

株式会社横河電機製作所におけるマイクロコンピュータ 応用の現状

(株) 横河電機製作所 研究開発部 井上忠也

1. はじめに

マイクロコンピュータという言葉がすっかり定着し、多種多様のマイクロコンピュータが生産され、あらゆる産業分野に使われるようになった。計測・制御の分野もその大きな応用分野の一つである。

もともと計測・制御という過程の中に、入力データ(測定値)を取り込む、他の値(基準値)と比較する、判断する、出力する(あるいは人間に知らせる)といった機能が含まれているが、これらはマイクロコンピュータの持つ基本的な機能そのものであり、逆に言えば、マイクロコンピュータは計測・制御装置に極めて適した機能素子であるわけである。

コストの問題を離れて機能という面からのみ見れば、マイクロコンピュータは計測・制御の分野では無限の利用価値があると言えよう。

本稿では計測・制御機器の専門メーカーとしての立場から、マイクロコンピュータの計測・制御における応用の現状を、実製品への応用例について述べる。

2. マイクロコンピュータ利用状況の概略

マイクロコンピュータについて述べる際に、コンピュータそのもののかかわり合いについて述べる必要があるが、当社では電子計算機技術を積極的に計測・制御システムの中に取り入れてきたと言うこととせたい。

当社の主な事業分野は計測・制御機器であるが、この2つの事業分野で、マイクロコンピュータ応用製品が開発されている。

計測機器の分野では1975年にデータ集録装置YO DAC-80が開発され、ひき続いて、YO DAC-8, mini YO DAC, 騒音振動統計器, 騒音・振動モニタ等が開発された。これらの製品は、いずれも、マイクロコンピュータの機能をフルに活用した例である。中でも騒音・振動モニタは2台の8080Aを使用し、1台はFFT(Fast Fourier Transform)プロセッサとして、1台はディスプレイ・プロセッサとして使用することにより、高度の機能をマイクロコンピュータのベースで実現している。

一方、制御機器の分野では1975年にマイクロコンピュータを採用した分散形の総合計装制御システム“CENTUM”を見成した。CENTUMはデジタル技術の利点を生かし、従来のアナログ調節計では実現の難しかった複雑な演算機能やシーケンス制御との結合が秀れ、プロセス制御には不可欠となりつつあった電子計算機システムとの適合性に秀れている等の利点を生かし、アナログ工業計器と共存しながら新しい応用分野を開きつつある。

アナログ工業計器システムにおいてもマイクロコンピュータを応用することによる機能の拡大が図られている。その例としてこの3月に9シリーズのラインアップに加わった“複合演算器”がある。

ここでは計測分野の代表例としてデータ集録装置、マイクロコンピュータが主役となった制御装置の例としてCENTUM、マイクロコンピュータは脇役ではあるが従来の制御システムの機能拡大を目的とする複合演算器をとりあげ、

マイクロコンピュータの応用という立場から、説明する。

2.1 データ集録装置への応用¹⁾

データ集録装置は温度測定分野を中心に応用範囲を拡大している。表1に各種データ集録装置の概略仕様を示す。

	YODAC-80 Type 1	YODAC-8	mini YODAC
測定対象	温度(熱電対)及び 直流電圧	同左	同左
測定点数	500チャンネル max.	100チャンネル max.	24チャンネル
計測速度	0.2秒/チャンネル	0.1秒/チャンネル	0.5秒/チャンネル
出力形式	プリンタ, PTP, TTY カリキュレータ	内蔵サーミルプリンタ PTP, カリキュレータ, GPIB	内蔵サーミルプリンタ
温度スケールの リニアライズ	ROMによる リニアライザテーブル	折線近似	同左
主な機能	自己診断, オートゼロ, H-Lアラーム バーンアウトチェック オートリスタート	オートゼロ DELTA機能 H-Lアラーム オートリスタート	同左
設定方式		ファンクション プログラム方式	同左

表1.

使用したマイクロプロセッサ及びそのメモリの概略は表2のとおりである。

マイクロコンピュータ応用製品開発の
とまに問題となるのは、ソフトウェア開
発ツールであり、これなくしては、マイ
クロコンピュータは

	YODAC-80	YODAC-8	mini YODAC
マイクロプロセッサ	8008	8080A	8080A
プログラムメモリ	4KB	4KB	4KB
RAM	256B	1KB	256B

表2.

