

マイクロコンピュータの最近の動向

Recent Trends of Microcomputers and Their Applications

マイクロコンピュータは開発後5年を経過し、使用実績とその後の素子技術の進歩に基づき飛躍的な改良が進みつつある。本稿は、マイクロコンピュータの最近の動向を、ハードウェア及びソフトウェアの両面からとらえ総説する。また、応用の現状につき述べ、コンピュータライゼーションでのマイクロコンピュータの位置付けを行なうとともに、今後の発展方向を展望する。

川本幸雄* *Kawamoto Yukio*
 喜田祐三** *Kita Yūzō*
 中田育男*** *Nakata Ikuo*
 三浦武雄**** *Miura Takeo*
 石川知雄***** *Ishikawa Tomo'ō*

1 緒言

マイクロコンピュータが昭和46年(1971年)に開発されて以来5年を経過し、その応用技術は計測、制御、情報処理、通信、その他の分野では定着した技術となり、更に民生、教育などの分野へと発展していく傾向が見られる。一方、マイクロコンピュータの素子の面では、過去5年間の使用経験と最近の半導体技術の進歩とを反映し、性能、経済性及び使いやすさの三方面より追求が進められている。

マイクロコンピュータの特質は、プログラマブルな演算処理機能を低価格に提供することであり、情報処理の価格を大幅に引き下げるとともに、次章に述べる機器制御のレベルのコンピュータライゼーションを急速に進めようとしている。

本稿は、日立製作所でのマイクロコンピュータの開発及び応用製品の現状について述べる後続の個別論文に先立ち、マイクロコンピュータのソフトウェア技術及びハードウェア技術の動向、並びに応用技術の動向について述べ、その将来を展望する。

2 マイクロコンピュータの歴史的意義

2.1 社会のコンピュータライゼーション

1960年代の前半に発表されたIBM 360シリーズに代表される第3世代の計算機が「情報制御」のコンピュータ化を決定的なものにしたように、また1960年代の後半に出現したミニコンピュータが産業全般の自動化、省力化を担う「プロセス制御」を普及させる原動力になったように、1970年代の前半に現われ始めたマイクロコンピュータは、「機器制御」レベルのコンピュータ化を革新的に進めようとしている。図1にこれを概念的に示す。

「情報制御」「プロセス制御」が、コンピュータ化によって内容が急速に高度化し、当初予想されていなかったような革新的な使い方を次々に発展させてきたように、今日、「機器制御」のマイクロコンピュータ化も無限の可能性を期待されている。どちらかという、これまでのコンピュータライゼーションに限られた専門的技術分野によって進められてきたのに対し、マイクロコンピュータライゼーションは社会生活に直結する機器に及ぶに至って、その社会に及ぼす影響はこれまで以上に大きいと予想されている。

2.2 機器制御装置のLSI化

機器制御はこれまでどのような発展経過をたどってきたのであろうか。表1に示すように、真空管の時代、トランジスタの時代、IC(集積回路)の時代を経て今日に至っているが、

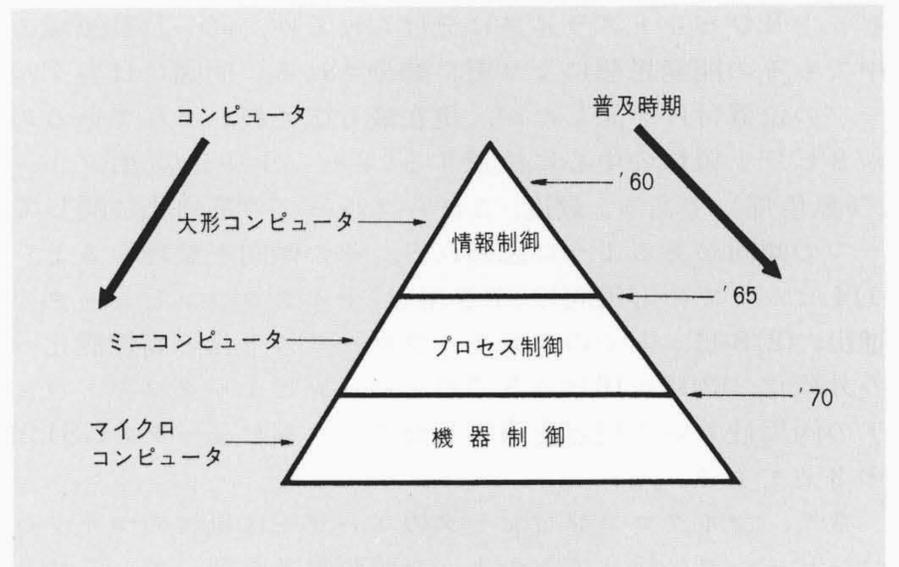


図1 コンピュータライゼーションの発展経過 コンピュータライゼーションは、大形コンピュータによる情報制御より始まり、マイクロコンピュータの導入により機器制御のレベルに発展してきている。

