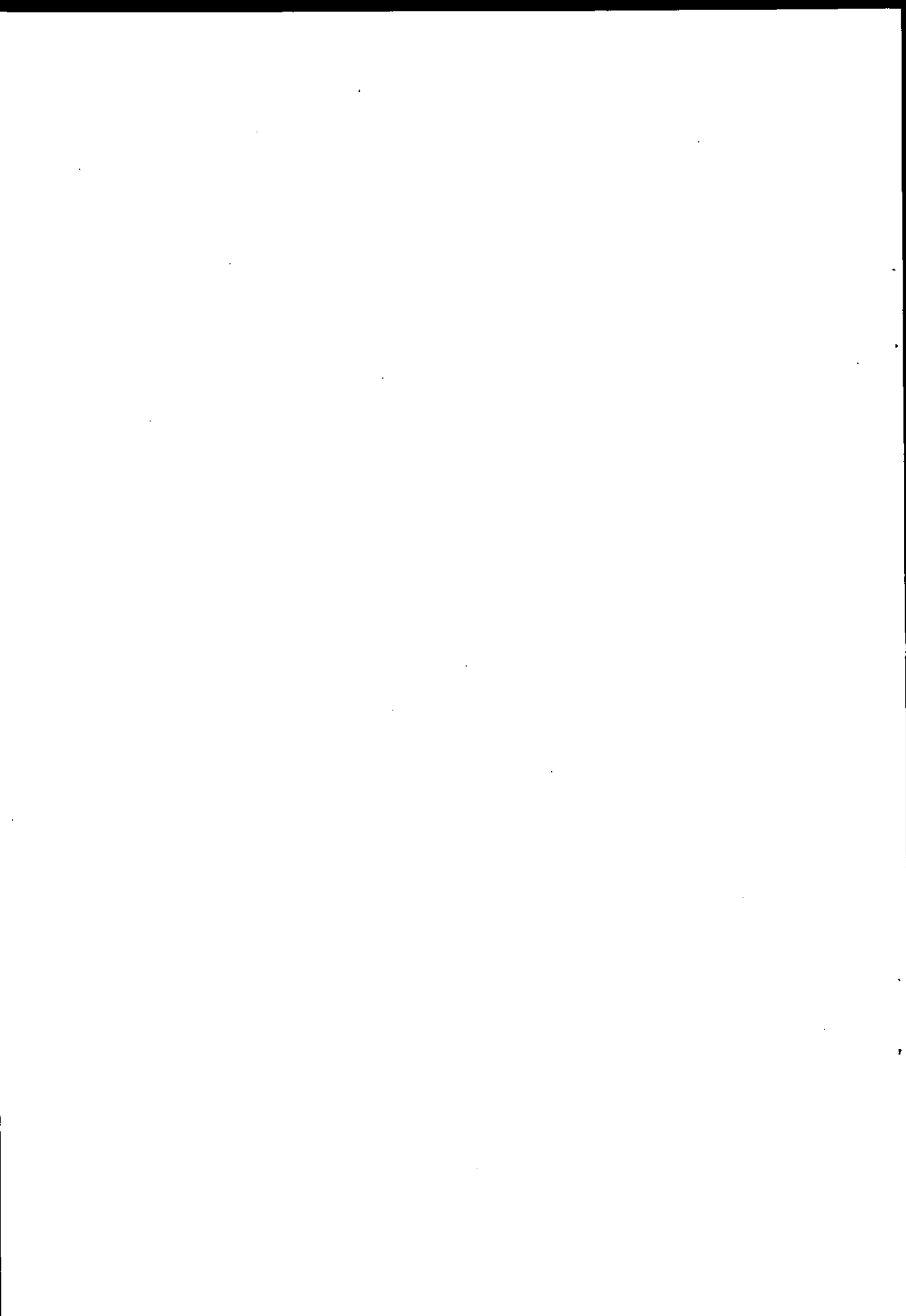
- (a) 高級言語の標準化
- (b) 高級言語の普及活動
- (c) 設計、プログラミングレベルでのSP手法の導入

#### [ 参 考 文 献 ]

- (1) ロバート・ギャロウ,「ハードとソフトの同時開発を可能にするMDS」,日経エレクトロニクス,1975年11月17日
- (2) 国立,他,「起言語記述によるマイクロプロセッサ用,汎用クロスアセンブラ」,情報処理,Vol. 19, No. 7, 1978
- (3) 森,他「マイクロコンピュータソフトウェアの動向」,電子材料,1976年11月
- (4) 「A Guide to PL/M Programming」, Intel, 1975
- (5) 「Level-2BASIC Users Manual for Level-1 Users」, 日本電気, 1978.
- (6) 「COBOL-80 Reference Manual」, Microsoft, 1978
- (7) 「マイクロコンピュータに関する調査報告書」, 電子協, 昭和53年3月
- (8) T. L. Dollhoff, (Measuring the Cost Effectiveness Microprocessor Language), Proc. of ELECTRO 76, 23-1, 1976
- (9) 米田, 他「マイクロプロセッサ汎用コンパイラの共通言語仕様」, 情報学会第19回全国大会予稿集, 1978
- (10) 宮本, 他「ソフトウェアエンジニアリングとは」, bit, Vol. 9, No. 4, 1977
- (11) 高島「マイコンプログラミング」企画センタ, 1978
- (12) 「M6800 User Group Library」(パンフレット), モトローラ・セミコンダクターズ・ジャパン株式会社



## 第5章 ユーザへのサポートシステム



## 第 5 章 ユーザへのサポートシステム

マイクロプロセッサの応用分野の拡大および応用製品の効率良い開発にとって、サポートシステムの完備は非常に重要なことである。

ここでは、サポートシステムの現状と問題点について触れてみたい。

### 5.1 サポートシステム

マイクロプロセッサ応用製品のプログラム開発およびデバッグのため各種のサポートシステムが発表されている。

サポートシステムとしてはミニコン等上位機種コンピュータを使用するものと、開発用システムによるものがあるがここでは後者を中心とし、併せて応用製品の開発形態について述べる。

#### 5.1.1 開発形態

応用装置を開発するとき、システムを構成する方法として次の2通りが考えられる。

- ① 専用のボードを設計する。
- ② 既に市販されている1ボードコンピュータを使用する。

①の場合は製品の用途に最も適したシステムが構成でき、同一システムを大量に生産するのに向いている。しかし、②に比べてハードウェアの開発に時間がかかり、また、デバッグのための考慮も別に必要となる。

②の場合は若干余分なハードウェアが含まれるが、制御対象独自のハードウェアのみ設計すれば良いので開発期間の短縮をはかることができ、小量多機種の応用に向いている。また、最低限のデバッグ機能が通常付加されている。

以下の順で①、②として用意されているハードウェアとその開発手順について述べる。

### (1) 専用ボードの開発

応用製品開発のためには、マイクロプロセッサとしていかに豊富な機能を持っているか、また、いかに周辺LSIが準備されているかにより、開発期間の短縮、コストダウンおよび信頼度の向上をはかることができる。

マイクロプロセッサは語長と1チップCPUか1チップマイクロコンピュータかということで分類できるが、語長で分けたとき、現在表5-1に示すようなマイクロプロセッサが市販されている。

表 5 - 1 語長による分類

| 語 長       | 備 考      |
|-----------|----------|
| 4 ビ ッ ト   | 簡単な制御    |
| 8 ビ ッ ト   | 汎 用 型    |
| 1 2 ビ ッ ト | 制 御 用    |
| 1 6 ビ ッ ト | 科学、技術計算用 |
| ビットスライス   | 高速処理用    |

1チップマイクロコンピュータの語長として、4、8、16ビットと各種用意されており、メモリ容量やI/Oポート数に制限があるが機器構成が簡単になることから今後ますます使用されると思われる。但し、現状ではほとんどがプログラムをマスクROMへ書込む形式で大量生産向きであり、少量でも使えるようプログラムをユーザで書込める形式の製品が望まれる。

1チップマイクロコンピュータの主な構成内容を表5-2に、構成図を図5-1に示す。

1チップCPUの語長は8～16ビットで、8ビットが最も広く使われている。1チップCPUには、ほとんどスタンドアロンの開発用システムが用意されており、ソフトウェアの開発およびデバッグはこれらのシステムを使って行われている。

表 5 - 2 1 チップマイクロコンピュータの主な構成内容

| 項 目             |       | 内 容           |
|-----------------|-------|---------------|
| 語 長             |       | 4, 8, 16 ビット  |
| R O M           |       | 0.5 ~ 4 K バイト |
| R A M           | 4 ビット | 32 ~ 128 × 4  |
|                 | 8 ビット | 64 ~ 256 バイト  |
| I / O ポ ー ト     |       | 12 ~ 32 本     |
| シ リ ア ル ポ ー ト   |       | 1 ~ 8 本       |
| 割 込 み 入 力       |       | 1             |
| タ イ マ           |       | 1 個           |
| A / D コ ン バ ー タ |       | 内蔵のものは少ない     |

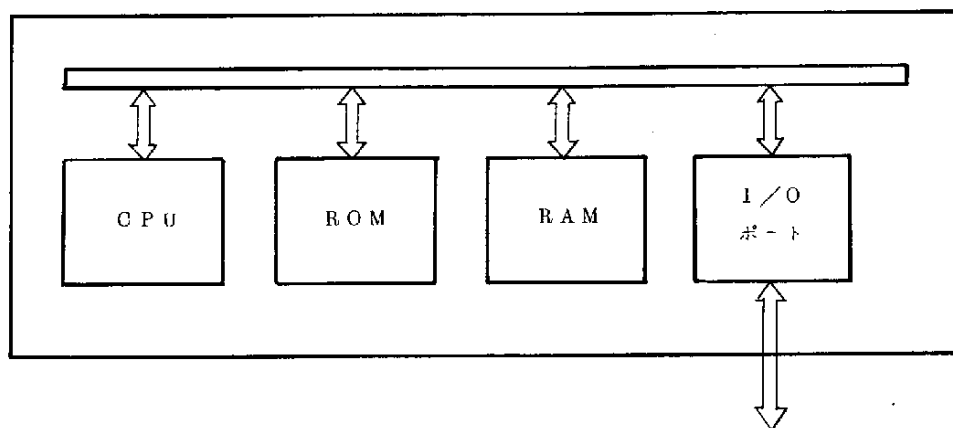


図 5 - 1 1 チップコンピュータの構成

1 チップマイクロコンピュータは各メーカー独自の製品が多く、また、プログラムもマスクROM化されることから応用製品の開発はつぎのように行われている。

1 チップマイクロコンピュータのソフトウェア開発は、上位機種コンピュータあるいはTSSによるクロスアセンブラがほとんどで、プログラムのステッ

ブ数が少ないことからマシン語によるソフトウェア開発も見られる。

一般に1チップマイクロコンピュータでは、開発用として、図5-2に示すようなROMを外付け可能としたエバリュエータチップやエバリュエータボードをメーカーが用意しており、通常エバリュエータボードにより応用製品のデバッグが行われている。

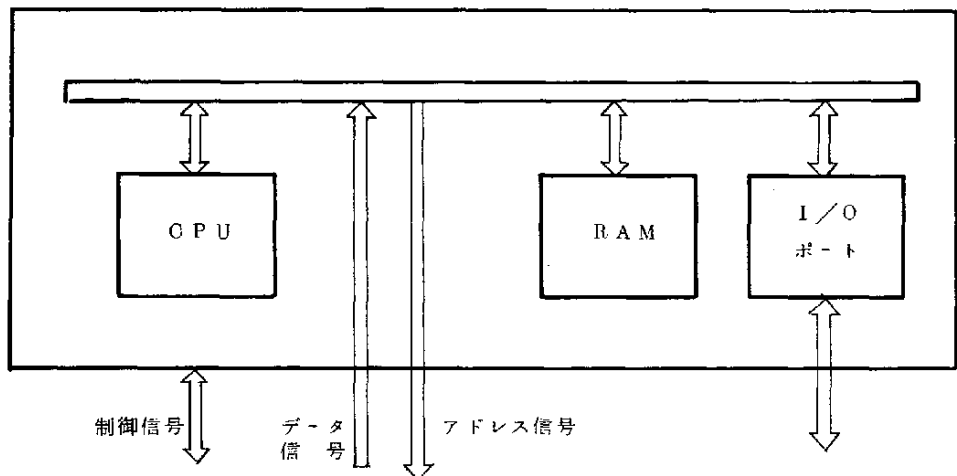


図5-2 エバリュエータチップの構成

## (2) ボードベース

小量多機種のマイコン応用に適したものとして1ボードコンピュータがある。1ボードコンピュータの構成は1チップマイクロコンピュータに似て、基板上にCPU、ROM、RAM及びI/Oポート等が収容してあるが、システムの拡張が容易に行える点が異なる。

マイクロプロセッサとしては8～16ビットとあらゆる種類のものが市場に出回っており、主な構成内容と構成図を表5-3と図5-3に示す。

メモリの大容量化により1ボードコンピュータには、開発システム並みの構成を持つものまで現われている。また1ボードコンピュータにはI/O、メモリの増設用ボードが用意されておりシステムの拡張を容易にしている。一般に、1ボードの機能としては簡単なソフトデバック用の機能しかなく、ソフト開発

のためにはマシン語で行うか、他の開発用システムを使用する必要がある。

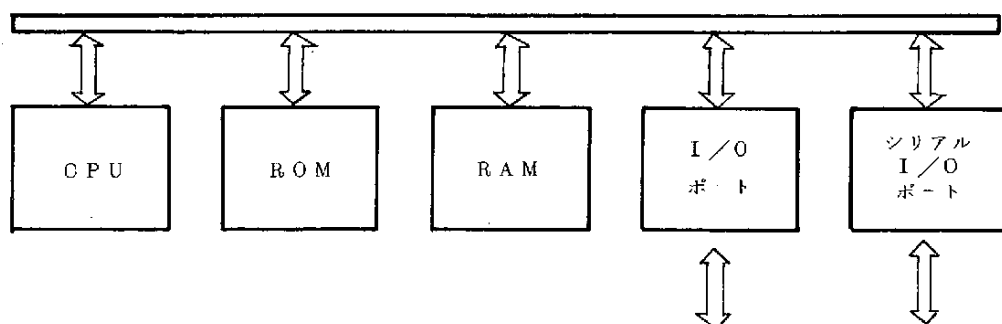


図 5 - 3 1 ボードマイクロコンピュータの構成

表 5 - 3 1 ボードマイクロコンピュータの構成内容

| 項 目       | 内 容              |
|-----------|------------------|
| 語 長       | 4, 8, 12, 16 ビット |
| R O M     | 2 ~ 16 K B       |
| R A M     | 0.5 ~ 16 K B     |
| I / O ポート | 16 ~ 48 本        |
| シリアルポート   | 1 (TTY, RS232C)  |
| 割込みレベル    | 1 ~ 8            |

### 5.1.2 ソフトウェア

現状での開発用システムのソフトウェアをまとめると次のようになるが、ここに掲げたソフトウェアを全て持つシステムは少ない。

マイクロプロセッサのプログラム開発にはアセンブラが多く使われているが、メモリ価格の低下、プログラム開発期間の短縮のため今後ますますコンパイラが使用されると思われる。しかし、コンパイラ使用可能なシステムは相当高価になり、安価にコンパイラ使用可能なシステムの出現が望まれる。

| モ ニ タ |               |
|-------|---------------|
|       | ア セ ン ブ ラ     |
|       | F O R T R A N |
|       | P L / 1       |
|       | エ デ ィ タ       |
|       | デ バ ッ ガ       |
|       | ユーティリティ       |

また、現在のモニタやオペレーティングシステムはその開発用システム専用であり、マイクロプロセッサの応用製品の多くがリアルタイムの処理を行っていることから、システム編集により応用製品に最適となるような汎用性のあるモニタの開発が望まれる。

### 5.1.3 開発用システム

開発用システムの役割りとして、マイクロプロセッサ応用製品のソフトウェア開発および効率的なデバッグが掲げられる。特にマイクロプロセッサ応用製品の場合、一般にハードウェアとソフトウェアが完成した時点で製品上でデバッグが行われる。このため、デバッグの期間延長は製品開発期間の延長となり、開発期間短縮のため質の良い開発システムが必要となってきた。

また、開発用システムでは紙テープベースからフロッピーディスクベースまで種々あり、機能が増えればそれだけ製品開発期間の短縮がはかれるが、その分高価なシステムとなるので、製品の開発状況を考慮に入れて選択する必要があると思われる。

開発用システムの選択条件として次の事項が掲げられる。

#### (1) システムベース

現状でのシステムプログラムの形態として紙テープベースとフロッピーディスクベースの2種がほとんどであり、ソフトウェア開発においてフロッピーベ



ースの方が10倍以上効率が良いといわれている。

## (2) ソフトウェアの完備

マイクロプロセッサ応用製品において、プログラム開発コストが問題になってきている。したがって、開発する製品の性格により、開発言語が任意に選択できることが望ましい。

ただし、コンパイラが実行できるシステムはメモリ容量も多く必要でほとんどがフロッピーベースでありシステムはかなり高価格になる。

## (3) 多機種のサポートが可能

通常の開発用システムではその中に使用しているマイクロプロセッサのソフト開発だけが可能であり、他のマイクロプロセッサを使用するときは別の開発システムが必要となる。他のプロセッサの開発という面では、システムメーカーのものに一部I8080、M6800、Z80のプログラム開発可能なシステムが出されている。また、半導体メーカーの開発システムでは、自社マイクロプロセッサのソフト開発のみ可能であるというのが一般的である。

## (4) デバッグ機能が豊富

デバッグ機能はソフト、ハード面から次のような機能がある。

### ○ デ バ ッ ガ

開発システムのメモリ上に製品のプログラムを置いてデバッグする機能で、プログラムトレース、ブレークポイント設定、メモリあるいはレジスタ内容の表示変更等がある。

### ○ エミュレータ機能

前にも述べたように、マイクロプロセッサ応用製品には一般にデバッグ機能を持たない。エミュレータ機能はICE等により開発システムの機能を使用して製品をデバッグするもので、これにより効率良い開発を行うことができる。

### ○ ト レ ー ス 機 能

ソフトウェアによるトレースでは、ハードウェアにおける各信号のタ

イミングを完全に知ることができない。そこでハード的に各信号の状態を記録し、後でこれを再現することのできる機能で、ハードウェア面でのデバッグに有効である。

#### (5) ROM書込み機能

プログラムはROM化されて製品にとう載される。ROMも製品により多種に渡るのでなるべく多品種のROMに対する書込み機能を持つものが良い。

#### (6) 保守体制の完備

一般にマイクロプロセッサの開発システムは、システムメーカ、周辺装置メーカの製品により構成され、システムの障害時における原因究明に時間のかかることがある。したがって、システムにおける保守体制の完備したメーカの製品を使用することが賢明かと思われる。

以上、応用製品開発に有効と思われる開発システムの機能を説明したが、このような機能が低価格で提供されることが望まれる。

開発システムの構成例として、最も一般的な紙テープベースのシステムを図5-4に、最も高級な機能を持つフロッピーベースのシステムを図5-5に示す。

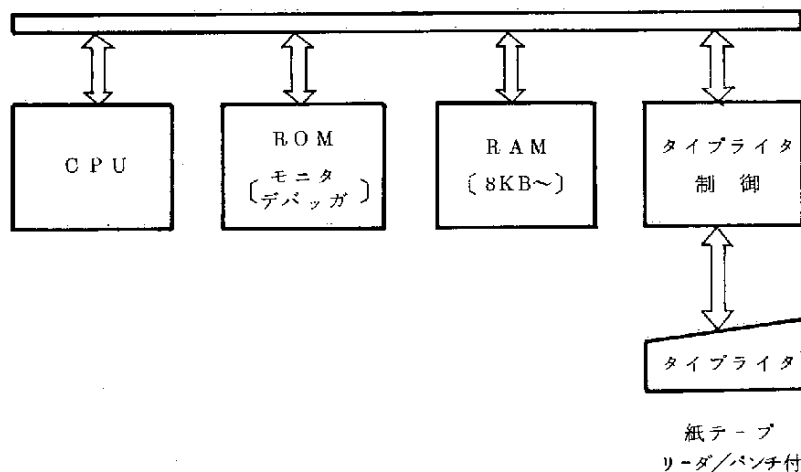


図5-4 紙テープベースシステム

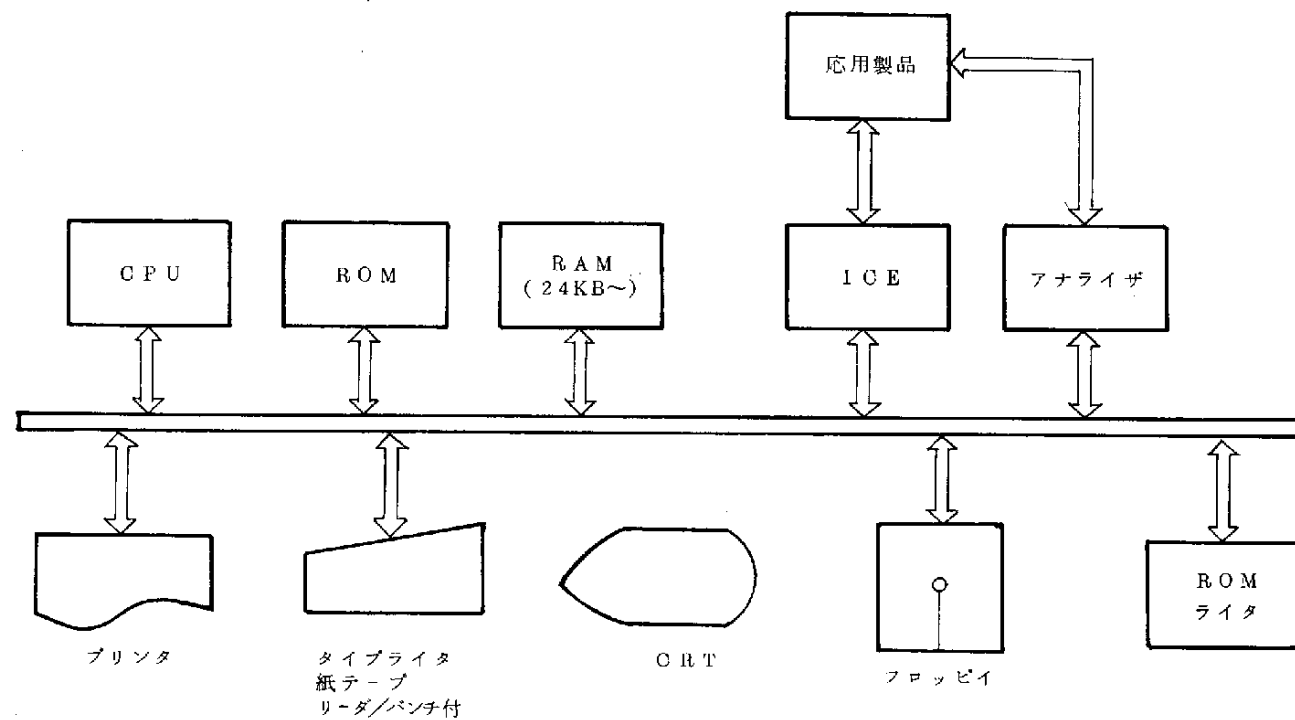


図 5 - 5 フロッピーシステム

## 5.2 ユーザ教育

マイクロプロセッサ応用製品を開発するためにはハードウェアとソフトウェアの知識が必要であり、マイコンの普及および技術者養生のためユーザ教育が重要な役割を持っている。

### 5.2.1 ユーザ教育の現状

ユーザ教育のため、各種の講習会が行われているが、主として、8080、6800を中心とする8ビット系であり、4ビットはカスタムメイドのせいかメーカーがユーザ先に出向いて行うことが多いようである。