(B: byte)

単なる「石」にすぎない。YODAC-80の開発には自社製ミニコンピュータ
YODIC 100の、

また YODAC-8 及び
mini YODACの開発には YHP製ミニコン
ピュータ 21MXによるクロスアセンブラを
使用した。ミニコンに
付属する I/O 機器と
ミニコンピュータの高
速の処理能力によって、
ソフト開発, シュミレ

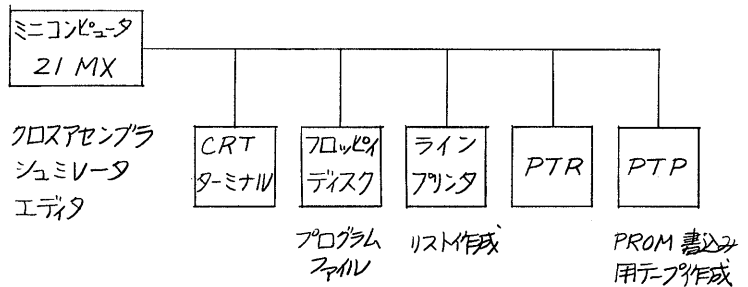


図 1

プログラム開発サポートシステムの構成

ーション、デバッグ、プログラム修正・編集の時間を大巾に短縮した。図 1. はプログラム開発システムの構成を示す。

データ集録装置におけるマイクロプロセッサの使用法を YODAC-8 について述べる。図 2. に構成図、写真 1. に外観を示す。

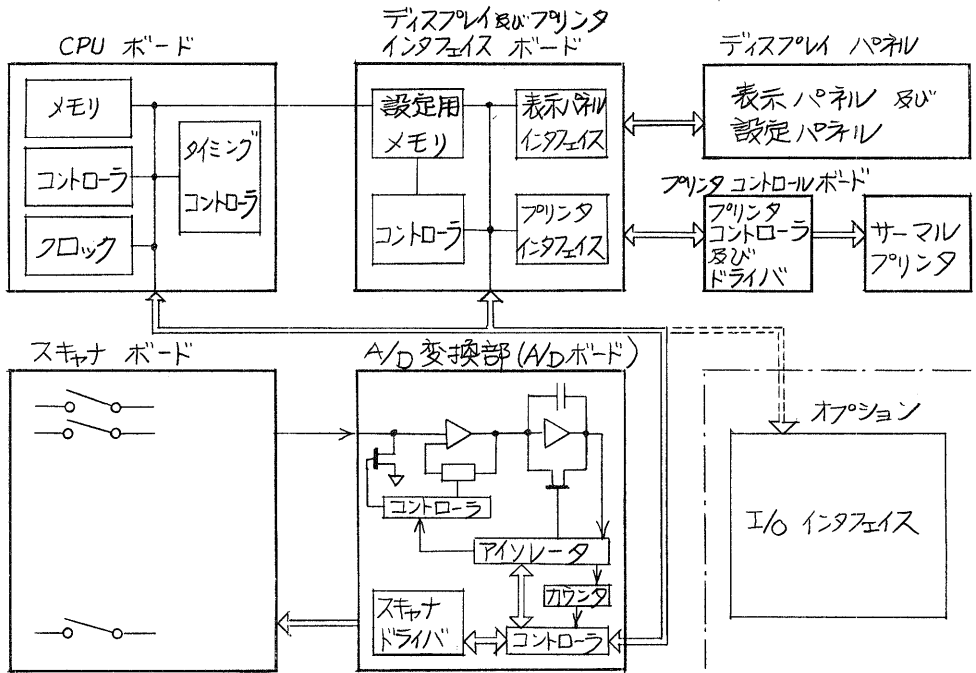


図 2. YODAC-8の構成

ソフトウェア上の特色としては

- (1) 割込処理によりスルーフォットの向上を図っている。割込原因としては、リアルタイム・クロック(1S)、測定スタート、A/D エンド、I/O エンド、エントリリクエスト、リストリクエスト及びシステムリセットの7種類があり、それぞれ RST1~RST6 及び RST

