

マイクロコンピュータの計測への応用

計測制御における マイクロコンピュータの位置

導入効果, 利用方法, 今後の動向を考える

上谷 晃弘*

1. まえがき

マイクロコンピュータの普及は、ここ数年、とどまることなく発展している。この連載および関連記事(表1)もすでに10回を数え、読者諸兄からご好評をいただいたのも、ひとえにマイクロコンピュータがどのように利用できるかを、マイクロコンピュータの使い方およびその周辺回路のハードウェアと機能を実現するソフトウェアとの両面から、目的を「計測制御への応用」に絞り具体的に示したからに他ならないと思う。

マイクロコンピュータは、週刊誌にもとりあげられるほどポピュラーな材料となり、アマチュアのなかにも深く根をおろしはじめた。われわれが、ひと昔前に、ラジオやオーディオの組立てに熱をあげたと同様の気配を示してきている。またテレビ・ゲーム、自動車、

家電製品(電子レンジ、洗濯機など)の大衆消費材のなかにもとりいれられており、身のまわりの製品にどんどん吸収されはじめている。マイクロコンピュータの噴火が大きくはじまったといえる。ここ1~2年の間にわが家にも数個~数十個のマイクロコンピュータが散在することも夢ではなくなった。

半導体の技術進歩は、急速であり、新しいマイクロプロセッサ、メモリ、周辺LSIが開発され、その利用はますます進むと予想するのは筆者ばかりではあるまい。

今後新しい機器を設計する場合、マイクロコンピュータは、もはや不可欠なコンポーネントとなっている。マイクロコンピュータなしには、設計ははじまらないといえる。

最終回は、計測制御分野で、マイクロコンピュータ採用の効果は何であったか、マイクロコンピュータ選定のポイントを含む利用方法(ハードウェアは汎用化/専用化のいずれが良いか)、今後の動向などについてとりまとめた。

これら詳細に入るまえに、今までにマイクロコンピュータ応用としていわれてきた製品に何があるか簡単に示す。

2. マイクロコンピュータの応用製品

新聞紙上に、「マイクロコンピュータ応用××機器完成」という記事は、日常茶飯事となっており、最初のうちは、目新しさから注意深くみていたものが、今では、また出たかというほどになってしまった。

【表1】 インターフェース誌連載および関連記事一覧

No.	題 名	発表月	備 考
1	東芝12ビット・マイクロコンピュータ TLCS-12	50年6月	トランジスタ技術別冊4号
2	計測制御用システム・コンポーネント TOSMIC-12	50年12月	連載第1回
3	シーケンス・コントローラへの応用 TOSMIS	51年2月	連載第2回
4	テレメータへの応用 TOSTEL-4000	51年6月	連載第3回
5	騒音測定装置への応用	52年6月	連載第4回
6	デジタル・コントローラへの応用	52年8月	連載第5回
7	ソフトウェアの開発法	52年8月	特集記事
8	鉄鋼計測機器への応用	52年10月	連載第6回
9	データ・ログへの応用	52年12月	連載第7回
10	マイクロ・コントローラ TOSMIC-12 とフロッピー・ディスク	53年12月	連載第8回