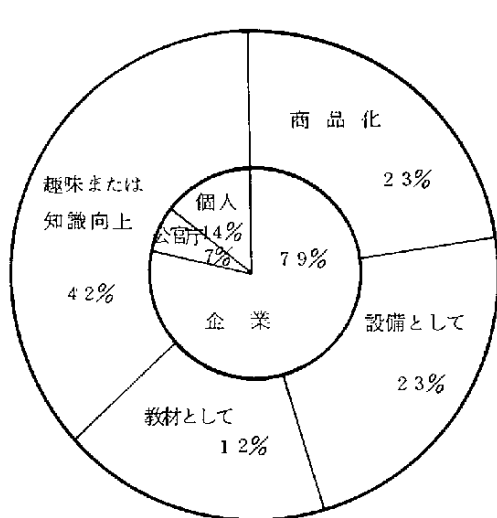
講習会の内容としては、マイクロプロセッサの基本機能、周辺LSI、応用例と多種に渡っているが、どちらかというハードウェアよりであり、ソフトウェア開発に関するものが望まれる。

また、これらの講習会は日程が短かく初心者がある程度のレベルまで一貫して引き上げるものは少ない。

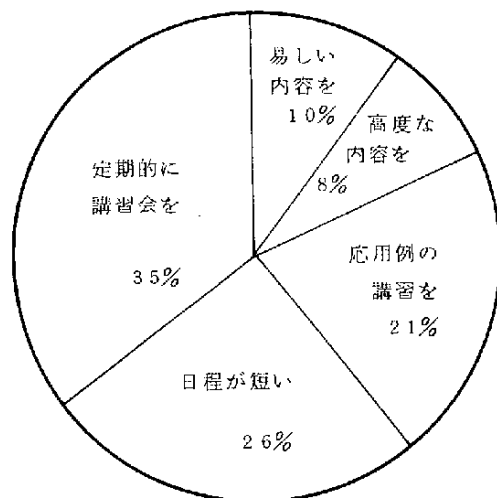
このような講習会参加者からのアンケート結果を図5-6と図5-7に示す。

図5-6はメーカー主催の講習会で、マイコンの基礎と製品PRを兼ねて行われたものである。この講習会は地方都市で行われ、機会が少ないせいか系統的、定期的に行ってほしいとの要望が多い。また、参加目的として趣味あるいは知識向上と答えた人が多く、マイコンに対する関心の深さが表れている。

図5-7は企業を対象としてのマイコン基礎講習会を行ったときのものである。参加者の目的は、応用製品の開発、社内の試験、製造設備のマイコン制御化、マイコン関連の仕事を行う人が多く、講習会への要望として、応用例や開発におけるノウハウを仕入れたいということが出された。参加者はTTL又はリレー等の取り扱いの経験はあるが、プログラミングの経験は無いという人が多く、ハードウェアは理解できるがソフトウェアがわからないという人が多い。

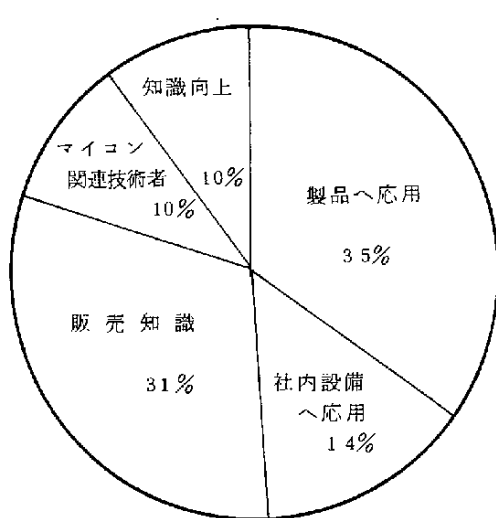


目的

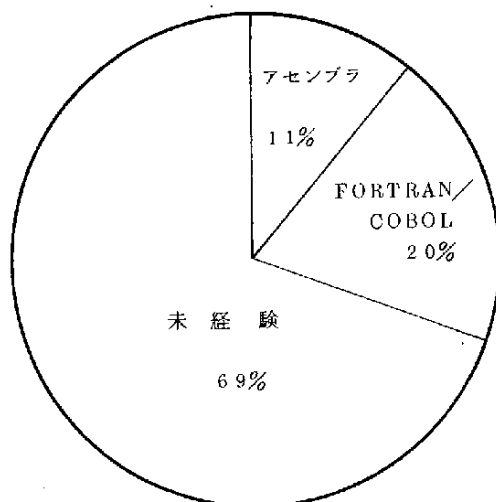


講習会へ要望

図 5 - 6 アンケート (1)



目的



ソフト経験

図 5 - 7 アンケート (2)

### 5.2.2 ユーザ教育の課題

マイコンのユーザ教育として今後次のようなことが望まれる。

#### (1) 系統的教育の実施

マイクロプロセッサを使用した応用製品を開発するためにはハードウェア、ソフトウェア、システム化技術等の知識が必要であるが現状では初歩からいきなり応用というように飛び離なれたものになっている。

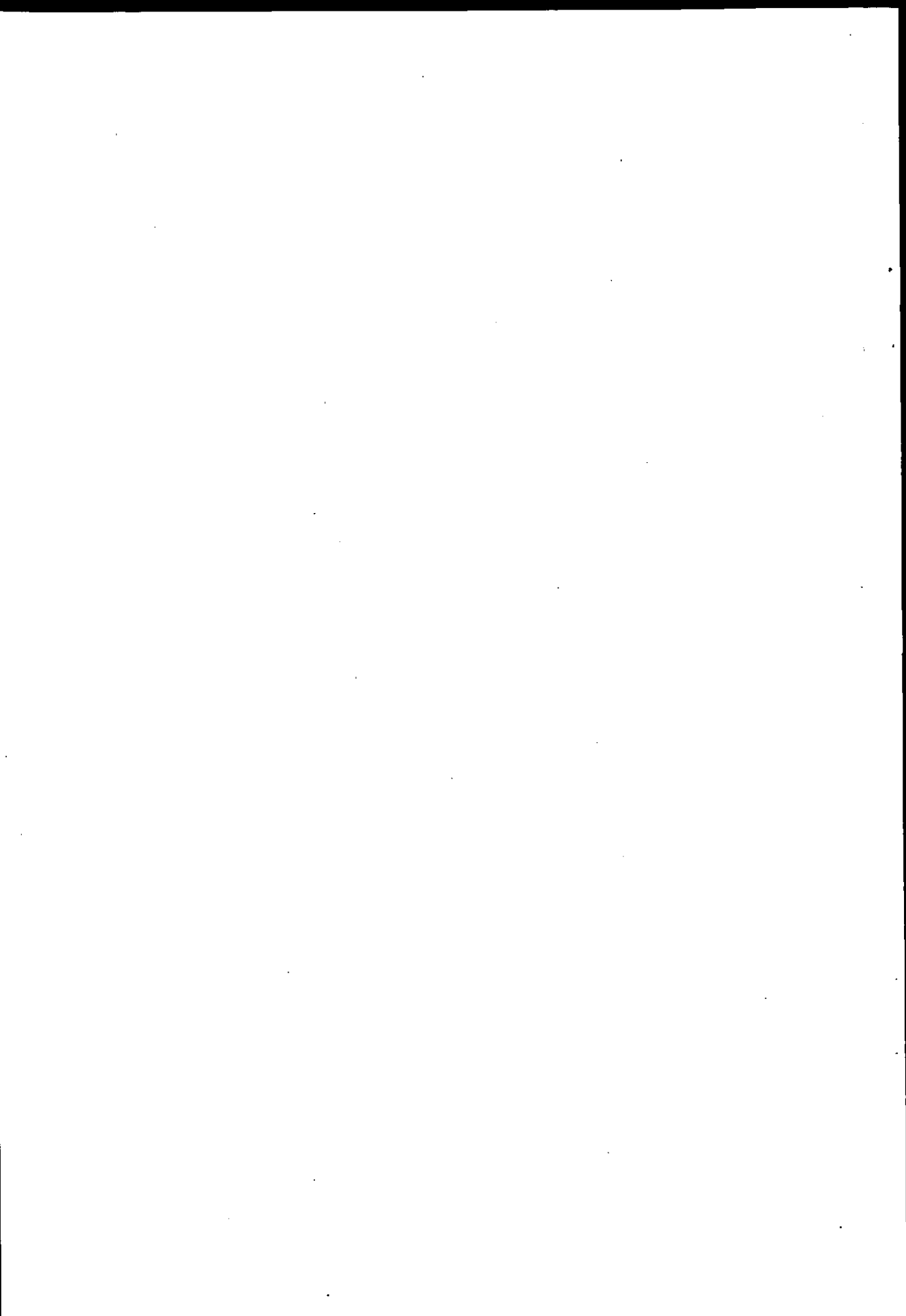
#### (2) ソフトウェア教育の充実

現在のマイコンの講習会はほとんどがハードウェアより又はシステム応用例である。マイクロプロセッサを製品に応用する設計者はデジタル回路や電気回路の知識のある人が大部分であり、この人達はマイクロプロセッサには比較的なじみやすいが、ソフトウェアを苦手とする人が多い。したがってソフトウェア教育の充実が急務と思われる。

#### (3) 教育の分散

現在行われている講習会、講演会は東京大阪等の大都市に集中している。マイコンの普及という面からも地方都市での定期的な講習会、講演会が望まれる。

## 第6章 ユーザの立場と提言





## 第6章 ユーザの立場と提言

### 6.1 マイクロコンピュータ応用製品と応用分野

1971年に大規模集積回路技術によって、電卓用として開発されたマイクロコンピュータは、その後高性能なものが続々と開発され、応用分野も一段と広がっている。

マイクロコンピュータの応用分野は、米国インテル社のR・ノイス社長によると、25,000種類にもなると指摘されている。確かに各家庭内のテレビ、洗濯機、エアコンをはじめ、テレビゲーム等のゲームマシン、キャッシュレジスター、はかりにまで組込まれ、工業用では、各種計測、分析機器、各種加工機械、工具等ひろく応用されている。これらの応用製品におけるマイクロコンピュータの使用形態は、次の三つに分類することができる。

- ① 既存商品への組込み（低価格化、小型化、機能アップ等）
- ② 新規商品
- ③ ミニコンピュータの置換え

表6-1、表6-2は昭和52年に日本電子工業振興協会が実施したアンケートの結果である。表6-1中の新規応用とは、必ずしも前記分類の②新規商品に入るものばかりではない。これは表6-2と見くらべて判断すべきである。

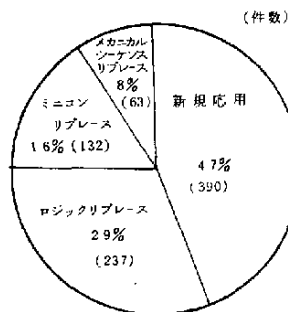


表6-1 応用製品におけるマイクロコンピュータの使用形態

表 6 - 2 マイクロコンピュータの具体的用途または応用製品

| 応 用 分 野  | 用 途          | 具体的用途または応用製品名                                                                                                                                    | 回答件数 |
|----------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| A. 民生・家電 | 1. 自 動 車     | 自動車用コンピュータ                                                                                                                                       | 1    |
|          | 2. 家 電       | T V, 電子レンジ, 編機, テープレコーダ, 洗濯機, ガス器具, タイマー, ホームオートメーションコンピュータ, ホームコンピュータ, 厨房器具等                                                                    | 35   |
|          | 3. 電 卓       | 高級計算                                                                                                                                             | 1    |
|          | 4. 玩 具       | テレビゲーム, オセロゲーム                                                                                                                                   | 2    |
|          | 5. 教育 (個人的)  | 教育用                                                                                                                                              | 1    |
|          | 6. そ の 他     | 8 %映写機, 券売機                                                                                                                                      | 2    |
| B. 事務・商業 | 1. 事 務 計 算   | 事務処理機, データ収集機, 伝票処理, 窓口会計                                                                                                                        | 4    |
|          | 2. 販売, 在庫管理  | 在庫管理機                                                                                                                                            | 5    |
|          | 3. ワード処理     | タイプライター, ワードプロセッサ                                                                                                                                | 2    |
|          | 4. 小 売 会 計   | POS, ECR                                                                                                                                         | 5    |
|          | 5. 金 融 ・ 端 末 | 端末, インテリジェントCRTディスプレイ金融端末, チェックイン端末                                                                                                              | 5    |
|          | 6. 事務機, その他  | 複写機, オフィスコンピュータ, データエントリー, マイクロフィルムIR                                                                                                            | 13   |
| C. 工 業   | 1. 生産機械装置    | 数値制御, プログラマブルマシンセンター溶接機, 組立機, 生産機械の自動プログラミング, 工作機械の自動化                                                                                           | 30   |
|          | 2. 機 械 制 御   | 自動挿入機, コイン挿入機, パチンココントローラ, シーケース制御自動計量包装装置, 自動仕訳搬送システム, 自動梱包機の制御, 適応制御, 時計生産機械, 農業機械, ロボット, エアコン制御, ワイヤーボンダー, 写真機, クレーン制御, PDC, 工業用マシン搬送装置, 塗布装置 | 67   |
|          | 3. プロセス制御    | プロセス制御, 原料混合システム, ケミカルプラント制御, 汙過池制御, 精錬炉制御, 電気炉熱処理, 水耕栽培, ガス流動制御, PID制御, 発電                                                                      | 30   |

| 応用分野              | 用 途      | 具体的用途または応用製品名                                                                                                                                  | 回答<br>件数 |
|-------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                   | 4. データロガ | 所制御システム<br>データロガ, 高速多チャンネルデジタルレコーダ, 電力用データロガー, マルチチャンネルデータマルチプレクサー, 試験データ管理                                                                    | 18       |
|                   | 5. 生産管理  | 稼働モニタ, 生産管理, 伝票処理, 工程自動化                                                                                                                       | 13       |
|                   | 6. その他   | 非常用電源システム, 業務用冷蔵庫, 農機具コントローラ                                                                                                                   | 5        |
| D. 交通・輸送          | 1. 信号制御  | 信号制御機, 信号制御中央機器                                                                                                                                | 2        |
|                   | 2. 運行制御  | 運行制御, 交通自動車道監視システム, 交通情報, 移動機集中監視自動システム, 電車のモニタリングシステム                                                                                         | 6        |
|                   | 3. 駅務自動化 | 料金徴収装置, 自動券売機, 領収書発行機                                                                                                                          | 5        |
|                   | 4. 海運・航空 | 航法機器, 船舶用衛星航法装置, オメガ航法システム                                                                                                                     | 3        |
|                   | 5. その他   | 車上故障情報処理装置, クレーン制御, 自動運転装置, 交通量シュミレーション                                                                                                        | 5        |
| E. 計測<br>試験<br>監視 | 1. 測定器   | 画像解析機, 寸法形状測定機, キャパシタンスブリッジ, レーザドップラ流速計, 気象データ集録装置, 多点温度集録装置, デジタルインテグレータ, 座標解析システム, 陽子加速モニタシステム, 光波干渉測定器, レーザ波長補正器, 自記分光度計, 自動流体計量装置, エンジンモニタ | 40       |
|                   | 2. 分析器   | 血液分析データ処理, 化学反応実験計測制御装置, 振動解析, 赤外分光分析機, 騒音解析システム, 油中ガス自動分析装置, ガスクロマトグラフィ                                                                       | 13       |
|                   | 3. 試験検査機 | 論理カード自動試験器, 時計部品検査システム, 電子回路検査システム, 電子回路検査器, 油圧モータ試験システム, トランジスタ特性測定システム, 発電機試験システム, ICマスク欠陥検査装置, メモリテスター, ガス機器能検査装置, 自動検針システム, 半導体自動検査        | 47       |

| 応用分野     | 用 途         | 具体的用途または応用製品名                                                                                                        | 回答件数 |
|----------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|          | 4. 監視       | 睡眠モニタシステム, 警報監視システム, 防災監視システム, ガス検知システム, ダム・データロガー, 放射線監視設備, 列車ダイヤ記録装置, 電力会社用遠方監視, 生産監視システム, 電子炉監視装置, 信号監視装置, 上下水道監視 | 29   |
|          | 5. 医用電子     | 人工腎臓システム, 体力診断システム, 医用分析器, X線装置, 自動肺機能検査装置, X線回析装置, 医車システム                                                           | 11   |
|          | 6. その他      | 保護継電器, 磁気バルブメモリ・コントロール, マイクロコンピュータ用ハードウェアモニタ, 自動運転装置, 電波偏波計                                                          | 17   |
| F. 通 信   | 1. 有線通信     | 電子交換, 課金装置, 電子化PBX                                                                                                   | 8    |
|          | 2. データ通信    | デジタル電話, 端末用通信制御装置, テレメータ, 銀行オンライン用端末, 道路気象情報収集, メッセージ伝送                                                              | 15   |
|          | 3. 画像通信     | 漢字ディスプレイ, グラフィックディスプレイ, 株価表示装置, ファクシミリ, 画像通信, スポーツコード                                                                | 17   |
|          | 4. 無線通信     | 誘導通信制御, 遠方監視制御無線装置, 内航船舶電話, 衛生通信移動局, 同調装置                                                                            | 6    |
|          | 5. 放送       | エレクトロズーマー, スタジオ伝送システム, TVカメラ自動セット, アップシステム, VTR編集システム, エコーキャセラ, VTR自動アドレス変換装置, 番組自動送出装置                              | 10   |
|          | 6. その他      | 地図索引装置, コミュニケーションコントローラ, 風力発電制御, 音声のCODE化, DECODE, ボコーダ                                                              | 5    |
| G. データ処理 | 1. 汎用コンピュータ | パーソナルコンピュータ, プログラム開発システム, データ処理, マルチマイクロプロセッサ, 汎用ミニコン下位機種マイクロコンピュータ開発システム                                            | 26   |

| 応 用 分 野  | 用 途        | 具体的用途または応用製品名                                                                                                                                       | 回答<br>件数 |
|----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|          | 2. 周辺端末機器  | インテリジェント入力端末, モデム・インタフェース, I/Oコントローラ, 座標入力装置, フロッピーディスクコントローラ, プリンタ制御, フォーマッタ, カートリッジテープコントローラ, OCR認識プロセッサ, 集信装置, データターミナル, 漢字データステーション, 高精度ビデオシステム | 61       |
|          | 3. 科学技術計算  | 科学技術計算, IBM1070リプレース                                                                                                                                | 2        |
|          | 4. そ の 他   | デジタルフィルタ実験装置                                                                                                                                        | 2        |
| H. そ の 他 | 1. ビル管理    | ビル管理システム                                                                                                                                            | 2        |
|          | 2. ホテルシステム | ホテル                                                                                                                                                 | 1        |
|          | 3. システム管理  | 防災総合監視制御システム, 教育システム, 省電力監視システム, 防犯システム                                                                                                             | 4        |
|          | 4. そ の 他   | レーザトラッカ, エレベータ群管理, 気象データ処理装置                                                                                                                        | 3        |

## 6.2 マイクロコンピュータ選定の基準

大規模集積回路技術の発達とともに, 4ビットおよび8ビットのワンチップマイクロコンピュータや16ビットのもの, ビットスライスと各種のマイクロコンピュータが開発されている。これらのうちから, どのようなマイクロコンピュータを応用製品に組込むかが重要な問題である。一般にマイクロコンピュータ選定の基準としてあげられる項目には, 以下のようなものがある。

- ① 演算能力, 制込能力, 入出力能力, 処理速度, データ処理能力等の性能  
・機能が高いこと。
- ② 安価であること。
- ③ 信頼性が保障されていること。
- ④ セカンドソースが多いこと。
- ⑤ 出来るだけ集積度が高く, 余分な素子を必要とせず, インタフェース L

S I 等がそろっていること。

- ⑥ 安価なソフトウェア・ハードウェア開発支援システムがあること。
- ⑦ ソフトウェア開発のための、サポートソフトウェアがあること。(ソフトウェア開発が容易なこと。)
- ⑧ ソフトウェアの互換性があること。
- ⑨ 電源仕様が簡単なこと。
- ⑩ システム設計が容易であること。(拡張性があること。)
- ⑪ メーカーのサービス体制がととのっていること。
- ⑫ 各方面での使用実績があること。
- ⑬ 世界の主流マイクロコンピュータとして、永続的に供給可能であること。

各応用分野によって、これらの項目のうち何を重視して選定するかは差異が生ずるであろう。しかし各応用分野で共通して重視する項目もある。それは、①②③項である。民生・家電等の大量生産分野では、カスタム L S I 的性格のマイクロコンピュータを使用することから、⑤は重視されようが、④は問題にならない。しかし、多品種少量生産分野では、④⑥⑦について比較的重視することになる。

### 6.3 マイクロコンピュータへの要望

民生・家電・自動車等大量生産分野については、別の章に譲るとして、ここでは多品種少量生産分野で組込むマイクロコンピュータについてまとめてみた。

#### 6.3.1 マイクロコンピュータの構成

最近急速に大量生産分野で使用されだしたワンチップマイクロコンピュータは、その内蔵するメモリー容量の不足や低速度であることから、多品種少量生産分野では、あまり実用化されていない。大規模集積回路技術の向上にともない、内蔵されるメモリー容量を R A M で 1 K B 以上、R O M で 8 K B 以上となれば、大幅に使用分野が広がると予想される。もちろん、現在のマルチチップマ

マイクロコンピュータが持っている性能・機能が犠牲になってはならない。

表6-3によれば、全体の50%は4KB以上のプログラム容量である。今後開発される応用製品は、ミニコンリプレースや新規応用の傾向から、プログラム容量が増大すると予測される。

表6-3 利用形態別にみたプログラムのサイズ

|                     | ～0.5K      | ～1K         | ～2K          | ～4K          | ～8K          | ～16K         | ～32K        | 32K～        |
|---------------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| ロジック<br>リプレース       | 0%<br>(0)  | 10%<br>(22) | 19%<br>(41)  | 27%<br>(57)  | 21%<br>(46)  | 12%<br>(26)  | 6%<br>(12)  | 5%<br>(10)  |
| ミニコン<br>リプレース       | 2%<br>(2)  | 2%<br>(2)   | 10%<br>(12)  | 13%<br>(15)  | 22%<br>(26)  | 18%<br>(21)  | 18%<br>(21) | 15%<br>(18) |
| メカニカルシーケンス<br>リプレース | 4%<br>(2)  | 12%<br>(6)  | 29%<br>(15)  | 21%<br>(11)  | 12%<br>(6)   | 12%<br>(6)   | 10%<br>(5)  | 2%<br>(1)   |
| 新規応用                | 3%<br>(11) | 8%<br>(27)  | 18%<br>(59)  | 22%<br>(75)  | 20%<br>(66)  | 16%<br>(53)  | 6%<br>(20)  | 7%<br>(25)  |
| 合 計                 | 2%<br>(15) | 8%<br>(57)  | 18%<br>(127) | 22%<br>(158) | 20%<br>(144) | 15%<br>(106) | 8%<br>(58)  | 7%<br>(54)  |

昭和52年日本電子工業振興協会アンケート調査より  
( )内は回答件数を示す

応用製品の低価格化・小型化のために内蔵メモリー容量を増加し、ラッチ付並列汎用入出力ポートをも内蔵したワンチップマイクロコンピュータの出現を期待している。

### 6.3.2 マイクロコンピュータの性能

マイクロコンピュータが、データ処理等のミニコン分野にまで使用されだすにつれ、演算速度や入出力データ転送の高速化、割込レベルの増加が当然必要になる。分散処理化が進行するにつれて、マイクロコンピュータの高性能化が一段と望まれる。