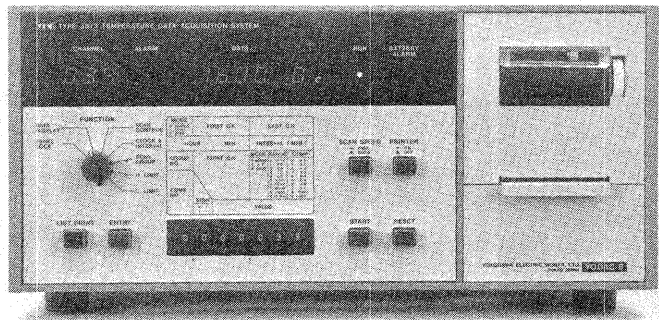


写真 1. YODAC-8

割込端子に割付けている。

(2) 測定したデータを表示あるいはプリンタ出力するのに DMA を使用し、ソフトウェアの負担を軽くしている。

(3) 多数の同時期の仕事を効率よく処理するために タスクの概念を導入したマルチプログラミングを採用している。

データ集録装置に必要なすべての設定内容は ファンクションスイッチと7ヶのデジタルスイッチで設定し、RAM にストアするファンクションプログラム方式を採用している。RAM は C-MOS RAM で、この内容は内蔵された乾電池により電源断に対して保護されている。

2.2 総合計装制御システムへの応用²⁾

CENTUM はマイクロコンピュータを採用することにより実現された新しい概念に基づくプロセス計装制御システムである。

図3 は CENTUM の物理構成を示すもので、フレキシ・バスと称する1本の同軸線から成るバス・ラインに、それぞれ機能の異なるステーションが接続されている。物理構造的には全くフラットな組織であるが、論理的には、管理用コンピュータを頂点とするハイラーキ組織となっている。

このように、物理構造と論理構造とを独立にとらえることができる。

CENTUM の開発の背景にはインテリジェンスの分散がある。

図3 の各ステ

ーションにはそれぞれインテリジェンスが配置されており、1つのステーションが故障しても他のステーションはそれを検知し、障害の伝播を防ぐことができる。インテリジェンスの分散化は、プロセスフィールドの制御を行なうフィールド・コントロール・ステーション内においても種々のレベルで行なわれている。

図4 は CENTUM におけるインテリジェンスの配置を示している。

フィールド・コントロール・ステーションのインテリジェンスとしては、16ビットのマイクロプロセッサが使用されており、メモリは16KW あるいは32KW のコア・メモリである。このマイクロプロセッサの命令体系は制御用ミニコンピュータ YODIC 100 と同一となっており、ソフトウェアの開発は YODIC 100 で行なわれた。

フィールド・コントロール・ステーションにおけるカード単位のインテリジェ

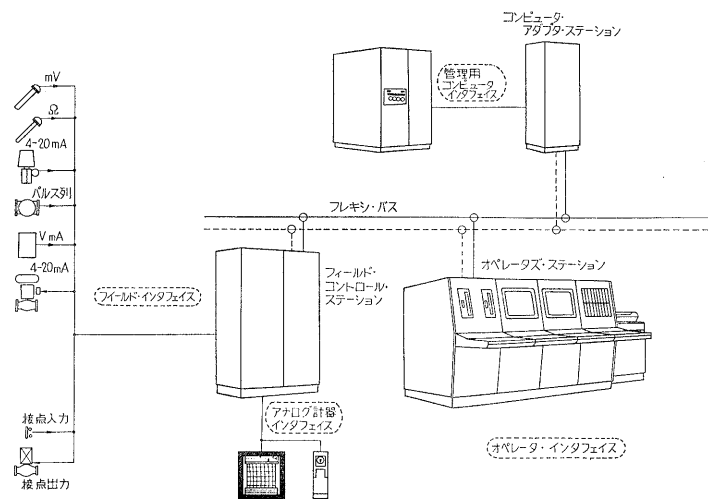


図3. CENTUM のシステム構成

ンスは、ルー
 プ単位のオー
 トバックアッ
 プが要求され
 た場合に更替
 される。カード内のインテ
 リジェンスと
 しては8ビットのマイクロ
 プロセッサが使用され、操作
 は、シリーズと外觀・操作
 性とも同一の
 ループ・ディ
 スプレイ・ユ
 ニットが使用
 される。

