

日立プログラマブルコントローラ“A-250”とその応用

Hitachi Programmable Controller “A-250” and Its Applications

プログラマブルコントローラ“A-250”は、日立製作所が最近の省力化時代のニーズにより、小形自動機械の制御用として開発した製品である。特に、小形・軽量化と高機能化(論理演算と算術演算が可能)及び高速処理化をねらいとした。また、取扱い性については、リレー盤を扱ってきた人でも簡単に扱えるように、プログラミングツールとしてハンディで表示装置に液晶表示器を採用したプログラマを用意し、片仮名表示の対話形式で分かりやすいプログラミング方式を実現している。更に、ブラウン管上にプログラムをリレーシーケンスで表示させ、従来のリレー盤と同じように扱えるシーケンスディスプレイも用意されている。この論文は、“A-250”の概要とその応用例について述べる。

酒井信雄* Nobuo Sakai
 岡村光祐* Mitsusuke Okamura
 原 秀一* Shūichi Hara
 湯山 徹** Tetsu Yuyama

1 緒 言

従来、一般産業機械の「シーケンス制御」に使われてきたプログラマブルコントローラ(以下、PCと略す。)も、初期の「リレー盤の置き換え」から最近では「シーケンス制御」と「情報の処理」を同時に行なえるような高機能形に対する要求が多くなってきている。これは、リレー盤では機械・装置の自動化、省力化を進めるうえで限界があり、この壁をPCで乗り越えると、更に一步進んだ自動化、省力化が可能になるからである¹⁾。このような背景とマイクロプロセッサに代表される半導体技術のハードウェア、ソフトウェアの飛躍的な進歩により、比較的小規模のPCでもこのニーズにこたえることができるようになった。そのため、この種のPCは応用範囲も拡大され、あらゆる産業分野に普及してきている。

この論文では日立プログラマブルコントローラ“A-250”(以下、“A-250”と略す。)の主要点の説明と、その特長を生かした応用例について述べる。

2 特 長

“A-250”は拡大するニーズにこたえるため、下記の特長を備えている。

- (1) 平均スキャンタイムが13ms/1k語と高速である。
- (2) 加減算、比較、シフトなどの算術演算ができ、更に外部入出力、タイマ、カウンタ、ビット・ワードの内部出力、シフトレジスタなどの割付けはフリーロケーションであり、これらのすべてが停電記憶可能である。
- (3) 片仮名表示のプログラマで会話形式のプログラミングができ、周辺機器も豊富で、プログラミングの作成、修正、記録及びモニタが容易である。
- (4) 取付面積、体積及び重量は、それぞれ従来機種種の55%、35%、30%と小形・軽量である(当社比)。

3 ハードウェアの概要

3.1 システム構成と仕様

“A-250”システムは、各種モジュールを基本ユニットと増設ユニットにビルディングブロック式に組み入れて構成する。基本ユニットにはCPUモジュール(Central Processing Unit:

演算処理モジュール)、メモリモジュール、電源モジュールのほか、基本入出力モジュールを最大8モジュールまで実装できる。増設ユニットにも基本入出力モジュールを最大8モジュール実装でき、“A-250”システムとして最大3台の増設ユニットを接続可能なため、最大外部入出力点数は256点まで拡張できる。図1にシステム構成図を、表1に基本仕様を示す。なお、CPUモジュールには、周辺機器を接続しプログラミング可能なCPU-Aと運転専用のCPU-Bがある。

3.2 CPUモジュール

3.2.1 ハードウェア構成

CPUモジュールは、図2に示すようにマイクロプロセッサを含んだ単純なハードウェア構成としている。一般に、ソフトウェア処理による高機能化は処理速度の低下を招くが、本装置では処理時間のかかる命令解読や入出力制御部をハードウェア処理とし、全体の高速度化と高機能化を実現している。特に、入出力制御部にカスタムICを採用することにより、CPUモジュールだけでなく入出力コントロールモジュール、入出力モジュールの構成が単純化でき、部品点数の削減と信頼性の向上を実現することができた。更に、ビット処理と全く同様にワード処理(8ビット処理)が行なえる構成となっているので、算術演算など高度な処理が可能である。

3.2.2 演算処理機能

多様な処理の要求に対応するため、エッジ検出、マスクコントロールなどの命令を追加し、論理演算命令を強化するとともに、従来、大規模高級機にしかなかった加減算、比較、シフトなどの算術演算命令をもたせることにより、高機能化を図った。

3.2.3 入出力処理機能

図3に示すように、外部入出力、内部出力、タイマ、カウンタ及びレジスタの割付けエリアをフリーロケーションとし、全エリア(1,016点)を最大限有効利用できるようになっている。また、停電記憶機能もフリーロケーションの考え方を取り入れ、入出力ナンバの任意の一つの範囲を停電記憶に指定することができ、停電時のキーリレー機能、カウンタの経過値保持などが自由に行なえるようになっている。