## 6.4 書き換え可能な P R O M への要望

応用製品の開発段階においては、（特に多品種少量生産分野においては）ハードウェア・ソフトウェア開発を効率的におこなうため、書き換え可能な P R O M が便利である。R A M とフロッピーディスクのような外部メモリーを使用する方法もあるが、応用製品に余分な機能をもたせねばならずコスト高になる可能性がある。

だが現状の書き換え可能な P R O M にはまだ問題点がある。

- ① 信頼性（安全性）に欠ける。
- ② 集積度が低い。
- ③ ビット当りのコストが高い。

これらの問題の早急な改善が望まれる。

## 6.5 応用製品開発支援システムについて

急激な技術革新により、製品のライフ・サイクルが年々短くなっている。このため各企業とも、いかに早く、安い製品を開発するかを、重要なポイントとしている。マイクロコンピュータ応用製品開発において多くの企業が、ハードウェア・ソフトウェアのデバッグのために、50～70%もの時間をかけている。この時間の短縮につながる開発支援システムの出現を期待している。

その開発支援システムに望まれる項目には、次のようなものがあげられる。

- ① システム価格として安価であること。
- ② 各種のマイクロコンピュータにも対応出来ること。
- ③ 1つの応用製品開発に専有されない、効率の高いシステムであること。

## 6.6 ユーザの事例紹介

現在マイクロプロセッサの技術的進歩はすざましくこの技術的知識を十分に把握していくことは困難になってきている。しかしこの数年間マイクロプロセ



ッサを駆使しての省力機器の開発や、生産設備の自動化を試みている企業も多く、この開発経過の中から利用する立場、または企業全体から観ての開発に対する要望あるいは困難さ等を一つの事例としてここに紹介することにしたい。

私どもの会社は、コンピュータのアウトプットに使用されるプリンター用フォーム、インプットフォームなどフォームを主にしての製造販売を行っているが、他にもフォーム処理機といわれるシステムマシンやコンピュータオフィスの備品なども販売している。

近年、コンピュータ関連の技術革新に伴って、顧客から特殊フォームの製造を要請されることが多くなっている。OCR、OMR、MICR用フォームから磁気を塗布、貼付したフォームやバーコード入り、チェックデジット付ナンバーの印刷に至るまで多様になっている。これらの製品を完成させる為には、高度な印刷技術と高い信頼性が要求されている。当然のことながら生産工程が複雑になり、品質管理面のコストもアップしてきている。また顧客からは、インプットの省力化、信頼性を上げる意味から、フォームに対する要求も複雑になり、トータルのコストを低減する目的で、事務機械を含めたシステム開発に参画するよう要請されることもある。

私どもがマイクロコンピュータに関心を持つ切っ掛けは上記のような事情によるもので、社内の生産工程の合理化、省力化への利用、販売商品（フォーム処理機、サプライ品等）の機能向上とコスト低減を計ることにある。業界別のアプリケーションにあった機器の開発（フォームとの関連で）や多様化する顧客の要求に答えるためには、マイクロコンピュータは最も適したツールであると考えたからである。

しかし、私が最初に夢みたほどバラ色の世界ではなく、現在も大小の開発プロジェクトが幾つか進行されているが、過去に於て行った開発アイテムの中から数点を列記し、問題を見出したいと考える。

## 6.6.1 開発機器の紹介

### (1) バーコードプリンター

バーコードナンバーをフォームに印刷する目的で開発した機器であり、このプリンターは製造工程の一部で使用した。

現在に至るまで解決されていないが、バーコードの仕様がPOSターミナルメーカーごとにマチマチで、私どもに対する顧客からの要求も各々異なっており、安価なよいプリンターが市販されていない日本に於けるPOSの普及が海外に対して遅れているのは、あるいはこのへんにあるのではないかとと思われる。

バーコード・プリンターとしては、各種のバーコードがプリントできるが、印刷機の種類と比較すると非常に遅く、トータルの生産コストを低減するに至らなかった。

仕様の変更は、機械語でなくては不可能で、工場内の技術者では困難な為に常設の生産設備としては使用できない。

### (2) POSターミナル

昭和48年、POSシステムが世に出始めた頃だと思われるが、顧客からのシステム開発参画の要請があり、特殊仕様のPOSターミナルを製作した。これはフォームの一部に穿孔されたパンチカードを貼付しておき、契約成立ごとにパンチカードをリードさせてインプットさせるものであり、ターミナルをメーカーに依頼し、フォームを私どもで製造をした。

現在も顧客の各支店で稼働し成功しているが、顧客の考えているシステムや適用範囲を長期に渡って検討し、仕様を定めたのが良い結果をみたと考えられる。

初期に計画したよりも、ソフトウェアにコストがかかり、思ったほど安価なターミナルにはならなかった。

### (3) カラー・プリンティング・デタッチャー

漢字プリンターメーカーの要請で開発したものであり、漢字プリンターで、連続フォームに方面別の宛先とコードをバーコードでプリントされたものの、バ

ーコードを読み取り、8種類の色分けしたストライプを印刷し、次いで断裁して整理する機能を持ったフォーム処理機である。

これは非常に順調に稼動しており、顧客からも喜ばれているが、初期トラブルの修正には苦心している。このことは開発するものの全般にいえることであるが、エレクトロニクス技術者と精密機器技術とのインタフェースを容易に、効果的に行ってくれる技術者の少ないことに起因している。

#### (4) ラベル・プリンター

私どもの工場では、月に数千点の受注オーダーがあり、その製品箱数も数十万函におよんでいる。1点あたりの箱数も1函から数千函という開きがあり、ラベル（表示）の作成に人手がかかっていたものをドットプリンターで作成する目的で開発したものである。この種のプリンターは市販のものも大変よいものがあるが、高価であることと開発者側の要望に合わない面が多いので自社開発をした。

現在はラベル発行の70%をプリントしているが、ソフトウェアの開発にコストがかかり、100%のプリントができていない。

#### (5) フォーム処理機

現在製造販売しているフォーム処理機に対する機能面での要求も多様化しており、例えばデタッチャー（連続フォームの断裁機）への要求として

- 断裁しながら支店別、事業所別または郵便番号に合紙を挿入する。
- 各支店のフォームは連続していて支店が変わる度に断裁する。
- 各支店ごとの枚数のチェックをする。
- 処理するフォームを自動的にセッティングする。
- プリンターと連動して断裁する。

などがあり、このほとんどが既にオプション化して販売されており、これらの機能を、マイクロコンピュータを利用して行わせることが良いとは多くの人達の意見であるが、現状ではコスト高となり全面的な採用までには至っていない。

以上の例からもおわかりのように、私どものマイクロコンピュータへの関心

は、一般にいわれているものとは異質のものであろうかと思われる。

マイクロコンピュータを利用する場合に、ハードウェア、ソフトウェア、周辺機器の項目で問題が起ることは周知のことであるが、今後はシステムハウスといわれる技術者集団との接触も大変重要なこととなってくる。

### 6.6.2 ハードの選択

マイクロコンピュータを利用した新商品を開発する場合に苦心することはハードの選択である。対象の商品がシリーズ商品であったり、長期的に販売が予定されている時などは、意志決定が困難である。

その原因としては、次のことが考えられる。

- (1) 新しい設計思想や技術革新による製造方法の変化によって、急激な価格の低下があるのではないか。
- (2) 国内・外の市場にどのくらい販売された実績があり、それはどのような業種に多く利用されているのか。
- (3) 応用の事例にはどんなものがあるのか。又、できれば、そのソフトが利用できるか。

などの点であり、これらのことが月々更新されて、技術関連資料一覧表にまとまっていれば便利であると思われる。

### 6.6.3 ソフトウェアの困難さ

私の勤務するビル内に、マイクロコンピュータのデモセンターがあり、時々ぞくぞくが、若い学生や会社員風の人たちで毎日満員の盛況のようである。ターミナルを前にベーシックを駆使して対活している姿を見ていると、マイクロコンピュータの普及に驚かされる。

一方、私どもの開発の場合を例にとると、限られた条件の中で、小さなチップを効率よく有効に使いスピードをあげるには、現状ではどうしても前近代的な機械語に挑戦しなくてはならない。これらは職人的な仕事となり、社内に専

門家を養成するのが困難であるためもっと気安く効率よく使えるプログラミング言語ができることを期待している。

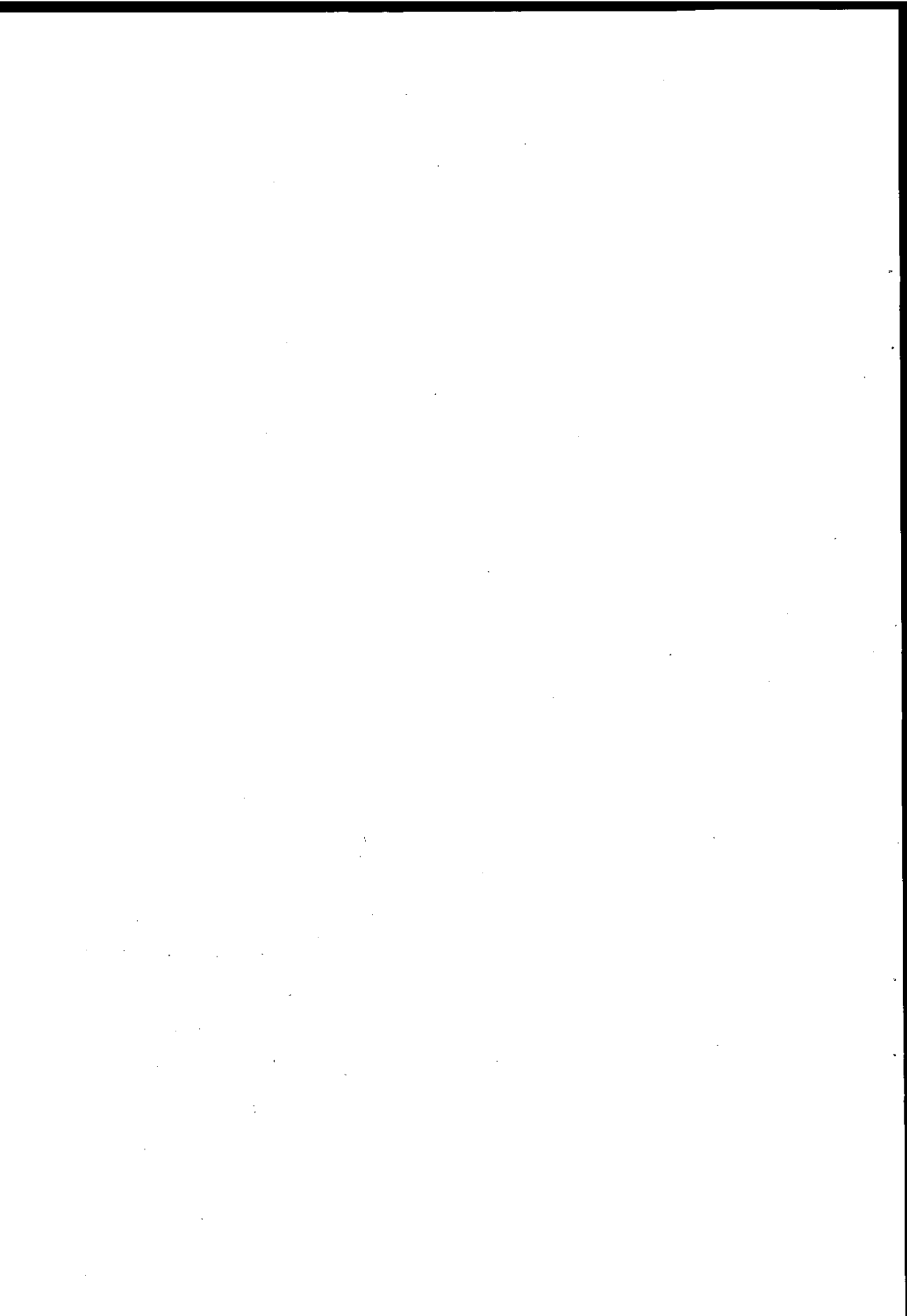
#### 6.6.4 周辺装置とのインタフェース

マイクロコンピュータの技術革新は目覚ましいものがあり、その上限は予測もできないが、現在その周辺装置はどうであろうか。現在、バスラインも標準化が進み数年前よりは使いやすくなったようであるが、私どもが必要とする最小限の機能をもつ特殊なものを接続しようとする、コントローラからOSの開発まで遡らなくてはならないので、もっと容易にインタフェースできるような技術が開発できないものであろうかと考える。

#### 6.6.5 システムハウスとの共同開発

私ども自体で、マイクロコンピュータ専門技術者をもつことが理想であると考え、養成に力を入れているが、前述のように高度な技術が要求され、コスト面でも大変高くなることもある。社内の技術者にマイクロコンピュータの技術を習得させるという方法もあるが、技術者の好みや、最初に勉強したメーカの製品のみに偏ってしまいがちである。これらが社内に点在してくると、極めて効率の悪い結果を招いてしまうことになる。

私どもでは、社内に多少の摩擦はあってもシステムハウスに協力を求める方法をとってきた。この場合の問題として、システムハウスの得意な面や、メーカ色に偏ることもあり、当面する開発に最適なハウスを選ぶことが非常に難しいことである。また、システムハウスの技術者の知識領域と社内の担当者の知識領域とのインタフェースをとることも苦心するひとつで、お互いが自分の知識内で解決しようとし、まして2、3の異なった社外技術者が一諸に仕事を行うときなど、共通の言葉をもつまでに時間がかかってしまう。これらの問題に対しては、共通のチェックリストの作成あるいはメーカを選択した理由等を明確にしておくことにより、次の開発を効率よく行えることができるのではないかと考える。



## 第7章 システム化技術





## 第 7 章 システム化技術

シリコンテクノロジーの高度の進歩によってLSI集積度は飛躍的に向上し、ミニコンピュータにも匹敵する高性能のマイクロコンピュータを出現させた。確かにLSI集積度の向上は目覚しく、プロセッサ、メモリ、プロセスI/Oなども1つのチップに収容することを可能にしGSI (Grand Scale Integration) として実現される見通しも明るい。

GSIが実現されれば、システムコントロール機能の大部分はハードウェアの中に吸収されることになり、ユーザはパラメータを指定するだけで、自分のアプリケーションに適合するシステムを簡単にセットアップできるようになると思われる。カスタムLSIによる特定のアプリケーション向けのチップがローコストで実現可能性も高く、LSIチップの低価性をフルに生かしてコストパフォーマンスを改善し、リダンダンシー設計による信頼性、安全性の向上、機能の分散によりシステム構成の柔軟性の向上を目的としたマルチマイクロコンピュータシステムが主流となることも予測される。

マイクロコンピュータはLSI技術の進歩を直に反映するコンピュータテクノロジーであり、マイクロコンピュータをフル活用し新しいアプリケーション技術を確立して初めてマイクロコンピュータテクノロジーは生かされるものである。

この意味でこれからの設計者は、マイクロコンピュータを自由に活用する技術を身に付けておく必要がある。図7-1はGSIの概念を示したものである。

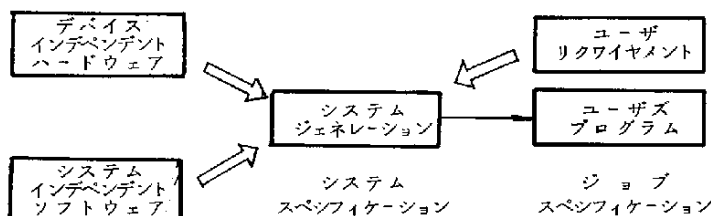


図 7-1 GSI の概念

## 7.1 マイクロコンピュータの応用に当って体系化すべき技術

「システムは、その本来の機能に反抗しようとする。」というル・シャトリエの原理は、われわれシステムエンジニアリングの仕事に携わるものにとって少なからず、失望やあきらめ、ときにはショックさえ与える程の響きをもつが、この原理が事実であることを幾度となく味わった経験を持たれるシステムエンジニアの方は多いに違いない。

設計段階ではこれでよいと思ったハードウェアとソフトウェア、性能とコストのバランスが最終的には大きく崩れてしまうことが往々にして起こり、その対策にきゅうきゅうとなって、システムの評価どころの話ではないという例は無数にある。

マイクロコンピュータを応用してシステムを開発する場合は、マイクロコンピュータがローコストであるということをフルに生かし、システム全体のコストをドラスティックに引き下げることが至上命令であり、もしあらかじめ見積ったコスト以外に不則のコストが発生し、それが雪ダルマ式に膨れ上がっていくことになれば、マイクロコンピュータを採用したこと自体が失敗あったと糾弾されることにもなりかねない。

マイクロコンピュータの応用システム開発を成功裡に収束させるために、我々はマイクロコンピュータのブーム性に安易に便乗するのではなく、マイクロコンピュータの応用技術を総合的に体系化し、自社の既存技術と、どのように融合していくべきかのポリシーをもつことが是非とも必要ではなかわうか。

マイクロコンピュータの応用技術は単純にハードウェアとソフトウェアという二つの面だけで促えるべきものではなく、総合エンジニアリングとして、設計技術、要素技術、生産技術を有機的に体系化し、システムのインテグリティを万全にする上で、システム化技術として把握すべきものである。

いい換えれば、システムを最適なものとしてビルドアップするため活用すべき個々の技術を代系化し、有効に活用することが大切である。

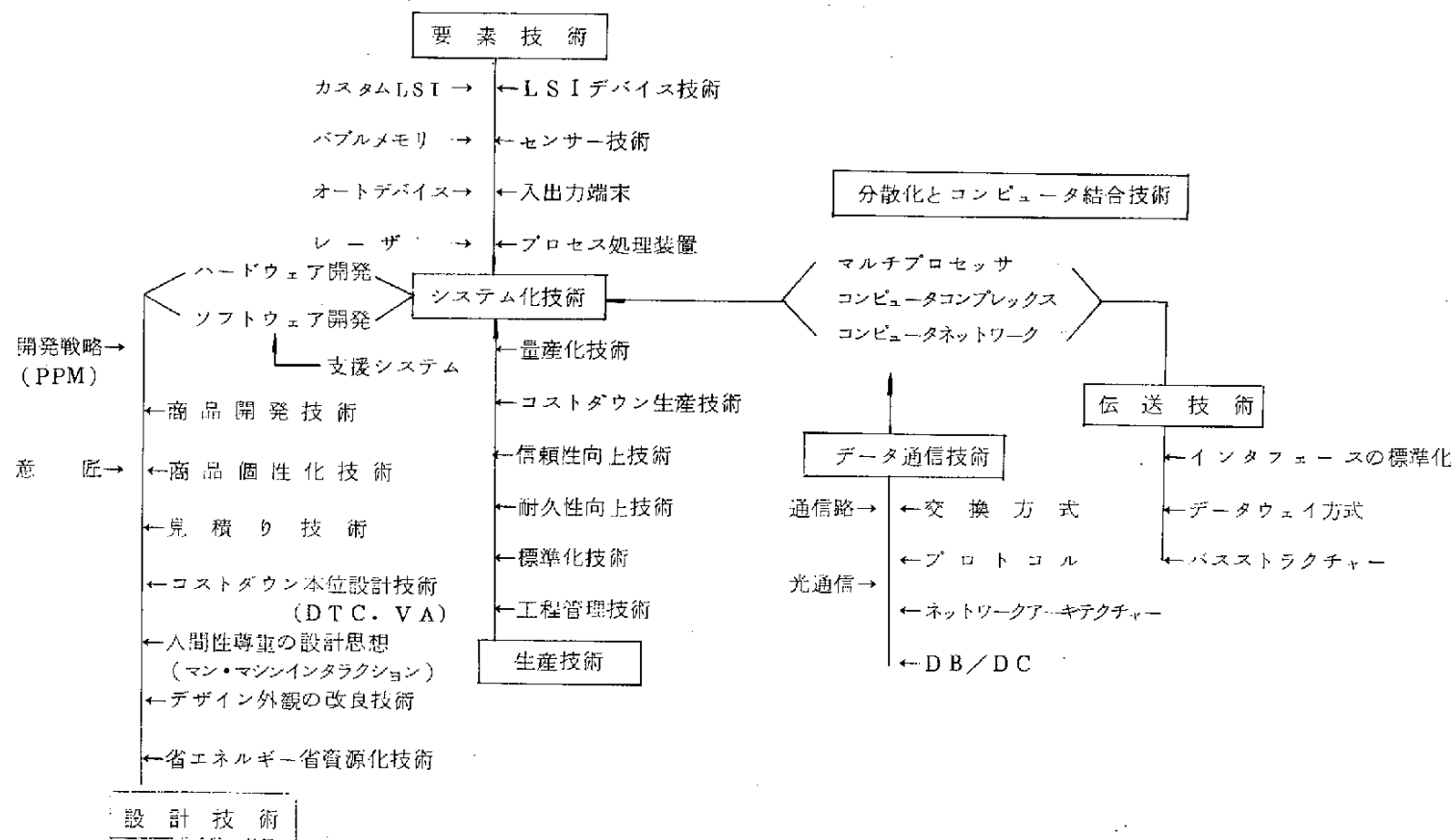


図 7-2 マイクロコンピュータ応用技術の体系的把握

個々の技術をシステムティックに促え、縦横に駆使できるか否かによって、マイクロコンピュータ応用システムのコストパフォーマンスは大きく変わり、結局、システムそのものの成否をも問われかねない結果を招くことになる。図7-2はマイクロコンピュータ応用技術の体系的把握を示したものである。

## 7.2 個々の技術の検討

### 7.2.1. 要素技術

マイクロコンピュータ応用システムを構築する上で文字通り要素となるもので、①マテリアルレベル、②コンポネントレベル、③モジュールレベル、④ユニットレベルと加工度からみたレベルでの要素がある。①のマテリアルレベルは要素技術の土台であるが紙面の都合上割愛させて頂き、②、③、④に就いて展望する。

#### (1) コンポネントレベル

##### ① 回路部品

電子式、光学式、機械式、流体式による種々の回路部品があるが、特にマイクロコンピュータの応用上、機械式や流体式の回路部品を使うということは稀であり、半導体技術による論理、制御素子、記憶素子が専ら使われる。

半導体技術の進歩によって集積度の向上とともに論理、制御素子はトランジスタ、IC、MSIなどのいわゆるディスクリートコンポネントからLSIによるマイクロプロセッサ、PLA (Programable Logic Aray) などのソフトロジックなものと発展した。

同様に記憶素子もコアからLSIによるRAM、ROMに切変ったが、ノンボラタイル (不揮発性) はRAMの実用化にはいまだ遠く、不揮発性を要求される場合は、コアメモリ、ワイヤメモリが採用されているが、バブルメモリの実用化が近いものとなっており、マイクロコンピュータの不揮発性メモリとして有望視されている。

LSI技術によって回路部品は大きく変貌を遂げており、オプティカルファイ

バの実用化とあわせ、フォトカプラなどの光半導体の進歩も目覚ましく、レーザ技術とLSI技術の結合を考えあわせると将来マイクロコンピュータの応用面は無限に広がる可能性をもっているといっても過言ではない。論理、制御素子、記憶素子に加えLSI技術によるセンサの小型化、アレイ化ができれば、ニーズの多様化、高度化に対応するマイクロコンピュータシステムへの開発は大いに促進されるはずである。