* 東京芝浦電気(株) 計測技術部

〔表2〕 マイクロコンピュータの応用分野と具体的用途例

応 用 分 野	用 途	具 体 的 用 途 ま た は 応 用 製 品 名
1 民生・家電	1.自動車 2.家 電 3.電 卓 4.玩 具 5.教 育 6.自動販売機 7.その他	自動車制御、点火制御 音響機器、ミシン、ビデオテープレコーダ、調理器、自動洗濯器、エアコン、テレビ受像器、テープレコーダ、はかり 電卓、プログラム電卓 ビデオゲーム 学習機械 切手販売器
2. 事 務	1.事務計算 2.ワード処理 3.事務管理 4.小売・会計業務 5.その他	ガソリンスタンド専用POS、オフィスコンピュータ、プリンタマシン ワードプロセッサ 在庫管理機、マイクロフィルム検索機、複写機 キャッシュレジスタ、POS 自動投票券発売機、定期積金専用機、テラズマシン
3 工 業	1.プロセスコントロール 2.機械制御 3.生産管理 4.検査・試験器 5.データログ 6.その他	プロセス制御装置、PID制御、プラント監視、電力系統保護、水処理プロセス制御、工業炉制御、拡散プロセス制御、タービン制御、ポンプ制御、汎用プラントコントローラ、ミルのシーケンス制御 シーケンスコントローラ、DDCコントローラ、繊維機械の群管理、NC、移動機械の自動運転、自動倉庫、プレス機械、クレーン制御、自動配線機、ICボンダ、コンベア秤量制御、機械動作監視、加工機械制御、溶接機制御、自動編織制御、工業用ロボット、特殊プリンタ装置、ATC付マシニングセンタ、PLC、圧延機、速度制御、車両ジャッキアップ、工業用ミシン、TV製造ラインの自動機、鋳込速度制御、自動吹付装置、ラベリングマシン、ワイヤカットマシン、部品整列機、マジックハンド、写植機、印刷送機 作業指示装置 ICテスト、試験機、計量機、振動試験機、探傷装置、CRT蛍光面測定器、エンジン動作解析、画像解析器、X線回析 データログ、データ処理、データ収録 水中作業機、歩度調整器、位置座標データ処理
4 交 通	1.信号制御 2.運行制御 3.駅務自動化 4.その他	交通信号端末制御 オートパイロット、エレベータ、列車制御、運行監視、電車のモニタリング 定期券印刷発行機、乗車券発行システム 電鉄用変電所運転制御、航空機用機器
5 計測・監視機器	1.分析機 2.医 用 3.測定器 4.監 視 5.その他	自動分析装置、分光分析器、タコグラフチャート分析、X線回析、データログ 血球分類計数器、医用データ収集端末、肺機能検査器、生化学分析、健康データ処理 圧力計測装置、測長装置、放射線測定器、計数秤、メモリテスト、騒音振動レベル計、多点温度計、電子計測器、周波数測定器、精密測定器、音響測定システム、厚板幅測定装置、ドフラ速度計、探傷測定器、燃費測定装置、電圧記録計、磁界測定器、ガス漏洩検知警報システム 遠方監視制御装置、公害監視、回転機器監視装置、通信機器監視装置、ダムゲート監視制御、船用機関部監視装置、発電所監視表示装置、高炉炉口破損監視、電気所監視制御、プラント防災システム
6 通 信	1.有線通信 2.無線通信 3.データ通信 4.放 送 5.その他	電話機、電話交換機、ファクシミリ ローランプロセッサ、移動無線装置 テレメータ、通信システム周辺装置、データ通信、データ交換機、通信制御装置、遠方監視制御装置 自動放送装置、番組自動送出装置、カラーカメラ、TV画像の特殊効率 音声分析合成システム
7 コンピュータ関連	1.端末制御 2.入出力機器制御 3.データエントリ 4.汎用マイクロコンピュータ 5.生産・開発機器 6.その他	端末制御装置、生産管理端末、銀行端末、磁気カード書込み機、CAI端末機器、インテリジェント端末 ドットプリンタ制御、シリアルプリンタ制御、ラインプリンタ制御、XYプロッタ制御、磁気ディスク制御、磁気テープ制御、OCR制御、CRT制御 データ入力装置、医用データ処理端末、オンライン端末 汎用マイクロコンピュータ、オフィスコンピュータ、プリンタマシン、汎用アセンブルマシン、シーケンサ ROM & FPIA プログラマ、磁気テープ装置検査システム メモリダンプ追跡装置、情報検索機、媒体変換、汎用図形処理システム、信号変換、画像データ入力装置
8 その他	1.ビル管理 2.ホテルシステム 3.その他	ビル管理システム、警報装置、防災装置 データ監視システム、電話回数計算装置 ディジタル露出計、残存作業能力測定装置

(注) 出典：日本電子工業振興協会、マイクロコンピュータに関する調査報告書（6章 p.6）

では現実にはマイクロコンピュータは、どんな機器に
 応用されているのであろうか。応用製品一覧に關して
 は、日本電子工業振興協会の 51 年度報告書が、一昨
 年につづき、アンケート方式でこれらの応用技術の動
 向調査¹⁾をしており、非常に良くまとまっている。そ
 のなかに「応用分野と具体的応用例」という表がある
 ので参考までに表 2 として転載させていただく。

これらは実際に応用されている一部であることも事
 実であるが、このように多岐にわたって利用されてい
 ることも興味深いものがある。

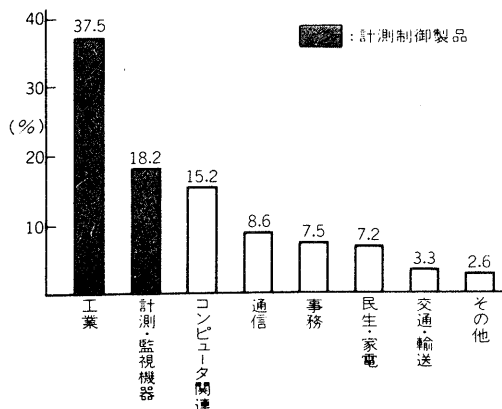
この応用例を分野別に分類してみると、図 1 のよう
 に工業用（計測制御製品）關係に利用されているもの
 が圧倒的に多いことがわかる。工業用と計測・監視機
 器で全体の 55% 以上を占めていることから、現在での
 マイクロコンピュータ応用の中心は、計測制御機器と
 いえる。しかし 1～2 年後には、この地位は低下する
 と思われる。いわゆるテレビ、カメラ、自動車などの
 大衆消費材に組み込まれれば、台数メリットもあり、
 その数量的拡大は著しいためである。