* 日立製作所習志野工場 ** 日立製作所東京商品営業所

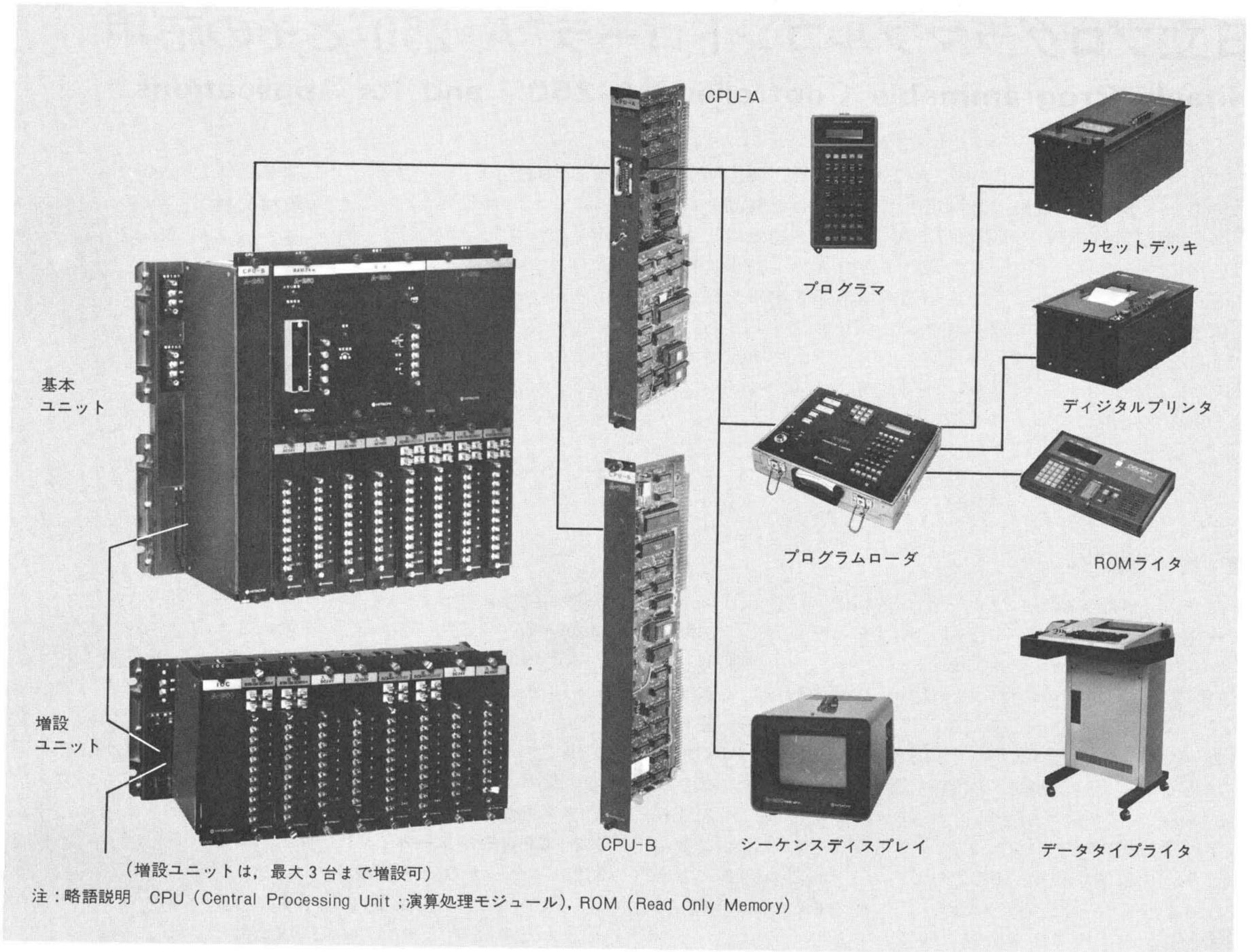


図1 “A-250”システム構成図 豊富な周辺機器をもち、多様なニーズにこたえられるシステム構成としている。

表1 “A-250”基本仕様 高速、高機能及び小形・軽量という特長を生かし、制御対象に応じたシステムを構成することができる。

項目	仕様		
制御仕様	制御方式	ストアードプログラム、サイクリック処理方式	
	処理速度	平均13ms/1k語	
	メモリ	CMOS RAM 1k語, 2k語(バッテリーバックアップ) EP-ROM 2k語	
演算処理機能	論理演算, タイマ, カウンタ, 算術演算		
入出力処理機能	外部入出力	最大256点	
入出力仕様	基本モジュール (8点/1モジュール)	入力	DC24V, 48V AC100V
		出力	DC24Vトランジスタ AC100V, 200V接点, 無接点
	特殊モジュール	アナログ入出力, パルス入力	
周辺機能	周辺機器	プログラマ, プログラムローダ カセットデッキ, デジタルプリンタ, ROMライタ シーケンスディスプレイ, データタイプライタ	
一般仕様	周囲環境	0~55°C, 20~90%RH(結露なし)	
	電源	100/110V ±1% 50, 60Hz	
	耐ノイズ	ノイズシミュレータ1,000V 10分 NEMA規格準拠	
	外形寸法 (mm)	基本ユニット: 幅400×高さ365×奥行165 増設ユニット: 幅400×高さ179×奥行165	

注：略語説明 CMOS RAM(Complementary Metal Oxide Semiconductor Random Access Memory)
EP-ROM(Erasable and Electrically Programmable Read Only Memory)