表1 機器制御のLSI化 機器制御もコンピュータとほぼ同じように、LSI化の時代に入りつつある。

区 分	年 代	素 子
第 1 世 代	~'60	真 空 管
第 2 世 代	'60~'65	トランジスタ
第 3 世 代	前 期	IC
	中 期	MSI
	後 期	標準LSI (マイクロコンピュータ、ICメモリ)
第 4 世 代	前 期	標準LSI +一部カスタムLSI
	後 期	カスタムLSI +一部標準LSI

これはちょうどコンピュータの素子の発達と同じ経過をたどっていると見ることができる。すなわち、機器制御はコンピュータ技術とともに発達してきた半導体技術の成果を取り入れながら性能対価格比を改善してきたのである。そして現在、コンピュータが大規模集積回路(以下、LSIと略す)化の波に

* 日立製作所日立研究所 工学博士 ** 日立製作所中央研究所 *** 日立製作所システム開発研究所
 **** 日立製作所システム開発研究所 工学博士 ***** 日立製作所マイクロコンピュータ推進本部 工学博士

さらされているように、「機器制御」もLSI化の時代に入ったのである。現在、LSIの集積度は年間2倍の割合で発達している。メモリや周辺回路まで内蔵した、より高集積なマイクロコンピュータの導入、応用向け準専用マイクロコンピュータにより、機器制御はその「範囲」と「深さ」の点で今日では想像もできない発達を遂げるものと思われる。

3 マイクロコンピュータのハードウェアの動向

3.1 マイクロコンピュータの傾向

現在、我々が入手できるマイクロコンピュータは50品種に余る。それらはアーキテクチャ的に、あるいは半導体技術的に幾つかのグループに分類することができる。図2はアーキテクチャ、特に語長と性能面で現状のマイクロコンピュータを分類したものである。大別すれば4ビット、8ビット、12~16ビット及びビットスライスに分けられるが、同一語長領域の中でもその開発思想により更に細分される。同図には各グループの位置付けを記したが、現在最も広く親しまれているのが8ビット領域の中心に位置する「8ビット中速汎用グループ(黒色部)」である。最近、これらグループの系列化に関して一つの傾向があるように思われる。その傾向を整理すると、(1)4ビットでの応用向け(準専用形)マイクロコンピュータの進出、(2)8ビットでのワンチップローコスト化と高性能化への分極化、(3)12~16ビットでのミニコンピュータソフトウェアの両用性という利点を追求したミニコンピュータのLSI化の3点である。

さて、マイクロコンピュータのユーザーは現状のマイクロコンピュータに対してどのような問題意識を持っているであろうか。

従来のマイクロコンピュータは、最近の調査によれば¹⁾「経済性」と「使いやすさ」の2点で問題があるとされている。すなわち、マイクロコンピュータシステムとしてはまだ高価であり、設計効率はずしも十分ではないと指摘されている。このような背景の中で、ワンチップ上に処理制御部に加えてROM(Read Only Memory)(1kビット程度),RAM(Random Access Memory)(128ビット程度),汎用形の並列及び直列入出力ポート、クロック発生器などを集積化した8ビットワンチップロー

LSI全く使用せず (57%)	汎用LSI (32%)	専用LSI (11%)
--------------------	----------------	----------------