## ② 機構部品

回路部品と比べると機構部品は意外と軽視されがちであるが、ある意味では、システムの信頼性、耐久性の鍵を握るものといえ、ないがしろにはできない重要なものである。

機構部品にはプリント基板回路用のコネクタ、I/Oソケット、ケーブルなどの(a)静的な回路接続用部品、リレー、スイッチ、ロータリなどの(b)動的な回路接続用部品、マザーボード、モジュールラック、キャビネット、遮蔽板などの(c)実装用部品、ファンモータ、ブロワー、ヒートシンクなどの(d)空冷用部品、クラッチ、電磁弁、プランジャ、ソレノイド、ブレーキなどの(e)操作用部品、リミットスイッチ、近接スイッチ、カムスイッチ、光電スイッチ、メータリレー、タコゼネ、差動トランス、シンクロ、エンコーダなどの(f)検出用部品、マイクロモータ、パルスモータ、サーボモータなどの(g)動力用部品があげられ、前述の如く、これらの様々な機構部品の選択は、システムの物理的な形状、サイズ、信頼性、安全性、保守性、耐久性や振動、騒音、消費電力、ノイズの発生などに直接影響をおよぼし、システムの完成後不備が発見されても手直しや改造がままならないパートである。慎重な設計と適切な機械部品の選択はシステム化への第一報であるともいえる。

確かにマイクロコンピュータは通常のスイッチ、リレー類を大幅にカットあるいは全面的に置き換えが可能であるが、工場生産ラインなどのメカニカルな制御を行うようなケースでは、逆に操作用機構部品、検出用機構部品、動力用機構部品をマイクロコンピュータの応用システムの中へ効果的に組み込んでい

く設計思想こそ大切であり、それらの制御技術の確立はマイクロコンピュータの機械工業への応用に当って重要なポイントになっている。

### ③ 補助部品

DIPスイッチ、テンキースイッチ、LED表示用ランプなどの(a)表示用部品とブザー、ベル、チャイム、アナランジェータなどの(b)警報用などの補助部品で、特にこれらの部品はオペレータコンソールの上に配置されるものが多く、デザイン、スタイル、操作性などに影響するところが大きであり、補助部品とはいえ、軽視できないものである。

### (2) モジュールレベル

マイクロコンピュータの応用に当って特筆すべきことは、種々標準モジュールを用意しておき、目的に応じてモジュールを選択し、組み合わせてシステム化する方法がとられる。

これは多様な仕様に対し迅速に対応できることと、保守サービスが簡単に行えるという利点がある。モジュールは大きく分けて(a)アナログモジュールと(b)ディジタルモジュールに分けられる。

アナログモジュールには、フィルタ、プリアンプなどのシグナルコンディショナとマルチプレキサ、AD変換器を組み込んだAIモジュールと、DA変換器を中心にモジュール化したAOモジュールがある。信号レベル、チャンネル数、変換精度、変換スピードなどによってプリアンプ、マルチプレキサ、AD変換器、DA変換器が変わってくるため、AIモジュール、AOモジュールは多品種なものとなり、標準モジュールとしてそれぞれ一つあればよいというわけにはいかず、往々AIモジュール、AOモジュールは特製しなければならない不便さがある。

一方ディジタルモジュールは標準化がしやすく、CPUモジュール、RAMモジュール、ROMモジュールなどのメモリモジュール、割込み処理、DMA処理、高速演算処理などのCPU機能拡張モジュール、入出力制御のためのDI、DOモジュール、入出力装置インタフェースのためのI/Oインタフェース

モジュールや、保守用モジュール、停電対策などの補助モジュールがCPUモジュールを中心に標準化されたものが多い。モジュール化に当っては、回路設計もさることながら、どのように回路を分割しモジュール化するかによっては、パターン設計を徒らに複雑にしたり、発熱が一区所に集中したり、不要なリダンダンシーをもたらしたり、ノイズに敏感になったり、応用上の自由度がなくなったり、保守がしにくくなったり、生産性、経済性、信頼性、融通性、保守性の上で大きな問題を引き起こすことになりかねず、モジュール化に先立つシュミレーション技術の確立は重要である。

### (3) ユニットレベル

#### ① 電 源

ユニットレベルとして与えられるものとしまず電源がある。スイッチングレギュレータ方式の電源の普及によって電源も小型、軽量、ローコストにはなっているが、システムのハードウェアコストに占める割合は相当のものである。従来はメモリのコストがコンピュータのハードウェアコストの大半を占めるものであったが、現在ではマイクロコンピュータやメモリの価格は年々急激に下がり、電源コストに大半を占められていることは皮肉である。

しかもバッテリーバックアップが必要なケースでは電源のシステムに占めるコストは馬鹿にならず、ローコストで小型、軽量しかも容量の大きな電源が開発されねば、電源のネックによってマイクロプロセッサやメモリのアーキテクチャおよびデバイスプロセス技術に制約がかかり、ひいてはマイクロコンピュータの普及に一つの障害ともなりかねず、電源技術の一早い進歩急務である。表7-1はマイクロコンピュータ応用システムのハードウェア価格構成比率を表したものである。

表7-1 マイクロコンピュータ応用システムのハードウェア価格構成比率

| プロセッサ  | メモリ     | I/Oインタフェース | I/O装置   | 電 源     | 筐体その他   |
|--------|---------|------------|---------|---------|---------|
| (9.1%) | (22.7%) | (16.5%)    | (27.5%) | (11.1%) | (13.1%) |

## ② 計測器・検出器

電圧計，電流計，電力計（立相計，周波数計）

温度計，湿度計，圧力計

重量計，比重計，硬度計

照度計，光量計

回転計，トルク計，速度計

流量計，液面計，精度計

位置変位計，厚み計などの測定器類と長さ，欠陥，金属，ガス，化学物質，放射線などの検出器をコンピュータにインタフェースプロセス制御やデータ処理を行うことがあるが，インタフェース機能を備えた測定器，検出器はかなり高価なものとなるため，マイクロコンピュータのようにローコストを主眼に置いた計測システムには不適當なものとなることが多い。

そこでセンサやトランスデューサによって測定する現象を電気信号に変換し，コンピュータにインタフェースされたA/D変換によってディジタル信号に変えコンピュータへ入力し，データ処理を行わせる方法がよくとられるが，変換精度，変換効率（利得），変換特性，再現性に優れ，コンパクト経済的なセンサが必ずしも得られるというわけにはいかず，電源同様，センサ技術の進歩もマイクロコンピュータが広い分野にわたって新しい応用が試みられるために是非とも早期に実現して欲しいところである。センサ技術さえ解決すれば実現がまたれるマイクロコンピュータの応用例は実に多く，逆にマイクロコンピュータの応用によって新しいセンサ技術を開発することもできよう。

## ③ 周辺，端末装置

現在，市場にあるコンピュータの周辺装置は，どちらかといえば，大型機あるいはミニコンピュータの入出力周辺装置として開発されたものがほとんどで，マイクロコンピュータ専用の周辺装置として開発されたものは少ない。強いて挙げれば，パーソナルコンピュータの周辺装置として使われる。簡易型のキーボード付きCRTディスプレイ，ミニフロッピーディスク，小型ドットプ



リント、テープリーダーなどが挙げられる程度である。

しかしマイクロコンピュータとの価格対比からみても、依然として周辺、端末装置は数倍から数十倍のプライス上の隔があり、パーソナルコンピューティングの到来のブームとは裏腹に周辺、端末装置の高価格がパーソナルコンピューティング普及のブレーキとなっていることは否めない。

アマチュア、ホビイストによるパーソナルコンピューティング、民生、家電分野での耐久消費財的なマイクロコンピュータの応用とは違って、プロセスオートメーション、オフィスオートメーション、ラボラトリオートメーション、メカニカルオートメーション、テストオートメーションなどの応用分野で周辺・端末装置の役割りは大きく、この様な分野でのマイクロコンピュータ応用システムに価格面、機能面などあらゆる面でバランスのとれた周辺・端末装置の出現がまたれるところである。

周辺・端末装置も従来のメカニカルなものからエレクトロニカルなものへと次第に変わっており、しかもインテリジェント化される傾向にあるといえ、CPUの負担の軽減、メモリ容量の軽減、ソフトウェア開発負担の軽減がなされている。例えば表示装置としてのグラフィックディスプレイ、OCR、OMR、MICRなどの認識装置、タブレット、ディジタイザなどの図形入力装置、ドット式ラインプリンタ、プロッタなどの作図装置は分散処理システムへの移行を目的としてマイクロコンピュータ、あるいはフォームウェアによってインテリジェント化された製品として既に市場に送り出されている。図7-3は端末装置の分散処理システムへの移行を示したものである。

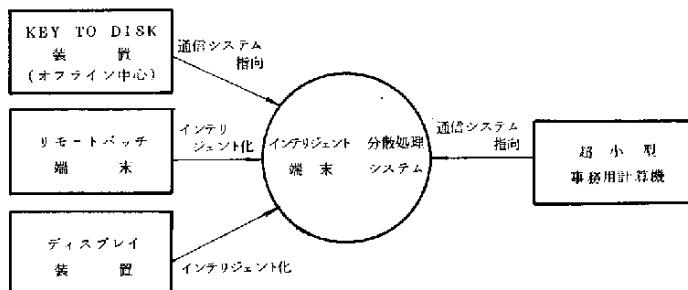
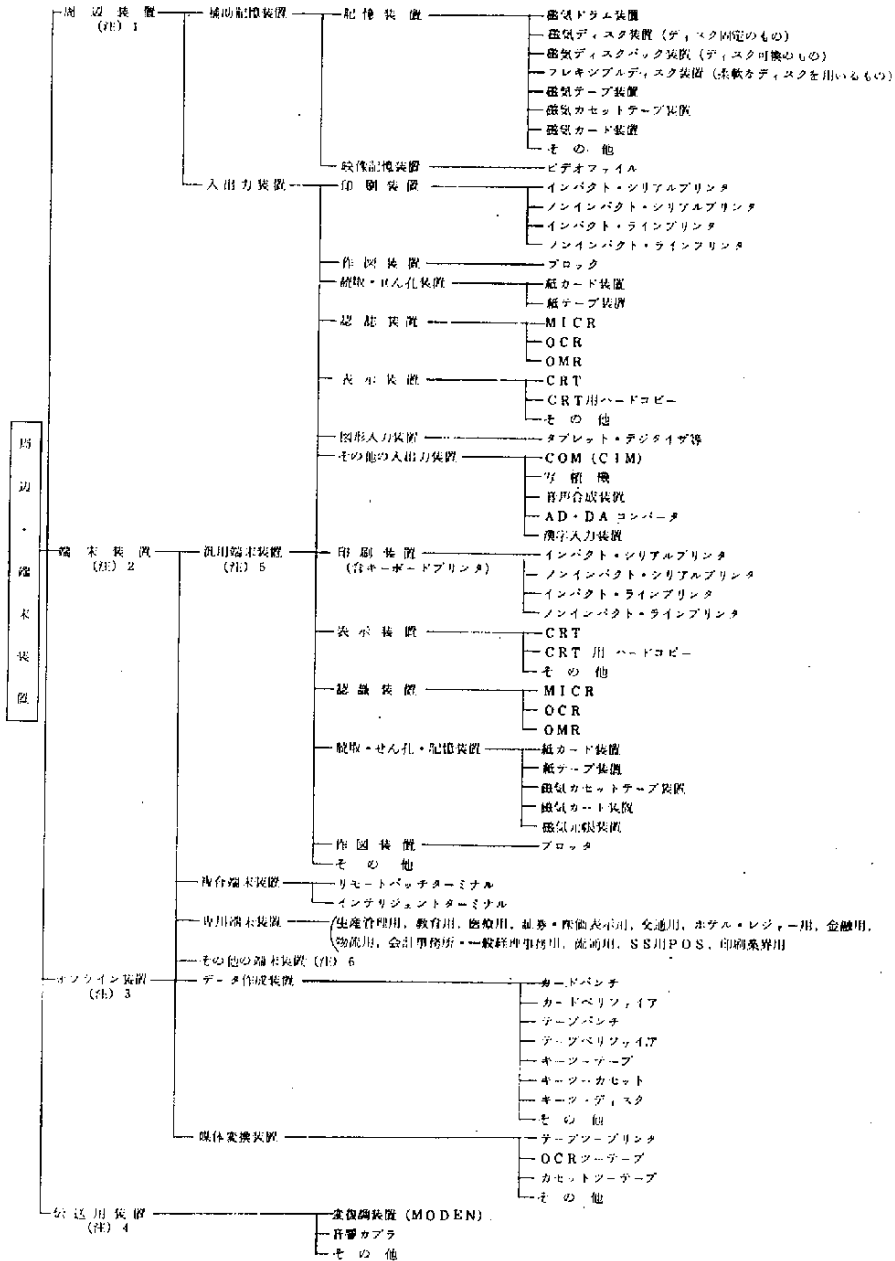


図7-3 端末装置の分散処理システムへの移行

端末装置だけに注目すれば使用目的別に多様化し、インタラクティブな複合端末、POS、医療用、教育用、銀行証券用、交通、ホテル、物流、生産管理などに使われるデータエントリとしての専用端末、TSS端末、伝送端末が開発され、ますます多様化、高性能化、インテリジェント化がLSI技術を応用してなされている。マイクロコンピュータの応用システム化に当たっても、周辺端末装置の技術上の発展は多大のアドバンテージをもたらすことはいう迄もなく、音声によるインプット、アウトプットができる音声応答装置や、日本語でのインプットおよびアウトプットが可能な入出力装置での応用が実用化されれば、マイクロコンピュータの応用の多様性と高度化も一挙に推進されることになる。

参考迄に現在実用化されている周辺・端末装置の分類一覧を表7-2に示しておく。

表 7 - 2 周辺・端末装置の分類



(注) 1 周辺装置——中央処理装置を除く補助記憶装置、入出力装置

2 端末装置——通信回線を介して主としてコンピュータと接続される端末装置

3 オフライン装置——電子計算機の直接制御によらず、データの作成および媒体交換を行う装置

4 伝送用装置——データ伝送を行うための変換装置、通所制御装置などの総称

5 汎用端末装置——プリンタ、P T P、P T Rなどを組合せた単純な汎用装置

6 その他の端末装置——複合端末装置、専用端末装置、汎用端末装置に負されるい端末装置

(補足) 要素技術に関連し特に今後注目すべき事柄

(1) 材料技術

・ジョゼフソン素子

鉛、アルミニウム、錫などの金属を  $4.2^{\circ}\text{K}$  という。超低温下で数  $10^{\circ}\text{A}$  の薄膜をはさみ接触させると超伝導効果があらわれ、電圧がゼロでも電流が流れ、電圧を上げると非線型特性をもつ。この電圧がゼロの状態と電圧があらわれる状態への移行は数ピコ秒でこれ迄のスイッチングデバイスより2～3桁程速く、しかも半導体素子よりも3桁程低い電力で動作する。

・アモルファス素子

非結晶素子ともいわれ、ある種のガラスに半導体に似た電子特性があり、新しいメモリ材料として有望である。

・ガリウム砒素 (Ga As) 素子

ショットキバリア FET などに使われる。

・その他の固体技術による新しい素子

YAG (Yttrium Aluminum Garnet)

磁気-光学効果をもつ材料

強誘電体 ( $\text{Li Ta O}_3$ ,  $\text{Ba Ti O}_3$ ) による

光学蓄積媒体

(2) メモリ技術

メモリ技術のなかで特に注目すべき技術として(a)チャージ・カップルド・デバイス (CCD) (b)バブル・ドメイン・メモリ(c)エレクトロンビーム・アドレス・メモリが挙げられる。

有望視されるメモリの種類に関連するメモリ技術を表7-3にまとめる。図7-4は各種メモリのアクセス・タイム対メモリ・キャパシティの関係を示したものである。

・特にマイクロコンピュータのメモリとして有望視されるメモリはCCDとバブルメモリであるといわれる。

表 7-3 メモリ技術の諸要素

---

|                     |                                                                                            |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| • フェライト・コア          |                                                                                            |
| • プレーテッド・ワイヤ        |                                                                                            |
| • 薄 膜               | カプルド・フィルム, 多層薄膜,<br>エッチド・パーマロイ                                                             |
| • プラナー・フェライト        | ラミネート・フェライト, プスト・<br>アンド・フィルム, アパーチャ・フ<br>ェライト                                             |
| • 可動磁気ドメイン・シスト・レジスタ | メタリック, ノンメタリック (ベル<br>電話のバブル等)                                                             |
| • トラベリング, ドメイン・ウォール |                                                                                            |
| • ソニックBORAM         |                                                                                            |
| • 1 C               | バイポーラ, MOS, バリアブルM<br>OS, チャージ・カプルド・デバ<br>イス, アモーフォス                                       |
| • 光学メモリ             | マグネット・オブティクス, フォト<br>クロミック, サーモプラスチック,<br>フォト・プラスチック, フォトグラ<br>フィック, テープ・パンチ, ホログ<br>ラフィック |
| • 電子ビーム・メモリ         | フォトグラフィック, ストローレージ<br>・チューブ                                                                |
| • フェロエレクトリック        | 光学・半導体                                                                                     |
| • 音声遅延線             | マグネットストリクティブ, ピエゾ<br>・エレクトリック                                                              |
| • オプト・エレクトロニック      |                                                                                            |
| • 超低温素子メモリ          |                                                                                            |

---

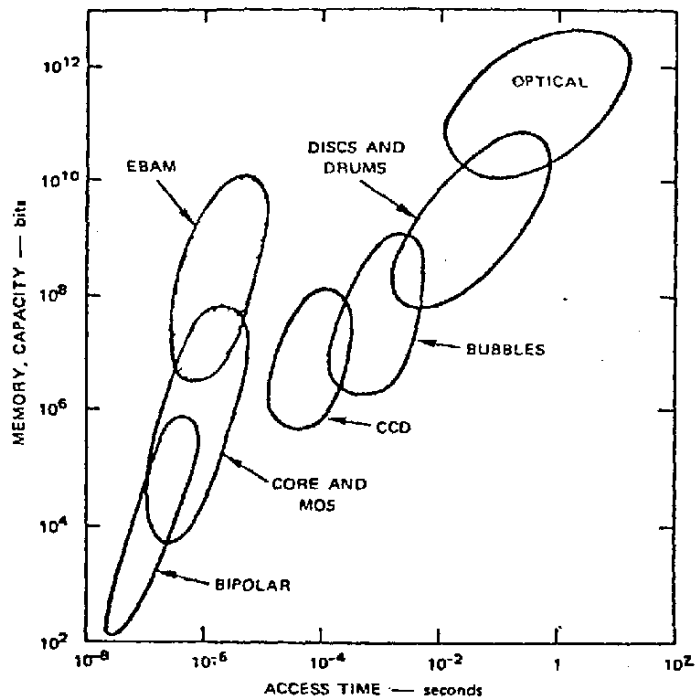


図 7-4 アクセスタイム対キャパシティー

CCDは基本的にはMOSキャパシターで形成されたアナログ信号に対するシフトレジスタと考えられる半導体メモリであるが、製造技術が簡単でメモリ容量の大きなものがローコストで製造できる特徴があるが、シフトレジスタ的なシリアルメモリであるためのアクセスタイムは比較的長くなる。CCDは磁気ディスクやドラムに代るファイル・メモリとしての利用法が考えられており、既にミニディスクとは競合するところまできている。

#### ・バブル・メモリ

バブル・メモリもCCDと同様、ローパワー、ハイデンシティーを特徴と有するが、特筆することは非揮発性のRAMとみることができる点にある。バブル・メモリとマイクロコンピュータの組み合わせはデータベースの分散化に拍車がかかけられるとも予測される。将来マイクロコンピュータのメモリとして最大のホープと目されている。

#### ・光学式ランダムアクセス・メモリ

新しい光学・電子素子が開発され、大規模で高速性に富み、安価なオプトメモリがレーザ・ホログラフィを応用して実用化されることは確実で、ディスクなどの外部マストレージにとって代る可能性大である。

#### (3) センサ技術

産業材料調査研究所によってなされたデルファイ法による未来システムの予測（78年度版最新未来技術読本 週刊ダイヤモンド別刷）によれば、1980年代以後の①工業生産（労働環境の人間化、ニーズ多様化への対応高度化、高生産性の実現、輸出競争力の強化）、②情報通信、③都市システム（輸送、交通、物流）、④防災、⑤医療福祉（診断治療、社会復帰）、⑥国際交流交易（活動領域の円滑な拡大）、⑦教育、文化、余暇、⑧家事、家計（家事の省力化、合理化、安全化、消費者サービス、市民サービスの合理化）、⑨新代替食糧の開発、食料と食事の多様化の項目のなかにマイクロコンピュータが中心的役割りを果たす興味深い応用例が載せられている。

これらの応用例の前提条件として新しいセンサ技術の開発が指摘され、不可欠のものとなっている。

摩耗検出センサ、視覚センサ、熱センサ、光センサ、圧力センサ、AEセンサ、振動センサ、歪センサ、凹凸センサ、盗難防止センサ、医療用センサ、身体装着用センサ、生化学センサ、PHセンサ、色彩センサ、極微振動センサ、極超低周波振動センサ、老化検出用センサなどセンサの多機能、高度化、多様化に加えてセンサアレイの開発改良があらゆる分野での未来システムに要求され、LSI技術とセンサ技術の融合によって1チップシステム化も十分可能であるといえる。

いずれにせよ、マイクロコンピュータのアプリケーションの可能性と限界、それに多様性は一にも二にもセンサ技術の進歩が握っているといってもあながち過言ではあるまい。

#### (4) カスタムLSI

L S I 製造技術の自動化が進み、カスタム L S I の設計から製造、検査のプロセスが簡易化され、納期や経済性の面で、カタログに記細された標準的 L S I に比べて大差のないものになれば、特殊なアプリケーションに対しカスタム L S I によるマイクロプロセッサを使った方が多くのメリットが得られるものと考えられる。

◎ 1980年代に発展しマイクロコンピュータの応用上重要とみなされる主な技術

- ① L S I 技術を活用したマイクロプロセッサ（カスタム L S I を含む）が高度に発展することにより、それぞれの端末でかなり高度な情報処理のできる分散型情報処理システムが開発され、病院、商店などの業務レベルでの多様なニーズに対応できる。
- ② L S I の多種小量生産技術が開発されロット当り 1000 個程度でも引き合いコストダウンが実現し、カスタム L S I マイクロプロセッサが普及する。
- ③ 光信号を集積回路で処理する光集回路技術が開発される。
- ④ コンピュータ利用を容易にするための音声入力によるプログラミングが可能になる。
- ⑤ バブル・ドメン・メモリが実用化し、マイクロコンピュータによる分散処理システムがあらゆる分野に普及する。
- ⑥ オプトエレクトロニクスによる高速のロジック回路や高速メモリが実用化する。
- ⑦ 1チップ当り 100 万ゲート以上の V L S I が実用化される。
- ⑧ 手書きテキストの判別が可能になる。
- ⑨ ハードウェアのメンテナンスは標準化され、自己診断、自動復帰などの技術が開発される。
- ⑩ 家庭内情報処理端末が一般化される。