4 ソフトウェアの概要

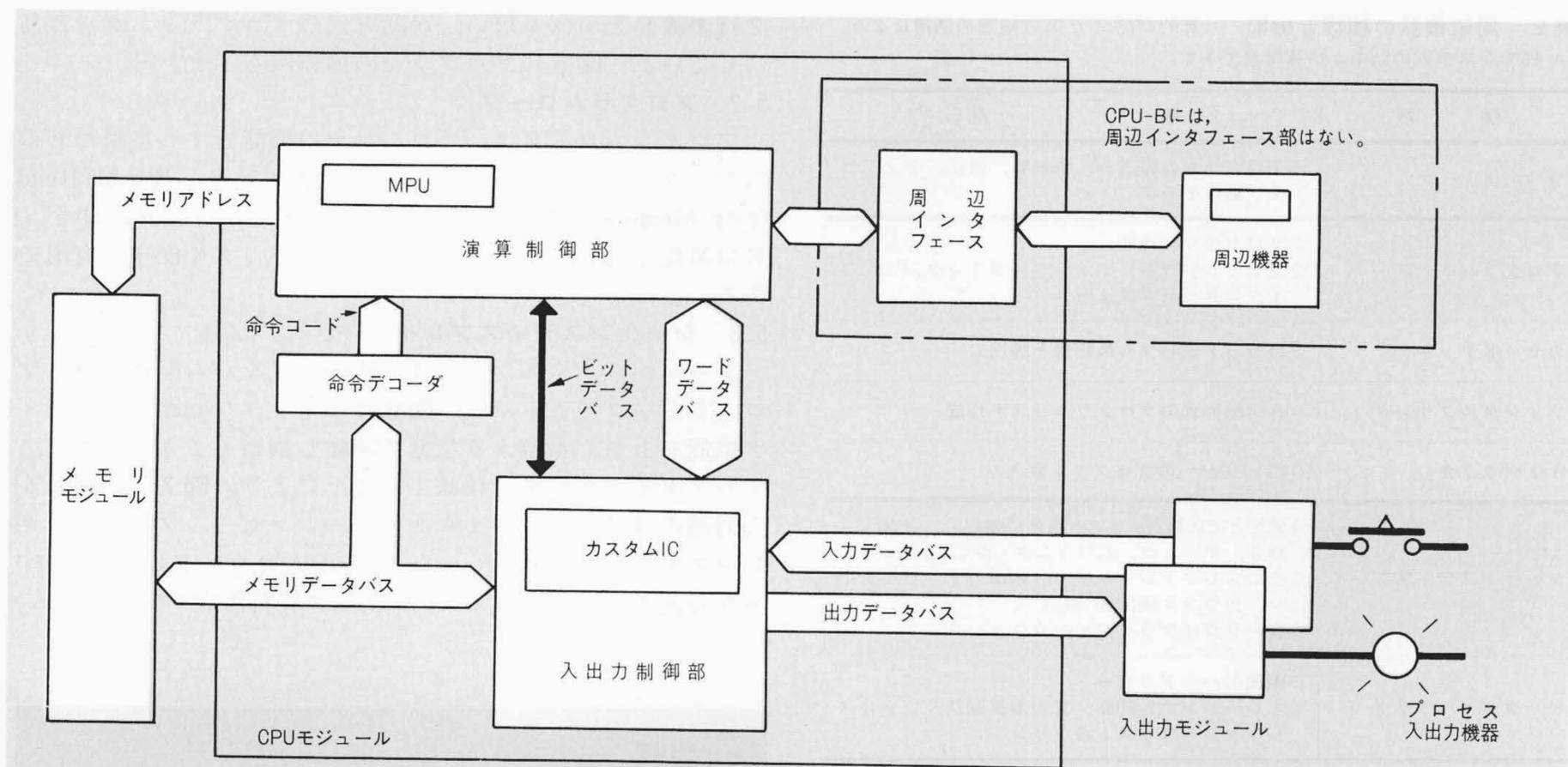
“A-250”では、図4のプログラム例に示すような簡単なアルファベットの記号群による命令語方式を採用しており、18種類の論理演算命令と16種類の算術演算命令とから成っている。更にプログラムの1ワードは、命令語+入出力ナンバ(10進数)で構成される。また、算術演算部は論理演算部による起動条件によって、実行が制御される。したがって、論理演算と算術演算の有効な組合せによる高度な処理が可能である。

5 周辺機器

“A-250”システムには表2に示すような周辺機器がある。これらの周辺機器の中で、プログラマ、プログラムローダ及びシーケンスディスプレイの3機種はそれぞれプログラミング機能をもっているため、システム構成や使用目的に応じてプログラミング機器を選定できる。

5.1 プログラマ

プログラマはハンディでローコストのプログラミング機器であるが、内部にマイクロプロセッサを内蔵しているため、操作手順やプログラム文法チェックなどを自己チェックし、演算処理モジュールの負担を軽減させている。更に、16桁×



注：略語説明 MPU(Micro Processing Unit)

図2 CPUモジュールのブロック図 MPUに8ビットのマイクロプロセッサを用いたCPUモジュールは、周辺インタフェースの有無によりCPU-AとCPU-Bの二つのタイプが用意されている。

ビット単位の割付けナンバ	ビット点数	ワード点数	ワード単位の割付けナンバ
0	64	8	W0
77			W7
100			W10
177			W17
200			W20
277			W27
300			W30
377			W37
400	64	8	W40
477			W47
500			W50
577			W57
600			W60
677			W67
700			W70
777			W77
800	64	8	W80
877			W87
900			W90
977			W97
1,000			W100
1,077			W107
1,100			W110
1,177			W117
1,200	64	8	W120
1,277			W127
1,300			W130
1,377			W137
1,400			W140
1,477			W147
1,500			W150
1,567			56

割付け例1: ビット外部入出力, ワード外部入出力, ビット内部出力, レジスタワード内部出力, タイマカウンタ

割付け例2: ワード外部入出力, ビット外部入出力, タイマカウンタ, ビット内部出力, ワード内部出力

入出力ナンバ割付け表

図3 フリーロケーションによる入出力ナンバ割付け 入出力ナンバ割付け及び停電記憶エリア指定が自由なので、各アプリケーションに応じた効率の良い組み合わせが可能である。