図3 マイクロコンピュータ・インタフェース部のLSI化率
インタフェース部のLSI化率が低いことが分かる。

表2 マイクロコンピュータ周辺LSI 周辺LSIの開発が盛んに進められている。

分類	周辺LSIの種類(例)	年次
1.汎用入出力インタフェースLSI	(1)PIA (8ビット並列データインタフェース)	'74
	(2)ACIA (非同期式直列データインタフェース)	}
	(3)SSDA (同期式直列データインタフェース)	'77
	(4)SDLC (高速直列データインタフェース)	
2.専用デバイスインタフェースLSI	(1)CMTC(カセットM/Tコントローラ)	'76
	(2)FDC (フロッピーディスクコントローラ)	}
	(3)KBD (キーボードディスプレイコントローラ)	'77
	(4)CRTC (CRTディスプレイコントローラ)	
3.システムサポートLSI	(1)PIC (優先割込制御用LSI)	'76
	(2)DMAC(DMAデータ転送制御用LSI)	}
	(3)PTC (プログラマブルタイマ制御用LSI)	'77

エンドマイクロコンピュータは経済性を追求した一つの解を提供する。

3.2 周辺サポートLSIファミリ

従来のマイクロコンピュータを応用してみると、集積化されたプロセッサ部に対して周辺インタフェース部の価格と実装規模が大きいことが分かる。経済性と使いやすさのハードウェア面での最大の障害要因は周辺インタフェースにある。従来のマイクロコンピュータ周辺インタフェースのLSI化率は、現在図3に示すように43%にすぎず、特に専用デバイスインタフェースLSIを使用している事例はわずか11%にすぎない¹⁾。最近、開発されているマイクロコンピュータ周辺