3. マイクロコンピュータ 採用による効果

マイクロコンピュータを計測制御機器にとり入れた
 場合、どんな効果が発揮されているのか、また何を目
 的としてマイクロコンピュータを利用したのか、これ
 らの理由は、単なる時代の流れとムードだけで採用さ
 れたものではない。

これら代表的効果は、表 3 に示される項目といえる。
 またそれぞれの機器には、その機器固有の特長や効果
 がたくさんでていることはいうまでもない。ここでは、
 それらのすべてについて示すことができないため、代

〔図 1〕 分野別マイクロコンピュータ検討状況



〔表 3〕 マイクロコンピュータ採用の効果

- | |
|-----------|
| 1. 装置の小型化 |
| 2. 高信頼性 |
| 3. 耐環境性 |
| 4. 省電力 |
| 5. 高能率化 |
| 6. 柔軟性 |
| 7. 自己診断機能 |
| 8. 保守性の向上 |

表的効果を中心に解説をする。

〔1〕 装置の小型化

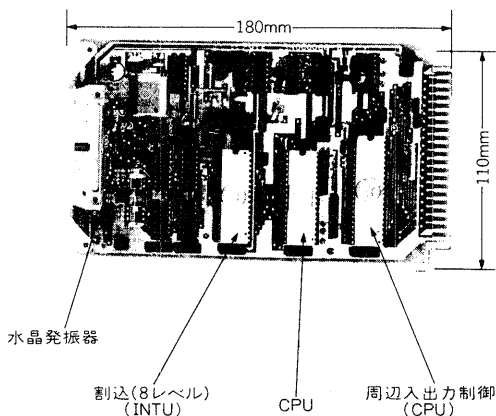
マイクロプロセッサは、ひとつのエレメントで数千
 個の素子を収納している。たとえば TLCS-12A マイ
 クロプロセッサは、CPU (Central Processing Unit) 機
 能、クロックを含めて、9000 個の素子を収納したワン
 チップ構成をとっている。従来製の製品にくらべれば、
 その体積の縮減は著しいものがある。電源 ($\pm 5V$) さ
 えつなげば、48mm×13.5mm 角の素子で計算機の機
 能を発揮する。これを IC、SSI、MSI で組んだとすべ
 ば、数枚の大型プリント基板が必要となる。

さらに半導体の高集積化は、CPU 以外の機能にも
 波及し、一連の機能が表 4 のようにワンチップ化さ
 れている。

これら素子を使うことにより、数多くの機能を 1 枚
 のプリント板に収納でき、いわゆるワンボード・コン
 ピュータが構成できる。さらにマイクロコンピュータ
 をサポートするメモリや周辺装置用インターフェース
 などと同様にコンパクト化され、システム全体のスペ
 ース・ファクタはますます良くなってきている。

図 2 に、一連のワンチップ素子を組み込んだ CPU/
 TIMER モジュールの概要を示す。この 1 枚の板で制
 御用として利用できるように 1～1000 ms のタイマと、
 結合されるデバイスのコントローラ、割込み機能まで

〔図 2〕 CPU/TIMER モジュールの構成



〔表4〕 TLCS-12A用 MOS/LSI ファミリー一覧表

型 名	略 称	回 路 機 能	ピン数	電 源 (V)
T3190/T3190-1	CPU	12ビット並列プロセッサ	36	+5, 0, -5
TMM111C	RAM	128×4ビット・リード・ライト・メモリ	16	+5, -5
TMM311P/TMM311P-1	RAM	256×4ビット・リード・ライト・メモリ (出力ディスエーブル付)	18	+5, 0,
TMM312P/TMM312P-1	RAM	256×4ビット・リード・ライト・メモリ	16	+5, 0,
TMM313P/TMM313P-1	RAM	1024×1ビット・リード・ライト・メモリ	16	+5, 0,
TMM141C/TMM141C-1	RAM	64×4ビット不揮発リード・ライト・メモリ	16	+5, 0, -15
TMM121C/TMM121C-1	PROM	512×4ビット再書き込み可能リード・オンリ・メモリ	24	+5, -5, -9
T3416A/T3416B	MCU	メモリ制御ユニット	42	+5, 0, -5
T3418	DCU	入出力制御ユニット	42	+5, 0, -5
T3269	BDU	12ビット双方向バス・ドライバ	36	+5, 0, -5
T3220	GIOR	汎用4+8ビット入出力レジスタ	42	+5, 0, -5
T3219	INTU	8レベル割込みラッチ・ユニット	36	+5, 0,