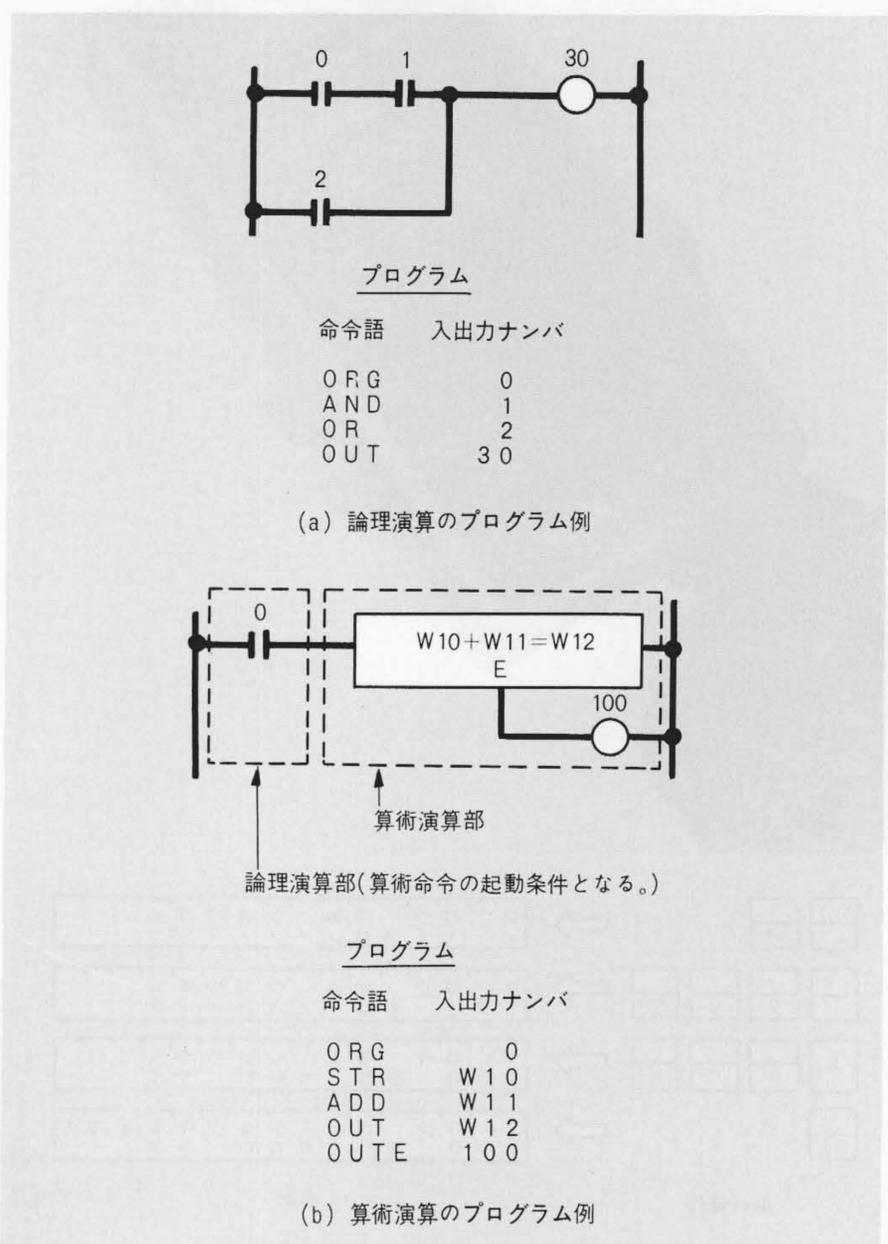


図4 プログラム例 論理演算部は、算術演算部の起動条件としても働き、両部の有機的結び付きによる高度なプログラミングが可能である。

表2 周辺機器の種類と機能 目的に応じた周辺機器の活用により、“A-250”システムの効率よい運用ができる。

種類	機能
プログラマ	○プログラムの書込み、読出し、修正、チェック及び動作モニタ
プログラムローダ	○プログラムの機能 ○カセットデッキ、デジタルプリンタ、ROMライタの各インタフェース
カセットデッキ	○カセットテープへの記録と読出し
デジタルプリンタ	○命令語形式のプログラムリスト作成
ROMライタ	○EP-ROMへのプログラム書込み
シーケンスディスプレイ	○画面との対話方式による回路の書込み、読出し、修正、チェック、動作モニタ、シミュレーション ○クロスレファレンスリスト(入出力ナンバ、タイマ、カウンタ使用表)表示 ○データタイプライタインタフェース
データタイプライタ	○画面のハードコピー ○リレーシンボル回路、算術演算回路及びクロスレファレンスリストのプリント

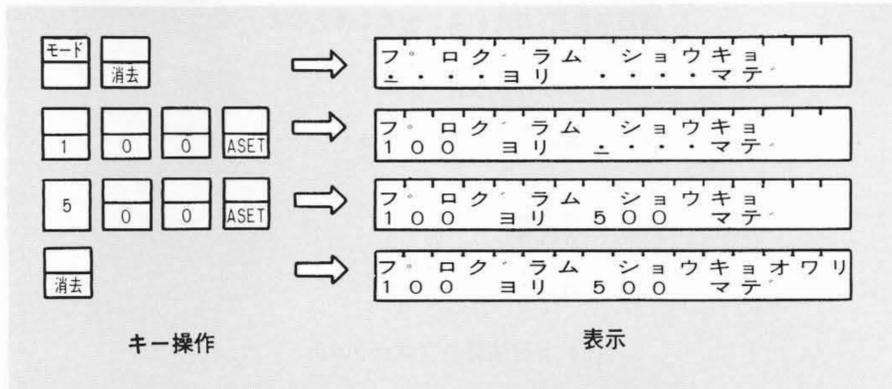


図5 プログラムの操作と表示例 プログラマは手に持って操作できるほか、漢字キーや片仮名表示により使いやすくなっている。写真は、100番地から500番地までのプログラム消去例である。

2行の液晶表示器を用い、対話方式のプログラミングを容易にしている。図5にプログラマの操作例を示す。

5.2 プログラムローダ

プログラムローダは、プログラムの機能をすべて果たせるほか、カセットデッキ、デジタルプリンタ、ROM(Read Only Memory)ライタと接続し、プログラムの記録、印字、ROM化を行なえるのでプログラムデバッグや保守に有用である。

5.3 シーケンスディスプレイ

シーケンスディスプレイは、画面を見ながら回路単位にプログラミングできるほか、図6に示すような回路動作のモニタ機能を持ち、希望する状態で凍結し観察もできる。更に、データタイプライタを接続することにより、図7に示すような回路の連続プリントや画面のハードコピー、クロスレファレンスリスト(入出力ナンバ、タイマ、カウンタ使用表)の印字が可能で、システムのメンテナンス資料作成が容易である。