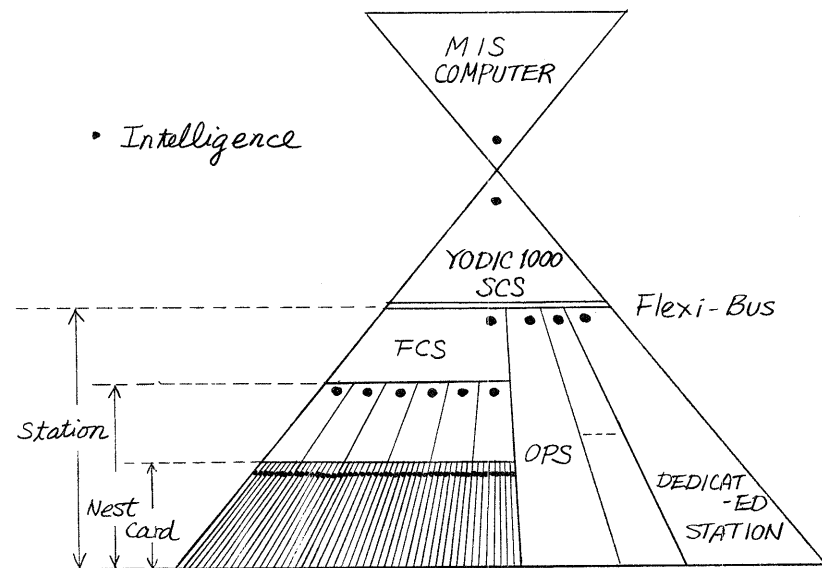


図4. Intelligence の配置

2.3 複合演算器への応用

複合演算器（ラック形）および複合演算ステーション（パネル形）は、シリーズの演算処理能力の拡大を目的として開発された。内部ではマイクロプロセッサによるデジタル演算となっているが、シリーズと同一信号形式、同一外形寸法、同一端子を採用している。

制御システム内の複雑な演算は図5に示すように、一般に調節計の設定に対して行なわれるものと、測定値に対して行なわれるものとに分類される。

設定値に対して行なわれる演算は比率設定器に代表されるように、パネルの前面から設定できる可変定数と設定のための表示が必要であり、一方、測定値に対する演算は温圧補正演算に代表されるように固定定数を使用して、決められた演算を正確に行なうことが要求される。

そこで、ラック形の複合演算器とパネル形の複合演算ステーションが用意されている。

図6にブロック図を示す。1~5V DCの信号はA/D変換器によりデジタル信号に変換され、CPU内の入力レジスタに格納される。ユーザが作成したプログラムはアプリケーション・プログラムの中にあり、入力レジスタのデータ、

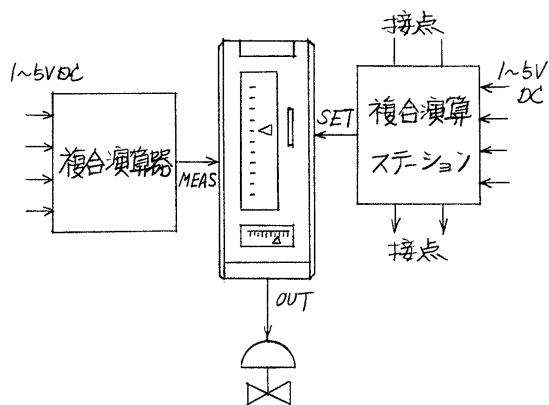


図5. 演算の分類

固定定数データを使用して各種演算を行ない、結果を出力レジスタに格納する。全ての演算が終了するとD/A変換器によりアナログ信号に変換さ

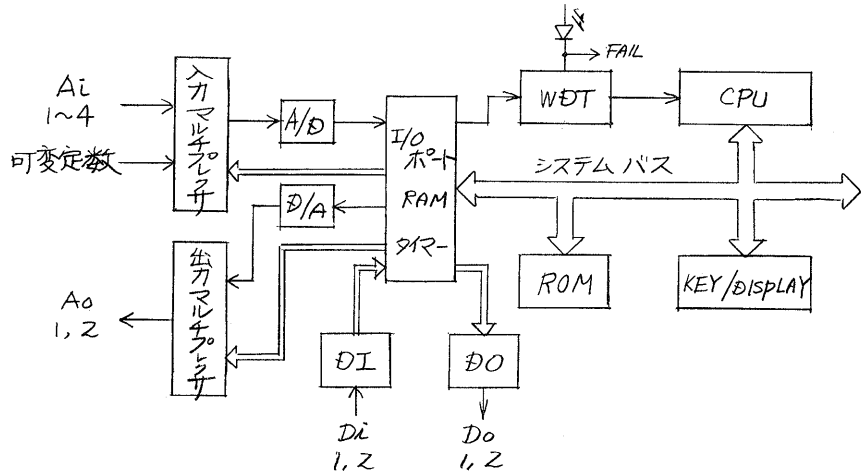


図6 ハードウェア構成図

れ、1~5V μ cとして出力される。複合演算ステーションでは、以上の機能の他に、前面パネルとの間の設定・表示のためのインタフェース機能が加わっている。写真2において右側が複合演算器、左側が複合演算ステーションである。