を含んでおり、たいへん使いやすい構成となっている。

マイクロコンピュータは、今まで以上の機能を盛りこんで、さらに装置の小型化に大きく寄与している。その結果、今までの機器では、独立装置として構成されていたものが、簡単に装置の中の小さな空きスペースに組み込むことができるようになってきた。据付面積の大幅削減もでき、既設の限られたスペースにも新しい機器が導入可能となった。

図3には、機能、入出力点数をまったく同一としたデータ・ログ・システムの比較をした。据付面積では1/2以下、外観上は容積も1/2程度となっているが、マイクロコンピュータを利用したものでは、筐体の内部は、半分以上が空間であり、その効率の良いことがわかる。

〔2〕 高信頼性・耐環境性・省電力

この三つの効果は、相乗的なものである。ワンチップ化されたことで、素子の信頼性向上はもちろんのこと、プリント板としてみた場合でも、ハンダ付け個所の大幅な消滅、コネクタの減少など、システムとしてその信頼性の向上は、従来の装置にくらべると大幅なものである。マイクロコンピュータの実使用実績をみても、従来製品にくらべると、故障件数が大幅に減少しており、その効果は遺憾なく発揮されている。これはさらに次の点によることも多い。

システム構成要素がワンチップ化されたことと、それ以外に利用している半導体がC-MOSであることから、消費電力が著しく少なくてすむ。マイクロコントローラTOSMIC-12²⁾の例では、ひとつのシャーシに14枚の各種モジュールを収納しても、たかだか50VAである。これは発熱がほとんどないことを示しており、従来製品として通常必要としていたファンを追放してしまった。ファンは冷却効果のために採用されていた

が、逆効果として機器が設置されている計器室内のちり、ほこりあるいは腐蝕性ガスを収納しているプリント板に付着させる結果となっていた。付着したほこりなどが湿気を吸着し、絶縁劣化をもたらすなどの原因となり、装置として好ましいものでなかった。梅雨時や秋の長雨のころになると機器の稼働率が下がるという状況もなきにしもあらずであった。

マイクロコンピュータにより、ファンがなくなったためにプリント板は納入後数年たっても、非常にきれいな状態で保持されており、システムの信頼性向上につながっている。このようにファンひとつとり除くことも耐環境性の向上に役立つ一例ではなかろうか。

マイクロコンピュータ採用時のシステム設計では、何を目的としてマイクロコンピュータを採用するのか具体的にターゲットを絞って考えることが必要である。

また採用する素子は、最近高温範囲(TLCS-12Aでは-20～+80℃)で使用できるものも多くなっている。制御用などに利用する場合は、充分耐環境性を考慮して選択する必要がある。

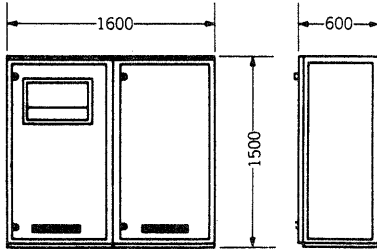
〔3〕 高機能化・柔軟性・自己診断機能

マイクロコンピュータを使うことは、いろいろな機能をソフトウェアで実現できるという特長をもっているため、その応用は著しく広がっている。ミニコンピュータを利用するには、経済的、信頼性、据付場所、設置環境などに制約があったものが、マイクロコンピュータにより、その底辺が拡大され、ますます応用がふえている。ある意味では、無限の利用が考えられるといっても、過言ではない。現在では、新しい機器を設計するときに、だれしもが、マイクロコンピュータの採用を疑いもなく考えるようになってきている。

ハードウェアの面でみれば、標準化してしまうと画一的な構成となってしまうが、その機能については、

【図3】 データ・ログ・システムの比較

(a) TOSBAC ICD-200N
IC, SSIを中心としたシステム



容積 1600(幅)×1500(高)×600(奥行)mm
1.44m³
据付面積 1600×600(mm)

今までハードウェアで実現するのがむずかしかったものが、ソフトウェアという手段で自由自在に組むことができ製品の多様化も可能となっている。

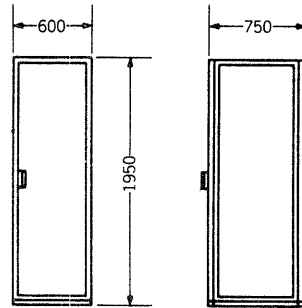
一例として、いままでの計測機器でも、1次検出した信号を増幅して記録計にかかせるまでを実施し、そのあとは、人手や別の手段で最終的に所望する値に変換していたものが、これらの最終結果までの算出をいとも簡単に提供してくれるようになった。騒音計⁴⁾の例に示されるように、演算の大幅な合理化がはかれた。これ以外にも計測機器には、多くの応用が続いており、これらの目的の多くは、簡単に最終的に欲しい結果までを自動的に算出することである。