表 7-4 はシステム技術のテーマを表し、表 7-5 は情報関連技術の技術的展



望を表したものである。また表7-6は個別要素技術分野での日本企業努力方向を表したものである。

表7-4 システム技術のテーマ

| 課 題      |                         |
|----------|-------------------------|
| ハードウェア技術 | 超LSI                    |
|          | 高性能ファイルメモリ              |
|          | 新メモリー素子                 |
|          | 新論理素子                   |
|          | 実装技術                    |
|          | 知能端末と専用プロセッサ            |
|          | 漢字転写装置                  |
|          | 漢字入力キーボード装置             |
|          | メインバクトプリンタ              |
|          | 音声合成出力装置                |
|          | 音声入力装置                  |
|          | フラットディスプレイ              |
|          | センサ                     |
|          | 安価な画像出力                 |
|          | 新ディスプレイ技術               |
|          | 高度パターン認識                |
|          | 連想記憶方式                  |
|          | マイクロコンピュータ              |
|          | 神経回路網模擬演算装置             |
| ソフトウェア技術 | 多次元並列演算装置               |
|          | 新コンピュータ・システム            |
|          | 新コンピュータ・システム            |
|          | データベースの高速度化             |
|          | データベースの高速度化             |
|          | コンピュータネットワークと分散処理技術     |
|          | 諸規約・ソフトウェア等の標準化         |
|          | エンドユーザ向け目標              |
|          | 自然言語コンピュータ              |
|          | ソフトウェア作成技術              |
| ネットワーク技術 | 光通信                     |
|          | デジタル画像通信                |
|          | 統合通信システム                |
|          | 双方向生活情報ネットワーク           |
|          | リモート保安技術                |
| 社会システム   | 交通・物流情報システム(以下、情報システム略) |
|          | 公害・環境環境                 |
|          | 医療                      |
|          | 行政                      |
|          | 生活                      |
|          | 防災・防犯                   |
|          | 流通                      |
|          | 産業                      |
|          | 地域社会                    |
|          | 教育                      |

但し

- ① 情報処理の集中・分散の再構成を図りうる技術開発を行う。
- ② 中央処理部、周辺部、関連設備等のシステムとしてのバランスある技術開発を行う。
- ③ ハードウェア技術とソフトウェア技術、システム技術のバランスある技術開発を行う。
- ④ 利用者の拡大・多様化に対応する技術開発を行う。
- ⑤ 副次効果を除去しうる技術開発を行う。
- ⑥ 省エネルギー、省資源的観点からの技術開発を行う。
- ⑦ 情報システム構築のための技術開発を図る。
- ⑧ 国際競争力のある産業育成のための技術開発を図る。
- ⑨ 長期的将来を見通した技術開発を行う。

表 7 - 5 情報関連技術の技術の技術的展望

情報関連技術

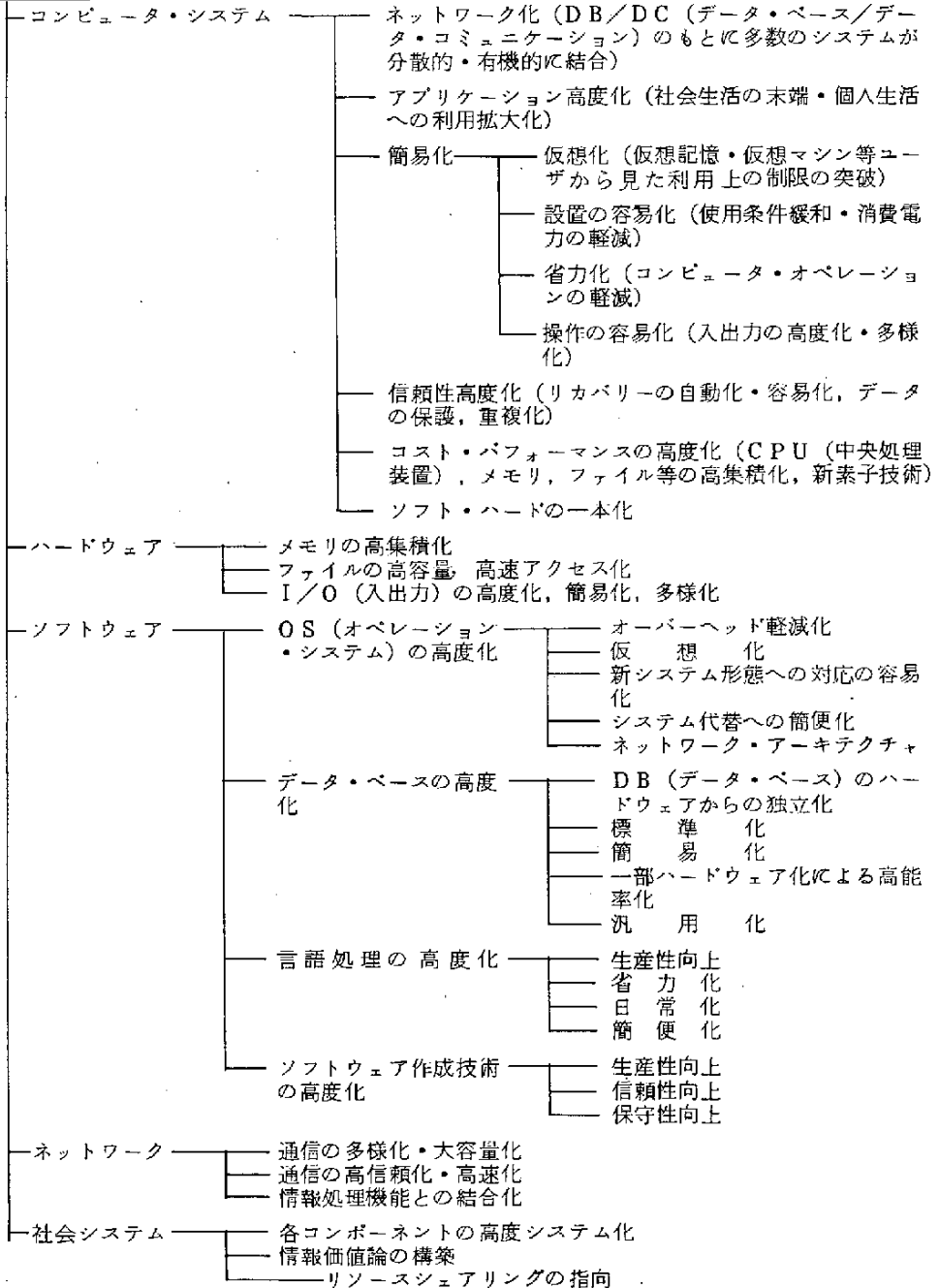


表 7 - 6 個別 要素技術分野での日本企業の努力方向

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. 材料分野では、次の方向での努力が重要。</p> <p>(1)新寄素材の生産・加工・利用の拡大 — 各種のファイン・セラミックスや電子・電機・機械等のための単結晶、新金属、機能性高分子、各種不溶化酵素、バクテリアの利用、超電導材料の広範な利用、水素燃料としての広範な普及、気体消火剤（ハロンガス等）など。</p> <p>(2)材料、物質の中・高級化 — 高比強度材料、高い耐熱性、耐火性をもつ材料、耐蝕性、耐微生物性材料、耐超低温材料、耐海水性材料、超高温、耐超真空に耐える材料、など。</p> <p>(3)新奇な製造方法の広範な普及 — 海中溶解ウランなどの製造法、深海底資源の回収と利用技術、セルロースくずからブドウ糖生産、緑葉たん白生産、超高温・超高压利用の単結晶材料、ファイン・セラミックスなどの製造、バクテリアリーチング、インプレスリーチング、湿式冶金技術の普及。</p>                       | <p>2. 部品、素子、単品の分野では、次の方向での努力が特に重要。</p> <p>(1)画期的な新機能をひめた部品、素子、単品の開発と普及 — ヒートパイプ、各種センサ、太陽エネルギーの選択透過・吸収パネル、光導線通信ケーブル、超電導ケーブル、各種半導体素子、高性能太陽電池、燃料電池、蓄電池、超高压油圧機器、多機能燃料、高性能ROM、EPROM、使用済み核燃料キャスクなど。</p> <p>(2)新奇な加工方法の広範な普及 — 電子ビーム、プラズマ、レーザなど大エネルギー高精度加工技術の普及、高実装密度の印刷加工技術の普及、超高温、超高速エネルギー（衝撃波など）を利用する加工技術など。</p> <p>(3)部品、素子、単品の組立方法の革新 — 多品種少量生産の高度化に対応する組立技術の高度化、オーダー・エントリ・アッセンブル、高度形状、寸法認識装置を内装する組立機械、同一ラインに随時異種製品を流せる組立ライン、遠隔無人組立ラインの群制御技術の開発など。</p> |
| <p>3. 機械技術では、次の方向での努力がとりわけ重要。</p> <p>(1)人工知能化 — 安価なマイクロコンピュータ、通信機器の使用。ペディキュレータ・マシン、感覚認識器官をもった機械としてのロボットの普及、機械による人間の目、耳、五感の拡大、延長など。</p> <p>(2)機械の行動範囲の拡大 — 機械の外部環境の異質化、高パラメータ化。内圧、外圧、腐蝕性、熱、極低温などに耐える材料と、構造高度無人化、人工知能化などの手段を備え、システム化した機械。</p> <p>(3)機械の内部環境の異質化、高パラメータ化 — 高温ガス炉、高速増殖炉などの原子炉、超電導、超低温、超真空、超重力、超高温などを利用する機械、装置。</p> <p>(4)省エネルギー化、新エネルギー活用ニーズへの対応 — 太陽エネルギー、地熱、水素、潮流、潮汐、海水温度差、高速増殖炉、核融合、などの新エネルギーを実用化するための機械、装置の開発。</p> | <p>4. システム技術分野では、次の方向での努力が重要。</p> <p>(1)システムの大聖化、複雑化、多種多様な異種サブシステムの結合、整合化 — 多種多様な機能のサブシステム、その整合性ある安全な運用を図る技術。</p> <p>(2)フレキシビリティをもつシステム — 要素ハードウェア、ソフトウェアの開発、設計、生産、運用のあらゆる部門、段階にわたって配慮。</p> <p>(3)非工業、非産業へのシステム手法とシステム製品の浸透 — システムとその構成部分に予備的知識と理解をもたないものがシステムの運用、利用、受益に関与し、不測の事故、混乱を招く可能性があり、十分な配慮が必要。</p> <p>(4)人間=機械系のインタフェースの開発と革新 — 今後は十分な予備的知識と習熟をもたないものがシステムの運用、利用、受益に関与し、不測の事故、混乱を招く可能性があるため。</p>                                            |
| <p>5. サービス技術の分野では、次の方向での努力が重要。</p> <p>(1)サービスの多様化、高度化 — 対人、消費者サービスと公共・社会サービスも急速に多様化し、高度化し、近代化、合理化、効率化が進められる。</p> <p>(2)サービスが輸出商品になる — サービス先進国での調査・研究、計画、エンジニアリング、建設、コンサルティング、教育、訓練、金融、給食、医療、消費者金融などをはじめ、多種多様なサービスの輸出商品化が、重要な課題、さらに今後は、国際サービス場における競争激化が必至であるから、サービスの分野での開発と高度化、システム化が重要な問題となる。</p> <p>(3)サービスにおける技術革新、技術開発 — サービスの新開発、生産、供給、マーケティングのあらゆる局面、段階にかんするハードウェア、ソフトウェアの技術開発は重要な課題。</p>                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

### 7.2.2 設計技術

今日、製品設計に携わる設計者にとって、マイクロコンピュータの存在を無視して、製品を設計するわけにはいかない程、マイクロコンピュータは、アマチュアによるホビータ的な応用から、家電製品や工場における生産ラインの自動化など非常に多様なアプリケーションが試みられており、漸新かつ画期的な製品を設計するためにマイクロコンピュータをベースにした設計技術を修得しておく必要がある。

マイクロコンピュータを応用した製品の設計に当っては、少なくともマイクロコンピュータを採用する妥当性を事前に確かめておかないと、正当性のあるデザインゴールであったとしても、実際はデザインゴールから遠く外れたシステムになり、悪くすればシステムとして機能不全を起した救いようのない結果を招くことがないともいい切れない。

#### (1) ニューロジックとしてのマイクロコンピュータ

マイクロコンピュータとリレーやTTLなどのハードワイヤードなロジックとの大きな相異は、マイクロコンピュータはデータ処理機能、制御機能、メモリ機能を備えたソフトロジックであることである。ハードワイヤードロジックでは複雑でやっかいになる回路設計が、簡単にしかも短時間で行える特長があり、しかも多様な仕様に対し融通性の高い設計が可能である。

TTLで50ケ以上必要とする回路を設計するとした場合、マイクロコンピュータを採用したほうが確実にローコストでしかも信頼性の高いものとなるといわれる。表7-7はマイコンとワイヤードロジックの対比および表7-8はマイコンとミニコンの対比を表したものである。

マイクロコンピュータが回路設計面において融通性に優れているということは①設計上の自由度が高く、バラエティに富んだ設計ができる。②仕様変更、機能拡張などの改造が容易である。③デザインゴールの異なる製品計にも若干の手直しで対処できる。ということで、ハードワイヤードロジックでは仕様変更があれば新規に回路を全面的に設計し直すことが普通であるが、マイクロコ

表 7-7 マイコンとワイヤードロジックの対比

| 要 素          | マイクロ<br>コンピュータ | ワイヤード<br>ロジック |
|--------------|----------------|---------------|
| サイズ          | ○              | ×             |
| 電力消費         | ○              | ×             |
| 信 頼 性        | ○              | ×             |
| 柔 軟 性        | ○              | ×             |
| 教育コスト        | ×              | ○             |
| 製造コスト（多量）    | ○              | ×             |
| 製造コスト（少量）    | ×              | ○             |
| 設計・開発サイクルコスト | ○              | ×             |
| 設計期間         | ○              | ×             |

表 7-8 マイコンとミニコンの対比

| 要 素               | マイクロ<br>コンピュータ | ミニコンピュータ |
|-------------------|----------------|----------|
| サ イ ズ             | ○              | ×        |
| 電力消費              | ○              | ×        |
| 信 頼 性             | ○              | ×        |
| 柔 軟 性             | ×              | ○        |
| サポートの難易           | ×              | ○        |
| 教育コスト             | ×              | ○        |
| 製造コスト             | ○              | ×        |
| 設 計 ・ 開 発 サ イ ク ル | ×              | ○        |
| 設計開発期間            | ×              | ○        |

ンピュータは仕様変更に対してもハードウェアを全く変更せず、ソフトウェアを組み直すことだけで済ますことも可能である。要するにマイクロコンピュータはソフトオリエンテッドは新しいロジックとして捉えることができ、ハードワイヤードロジックとは本質的な相異があることを認識しておくことが、応用製品設計に当って大前提となる。

マイクロコンピュータ応用機器の設計の手順のフローを図7-5に示す。

## (2) 設計上の発想の転換

マイクロコンピュータは本来ソフトロジックであり、価値の多様化する現代社会のニーズにマッチする製品の設計には、選択的機能が容易に賦与できることから、このような社会的要請に応える上でもってこいのものである。

加えて機能性の面で①多重化、②ユニット化、③完結化、④分散化、⑤複合化、⑥統合化などが容易であり、製品機能の多機能化を簡単に実現できる利点を有している。その他、省資源、省エネルギー、安全性の上からもメリットが多く、製造の面からみても量産品、受注生産品、特注品などどの形態にも適応でき、それだけ応用製品のバラエティが豊かになることを示唆するものであり、マイクロコンピュータは従来のハードワイヤード的な設計思想を根底から覆えすことになるといっても過言ではない。

L S I を中心として電子化ができるマイクロコンピュータの応用製品は、ハ

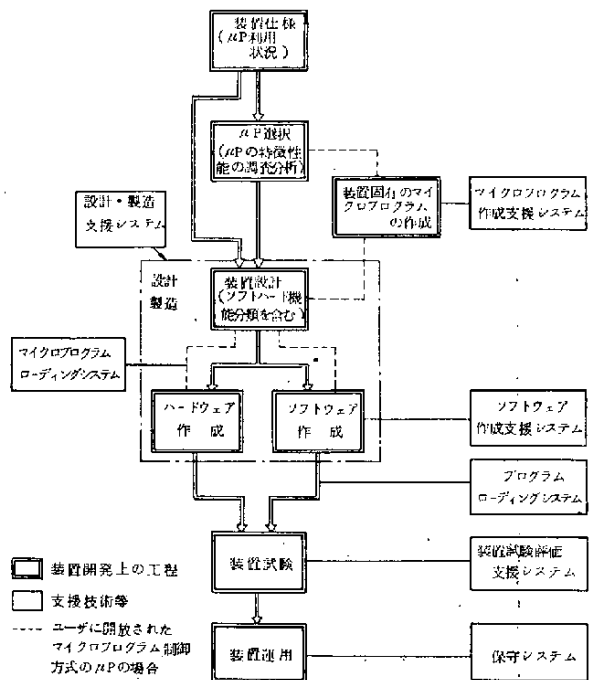


図7-5  $\mu$ P 応用機器の設計製造手順

ードウェア面で類似性が強まることになり、結局、ソフトウェアの特異性によってユニークさをだす必要があり、マイクロコンピュータの応用製品の設計者にはソフトウェア開発の技量がいやがうえにも要求される。

マイクロコンピュータ時代における設計者はハードウェア、ソフトウェア技術のみならずLSI技術、コンピュータ技術、システム化技術の高度の専門的技術や知識に加えて、新しい発想技術を身につけたアイデアマンとしての創造性豊かな発想と冷徹といってもいいコスト意識がなければ、漸新でヒットする製品の設計はおぼつかない。

### (3) 設計上の検討項目

マイクロコンピュータを応用してシステムを設計する場合、①ハードウェア設計上の検討②ソフトウェア設計上の検討③システム設計上の検討という段階のフェーズがある。仕様にもられた要求事項を満たしBUNDARYを決め、見積り範囲を明確にしそれを評価する段階で①、②、③の個別の重点的検討は勿論のこと、①、②、③をパラレルに進める検討が大切である。

忘れてならないもう一つのファクターとして④ヒューマンファクターを設計者は十二分に考慮する必要がある。自動化、機械化を促進する上でマン・マシンインタラクションは最も重要なデザインファクターであり、特に家庭生活、社会生活圏、産業生産ラインのなかで人間性と密着して使われる応用製品の開発に当っては第一義に検討されねばならないクライテリオンといえる。

#### ① ハードウェアの設計に当って

ハードウェアの設計に当って、先づ行い作業は、システムを中心となるマイクロプロセッサの選定である。

マイクロプロセッサの選定の失敗は即システムの失敗に接するものであることを設計者は胆に銘じておく必要がある。現在のところマイクロコンピュータを評価するフィギュアオブメリットは設計者が自づから設定しなければならない。言い換えれば、最適のマイクロプロセッサの選択は、設計者の裁量に全て委ねられており、その裁断の責任は設計者自らが負わねばならない。図7-6

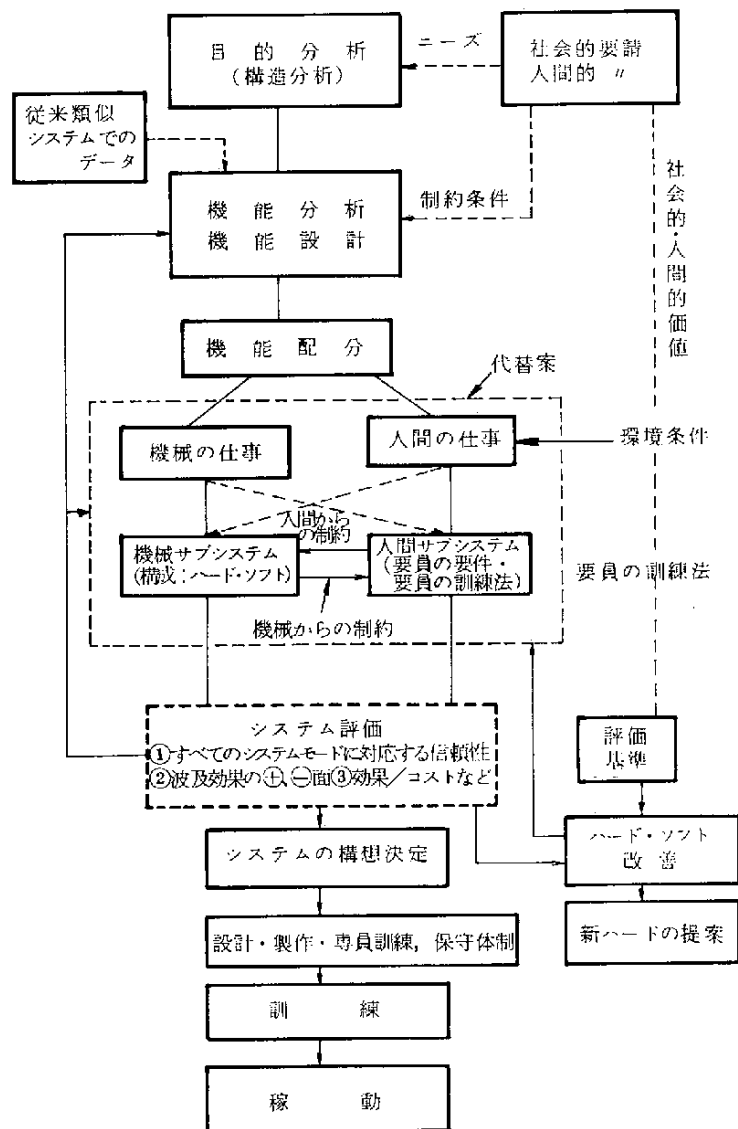


図 7-6 社会性・人間性を考慮し人間をサブシステムとしたシステム設計手順



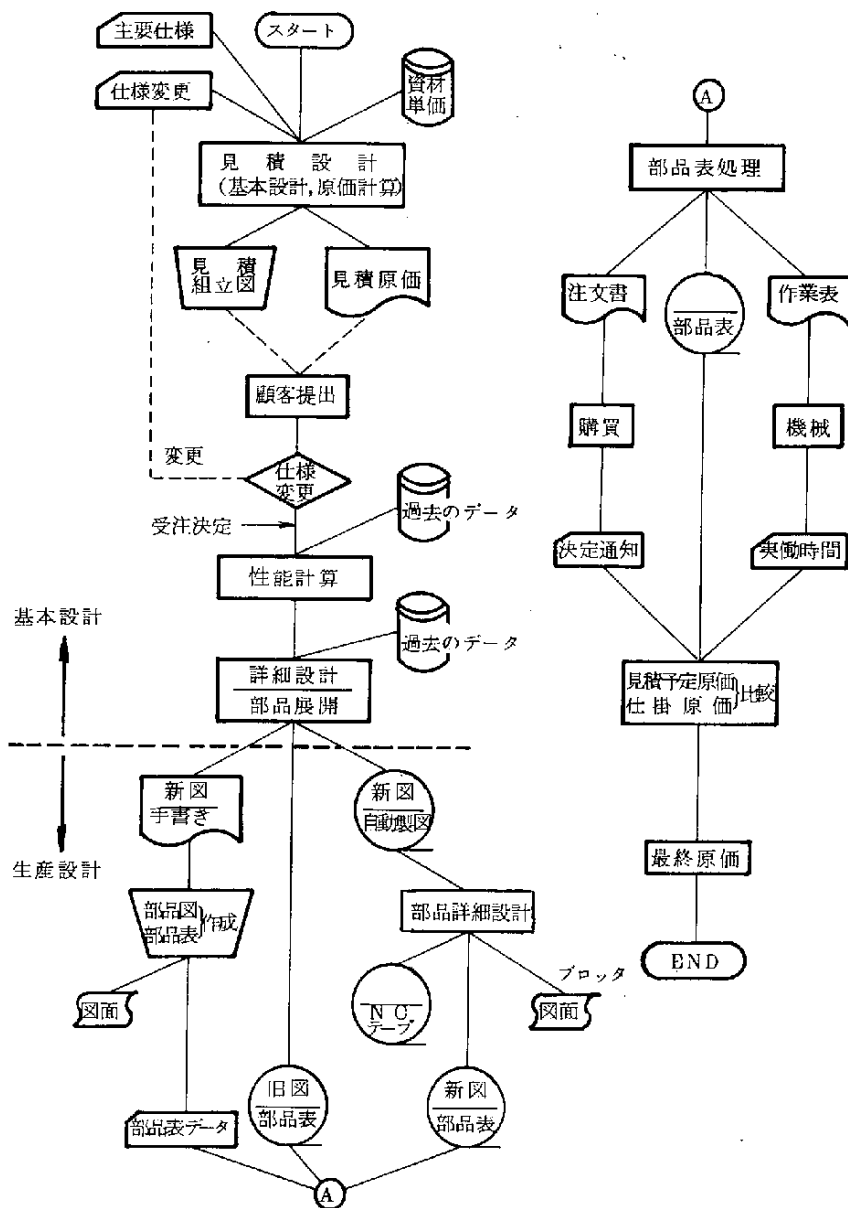


図 7-7 設計トータルシステム

は社会性・人間性を考慮し人間をサブシステムとしたシステム設計手順を示し  
図7-7は設計トータルシステムを示したものである。

#### ・マイクロプロセッサの選択

マイクロプロセッサは半導体プロセスによって大きく2つの系列に分けられる。即ち、PMOS、NMOS、CMOS、SOSなどのMOSラインとECL、I<sup>2</sup>Lなどによるバイポーララインである。半導体製造プロセスの違いはCPUのアーキテクチャばかりでなく、アプリケーション上大きな差異をもたらすものであるが、その辺はさておき、マイクロプロセッサは演算レジスタ、汎用レジスタ、プログラムカウンタ、スタックポインタ等の論理演算ユニット(ALU)からなる演算機能およびデータの流れ、タイミングなどを制御する制御機能からなっている。以上の2つの機能を1つのLSIチップにまとめたものがシングルチップCPU、2つ以上のチップで構成したものがマルチチップCPUである。制御機能の制御方式は、直接制御方式とマイクロプログラム方式がある。このいずれかの方式のマイクロプロセッサを採用するかによって、ハードウェア設計、ソフトウェア設計の進めかたが大幅に異なることになる。マイクロプログラミング方式を採用すれば、設計の融通性は大いに向上するが、その半面、ソフトウェアの開発には倍以上の手間がかかることになり、マイクロプログラミング方式の利点の割には普及が遅れている理由となっている。