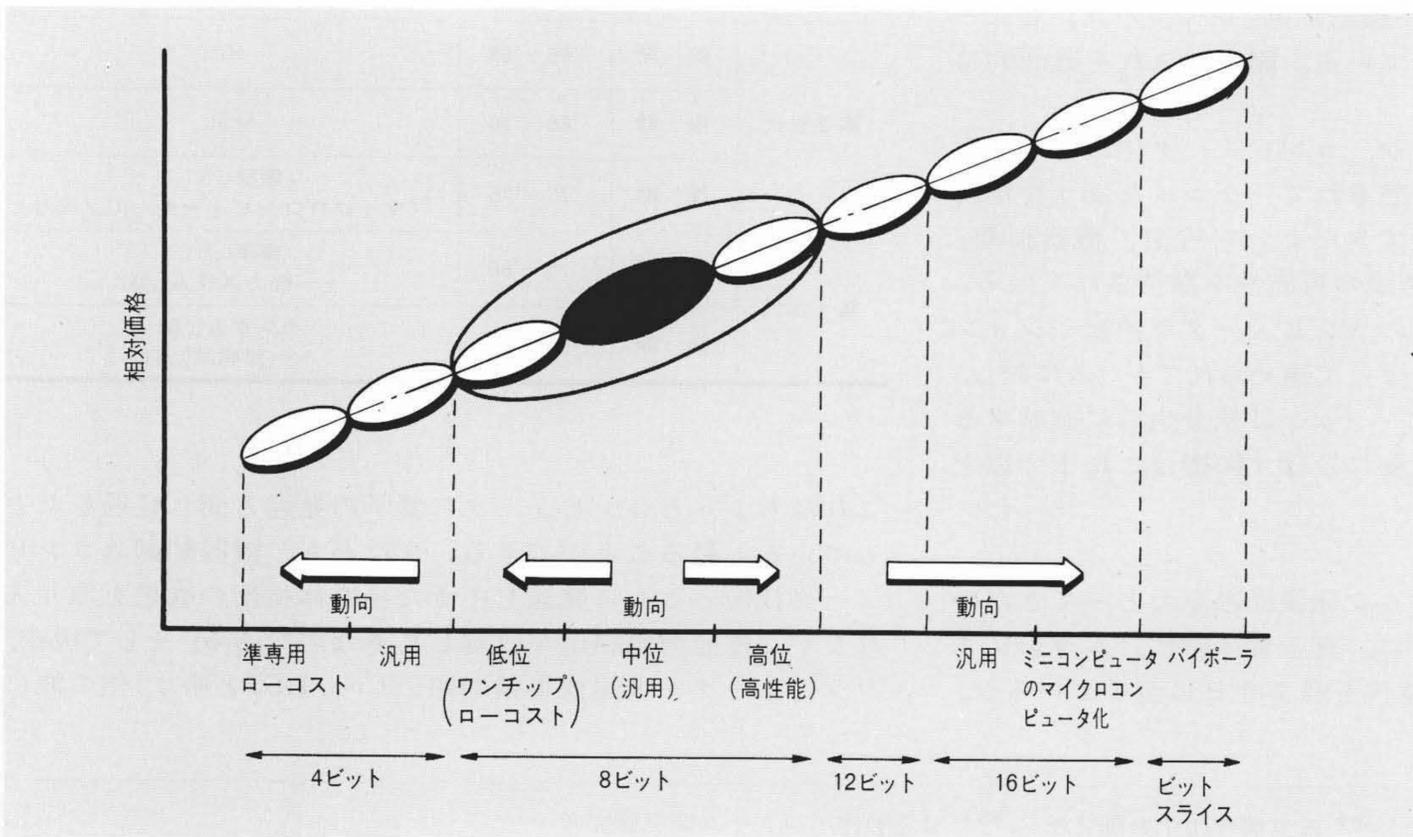


図2 マイクロコンピュータの分類と構成
マイクロコンピュータは、4ビット、8ビット、及び12~16ビットの各領域で矢印の方向に変化が見られる。

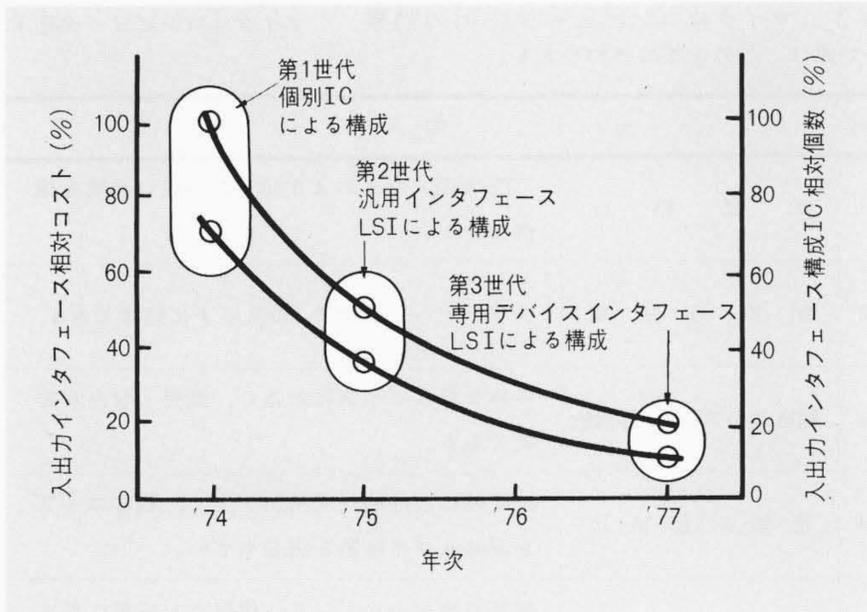


図4 マイクロコンピュータ入出力インタフェース当たりのコスト及び部品点数の推移 周辺LSIの充実により、インタフェース部分のコスト及び部品点数が大幅に低減してきている。

LSIをその性質上から分類すると、表2に具体例を示すように(1)汎用インタフェースLSI、(2)専用デバイスインタフェースLSI、(3)システムサポートLSIの3種に分けられる。

種々の入出力装置に共通利用可能なインタフェース基本部をLSI化した、いわゆる汎用インタフェースLSIの出現は、従来の個別IC構成によるインタフェース方式に比べてコスト及びコンポーネント数で $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ にした。また、専用デバイスインタフェース用LSIの開発、更により高度なシステム化に対処したDMAC(Direct Memory Access Controller)優先割込制御用など、システムサポートLSIファミリの充実により図4に示すように、インタフェース部の規模は従来の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ に改善され、文字どおり「マイクロコンピュータ」と呼ぶにふさわしい小形低廉化の時代に入りつつある^{2,3)}。

4 マイクロコンピュータのソフトウェア技術の展望

使いやすいマイクロコンピュータの実現のためには、ソフトウェアの良否は大きな要因である。マイクロコンピュータを自由に使いこなすためには、そのソフトウェアが手軽に開発できるような道具が必要である。そのために、ミニコンピュータや中・大形計算機、又はTSS(Time Sharing System)を使ってマイクロコンピュータのプログラムを作成したり、テストしたりするクロス・ソフトウェアが作られている。クロス・ソフトウェアとしては、アセンブラとシミュレータが基本的なものであり、比較的小さなプログラムの開発の道具としてはそれで十分である。しかし、開発すべきソフトウェアの機能や量が増えるに従いその生産性がより重要となり、そのためにマクロ・アセンブラやリンクージ・エディタ、更には高級言語なども整備していく必要がある。