今までハードウェアで機能を追加しようとしたら、経済的になりたなかったものが、マイクロコンピュータを使うことで、多少の記憶容量を追加すれば、容易に機能の拡張ができる柔軟性をもたらすのが最大の長である。

つぎに大きな長を生みだしている機能のひとつに自己診断機能がある。ハードウェアの弱点(故障がおきるという宿命)を、ソフトウェアにより常時チェックし、万一の異常時には、演算を中断するとか、異常な値を出力しないように、自らハードウェア診断を行ない、処置ができる点である。これによりハードウェアの故障を迅速に発見でき、ユーザー側でも1次診断が可能となり、保守・サービスの効率化がはかれる。この自己診断機能は、システム・メモリの1/5~1/10の比重を占めるようになっていて、使う立場での機能が盛りこめるのが大きな長である。ユーザーも故障の発見に時間がかかるより、迅速に診断ができ、何らかの故障原因表示までできるとすれば、装置の稼働率も上げることになり、大きなメリットを生みだす。

マイクロコンピュータの使い方は、単なる機能の実

(b) TOSLOG シリーズ
マイクロコンピュータ採用システム



容積 600(幅)×1950(高)×750(奥行)mm
0.88m³
据付面積 600×750(mm)

現だけでなく、バックグラウンドとしての自己診断機能をも加味し、総合的に考える時代となっている。今までの装置の使い方、機能のあり方などの概念を大きく変えようとしている。

【4】 保守性の向上

マイクロコンピュータは、ハードウェア・モジュールの集約化ができていて、保守診断に役立つ自己診断機能が充実していること、温度上昇に起因する部品の劣化などがないことなど、あらゆる面で機器の性能を向上させている。

その結果、メンテナンスなどのサービス頻度を下げ機器の稼働率の向上につながり、保守性の向上にも貢献している。

また逆の面からみると、マイクロプロセッサなどの機能集約形のチップを使っているので、万一の故障の場合には、現場で部品交換などの修理を行なうことはむずかしくなっている。そのため交換作業もモジュールごとのボード単位で行なう方式となり、今までの考え方と異なったアプローチが行なわれ、保守の簡易化という面に多大の効果を発揮している。

*

マイクロコンピュータの採用は、今までハードウェアで実施していた装置の欠点をみごとにとりさり、数多くの効果、長を生みだしている。今後機器の設計や装置の利用面での主要コンポーネントであると断言してよいと考えるのは、筆者ばかりでないと思われる。

4. 計測制御機器へのマイコン選択のポイント

計測制御機器へマイクロコンピュータを採用する場合

合に、何が選定のポイントであろうか。これらは適用する装置の規模、経済性、量産性などあらゆることをチェックする必要がある。

利用の方法にも、

- ① チップを購入し、システム全体を自分で作る。
- ② 汎用化されたマイクロコンピュータをOEMなどの方式で採用し、ハードウェア全体のサービスをうけるか。
- ③ さらにソフトウェアは自作するのか、ハードウェアと一体で購入するのか。