マイクロプロセッサは、パラレル処理できる一語の長さによって、2ビット、4ビットのビットスライス方式と、4、8、12、16ビットの語長固定のものがある。一語の長さは即座にデータの精度、命令セット、アドレッシング、実行時間の長短や能率にひびくもので、語長の長いものほど有利であるが、それだけチップ自体のコストが高くなるため、アプリケーションに応じたビット数の選択は、製品のマーケットプライスに作用され決められてしまうのが普通である。

しかし、市場での製品の機能高度化の要求と、チップ価格のダウンによって、使用するチップのビット数は必ずしも、一意的な理由で決まるものではない。

紙面の都合上、マイクロプロセッサ選択上、検討すべき重要な項目のみを掲げると、

- 入出力の接続方法と制御方式
- 計算処理能力と処理速度
- データ転送方式
- プログラム可能なレジスタの種類
- バスのストラクチャ（構造）
- アドレッシングモード
- メモリの拡張能力
- 割り込み優先権のレベルとベクターアドレス（スタックポインタのサイズ）
- ステータスの処理方法
- クロック周波数
- チップ周辺ファミリー
- チップの物理的サイズ（ピン数）
- 電源、消費電力、作動環境など

表7-9はランダムロジック、カスタムLSI、マイクロコンピュータ、ミニコンピュータの比較を表し、表7-10はマイクロプロセッサの分類を表したものである。

表7-9 ランダムロジック(TTL), カスタムLSI, マイクロコンピュータ, ミニコンピュータの比較

| 項 目       | T T L | L S I         | マイクロコ<br>ンピュータ | ミニコン<br>ピュータ |
|-----------|-------|---------------|----------------|--------------|
| コ ス ト     | 1.0   | 0.3 ~ 1.5     | 0.4 ~ 0.7      | 2.0 ~ 5.0    |
| サ イ ズ     | 1.0   | 0.2 ~ 0.5     | 0.2 ~ 0.5      | 0.7 ~ 1.0    |
| 速 度       | 1.0   | 3.0 ~ 5.0     | 20.0 ~ 50.0    | 7.0 ~ 10.0   |
| 電 力 消 費   | 1.0   | 0.5 ~ 1.0     | 2.0 ~ 5.0      | 5.0 ~ 10.0   |
| ノイズ許容度    | 1.0   | 2.0 ~ 3.0     | 2.0 ~ 3.0      | 3.0 ~ 5.0    |
| 設 計 時 間   | 1.0   | 0.5 ~ 0.8     | 0.01 ~ 0.05    | 0.01 ~ 0.05  |
| 半 導 体 技 術 | バイポーラ | MOS/<br>バイポーラ | MOS/<br>バイポーラ  | コア/MOS       |
| 汎 用 性     | 限定あり  | ナ シ           | 優れている          | 優れている        |
| 専門デザイン    | ナ シ   | ア リ           | ア リ            | ア リ          |

表7-10 マイクロプロセッサの分類

| 集積技術  | ビット数      | 製 品                                                                                                                           | 会 社                                                                                                                                        |
|-------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P-MOS | 4ビット      | 4004<br>4040<br>9205<br>PPS25<br>PPS-4/1<br>PPS-41<br>PPS-4/2<br>TMS1000<br>MN-1430<br>MN-1432<br>MN-1435                     | インテル<br>インテル<br>AMI<br>FS<br>ロックウェル<br>ロックウェル<br>ロックウェル<br>TI<br>松下<br>松下<br>松下                                                            |
|       | 4ビット スライス | GPC/P                                                                                                                         | NS                                                                                                                                         |
|       | 8ビット      | 8008<br>8007-1<br>Am9080<br>5065<br>IMP-8<br>HMCS-81<br>PPS-8<br>PPS-8/2<br>MINID                                             | インテル<br>インテル<br>AMD<br>モステック<br>NS<br>日立<br>ロックウェル<br>ロックウェル<br>パロース                                                                       |
|       | 12ビット     | TLCS-12<br>TLCS-13A                                                                                                           | 東芝<br>東芝                                                                                                                                   |
|       | 16ビット     | IMP-16<br>PACE                                                                                                                | NS<br>NS                                                                                                                                   |
| N-MOS | 4ビット      | S6800<br>μCOM-4<br>MN1403<br>MN1404<br>MN1400<br>MN1402<br>MN1403<br>MN1404<br>MN1405                                         | AMI<br>NEC<br>松下<br>松下<br>松下<br>松下<br>松下<br>松下<br>松下                                                                                       |
|       | 8ビット      | 8080<br>8080A<br>9002<br>F8<br>F8<br>650X<br>M6800<br>N6800D<br>CMP-8<br>Z80<br>2650<br>MMI-8<br>8048<br>8085<br>8041<br>9940 | インテル<br>インテル<br>エレクトロニックアレイ<br>クェアチャイルド<br>モステック<br>モステック<br>モトローラ<br>モトローラ<br>NS<br>ザイログ<br>シグネティクス<br>三菱-沖<br>インテル<br>インテル<br>インテル<br>TI |
|       | 16ビット     | CP-1600A<br>μCOM-16<br>PFL-16A<br>TMS9000                                                                                     | GI<br>NEC<br>パナファコム<br>TI                                                                                                                  |

| 集積技術  | ビット数      | 製品                                                                              | 会社                                                                        |
|-------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| N-MOS | 16ビット     | MRS1611<br>MPS1621<br>MPS1631<br>microNOVA<br>Z8000<br>μCOM1600<br>8086         | ウェスタン・デジタル<br>ウェスタン・デジタル<br>ウェスタン・デジタル<br>データジェネラル<br>ザイログ<br>NEC<br>インテル |
|       |           |                                                                                 |                                                                           |
| C-MOS | 4ビット      | MS-4<br>MN-1450                                                                 | シャープ<br>松下                                                                |
|       | 8ビット      | CDP1801<br>COSMAC<br>CRD-8                                                      | RCA<br>RCA<br>ソリッド・ステイト・サイエン<br>ティフィック                                    |
|       | 12ビット     | IM6100                                                                          | インターシル                                                                    |
| バイポーラ | 2ビット スライス | 3000                                                                            | インテル                                                                      |
|       | 4ビット スライス | AM2900<br>9400<br>6701<br>10800<br>RP16<br>300<br>SBPO400<br>74S481<br>TMC/1601 | AMD<br>FS<br>MMI<br>モトローラ<br>レイセオン<br>SMS<br>TI<br>TI<br>トランジトロン          |
|       | 16ビット     | 9440                                                                            | フェアチャイルド                                                                  |
|       |           |                                                                                 |                                                                           |

○製品形態，生産量に適したマイクロプロセッサの選定がガイドライン

(a) 小品種大量生産むき

- ・特にローコストであること
- ・セカンドソースが多いこと
- ・納期が早いこと
- ・集積度が高く，できるだけ余計な部品を必要としないこと  
(1チップCPU)

- ・電源仕様が軽いこと

(b) 多品種小量生産むき

- ・システム設計が容易なアーキテクチャであること
- ・命令セットがスマートで，プログラミングが簡単であること

- ・周辺サポートチップが豊富であること
- ・ミニコンのローエンドとしての機能を備えていること
- ・仕様変更柔軟に対処できるシステム設計が可能なこと

図7-8はミニコンをマイコンで置き換えるのに適当な生産台数を示したものである。

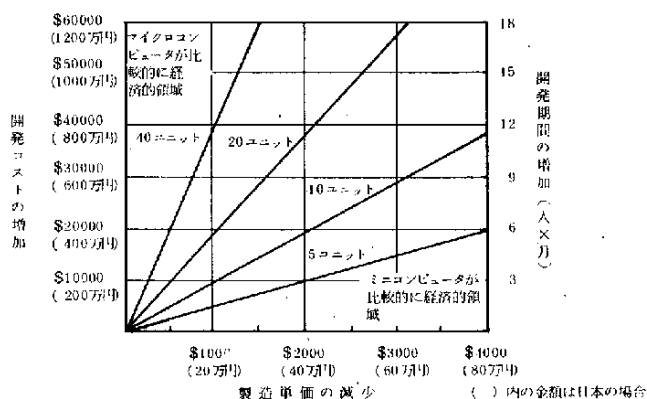


図7-8 ミニコンをマイコンで置き換えるのに適当な生産台数

### (c) オーダメードむき

- ・システムの拡張性、融通性に優れていること
- ・ミニコン並みの機能を備え、高速、高性能であること
- ・入出力制御機能が優れていること
- ・環境仕様に弾力的であること

### ② ソフトウェアの設計に当てて

L S Iの進歩によってハードウェアのコストは急激に低下し、信頼性も圧倒的に向上して、それにひきかえソフトウェア開発費は全コストの80%近くを占めるとさえ報告されている。ソフトウェアのコストを無駄使いしないため、ソフトウェアに要求される基本的なこととして①改造が簡単②効率が高い③信頼性に優れている④理解しやすいことが大切である。ソフトウェアの設計思想とその実現までのプロセスに於て常に心がけるべきポイントである。

ソフトウェアの開発上の各プロセスと開発担当について図7-9にその例を示す。表7-11はシステムエンジニア（SE）、シニアプログラマ（SP）、プログラマの職務内容と責任分担を表したものである。ハードウェアの開発は、工程の進捗度がつかみやすく、設計、製造、調整、検査のあらゆる面で標準的な手段、手順、技法が適応できるが、ソフトウェアの設計、開発はそれが目に見えないことから工程管理が難しく、開発担当者の個々の技量に委せざるを得ない面が強い。それ故、ローコストを徹底追求することが強く要望されるマイクロコンピュータの応用システムの開発は、ハードウェア中心の設計に流れるきらいがあることは止むを得ない。しかしマイクロコンピュータの応用システムは、ハードウェアとソフトウェアの効果的トレードオフによって最適なバランスを見いだすことが設計の基本であるといえる。

いい換えれば、事務用コンピュータでは直接ハードウェアとのつながりを意識しなくてもソフトウェアの開発は推進できるが、マイクロコンピュータの場合は、ハードウェアとの密着性が強く、システム全体の中心となるハードウェアとソフトウェアの相関関係を十分把握した上でなければ、ソフトウェア開発は一步も先に進めないということである。

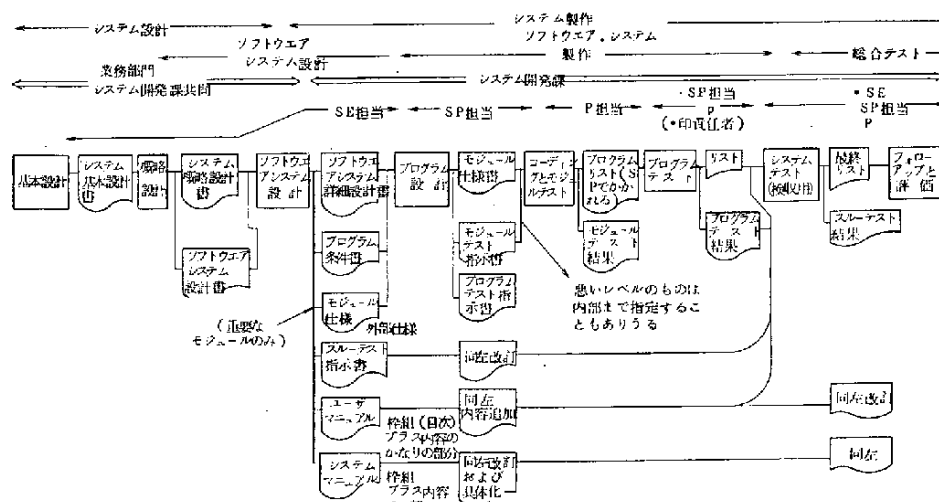


図7-9 ソフトウェアの開発手順

ソフトウェアの開発は、①システム分析②機能仕様書の作成③フローチャートの作成④テストデータの作成⑤コーディング⑥オフラインデバッグ⑦オンラインデバッグなどをシステムマネジメントの管理下のもとに遂行する一連の仕事である。

マイクロコンピュータの生産ラインへの応用システムは、ソフトウェアといっても機械系、電気系の種々の条件例えば、プロセス I/O の種類、操作手順、制御タイミング、バックアップ処理、割込み優先権、シーケンスなどのハードウェアあるいはシステムそのもののエンジニアリングファクタが表裏一体となっており、ソフトウェアの開発は相当な負担がかかるものである。マイクロコンピュータ応用システムは、システム規模も比較的小規模スケールで、当然開発コストの大半を占めるといわれるソフトウェアの開発コストをできるだけ低く抑えることが至上命令であり、能率よくソフトウェア開発を推進する各種の AIDS が不可欠なものとなる。

詳しくは第 5 章ユーザへのサポートシステムを参照して頂くとして、現在システム開発用の AIDS としてどういうものがあるかだけを参考までに掲げておく。

(a) ハードウェア開発用

- ブレッドボード、プロトタイピング装置
- ハードウェアモジュール
- トレーサ
- ロジックアナライザ

(b) ソフトウェア開発用

- アセンブラ（セルフ、クロス、専用機）
- コンパイラ、その他の高級言語（クロス、TSS 端末、専用機）
- シミュレータ

(c) ハード、ソフト複合用

- インサーキットエミュレータ（ICE）



表 7 - 1 1 各階層の職務内容および責任分担

|                   | S E                                                                                                                                                                                                                                                                 | S P                                                                                                                                                                           | P                                                                                                              |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 責任分担              | リーダーはソフトウェア・システム全体のグローバルな抑えに責任。S E グループとして全体をふまえた機能構造／プログラム構成を設定。                                                                                                                                                                                                   | 1人(数人)のS Pで1人(～数人)の“プログラム群”を担当するインプリメントとテスト・チームの作業の責任をもつ。                                                                                                                     | 1人のPは、ある“プログラム群”の部である“モジュール群”の単体完成に責任をもつ。                                                                      |
| 設計<br>(主として what) | <ul style="list-style-type: none"> <li>機能ハイアラキ (LOA) の設計含グローバルな視野で位置づけておかねばならない機能や、全プログラムに共通な機能の位置づけ。</li> <li>全プログラムの構成設定と“プログラム群”の設定。</li> <li>“プログラム群”間のインタフェースの明示、およびその妥当性の証明 (または確認)。</li> <li>重要機能・共通機能の外部仕様の作成。</li> <li>プログラムの外部仕様の作成 (プログラム条件書)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>担当“プログラム群”に共通な機能で、S Bの側でマークしていない機能のハイアラキの設計。<br/>(各プログラムごとのLOA 分割区)</li> <li>担当“プログラム群”に属する各プログラムのモジュール化設計と、モジュール外部仕様書の作成。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>担当“モジュール群”に属する各モジュールで、さらに詳細化が必要と思われるもののモジュール化と、モジュール外部仕様の作成。</li> </ul> |
| 製作<br>(主として How)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>各“プログラム群”ごとに、その特性を包含するような最小セットのプログラムを対象にS Pが行う作業を実践して具体例をつくる。<br/>(全体的な特徴をとらえた概略的なもの)。</li> </ul>                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>各プログラムの内部仕様書の作成、LOAをまたがるコントロールの流れは全部抑える。LOIも、モジュールの最終コーディングで1シート程度の機能モジュールに規模になるまでブレイク・ダウンする。</li> <li>高いレベルのモジュールの内部仕様の作成。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>各モジュールの内部仕様の作成—コーディング。</li> </ul>                                       |
| 検査                | <ul style="list-style-type: none"> <li>システム・テストに責任。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>プログラム・テストと“プログラム群”テストに責任。</li> </ul>                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>モジュール・テスト (および一部プログラムテスト) に責任。</li> </ul>                               |
| チェック              | <ul style="list-style-type: none"> <li>S Pの作成したImplementation Designを読み、正しさを確認する。</li> </ul>                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pの作成したモジュール・コーディング、モジュール設計を読み、正しさを確認する。</li> </ul>                                                                                     |                                                                                                                |
| 必要な視野の範囲          | 全プログラム                                                                                                                                                                                                                                                              | あるプログラム群                                                                                                                                                                      | モジュール (一部プログラム)                                                                                                |

- バスコンバータ
- コンソール付マイクロコンピュータ
- 開発支援専用装置

### ③ システム設計に当って

ハードウェア、ソフトウェアの設計上の技術的なチェックに加えて、マイクロプロセッサの選定の上でLSIベンダーの。開発力。市場への影響度、実績、競争状況、サポート体制、ドキュメンテーションの充実度、セカンドソースの有無、価格、納期などの側面も十分検討されねばならないが、最も大切なことは開発すべき応用システムの自社の経営戦略上の位置づけとファイナンス、マーケティング上のタイミング、技術開発によるバーゲニングパワーとそれに伴う製品の戦略的系列化、シェア拡大の可能性、波及効果を事前に捉えておくことである。

マイクロコンピュータがブームだから我社もなにか一つという衝動買いのなとびつきかたは、大きなけがのもとになるだけである。マイクロコンピュータ応用システムの開発と企業化プランは、マイクロコンピュータ時代にトップに課された最も重要な意志決定の一つであろう。

### ◎ 設計技術に関し留意すべき事項

#### (a) 見積技術

要求される仕様、価格、納期を満たし、しかも適性の利益を上げることは難しい。

一般に発注者側は、見積り上カウントしておかねばならないリスクに帰因するコストを無視するかあるいは過少評価し、受注者側は、リスクを過大評価する傾向にある。

LSI時代になってシステムの部品点数は大幅に減ったことから、部品材料費のハジキ出しは比較的エラーが少ない代りに、人的工数そのものともいえるソフトウェアは仕様の解釈によって大きく変動する。技術的根拠によって算出されるにもかかわらず、最後には営業的、政治的に決着されてしまうことが往

々にしてあるが、やはり見積りに当っては、

(1) ユーザ仕様の徹底分析によって

- 基本的実用機能
- 付带的実用機能
- 装飾的機能
- サービス機能

を正確に把握し、それぞれに対しアルターネーティブな機能があれば比較することが大事である。

(2) 見積り範囲を明確にし、設置、運転などに伴う付帯条件を明確に規定する。

(3) 見えないリスクに伴うコストの発生が予測される場合、これを事前に把握し、見積外項目として規定する。

(b) 発想技術

- ブレーンストーミング法
- ゴードン法
- チェックリスト法
- KJ法
- ZK法
- デザインスゴロク
- その他

いろいろなアイディア開発法が考案されている。漸新性かつ画期的なマイクロコンピュータ応用製品には常識的な製品イメージを超えたものが期待され、発想技術を自分のものにした設計者によって創りだされるものであり、発想技術を身につける日頃の訓練が大切である。

(c) コストダウン設計技術

マイクロコンピュータは、ソフトウェアによって多様に柔軟に対応できることから、設計の分離化、省力化、標準化が容易であると述べたが、設計し、製

造に移した場合の加工上のコスト、製品そのもののコストをできるだけ押える設計技術が重要である。

コストダウン技術として(イ) I E (インダストリアルエンジニアリング) , (ロ) Q C (クオリティコントロール) , (ハ) P M (プロダクティブ メンテナンス) , (ニ) V A (バリューアナリシス) , (ホ) O R (オペレーショナル リサーチ) , (ヘ) E E (エンジニアリング エコノミー) などの技術的管理に基づく種々技法や, P E R T , C P Mなどの合理的なコストと工程の管理技術が活用されているが, 特に設計者にとって戦略的ターゲットプライスを設定しコストを極限迄切り詰める D T C 法とコストテーブルと評価マトリックスを作成し各ステップ毎に検討, そこから創造的なコストダウンを引出す設計法として C D A 法を, 厳しい企業環境を生き残るコストダウン技法として大いにとり入れていかねばならないものである。

#### (d) 商品個性化技術, その他の技術

L S I デバイスの使用によって, ハードウェアは類似性が強くなり, いかに個性的な商品を創りだすかが, 他との競争上重要である。

基本的実用機能をバランスよく商品に付加し, 商品を個性化する技術確立しなければマイクロコンピュータ本来の応用製品の開発は難かしい, 加えてデザイン外観上の改良技術, 商品の省エネルギー, 省資源化技術, 新技術導入の技術, トータルシステム化技術, 品質性能向上技術, 量産化のための生産技術, 機能分散化, 集中化の技術など多様な設計技術を修得することがマイクロコンピュータ時代の設計者には必要である。

ボストンコンサルティンググループが開発したポートフォリオマネジメントに基づく戦略的な製品開発が最近多くの企業でとり入れられている。今後の製品設計は, いやが上でも企業の戦略構想から進めねばならないものであり, 設計者は単に設計の実務家であってはならず, 戦略的開発マネジメントの推進者であらねばならない。図 7-10 は技術力と市場力とのマトリックス分析を示したものである。