プロセス制御システムでは、総流量の測定のためにいくつかの差圧流量計の流量の和をとったり、差圧流量計のレンジアビリティを上げるために低レンジ用と高レンジ用とを組合せて使用することがあり、開平や加算など複数回の演算が要求される。このような場合、従来の個々の演算器を使用すると7~8ヶになることもある。

マイクロプロセッサを使用した複合演算器を用いると、かなり複雑な演算でも一台でまかなうことができる。

複合演算ステーションでは、接点入出力の機能もあるので、従来は不可能であったアナログ制御系とシーケンス制御系の接続が可能となる。

複合演算器は、マイクロプロセッサを使用することにより、従来のアナログ制御システムの能力を一段と拡大したという意味で、今後のマイクロプロセッサの応用分野を示すものと考えられる。

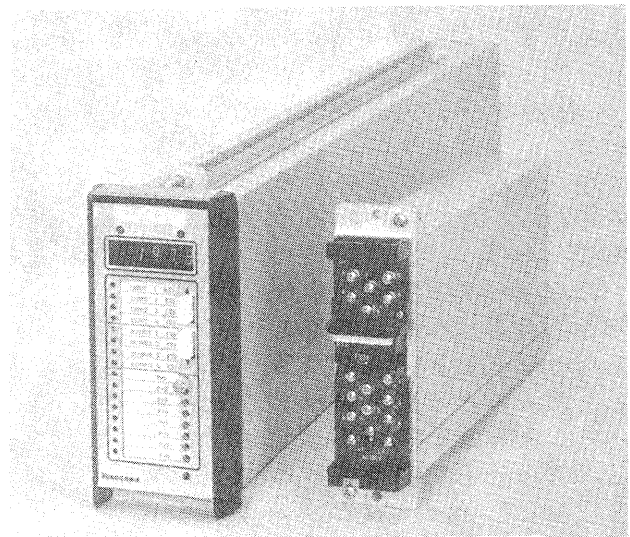


写真2. 複合演算器

3. 計測・制御とマイクロコンピュータ

以上、実製品への応用面から述べたが、それらを横断的に考察してみる。
まず、マイクロコンピュータを計測・制御分野へ応用することの利点は

- (1) 機器の小形化, 標準化
 - (2) 低価格化 (従来ミニコンピュータを使っていたのと比較して)
 - (3) 高機能化, スマート化, インテリジェント化
 - (4) ハードウェアの標準化
 - (5) システム化 (他の計測器やデータ処理装置との適合性, Building Block化)
- などであるが、これらの利点が一挙に達成されることは驚くべきである。

一オ、現実の問題としてあげられるのは

- (1) マイクロコンピュータの機種を選択。特に ROM や RAM, 周辺コントローラ等を含め、開発途上にあること。
- (2) ソフトウェア開発ツール
- (3) 信頼性の評価, 機能上の評価の問題
- (4) マイクロコンピュータのコストの問題 (マイクロコンピュータ導入によるコスト上のメリットは大量に使わないと得られないが、計測・制御機器は多品種少量生産が宿命とも言える)

今後予想される問題点としては

- (1) 機種選択の問題
- (2) ソフトウェア作成の手段, 作成されたソフトウェアの蓄積・流通の問題が大きいと思われる。

当社において製品に採用しているマイクロプロセッサの大部分は 6800, 8080, 8085 などであり、8ビット系、且つ汎用形が大部分を占めているが、計測・制御の分野では このあたりが最も使い易いと思われる。

マイクロコンピュータは製品の中の重要な部品であると同時に、実験に使う道具としても不可欠になりつつある。今や誰でもがマイクロコンピュータを使いこなす時代となりつつある。

従って、ソフトウェアの質と蓄積の問題を真険に考える必要がある。

マイクロコンピュータのソフトウェア開発のアプローチには、従来から計算機を使いこなしていた人達のアプローチ (Top down形) と、マイクロコンピュータを乍がかりに情報処理技術を体得してゆくアプローチ (Bottom up形) とが混在しており、その取り組み方やアウトプットには著しい差がある。それらのクロスオーバー (cross over) を どう取りまとめてゆくか、マイクロコンピュータに関係する共通の問題と思われる。

4. おまじ

当社におけるマイクロコンピュータ応用製品について述べた。計測・制御分野へのマイクロコンピュータ応用の参考にあれば幸いである。

参考文献

- 1) 桜井: 計測器におけるマイクロコンピュータの応用と問題点, 第6回計測と制御におけるミニコンとマイクロコンピュータ講習会 (昭和53年12月)
- 2) 多田: 新計装システムの背景, 計装 Vol.19, No.4, p6~9