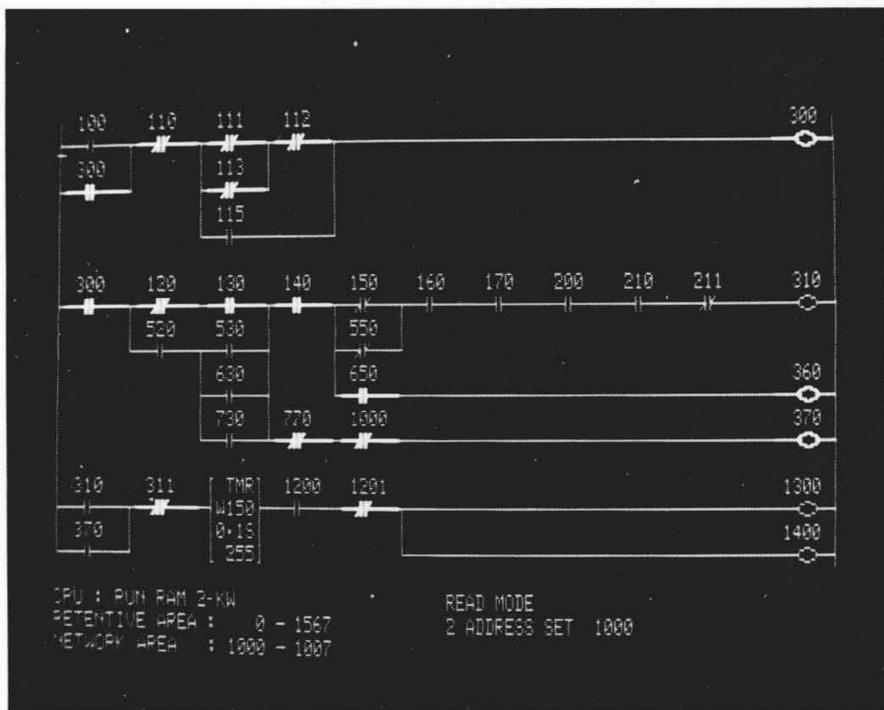


図6 シーケンスディスプレイの画面表示例 導通部分の高輝度表示により、回路動作状態を容易に確認できる。

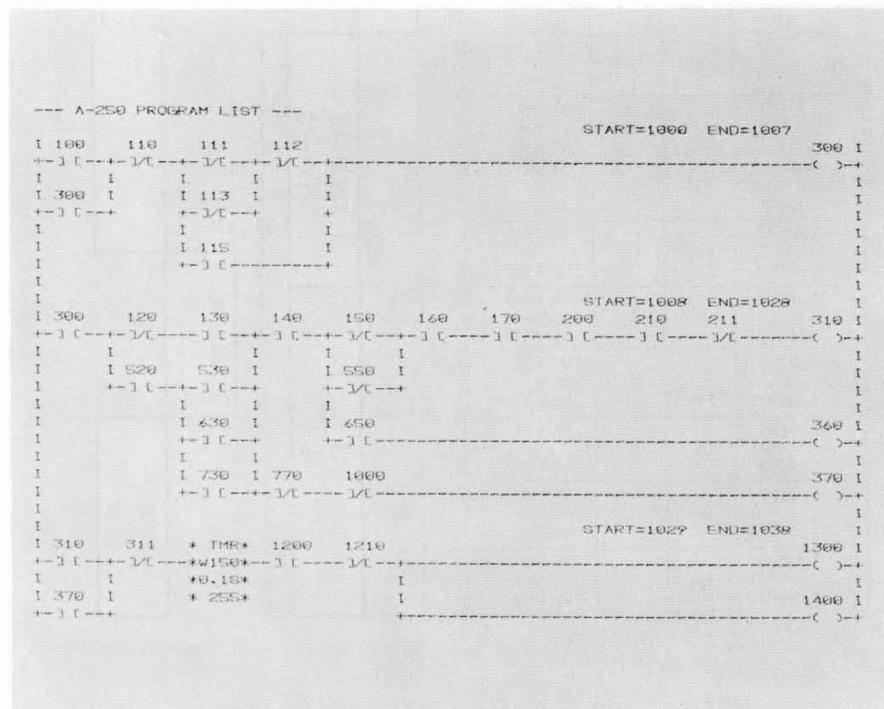


図7 データタイプライタのプリント例 シーケンスディスプレイの表示回路と各回路ごとのプログラムエリアを同時にプリントアウトできるので、プログラムの管理が行ないやすい。