一方、マイクロコンピュータの特長を生かすためには、オブジェクト・プログラムをなるべく小さくしたいという要請があり、そのためにアーキテクチャにも種々の工夫がなされているので、それをこれらのソフトウェアでも生かす必要がある。例えば、HMCS6800の場合、アドレス部が1バイトの命令と2バイトの命令があるが、プログラマがそれを意識しなくても最適なプログラムが作れるよう、アセンブラに可能な限り1バイトの命令を作り出す機能を持たせている⁴⁾。

クロス・ソフトウェアを使って作ったプログラムを、実際のマイクロコンピュータのメモリに読み込んでテストや修正

をするための道具も各種開発されている。HMCS6800の場合、そのいちばん小さなものに256バイトの大きさのソフトウェア(ROMに入っているのでファームウェアとも呼ばれる)があり、いかにもマイクロコンピュータらしいソフトウェアといえよう。

クロス・ソフトウェアによらず、マイクロコンピュータ自身を使ってプログラムを開発するためのソフトウェアも各種開発されている。これはレジデント・ソフトウェアと呼ばれ、アセンブラ、テキスト・エディタ、デバッグなどから成る。レジデント・システムは初期投資は小さくて済むが、入出力機器が貧弱で、アセンブラなどの処理に時間がかかるのが欠点である。しかし、最近CRT(Cathode Ray Tube)ディスプレイやフロッピーディスクなども備えた使いやすいものが開発されている。そこではフロッピーディスク・オペレーティングシステムなども開発されており、マイクロコンピュータのソフトウェアもミニコンピュータのそれに近づきつつあるといえよう。

5 マイクロコンピュータ応用の現状と将来

5.1 マイクロコンピュータ応用の現状

図5にマイクロコンピュータの最も応用の進んでいるアメリカでの分野別応用の割合を示す⁵⁾。最も進んでいるのは、計測、プロセス制御、コンピュータであり、これに通信、航空が次いでいる。こうした分野では、既に機器制御のエレクトロニクス化が進んでおり、Transistor-Transistor Logic(以下、TTLと略す)回路やミニコンピュータの置き換えをねらっ