などいろいろなレベルがあることも知っておく必要がある。

最初に機能的な面の選定のポイント、さらにハードウェアとしてのレベル、システムとしてみた場合のソフトウェアなどに分類し、これらの評価をしてみる。

4.1 マイクロコンピュータ機能のポイント

計測制御製品として、必ずチェックしておく必要があるものとして、つぎの二つが大きな点であろう。

① 語 長

マイクロコンピュータには、目的に応じたパフォーマンスが発揮できるように各種の語長をもったプロセ

ッサがある。一般的には、

4ビット 電卓、在庫管理など10進数を扱う応用についている。

8ビット 端末機器、伝送機器など、情報伝送あるいはキャラクタを扱うため、8ビットをひとつの単位として処理する用途

12, 16ビット 計測制御機器への応用

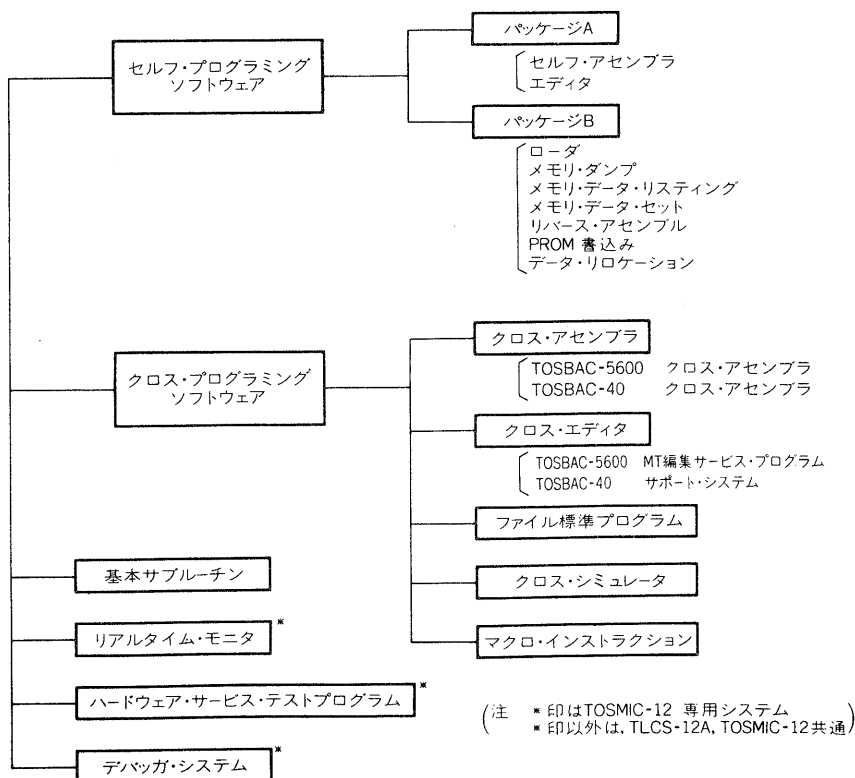
16ビット ミニコンピュータの代替

と大きく分類できる。採用するポイントとしてみれば、ある程度世の中のすう勢が、これらの結果を示しているのので、常識からはずれることは、やはりその応用における限界を発生することになる。

では、なぜ計測制御用に12, 16ビットのマイクロコンピュータが多く使われるのであろうか。

多くのデータ処理のなかで、アナログ量を頻繁に扱うためである。信号源としてのセンサの精度は、一般に $\pm 0.2 \sim 0.5\%$ のものが多く、データ処理、判断、演算を行なうには、最低10ビットの分解能(1024カウント……0.1%)をもつことが条件となる。またアナログ量をデジタル量に変換するA-D変換器も、コスト的にみて10ビットのものが多く、そのひとつの理由である。10~12ビット以上の高分解能のA-D変

〔表5〕 サポート・ソフトウェア



換器を利用して、経済性およびノイズ処理などに限界があることから、10ビット程度が望ましい状況である。またデジタル化されたデータを記憶する場合には、この10ビットに符号をつけると、少なくとも12ビットが必要であることがわかる。

このデータを使って演算する場合、記憶されたデータを1回の命令操作（1語1命令方式）で演算できるため、ソフトウェアの作成が容易となる。記憶容量的にも最大効率が發揮できる。

計測制御を実施するレベルで考えると、12ないし16ビットのマイクロコンピュータが有利であるといえる。

12と16ビットのいずれが良いのか、16ビットは、ミニコンピュータの代替も可能なレベルとなっており、機能面はすぐれている。残る問題は経済性である。あらゆるパフォーマンスを評価した上で機種を選択する必要がある。

今までの経験からみると計測制御応用の95%ぐらいまでは12ビットで充分であるといえる。

② 周辺LSIの充実度

マイクロコンピュータの心臓部は、ワンチップ化され、信頼性の向上に大きく寄与している。システムを構成する場合、単にマイクロプロセッサだけがワンチップ化されていても、周辺回路を従来どおりICで設計製作したのでは、何の意味もない。システム効果を得るためには、周辺回路素子もワンチップ化され、プロセッサのファミリとしてそろっていることが必要である。採用するCPUとそのバス・レベルで結合できる他の周辺LSIが豊富にそろっていることは、装置をコンパクトに設計でき、かつ信頼性を高く保つことができる。

③ 割込み機能は充分か

計測制御用マイクロコンピュータは、リアルタイムで各種の処理を実行する。この要求を満足するために、割込み機能は必要不可欠である。効率の良いシステムを組むために、少なくとも数レベルの割込み機能を持つことが要求される。

4.2 ソフトウェア・サポート⁵⁾

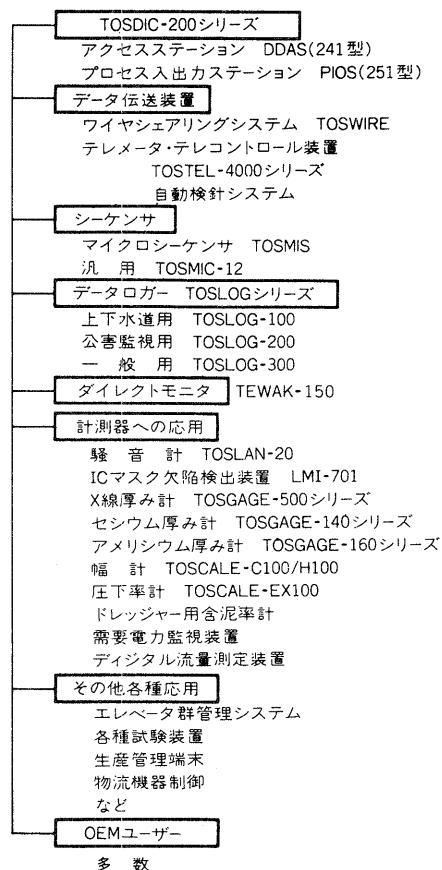
マイクロコンピュータの特長は、先に述べたようにソフトウェアにより、どんな応用でも自由自在に利用できることである。ソフトウェアが作りやすいか、作りにくいかににより、その開発速度もきまってくる。