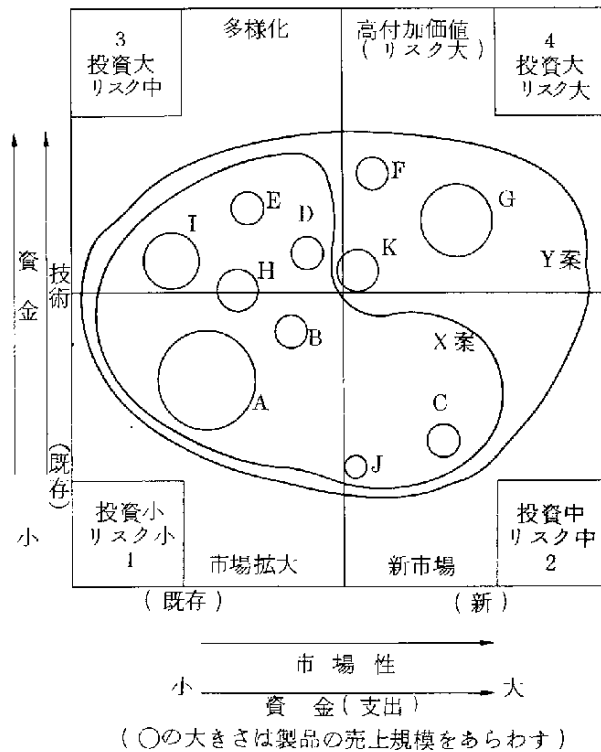


図 7-10 技術力と市場力とのマトリックス分析

### 7.2.3 生産技術

#### (1) 生産システム

小品種多量生産，多品種小量生産あるいは一品料理的特注品のいずれの場合についても，営業活動として物を生産する場合，①技術革新，②市場動向の変化，③価値観の多様化に対応した生産システムがなければ企業は存立できない。完全な無人化生産システムでない限り生産システムは様々な機械を人間が運転，管理している以上，従業員の意欲やモラル，能力高める人間性尊重の生産システムでなければならない。このような生産システムを効果的に運用するベースとなる生産技術を確立し，生産性を一層高めて行くことが，今日強く叫ばれている。設計とは，確かに，生産ラインへ生産に必要な情報を提供する前作業には違いないが，生産システムの省力，省エネルギー，稼働率アップ，組立工程

の自動化，無調整化，信頼性の向上などの，生産技術と表裏一体のものである。マーケットリサーチ，設計，生産，出荷までの一連のプロダクションラインを，情報化，システム化したものが生産システムである。マイクロコンピュータ応用システムの生産システムは，モジューラ方式による自動組立て，無調整化が可能である半面，ソフトウェアの問題があり，ソフトウェアの生産システムをいかに効率よいものにするかが，今後の課題である。

◎ 生産のシステム化に於ける中心的役割りを果す技術

(a) 人間の思考の代替（省脳化）

設計技術

- 自動設計（CAD, DESIGN, AUTOMATION）
- 最適設計

(b) 人間の意志決定の代替（省脳化）

生産管理

- スケジューリング技術
- シミュレーション技術

図7-11は販売生産上の意義を示し表7-12は加工・組立分野における戦略的技術開発課題を表したものである。

(c) 人間による情報処理，伝達の代替（省力，省脳化）

- 生産情報処理

（情報処理技術，通信技術）

(d) 人間の動作の代替（省力化）

生産技術

- メカニブルオートメーション（NC，自動制御技術）

（機械工業に於ける生産システム化基礎調査，日本電子工業振興協会 46-A-49より引用）

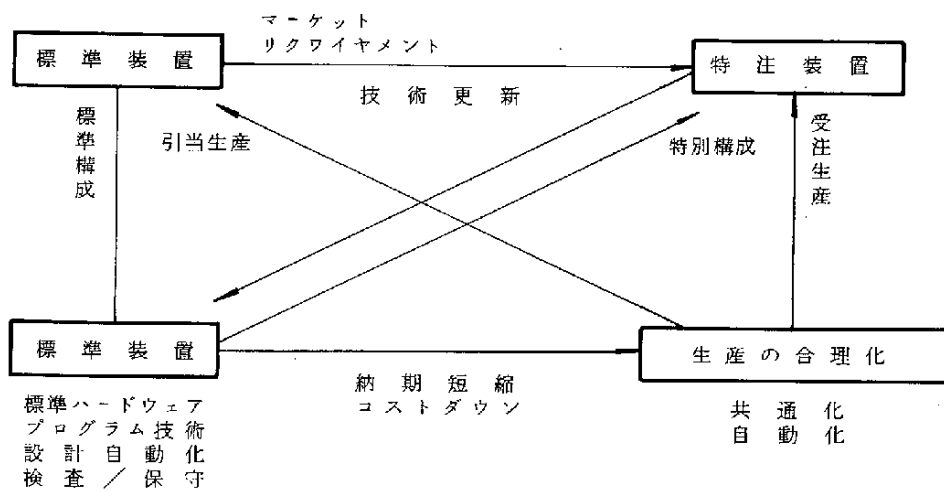


図 7 - 1 1 販売生産上の意義

表 7 - 1 2 加工・組立分野における戦略的技術開発課題

| 戦 略                                                                                        | 戦 略 的 技 術 開 発 課 題                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                     |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                                                                                            | システム関係                                                                                                                                                                                                                             | 加工機械関係                                                                                                                                                                                                                                        | 組立機械関係                                                                                                                                                              | 搬送機械関係 |
| (1) 商品システムの国際競争力を確保するために技術の高度化を図る<br>①システムエンジニアリングの強化<br>②システム導入後のメンテナンスの容易化               | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ モニタリングシステム技術</li> <li>○ プラントメンテナンスシステム<br/>(故障・劣化の分析, プリベンティブ・メンテナンスの徹底・故障・劣化の生じにくい設計)</li> <li>○ 大規模プラントに対抗しうる小型プラントエンジニアリング技術</li> <li>○ フィールド条件の設計化</li> <li>○ プレファブ化・ブロック化</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 加工機械のデータバンク</li> <li>○ コストミニマムの生産方法</li> </ul>                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 多工程熱線組立システム管理手法</li> </ul>                                                                                                 |        |
| (2) 労働環境の人間化を進める<br>①do-nothing からdo-something への移行<br>②マン・マシンシステムへの情緒工学の導入<br>③新生産管理体制の導入 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ オペレータコンソール, ディスプレイパネルにおける表情の表現など新手法</li> </ul>                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 安全化機械</li> <li>○ 無公害クーラント</li> <li>○ 自動化の上部構造における作業者の参加意識の刺激システム</li> <li>無騒音機械</li> </ul>                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ローコストパターニング認識技術</li> <li>○ 自動作業分析システム</li> </ul>                                                                           |        |
| (3) ニーズの多様化に対応した新生産システムの開発を進める<br>①新多種少量生産システムの開発<br>②モジュラー化                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ インテグレートッドCAMシステム (フレキシブルなモジュラー構成)</li> <li>○ オープンファクトリー</li> <li>○ モジュラー化された機器の対話型自動設計システム</li> <li>○ 極限設計の導入</li> <li>○ (鋼材までの) 連続製鋼一貫システム</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 移動修理工場</li> <li>○ モジュラー構成工作機械</li> <li>○ フレキシブル・グリッピング技術</li> <li>○ 組合せ方式, 結合方式など総合化技術</li> <li>○ 粉体加工機</li> <li>○ 高圧流体加工機</li> <li>○ レーザー加工機</li> <li>○ 鋳物から鋼板構造への移行</li> <li>○ 鋼のダイカスト化</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ フレキシブル自動組立機械 (多品種組立ライン)</li> <li>○ フレキシブル無歪グリッピング技術</li> <li>○ チームロボット</li> <li>○ 軽量化材料の開発</li> <li>○ きょう体の一体成形</li> </ul> |        |
| (4) 消費源・省エネルギーに対応した加工・組立機械の開発を進める<br>①リサイクル設計技術の確立<br>②プロセスの直接化                            |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                     |        |



| 戦 略                                                                                                                                                                                                                       | 戦 略 的 技 術 開 発 課 題                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                           | システム関係                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 加工機械関係                                                                                                                                                                                                                                                           | 組立機械関係                                                                                                                                                      | 搬送機械関係                                                                                                                                                                           |
| (5) 生産技術の外えん部の強化, 他分野への適用を進める<br>①生産技術の外えん部の強化<br>②適用分野のシステムデザイン<br>(6) 加工・組立の生産性の向上を図る<br>①システム構成の分散化<br>②加工・組立システムのモジュラー性と, ハイアラキ構造の確立<br>③CAD/CAMシステムの開発<br>④就業構造の高齢化に対応した生産システムの開発<br>⑤フィールド・ワークにおける高生産性化<br>⑥基礎研究の充実 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ マイクロプロセッサ応用技術</li> <li>○ 分散形マイクロプロセッサ・コンピュータ・ネットワーク</li> <li>○ 分散形制御による生産システムのシステム設計技術</li> <li>○ マイクロコンピュータを装備した加工・組立機械をデータハイウェイで連結したネットワークシステム</li> <li>○ 分散型インテリジェンスを備えたコストパフォーマンスが高く, モジュラー性の高い多様な製品を組立てる超精密又は大型精密組立システム</li> <li>○ CVSのような輸送システムを工場内周辺(下請等)へ応用した多目的小型ネットワーク輸送システム</li> <li>○ オーディオ・ビジュアル I/O</li> <li>○ 適応制御システム</li> <li>○ 学習制御システム</li> <li>○ CAMシステム</li> <li>○ フィールド条件を考慮した設計技術</li> <li>○ プレファブ化, ブロック化技術</li> <li>○ 自動自己診断システム</li> <li>○ モジュール単位の制御システム(超小型マイクロプロセッサ応用)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ マイクロプロセッサ応用NC装置</li> <li>○ 工程のモジュラー化, 複合工程化</li> <li>○ モジュール構成技術・総合化技術</li> <li>○ 3次元高精度NC制御技術</li> <li>○ 新接合技術</li> <li>○ 軽量化設計法</li> <li>○ 無公害プラント</li> <li>○ 超能力刃物材料</li> <li>○ モジュール結合技術</li> <li>○ 接合技術</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ フレキシブルロボットの開発</li> <li>○ 高精度位置決め技術</li> <li>○ 高所用溶接組立ロボット</li> <li>○ モジュラー方式の組立機械</li> <li>○ モジュラー総合化技術</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ リニアモーターの応用技術</li> <li>○ 病院内輸送システム</li> <li>○ オーバーヘッド型リニアモーターによる搬送方式</li> <li>○ フレキシブルメカニカルハンド</li> <li>○ 狭スペース用重量物搬送機械・移動作業台</li> </ul> |
| (7) 機械システムのメンテナンスビリティを高め, 故障に対する耐性を持たせる<br>①生体系のセルフ・リペア・メカニズムの解明<br>②マン・マシンシステムの自動修理システムの開発                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                  |

#### 7.2.4 分散化とコンピュータ結合技術

マイクロコンピュータが出現する以前は、システム的能力（performance）と価格（cost）の間に、 $P \propto C^2$  というグロシュの法則があるとされ、コンピュータの処理能力を上げるため、コンピュータ機能は、集中的に大型化の傾向をたどった。LSI技術の進歩によって、ミニコンピュータをしのぐマイクロコンピュータが、急激なコストダウンを可能にし、超廉価に生産されるになるに及んで、この法則も当てはまらなくなった。情報処理レベルに応じて、超大型、大型、中型、小型、メガミニ、ミニ、マイクロとコンピュータのスペクトラムが確立し、工場、オフィス、社会生活、家庭など、あらゆる面で、コンピュータ用途が普及し、加えて通信技術の発達によって、コンピュータの分散処理指向が促がされている。第7-12図のように集中方式と分散方式には一長一短があるが、長所をより長所とみるか、短所をより短所とみるかによって、集中方式をとるか、分散方式をとるか、選択の分岐点がある。一概にどちらが良いか決めかねるものであるが、集中方式によるスケールメリットも、マイクロコンピュータによって色あせた感もあり、集中方式の最大のネックとなるCPUのダウンが即システム全体の運転停止につながる。ソフトウェアの肥大化に伴うコストアップが致命的であることなどを避けるために、分散方式が、現在では、システムの簡略化、稼働率の向上、ランニングコスト、管理コストの

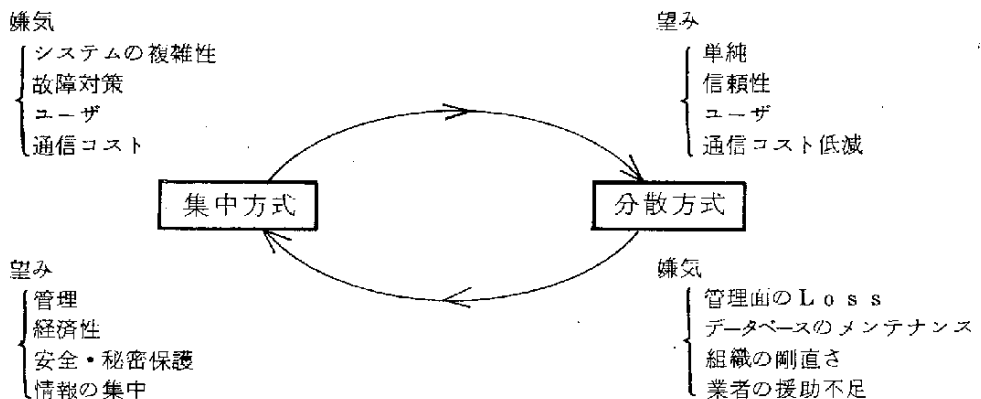


図7-12 集中分散の関係

低減を目的として普及し、優勢なものと考えられるようになった。

(a) 分散処理方式の利点

- センターマシンの負荷の軽減と、管理コストの低減
- システム全体の信頼性の向上
- ローカルマシンの高度の専用化
- リソースの全体的有効活用
- 通信コストの削減

(b) 分散の対象

- 処理の分散
- データベースの分散
- 管理の分散
- 機能の分散

(c) 分散処理の分類

- 分散処理システム（データファイルがある場合はセンタライズされ、アプリケーション単位に処理あるいは機能を分散）

（例）データエントリーシステム

リモートファイルアクセスシステム

分散コンピューティングシステム

分散コントロールシステム

- 分散データシステム（ローカルに配置されたプロセッサの近くにアプリケーションデータを分散する。）

(d) 水平的分散と垂直的分散

コンピュータが処理するトータルな業務を階層的には同等のレベルの局所的な業務に分割して、それぞれの業務に配置されたコンピュータによって分散処理する水平的分散と、機能を階層的あるいは専門的に分けて、それぞれの専用のコンピュータが処理を行う垂直的分散があるが、ソフトウェアレベルでみれば水平分散、ハードウェアレベルでみれば垂直分散、またその逆の場合もあり、

必ずしも水平的分散，垂直的分散は，クリアカットできるものではないことに注意する。

#### (e) 集中・分散機能のトレードオフ

マイクロコンピュータの高性能化に伴って，分散システムの実現性が大いに高まり，なんでもかんでも分散化するという一種の流行現象とも思われる傾向がないとはいえないが，システムの分散化に当って十分配慮すべきことは図7-13に示すようにJOBの決定から機能分担システムの構成の一連のフローのなかで機能階層を明確にし，集中すべき機能，分散すべき機能を選択し，融通性の高い分散処理アーキテクチャを設計する必要がある。

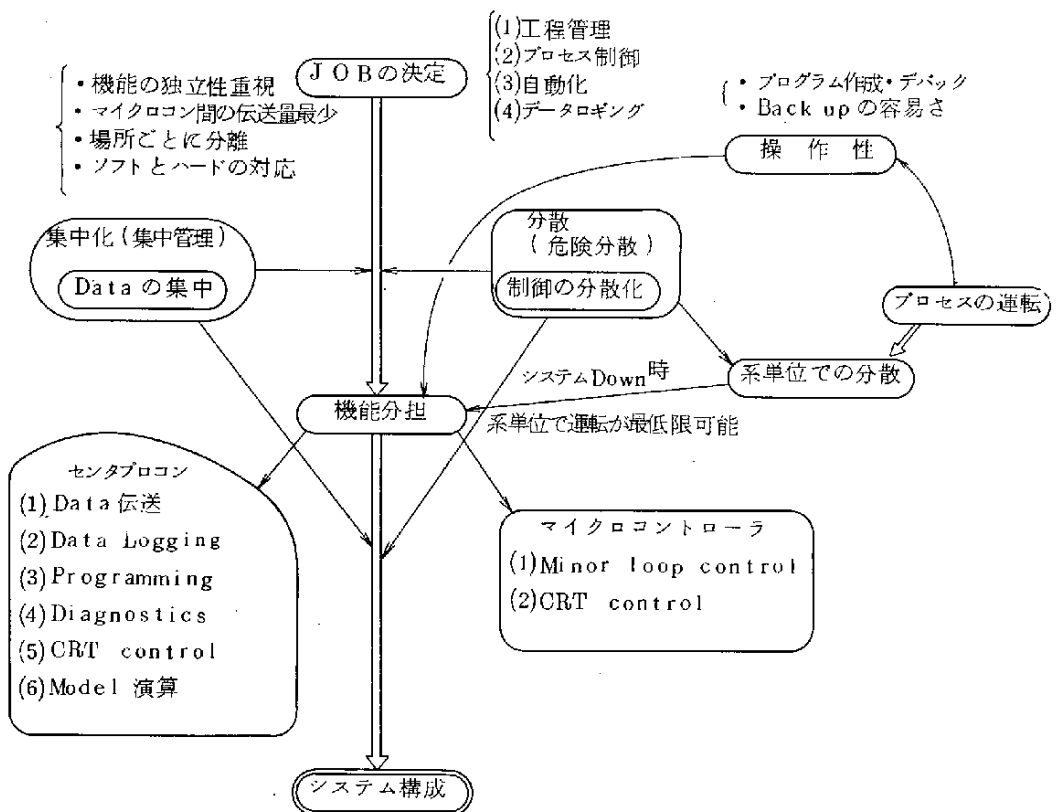


図7-13 システム構成の基本的考え方

図 7-14 は分散処理システムの構成例を示したものである。

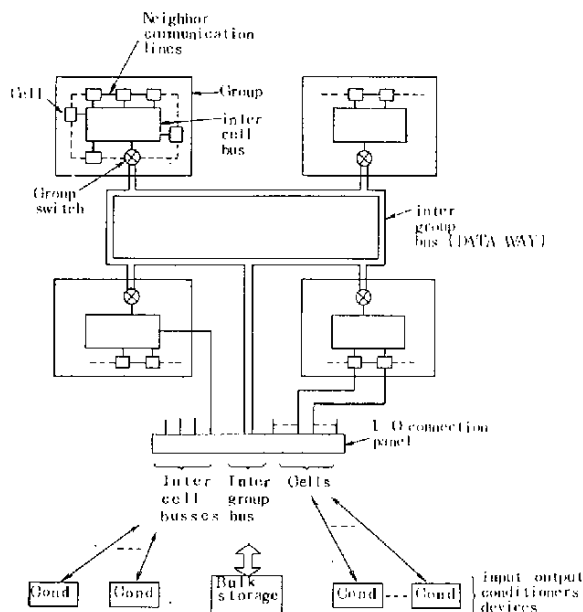


図 7-14 分散処理システム構成例

いい換えれば、集中と分散の効果的なトレードオフによって、処理の向上、信頼性の向上、負荷の分散、資源の有効的共用、拡張性の向上などをシステム固有の特性をよく考え、100%現実のものとするのが、分散処理システムの構築上重要なことである。

#### ◎ コンピュータ結合技術

分散処理システムは、通常コンピュータあるいはプロセッサが、複数台リンケージされるため、シングルプロセッサの装置間結合とは違った結合技術が必要となる。マルチプロセッサ、ポリプロセッサ、アレイプロセッサ、コンピュータコンプレックス、コンピュータネットワークなどのコンピュータ結合の目的、規模に応じ、種々の結合方式が採られている。図 7-15 は、マルチ CPU、メモリと他の装置間の結合の概念を示したものである。

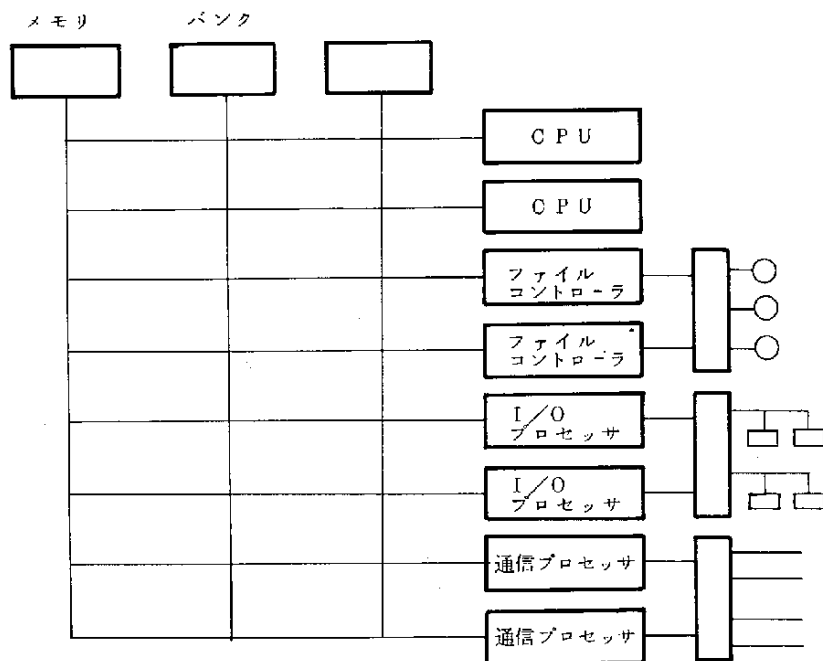
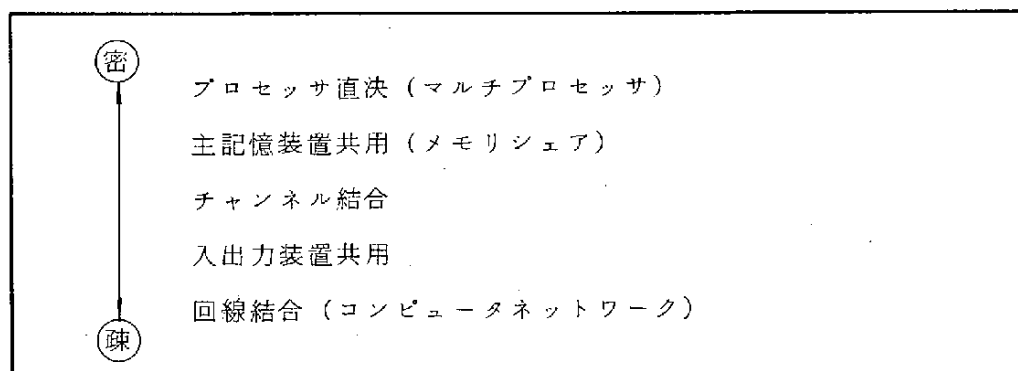


図 7-15 マルチコンピュータシステム

### ① 結合レベルと形態

結合レベルは、結合の度合からみて、密結合から疎結合がある。



結合形態は主なものとして(a)直列型のバス結合, (b)並列型としてマルチポートあるいはスター結合, (c)格子型としてマトリックススイッチ結合があり, これらが組み合わされた様々な結合形態が派生する。

特にコンピュータネットワークの場合は位相幾何学的な見方による網の結合

形態が考えられるが、ここでは触れない。図7-16はコンピュータ結合形態を示したものである。

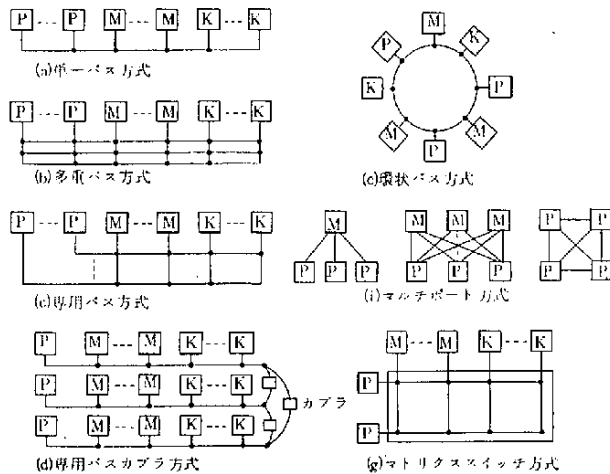


図7-16 コンピュータ結合形態

## ② コンピュータネットワークとコンピュータコンプレックス

コンピュータネットワークとコンピュータコンプレックスは、従来は区別される程のものではなかったが、コンピュータの結合レベルと形態の多様化、高度化に伴って、次第に区別されるようになった。今日では、相当の距離を隔だてて配置されたコンピュータ間を通信回線を介して水平分散的に比較的疎に結合したものをコンピュータネットワークといい、余り距離を隔てず、どちらかといえば局所的なエリア（例えば生産工場、事業所内）に配置されたコンピュータ間をバス、チャンネル、マトリックススイッチなどで、密に結合したものをコンピュータコンプレックスといている。コンピュータコンプレックスは、機能分散を主な目的とするケースが多く、垂直分散の型となり、それぞれ独立したOSをもつ複数のコンピュータが結合したものである。