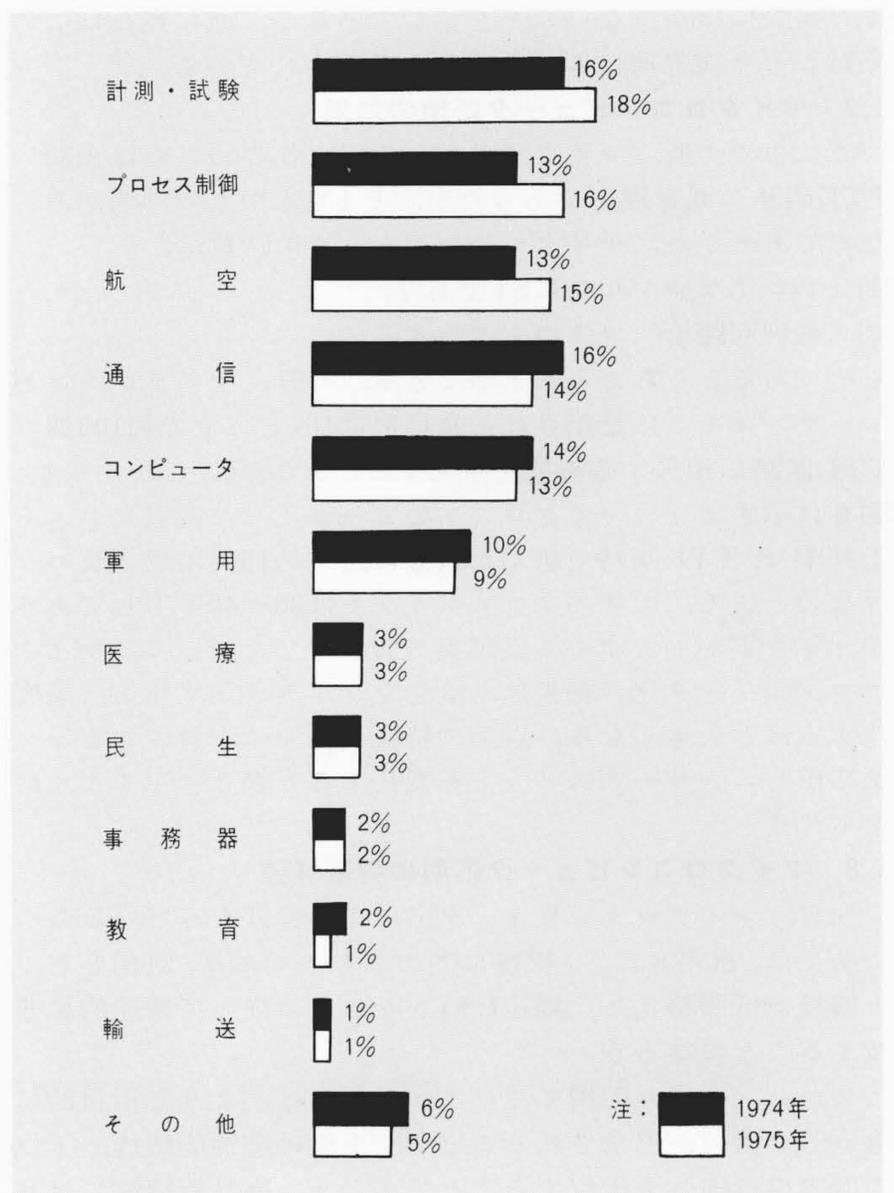


図5 分野別マイクロコンピュータの応用状況 計測、プロセス制御、航空、通信及びコンピュータ部門への応用が進んでいる。

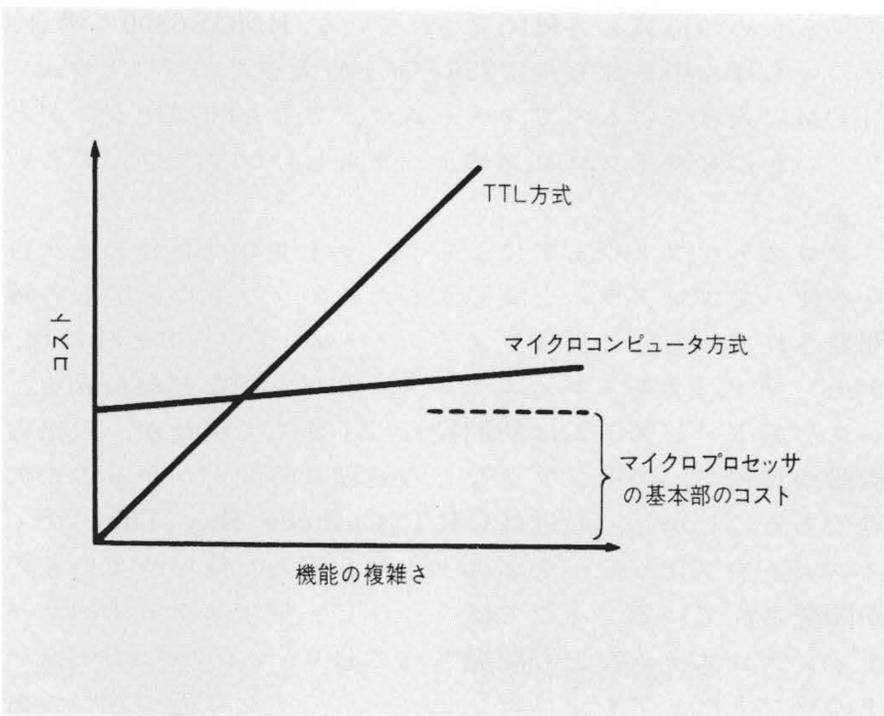


図6 マイクロコンピュータ方式とTTL方式のコスト上昇率
両方式のコストの交点は、30~40TTLであり、またマイクロコンピュータ方式のコスト上昇率はTTL方式の約15%である。

たものであるといわれている。最も典型的な応用例は計測器で、マイクロコンピュータ化に際し、そのソフトウェアによって、リモートコントロール、読み出し、表示の見やすさ、ユーザー、プログラマビリティ、計算機、周辺機器との接続性などの「使いやすさ」を追求している。いわゆるインテリジェント化であり、これは計算機端末機器への応用でも見られる傾向である。一方、医療、家庭電気品、事務機、輸送などでは、まだ実際には多くないことを示しているが、逆に見ればこの分野こそ今後急速に伸びるものと考えられている。