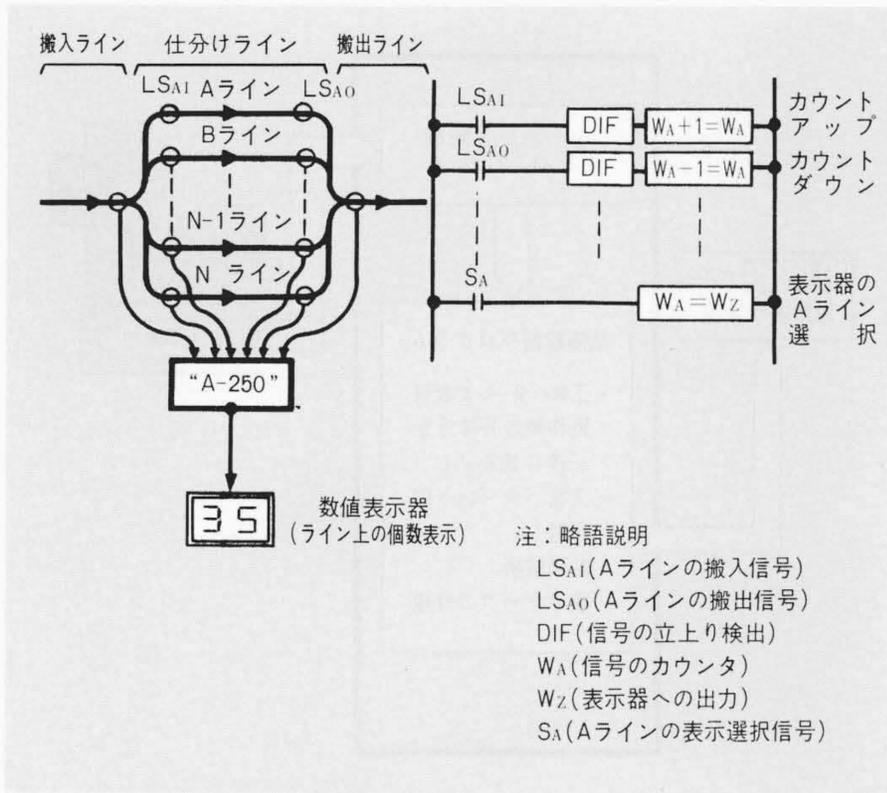


図8 コンベヤライン上の個数管理 “A-250”により、各ライン上の品物をカウントし、遠方監視盤へ個数を表示する。

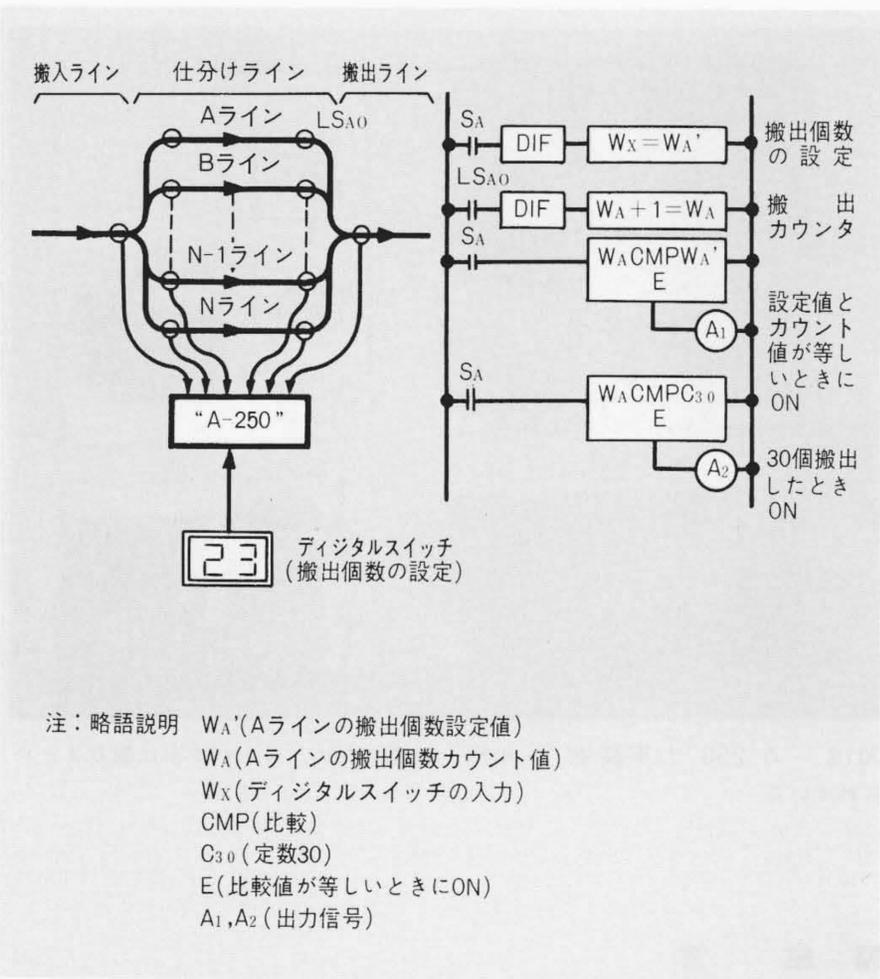


図9 コンベヤラインの搬出個数管理 “A-250”の比較機能により設定された個数だけ搬出される。

6 応用例

6.1 コンベヤ制御への応用

コンベヤ上を搬送される品物の種類や形状を判別して、後工程の流れを変えたり、コンベヤ上での作業内容を変えたりするにはPCによる制御が最適である。PCのメモリに品物の種類や形状による違いを記憶させ、これをコンベヤの動きと同期させてシフトすることによりPC内部でコンベヤラインを模擬し、品物の仕分けや作業内容を変えることが容易にでき

る。特に、“A-250”は算術演算命令や入出力ナンバのフリーロケーション機能を有効に使うことにより、多品種の品物を容易に区別できる。また、入出力ナンバなどの停電記憶機能により、停電時の誤動作対策ができる。

図8、9にコンベヤライン上の個数管理の概要を示す。図8は、各コンベヤライン上の品物の個数をカウントして遠方監視盤の数値表示器へその個数を表示する。コンベヤの搬入側と搬出側の信号をそれぞれ1加算、1減算して、アップダウンカウントする。そのカウント値をBCD(2進10進)信号に変換して数値表示器に送っている。図9は、設定された搬出個数だけ、自動的に搬出する。デジタルスイッチで設定された搬出個数と実際の搬出カウント値とを比較して、両者が等しくなったときに搬出を停止する。また、定数としてあらかじめプログラムしておけば、搬出個数を指定できる。

このように、個数管理と多品種を区別するような「情報の処理」と、コンベヤ全体の「シーケンス制御」とを1台で同時に制御する。また小形・軽量の特長を生かし、“A-250”本体はコンベヤラインの下部に組み込み、スペースをとらない実装が可能となった。

6.2 インデックス形マシン制御への応用

高速で動作するインデックスタイプの部品加工機とか、図10の工具収納機は、各ステーションにある部品の種類や工具番号をインデックスの動きに従ってその情報を移動するか、又はその情報によってインデックスの動きを制御する必要がある。

図10に示す例は、工具収納機に収納されている工具番号をユーザーが指定することにより、指定された工具が自動的に右回りか又は左回りかを判断されて最短時間で交換位置まで移動する。そこで使用中の工具と指定された工具の交換が行なわ