マイクロコンピュータそれ自体の命令体系も、豊富な命令をもっていると同時に、制御用として必要な各種機能（乗除算、ビット操作、判断）が完備していることも充分吟味しておく必要がある。

ここでは、ソフトウェア開発のための手段、利用面でのサポート、機能を実現する応用ソフトウェアに関

【表6】 東芝マイクロコンピュータ応用製品一覧表

1. 新総合計装制御システム(専用の応用) TOSDIC-200シリーズ
2. 東芝マイクロコントローラ(汎用の応用) TOSMIC-12



して簡単に示す(詳しくは、文献5を参照)。

(1) 基本ソフトウェア

マイクロコンピュータのソフトウェア体系の一例を表5に示す。

プログラム作成方式として

- ① セルフ・システム 利用するマイクロコンピュータ自体を利用し開発する。
- ② ホスト(クロス)・システム 開発の効率化を考慮して大型計算機を使って高速処理をする。

の二つがある。これらは、ソフトウェアをどの程度自社で作るかにより、導入の考え方が違ってくる。前者は、利用台数が年間数セット～十数セットぐらいのオーダーがあれば充分な規模であろう。後者は担当台数の処理を行なうとき、あるいは自社に上位コンピュータがあり処理効率をあげることができるときに利用する

などの目安で考えればよい。

実機ベースでは、時刻・日時の管理、割込み処理、その他周辺機器のサービス・ルーチンなどをとりまとめたオペレーティング・システムを有効活用すればシステムの標準化にもつながる。

作成していくソフトウェアの途中のデバッグ、テストを行なうに便利な開発システム（デバッグ）の活用なども考え、ソフトウェア作成の負担軽減をはかることもひとつの方法である。

(2) 応用ソフトウェア

機能を実行する応用ソフトウェアの比重が高くなっていることから、これらをいかに上手に作るか、また機能面でどう標準化するかを充分検討する必要がある。ハードウェアを作るときと同じ要領で、装備すべき機能は何か、オプションとして何を必要とするか充分事前に検討しておく、あとから機能の追加があったとき最初から作りなおすことがないようにし、ソフトウェアの生産性をあげる必要がある。

ソフトウェアは、ある意味でだれでも作ることができるし、またその実現の手段も山登りと同じで、いろいろなやり方がある。そのため家内工業的な面がでてしまうが、今後はソフトウェアも金物の一部（Firmware）であるという観念にたつて、機能や実行面でのたしかかな方式を確立することが必要である。

4.3 ハードウェアは汎用形か、専用形か

マイクロコンピュータの利用は、その適用する製品が、量産的なものか、インデント的なものかにより大きく変わってくる。

多量に製作できるものは、当然のことながらマイクロコンピュータ・システムも量産効果をあげるべく、そのシステム固有の設計方式で全体の経済性を最大限発揮することが要求される。では、ここでいう量産レベルは、どのくらいであろうか。開発費などの分配も考えてみると、ロット 20～50 台ぐらいなければ、十分な効果をあげることはできない。

一方台数が少なく、少量多機種への応用には、マイクロコンピュータは汎用的な考え方でシステム設計を行なう必要があらう。その場合には、販売されているワンボード・マイクロコンピュータなり、マイクロコンピュータ・システム（あるいはマイクロコントローラ）を利用することが有利となる。

ワンボード・マイクロコンピュータの場合は、周辺 I/O や装置が少なくコンパクトなシステムが構成できる場合に採用することが有利である。ワンボードとして供給されるプリント板の種類が少なく、必要な付加機能を自社で設計、製造することになるためである。

多少複雑なシステム、自社装置とのインターフェー

スなどを多様化したシステム、拡張性の要求されるシステムの場合には、それらのシステム比率に応じて、すべてをカバーする装置を開発するか、すでに販売されているマイクロコンピュータ・システムを利用するのかは、開発工程、開発コストとの兼ね合いで判断するのも、ひとつの方法である。