5.2 マイクロコンピュータ応用の効果

これまでの所、マイクロコンピュータ化のねらいは大部分TTL回路の置き換えであったが、どんな応用上の効果があったのであろうか。マイクロコンピュータの特質は、

- (1) プログラマブルなLSIであり、
- (2) 論理回路をソフトウェア化する。

ものであるととらえることができる。今日、マイクロコンピュータのメモリに使用されるROMは16kビットで約100個のTTL回路に相当する機能を果たすことができる。したがって、図6に示すようにマイクロコンピュータ化した装置のコスト上昇率は、TTL回路で組んだ装置に比べ約15%に過ぎない。今日のところ、両者のクロスポイントは30~40TTLであるが、年々下がってゆくのは確実である。したがって、マイクロコンピュータ化の効果は、機能をソフトウェア化し、高度化するほど大きくなる。以上の特質からマイクロコンピュータ応用のユーザーズメリットを要約すると表3に示すようになる⁵⁾。

5.3 マイクロコンピュータ応用の将来展望

今日、マイクロコンピュータ応用で話題になっているものの多くは、汎用8ビット機種に関するものであり、汎用8ビット機種が低価格化し、周辺LSIがそろそろ従って爆発的に普及することになる。

しかし、今後の応用で注目すべきことは、より応用目的に適合した機種が追求されることで、上位の高性能機種、下位の低価格機種へ分極化することであろう。高性能機種には8ビットの高速、高性能機、及び16ビット機種が含まれ、低価格機種にはメモリ、周辺を内蔵したワンチップコンピュータ

表3 マイクロコンピュータ応用の効果 マイクロコンピュータ応用の効果は、このように要約できる。

No.	利 点	内 容
1	低 価 格 化	TTLで組んだものより60~20%安い装置を提供できる。
2	納 期 の 短 縮	デザインツールにより、最低限りに短縮できる。
3	顧客ニーズへの適応性	多様な顧客ニーズに対応し、変更・改良が容易である。
4	性 能 対 価 格 比	高性能ほど性能対価格比が良く、顧客ニーズを反映させた特色を出しやすい。
5	高 信 頼 性	部品点数が少なくなり、信頼性が確実に高まる(TTLで組んだものに比べ、部品点数は $\frac{3}{4}$)。
6	保 全 性	計算機能があるので診断プログラムが持て、かなり保守を簡単にできる。

や、応用目的別に設計された準専用コンピュータが含まれる。前者は、計算機端末、通信や計測制御など、今日のミニコンピュータの領域へ応用を拡大するものであり、後者は自動車、家庭電気品、民生品、ゲームなどへ社会性の強い応用⁶⁾を拡大するものである。このようにしてより目的に合致したマイクロコンピュータが、あらゆる製品により高度の応用技術をもって適用されるであろう。

6 結 言

以上、マイクロコンピュータの最近の動向についてハードウェア、ソフトウェア、及び応用の各側面より述べた。半導体技術の進歩及びここ数年間の利用経験に基づき、(1)性能・機能、(2)経済性、(3)使いやすさ(利用技術)の三面で進歩、発展のあとが明らかであり、また応用面ではより日常生活に密着した機器への利用が今後急速に進むものと期待される。

我々としても、マイクロコンピュータがユーザーのメリットを追求する技術改善に対し近年にない強力な手段である点を重視し、製品に対しこの技術革新を反映させるべく開発及び応用推進に努力中である。マイクロコンピュータの発展、普及にはユーザー各位の御理解と御支援が欠くことのできない条件であり、今後共ユーザー各位の御指導をお願いする次第である。

参考文献

- 1) マイクロコンピュータに関する調査報告書、52年3月、日本電子工業振興協会
- 2) 初鹿野：8ビット マイクロコンピュータ HMCS 6800の特長と基本構成、日立評論、59、383 (昭52-5)
- 3) 喜田、川本、安達、ほか1名：8ビット マイクロコンピュータ HMCS6800の周辺LSIとメモリ、日立評論、59、387 (昭52-5)
- 4) 大沢、中田：8ビット・マイクロコンピュータ HMCS 6800用サポート・システム、日立評論、59、393 (昭52-5)
- 5) A.J.Nichols: An Overview of Microprocessor Application, Proc. of IEEE, 64, 6, 951 (June. 1976)
- 6) 宮崎：民生用機器におけるマイクロプロセッサの応用、電気通信学会誌、Vol. 60, No. 2, 21 '77