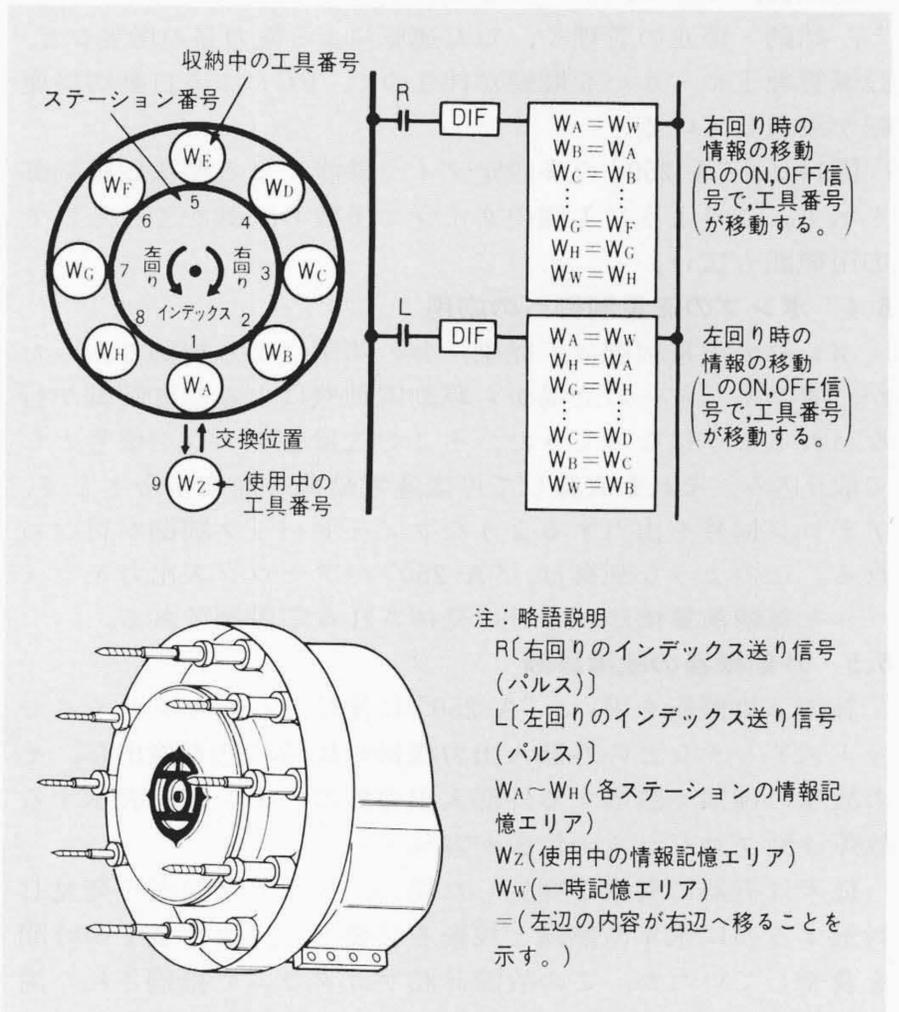


図10 インデックス形工具収納機の制御 “A-250”は各ステーションの工具番号をあらかじめ覚えておき、工具の移動と同時に工具番号の情報も移動する。

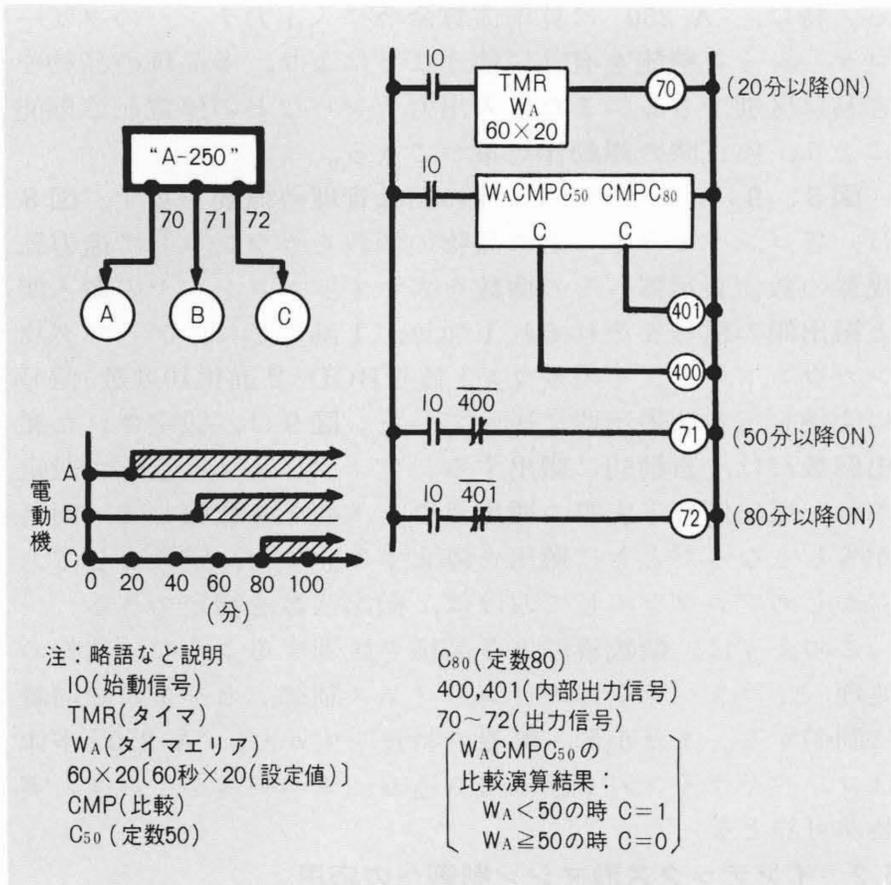


図11 電動機の順次始動制御 “A-250”の多設定タイマ機能を用いると、1個のタイマにより順次始動が行なえる。

れる。

このように、指定工具がどのステーションにあるか判断して、右回りか左回りかを決めてスタートすると、インデックスの送り信号のパルスにより、工具の移動と同時に工具番号の情報も移動する。このような制御には“A-250”の算術演算や高速処理の特長が生かされる。

6.3 電動機の順次始動制御への応用

圧縮機、ポンプ、ファンなどの台数運転を人為的に行なうと、始動・停止の管理や、むだ運転による電力量の増加など、設備管理上やっかいな問題が伴うので、PCによる自動切換運転が浸透している。

図11は、“A-250”の多設定タイマ機能による順次始動制御を示す。このように1個のタイマで多数の制御ができるので応用範囲も広い。

6.4 ポンプの流量制御への応用

ポンプの流量制御は、従来、弁の開閉による制御であったが、省エネルギーの立場から駆動電動機による速度制御が行なわれるようになってきた。そこで流量をアナログ信号として取り込み、それを演算して可変速電動機の手動速度指令として、アナログ信号を出力するようなフィードバック制御が行なわれる。このような制御は、“A-250”のアナログ入出力モジュールと算術演算機能が十分に発揮される応用例である。