少なくとも、マイクロコンピュータ・システムは、ハードウェアの比重が全体システムの中で低いため、充分な検討の上、結論を出すべきであらう。

(1) マイクロコントローラ TOSMIC-12 の開発背景

ハードウェアの詳細は、本連載 No. 1 に示されているので、ここでは、この開発の背景を紹介する。

当社の場合も、計測機器という多機種・少量生産品を扱っており、今までのハードウェア・ロジック方式では、用途別に無限にモジュール（プリント板）が増加するという宿命をもっていた。特に経済性を追求すればするほど、個々の装置専用のモジュールができてしまうこととなっていた。最終的には、あらゆるモジュールをストックし、保守サービスにそなえることは、経済的な面から不可能となってきた。いかにハードウェア・ロジックの標準化を行えば良いかを検討したが、分類がボードごとにすっきりまとめあげることができない情勢であった。その当時の技術としても、機能モジュールごとに分割された汎用的なモジュールが市販されていなかったことから容易に判断できる。

その時点で、マイクロコンピュータの出現が予測されたので、長期的計画をたて、当社の計測機器のすべての再評価を行ない、機能の整理を行なった。その結果マイクロコンピュータを採用すれば、機能の標準化が完全に行なえるとの見通しが得られ、汎用形のマイクロコントローラを作ることを決定した。この方式をとれば、今まで個々の機器ごとに設計者を必要としたものが、大幅に改善できるし、保守・サービス面でも、大きな効果が予測された。

用途的な見方から、マイクロコンピュータを作るといふより、マイクロコントローラ・システムの開発とし汎用化を進めた。ここで完成した機能モジュールはすでに 50 種に及んでいる。今までのモジュールの種類が数千種あったことからみれば、この汎用化は大きな成果をあげたといえる。

現在では、この汎用形マイクロコントローラを表 6 に示す製品に適用している。個々の製品からみれば少量多機種であるが、ベースとして製造している汎用形マイクロコントローラは、多量生産方式をとっており、発想の転換が成功した例といえる。そのため、TOSMIC-12 としては、すでに千数百台の納入実績をもっており、製品の信頼性、競争力などいろいろな面で着実に効果をあげている。この装置は、われわれが

新しい製品を生みだす母体となるばかりでなく、機械・装置メーカーにも OEM として供給され、波及効果は大きくなり、拡大してゆくといえる。

5. 今後の動向

マイクロコンピュータの発展を阻害する要因は皆無といえる。マイクロプロセッサおよび関連 LSI は、最新の技術をもって高集積化され、効率の良いものがどんどんでてくるし、メモリにしても、高密度化されると同時に、磁気バブル、CCD メモリなど新しいタイプも発表され、システム作りに大きく貢献する。

このようにバラ色の背景をもっているが、利用する立場からみると、

① マイクロコンピュータ用高級言語^{7,8)}

ソフトウェアの比重が高くなっていることを考えると、ソフトウェアの開発費が大きくならないように、FORTRAN, PL/I, BASIC などの高級言語で、計測制御用にも自由自在に活用できるものが出現しないだろうか。現在のものは、(スピード、メモリ容量的に)効率が悪いので、これらを大きく改善したものがでてくれば、一段と利用は拡大してこよう。

② マイクロコンピュータ用のデバイス

周辺機器の進歩発展は、プロセッサにくらべると、スピードが遅いといわざるを得ない。マイクロコンピュータにみあった経済性をもつ端末がでてくれば、さらに発展をみよう。

などの改善が進むことにより、マイクロコンピュータの地盤はますます大きくなる。

現段階でも、計測制御機器へのマイクロコンピュー

タの利用は多いが、ここ 1～2 年で今までのハードワイヤード方式の機器は、絶滅する時期にきたといえる。

6. あとがき

「マイクロコンピュータの計測への応用」というテーマの連載で、内容的には重複する点もあったかと思いますが、ひとつのターゲットに絞って応用をあらゆる角度よりみताものは少ないので、今後マイクロコンピュータを利用しようとされる読者諸賢に何らかの参考になればさいわいです。今後さらに新しい機器、利用方法がでてきたときには、折にふれ報告の機会をもちたいと考えます。

参考文献

- 1) 日本電子工業振興協会：マイクロコンピュータに関する調査報告書，52-A-119，1977年3月発行。
- 2) 奥原：「計測制御用システムコンポーネント TOSMIC-12」，インターフェース，1975年12月，pp. 113～127。
- 3) 奥原：「計測および制御用システムコンポーネントの開発段階からの標準化」，第19回標準化全国大会論文集，pp. 103～109。
- 4) 奥原他：「騒音測定装置への応用」，インターフェース，1977年6月，pp. 85～95。
- 5) 吉崎：「ソフトウェアの開発法」，インターフェース，1977年8月，pp. 65～76。
- 6) 上谷他：「マイクロコンピュータの計装制御における役割と意義」，東芝レビュー，Vol. 32, No.8, pp. 641～651，1977年8月。
- 7) P. Rosenfeld：「Microcomputer programming — a case for high level language」，Instruments & Control Systems, Sept. 1977。
- 8) E. H. Claggett：「Interpreters vs. Compilers for On-line Microcomputers」，Control Eng. Aug. 1977。