コンピュータネットワークに配置されるTIP (Terminal Interface

Processor) や、スモールスケールのIMP (Interface Message Processor) にマイクロコンピュータが応用されるが、マイクロコンピュータの高性能化によってNodeprocessorとして交換専用のマイクロコンピュータの出現も期待されている。

### ③ マルチプロセッサとポリプロセッサ

コンピュータコンプレックスが複数台のプロセッサの独立したOSを有しているのに対し、マルチプロセッサは複数台のプロセッサがシステム全体を管理する単一のOSのもとにコントロールされるもので、複数台のプロセッサがメインメモリーや入出力装置を共有し、あたかも1台のコンピュータシステムのように形成されたものをポリプロセッサといっている。

この意味でのポリプロセッサは、コンピュータコンプレックスである。

複数台のプロセッサを配置し互に結合されているとしても、それだけではマルチプロセッサとはいえない。マルチプロセッサの大きな特徴は、MI・MD (Multiple Instruction - Multiple Data Streams) といわれるコンピュー

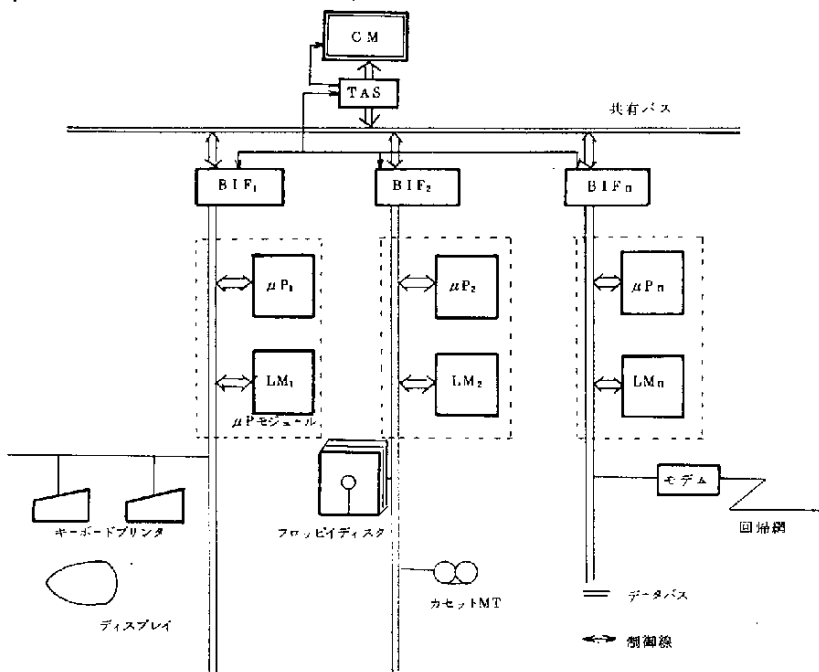


図 7-17 機能分散決マルチマイクロプロセッサ構成例



タシステムで、唯一のOSによってコントロールされるメモリやその他のリソースをシェアする複数台のコンプロセッサからなり、マルチタスク処理を行うコンピュータのシステムの一形態である。図7-17に、マルチプロセッサの構成例を掲げておく。

次ぎの④は参考迄に述べるものである。

#### ④ アレイプロセッサとアソシエティブプロセッサ

イメージ処理、信号処理、気象データ処理、パターン認識などの大容量のデータを高速で処理する必要性からアレイプロセッサ（パラレルプロセッサ）や、情報検索、証明問題へのコンピュータの応用を試みるためのアソシエティブプロセッサが、マルチプロセッサよりも、ソフトウェアが単純であることや、モジュール化したプロセッサエレメント（PE）により、ハードウェアコストも低減できることから、大容量データ高速処理の専用コンピュータシステムとして今後大いに普及することが期待されている。アレイプロセッサとアソシエティブプロセッサは、SIMD（Single Instruction Multiple Data Streams）方式のコンピュータアーキテクチャーを特徴とし、パイプライン制御コンピュータもこの範疇に入るものである。

SOLOMONコンピュータ、PEPE、ILLIACIVなどの規模の大きなコンピュータで、この種の方式によるコンピュータシステムの例も多いが、高速データ処理が要求されるマイクロコンピュータのアプリケーションも多々あり、今後マイクロコンピュータにより、アレイプロセッサやアソシエティブプロセッサ、それにパイプライン制御プロセッサの実用化も、バイポーラLSIの技術向上によって拍車がかけられる分野であろう。

紙面の都合上、分散化技術を中心にマルチプロセッサ、コンピュータコンプレックス、コンピュータネットワークに関して、十分なページ数を割けなかったことは残念であるが、この辺に於ては多くの成書があるので詳しくは他に譲りたい。

特に米国IMSAI社のHypercubeシステム、同じくTandem社のNon stop

のマイクロコンピュータを複数台接続したマルチマイクロコンピュータシステムは、将来のコンピュータ・アーキテクチャーの一つのあり方を示すものとして興味深い。

最後にマイクロコンピュータの応用システム開発に当って体系的に把握すべき技術をまとめておく。

### 7.3 システム化に当っての検討

#### (1) システム決定要因

システムを設計、製作に当り検討する上で次ぎの4つの要因を考える。

- ①主機能決定の要因
- ②従属的機能決定の要因
- ③評価決定の要因
- ④側面より影響を与える要因

図7-18はシステム決定要因と評価の関係を示したものである。

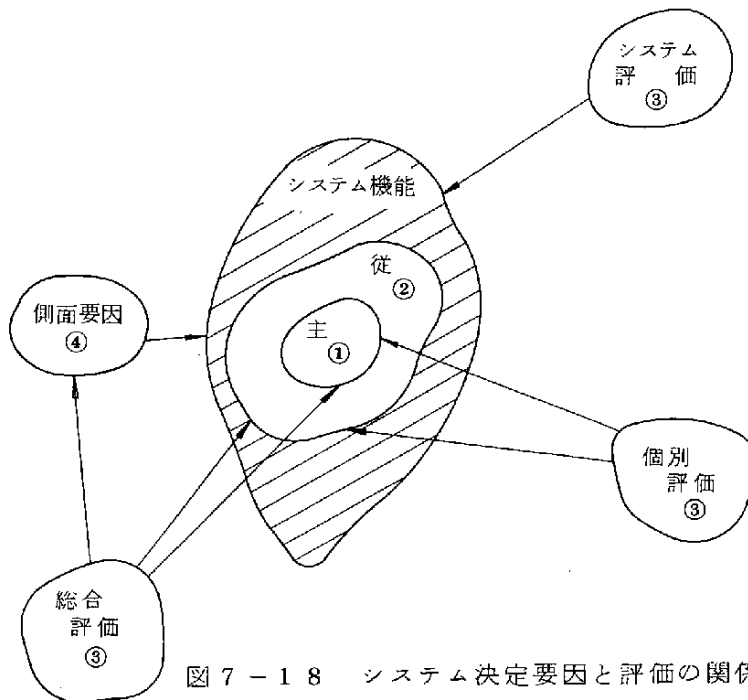


図7-18 システム決定要因と評価の関係

#### (i) 主的機能決定の要因

システムそのものの本質的な仕様を直接決定する要因であり、システムの機能、方式、構成から決まるアーキテクチャー、インタフェース仕様、実装方法、機構上の設計などである。

#### (ii) 従属的機能決定の要因

システムの主的機能に附带的に関係し、システムの機能を2次的に決定する要因で、コンソール、ディスプレイ、放熱、オプション、アクセサリ、拡張機能、エラー処理機能などが挙げられる。

#### (iii) 評価決定の要因

システムの性能、パフォーマンスを総合的に評価するための要因で、処理速度、コストパフォーマンス、ターンアラウンド・タイム、スループット、ボトルネック、融通性、信頼性、耐久性、操作性などが挙げられる。

#### (iv) 測面より影響を与える要因

システム本体の内面的な性質に直接関与する要因ではなく、システムの外面よりシステムを間接的に決定するとみられる要因で、デバイス技術、入出力端末技術、設計技術、製造技術、分散化技術、データ通信技術などの技術のステート・オブ・ジ・アードからくる要因と市場性、競争性などのマーケット条件からくる面の2面がある。

### (2) 以上4つの要因に対応する技術

#### ① (1)-(i)に対応する技術

システムの本体を決定する上で内面的要因に直接関係し、いわばシステムのフレームを形成する上に必要な技術として次の3つの技術が中心となる。

##### (a) 方式設計技術

###### ○階層構成

ロード分散、メモリハイアラキ

###### ○多重構成

マルチプロセッシング、コンピュータコンプレックス

- ファームウェア

- マイクロプログラミング, エミュレーション

- 並列処理

- パイプライン制御, アレープロセッサ

- 構造化プログラミング (SP)

- (b) 実装技術

- システム分割技術

- モジュール化技術

- 放熱技術

- 電源問題

- ノイズ対策

- 対環境性能向上技術

- (c) インタフェース技術

- バスストラクチャー

- コモンバス, シアードバス, データハイウェー

- データストラクチャー

- フレーム, チェンニング, セグメンテーション, ブロッキング

- 標準化 (S-100バス, IEEE488バス, etc)

- ② (1)-(c)に対応する技術

主的機能決定要因に基づきフレームワークが施されたのち, いわば肉付けをする技術であり, 次の3つの技術によるところが大きい。

- (a) システム拡張技術

- 分散処理技術

- デセンタライズド, ローカライズド, コンピュータネットワーク, データ伝送技術, 通信技術

- 端末インテリジェント化

- ユーザ開放マイクロプログラミング

(b) 操作性向上技術

- マン・マシンインタラクション

会話形インプット，人間・機械系インタフェース，フールプルーフ対策

(c) 安全性，信頼性向上技術

- リダンダンシー設計

フォルトトレラント

- ソフトフェール

- 自己診断

- バックアップ対策

- ハザード対策

- システムチューニング対策

③ (1)-(4)に対応する技術

システムの性能を総合的に評価する技術であり

(a) 個別評価技術（法）

(b) システム評価技術（法）

(c) 総合評価技術（法）

の3つの評価段階に応じた技術であるが，システム評価技術として

- ハードVSソフト・トレードオフ

- システム・シュミレーション

- コストパフォーマンス

- ターンアラウンド，オーバヘッドの測定

- その他のミックス，ベンチマークテストetc

④ (1)-(3)に対応する技術

システムを構築する上で，入手，利用できる関連技術であり

(a) 要素技術

L S I，センサ等の素子技術，測定技術，入出力端末技術などの技術

(b) 設計技術

コストダウン本位設計技術，商品個性化技術，デザイン外観改良技術，省エネルギー・省資源化技術などの技術

(c) 生産技術

量産技術，コストダウン技術，工程管理，短縮技術，信頼性向上技術，耐久性向上技術，標準化技術などの技術

(d) 分散化とコンピュータ結合技術

分散処理，マルチプロセッサ，コンピュータコンプレックス，コンピュータネットワーク，データ伝送技術，データ通信技術などの技術

(3) 特に量産化する場合，課題となる技術

- コストダウン本位の設計技術
- 品質性能向上技術
- 安全性，信頼性向上技術
- 耐久性向上技術
- 商品の省エネルギー，省資源化技術
- トータルシステム化技術
- 量産化のための特化した生産技術
- その他

機能分散化，集中化の技術

新技術導入の技術

戦略的マーケティング開発技術

〔参考文献〕

(1) これからの技術開発構想

産業技術開発長期戦略策定研究会報告工業技術院編

(2) 技術革新の展望

野村総合研究所

- (3) 最新未来技術読本  
産業材料調査研究所 ダイアモンド社
- (4) COMPUTERS IN THE 1980  
Rein Turn コロンビア大学出版
- (5) 工業用計測センサの技術動向  
46-A-51 (社)日本電子工業振興協会
- (6) 50年代に於ける電子計算機関連機器  
産業の予測・展望調査報告書  
51-C-311 (社)日本電子工業振興協会
- (7) 情報処理部門のコストダウン  
岡田清 事務と経営 VOL31 NO378 1979
- (8) システム技術と人間  
三浦武雄 人間のためのコンピュータを考える 53-C-346  
(社)日本電子工業振興協会
- (9) マイクロコンピュータのソフトウェア  
宮口庄司 情報処理学会誌 VOL17 NO4 1976
- (10) 人間-機械インタフェース評価  
山川行雄 電子通信学会誌 VOL56 NO11, 1973
- (11) 生産システムの基本問題を考える  
松村林太郎 事務と経営 VOL30, NO375, 1978
- (12) 自動設計とグラフィックス  
三重野博司編 大河出版
- (13) コンピュータ・コンプレックス  
川合英後 情報処理学会誌 VOL16, NO7, 1975
- (14) マイクロコンピュータの複合体の技術  
飯塚肇 電子通信学会誌 VOL60 NO2 1977

05 ASSOCIATIVE AND PARALELL PROCESSOR PHILIP  
H. ENSLOW JR.

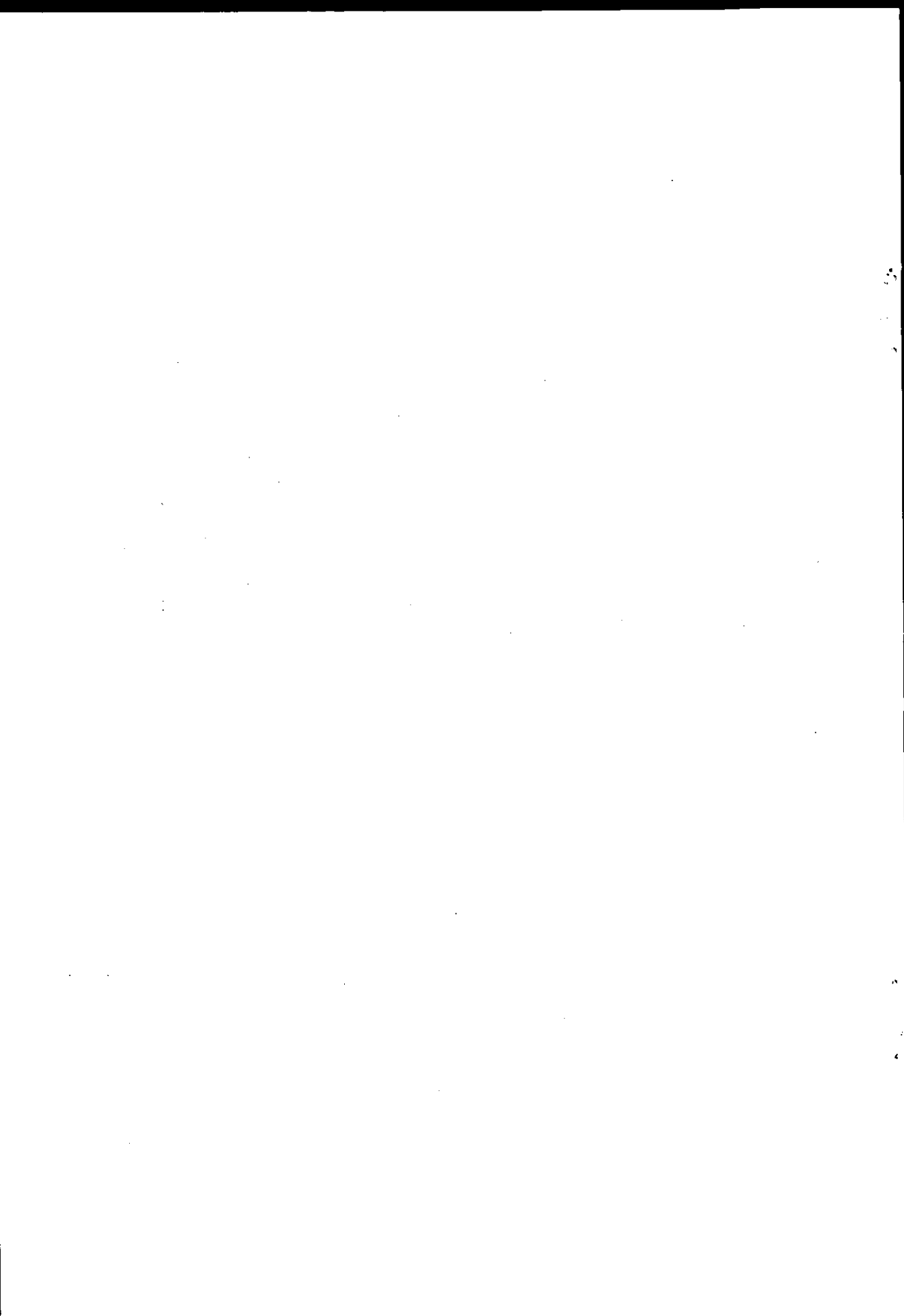
ACM Computing Survey VOL7 NO4 1975

06 MULTIPROCESSOR ORGANIZATION A SURVEY  
KENNETH J. THURBER

ACM Computing Survey VOL9 NO1 1977



お わ り に



## お わ り に

マイクロコンピュータの応用は、初期の予想をはるかに上回って急速にまた多岐に進展しつつある。と同時にこのところからまわりのなブームは去って、冷静にマイコン応用の長所と短所を見つめ、何に、何を、いかに利用すべきを落着いて考えるようになってきた。技術が身につき、製品化に着実さが出て来たということであろう。

応用技術のより着実で健全な発展をはかるためには、マイコン技術それ自体の将来動向について正確な見通しをもつと共に、応用対象分野の将来発展の方向についても、技術を市場性の両面からきちんと洞察しておくことが必要である。マイコン技術がそれだけでも独走するはずはなく、また独走してよいはずはないからである。そして応用の立場から見ていま何がボトルネックになっており、それをどうやって解釈していったらよいか、が真剣に問われ始めている。本報告書は上記のような問題意識のもとに執筆され、まとめられた。

ここでは各章を振り返って、そこに表れた現状分析、将来展望、そして発展への課題のいくつかのポイントを要約的に眺め直してみよう。

民生・家電機器分野への応用では、マイコンは主として機能部品として使われる。機能部品によるインテリジェント化によって、民生、家電機器の性能、操作性、信頼性、経済性が画期的に改善され、不特定多数のユーザはマイコンの存在を意識することなく、それらのメリットを享受できる。現状ではまだユーザ側でのニーズの開発が十分成熟しておらない面があり、生活に蜜着した地道なニーズの見極めと開発が必要である。市民のライフ・スタイルの高度化、価値観の多様化という背景があり、また一方省エネルギーという要請があつて、今後の市場性は最大というべきであろう。

課題としては、低価格で品種の豊富なセンサおよびアクチュエータ群の開発が望まれる。また将来ホーム・コンピュータ（あるいはパーソナル・コンピュータ）が普及するためには使いやすいマンマシン・インタフェース、例えば音声

入出力装置などが要望されるであろう。民生・家電関係にはサービス・ネットワークの整備が必要条件であり、新しいタイプのサービスマンの養成も急務である。

業務・サービス産業分野では、卓上計算機から始まり、POS、ECR、自動販売機、預金の預入、引出機、電子はかりなど、日常生活に関係の深いところで広く利用され、現在最大の市場となっている。通信・情報処理関係は現時点では意外とインテリジェント化が進んでいないといわれているが、データ通信網の発達・整備と共に業務用ならびに家庭用の端末機器の需要が増えれば、大きな将来性のある分野である。自動車無線、船舶無線もまた大きな可能性を秘めている。ただこの分野では漢字と英字の違いもあって、製品の国際競争力が弱い。その点の克服策を考えることが一つの課題である。

工業分野では計測・制御関連が中心であるが、技術的背景が整っている割には、マイコンの導入率はあまり高いとはいえない。しかし品質および生産性の向上、省力化、省エネルギーを含めた合理化の要求は今後も高まるすう勢であり、小形、低価格の他、適応性、拡張性、操作性、保守性の高さ、設計の容易さなどの利点を活かして、ディジタル化、ソフト化の中核として、マイコンの導入は急速に増えていくであろう。またデータ通信技術と結合して、分散化制御の傾向も促進されるであろう。

ここでも課題はセンサ、アクチュエータおよび入出力装置を含めてバランスのとれた技術の進歩をはかることであり、標準化の問題であり、そしてソフトウェアの問題である。特にソフトでは大形コンピュータ・システムにおけるとはまた異なった、マイコンにふさわしいハード設計に直結したOS、高級言語のあり方を考えるべきである。

一般的なソフトウェアの問題としてはまず高級言語の開発、普及、標準化があげられ、その上で大形コンピュータのプログラム開発管理技術として最近話題になりつつあるソフトウェア・エンジニアリング・（ソフトの設計、作成から運用、保守も含めた科学技術手法の体系）を適用することを考えるべきであ

る。さらにプログラムの流通性をよくする機構の必要性が指摘される。

ユーザへのサポート（開発援助）システムの整備も今後緊急を要する課題の一つである。ユーザ側からの提言でも指摘されているように、応用製品の開発においてハードおよびソフトのデバッグに60～70%の時間をかけている。ソフト開発サポートとしてはアセンブラ、フォートラン、PL/M、デバッグ、シミュレータなどのソフトを具えたもの、ハード開発サポートにはロジックアナライザ、インサーキットエミュレータ（ICE）などのツールを具えたものが望まれるが、一方低価で各種のマイコン機種に適用できる汎用性が要件であり、これらの矛盾を緩和して実用的なサポート・システムを開発することが課題となっているわけである。

応用を発展させるために、ユーザ教育は極めて大事なことである。ハード、ソフトおよびシステム化技術のいずれにも偏することなく、バランスのとれた教育内容が必要であるが、現今ではハードよりソフト、システムの面に不足がみられる。専門技術者教育の他に、一方では管理者属に対して意義を理解させる教育、そして他方では中学、高校を含めて学校教育のあり方にも目を向ける必要があろう。

最後に、システム化技術は単にハードウェアとソフトウェアという2面で捉えるべきものでなく、要素技術、設計技術、生産技術の各段階の技術を有機的に体系化して把握し、利用可能な個別技術を総合的に活用することによって、システムの最適設計をすべきである。特に信頼性、安全性、故障対策、コストなどの点から、システム制御・管理機能の分散化が今後の設計思想の中心となるであろう。分散システムにおけるマイクロコンピュータの役割を十分理解しておく必要がある。

以上、本報告書からポイントを抜き出してまとめた。これから課題のキーワードを拾い出してみると、次のようになろう。

- (1) センサ、アクチュエータ、周辺機器の開発。
- (2) ソフトウェア開発態勢の整備。特にマイコン向き高級言語とSP（Stru-

Structured Programming)手法の導入。ソフトウェア・エンジニアリング手法の適用。

- (3) ハードとソフトの標準化。
- (4) ユーザ向きの開発支援システムの整備と実用化。
- (5) 教育体制の整備。

今年度の結論をふまえて、来年度以降における調査研究作業の発展が望まれる。

—— 禁 無 断 転 載 ——

昭和54年3月発行

発行所 財団法人 日本情報処理開発協会

東京都港区芝公園3-5-8

機械振興会館内

TEL(434)8211(代表)

印刷所 株式会社 タケミ印刷

住所 東京都千代田区神田司町2-16

TEL(254)5840(代表)