6.5 外部機器の故障診断

算術演算機能を用い、“A-250”に接続されたセンサやリミットスイッチなどの外部入出力機器の故障状態を検出し、その故障の種類や該当する外部入出力機器のナンバを表示する故障診断プログラムの作成が容易である。

従来は機器に異常が発生した場合、その異常箇所を発見し対策するのに永年の熟練と技術を必要とし、また多くの時間を費やしていたが、この故障診断プログラムで指摘された箇所を調査するだけで、短時間にしかも簡単に異常箇所を発見することができる。図12に故障診断を行なう場合の構成を、図13に“A-250”の実装例を示す。

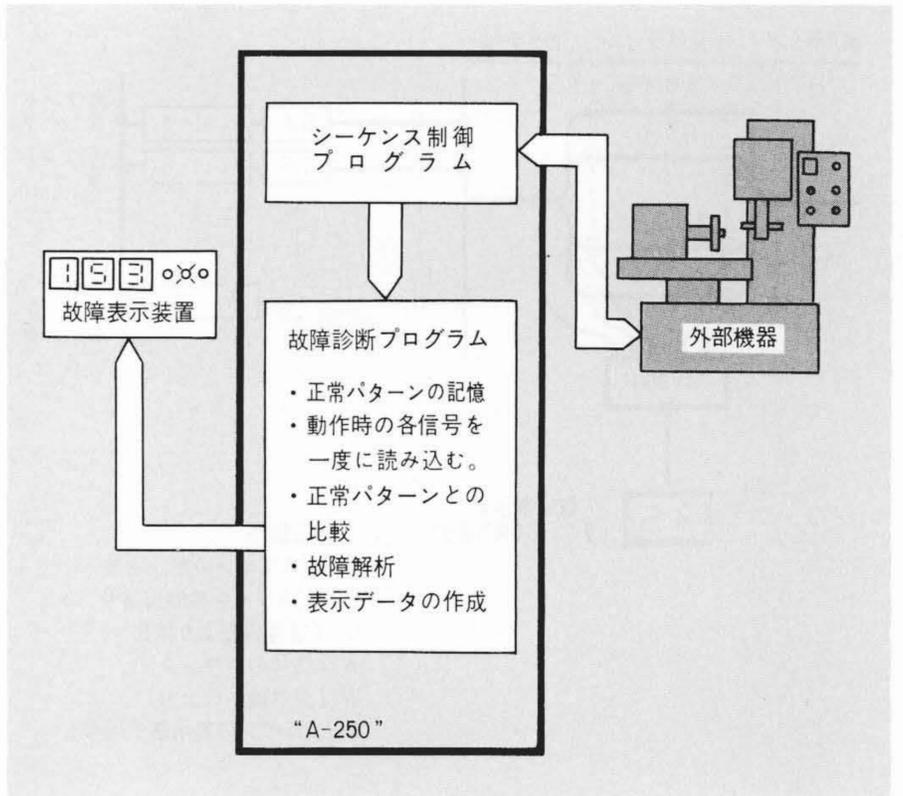


図12 外部機器の故障診断 高度な演算機能、豊富な内部出力エリアにより、従来の小形PCでは困難であったきめ細かい故障診断が可能である。

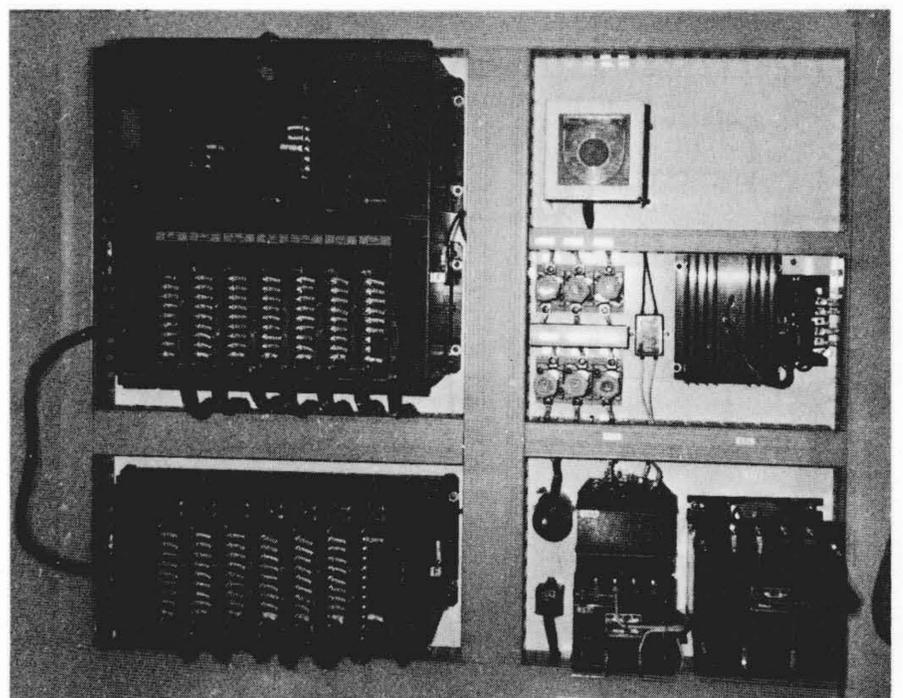


図13 “A-250”の実装例 小形・軽量のため、コンパクトに取りまとめられている。

7 結 言

以上、小規模システム向きながらも、数値演算、比較などの情報処理機能をもった日立プログラマブルコントローラ“A-250”の諸特性とその応用例について述べた。この製品分野は進歩の著しい分野であり、半導体技術の進歩やニーズの多様化などで多種多様な製品が発表されているが、日立製作所としては、今後ともユーザーニーズにこたえる製品の開発に努力する考えである。

終わりに、“A-250”の製品化に当たり御指導をいただいた関係各位に対し厚く御礼申しあげる。

参考文献

- 1) 斎藤編：プログラマブルコントローラを活用する，電気書院（昭55-2）