

HIDIC 80シリーズ周辺装置

Peripheral Equipment for Control Computer System HIDIC 80 Series

制御用計算機システムHIDIC 80シリーズ用として、最近の多様化する市場ニーズに対してシステムの適応性を高めるため、日立製作所は従来よりも性能、信頼性及び経済性ともに優れた周辺装置を開発した。

この論文は、このうち、分散形プロセス入出力装置、大容量ディスク装置、プロセスディスプレイ装置及びコンソール入出力装置について、それらに要求されるニーズとその実現手段、及び特徴について述べた。これらの周辺装置にはシステムの分散化指向への対処を考慮した各種機能を充実するとともに、進展の著しいマイクロコンピュータ技術を駆使して性能を従来機種に比べ大幅に強化する一方、信頼性、保守性、マンマシン性の向上を図った。新しい周辺装置によるレパートリの拡充によって、いっそうコストパフォーマンスの高いシステムを構成することが可能となった。

林 幸登* Hayashi Yukitaka

斉藤 勉* Saito Tsutomu

村山典男* Murayama Norio

中村国夫* Nakamura Kunio

浜田亘曼** Hamada Wataru

1 緒 言

我が国で制御用の目的でデジタル計算機が設置されてから約15年を経過した。その間、計算機制御は目覚ましい進展を遂げ、システムの処理内容は高度化するとともに極めて広範なアプリケーションに適用されるようになった。それと同時に、周辺装置についても、性能はしだいに高速、大容量化し、機能的にも多様化を追求して、システムコンポーネントとして広いレパートリを整えてきた。

しかし、計算制御システムの最近の動向は高度化、多様化とともに大規模化と分散化の傾向をも示し、周辺装置に対しても、分散処理の可能なインテリジェンスや長距離伝送機能など、従来とは幾分異なったシステム指向形ともいえるべき新しいニーズを醸成している。また、今や計算機は制御システムの中核として必須不可欠のものとなってきており、特にその大規模化は、信頼性、保守性及び経済性の面で、これらに対するニーズを一段と厳しいものにしていく。

また一方では、最近のマイクロコンピュータを頂点とする

LSI技術の進歩は目を見張るものがあり、上述のニーズを比較的容易に実現できる素地ができてきた(図1)。

このような背景のもとに、制御用計算機HIDIC 80シリーズ用周辺装置として、各種の装置を開発、実用化してきたので、以下にその主なものについて概要を述べる。

2 分散形プロセス入出力装置

システムの広域化と規模の多様化に伴い、プロセス入出力装置に対しても、配線工事費の大幅低減を目的とした装置の分散設置、あるいは小規模から大規模システムまで幅広く適用可能な拡張性が要求されてきた。

更に、分散設置は当然のことながら、データの長距離伝送能力や計算機負荷を軽減するためのインテリジェンス性を装置に求めている。これらのニーズに応ずるため、従来の集中形プロセス入出力装置(H-7600形)に加え、新たにマイクロコンピュータを内蔵した分散形プロセス入出力装置(H-7660形)

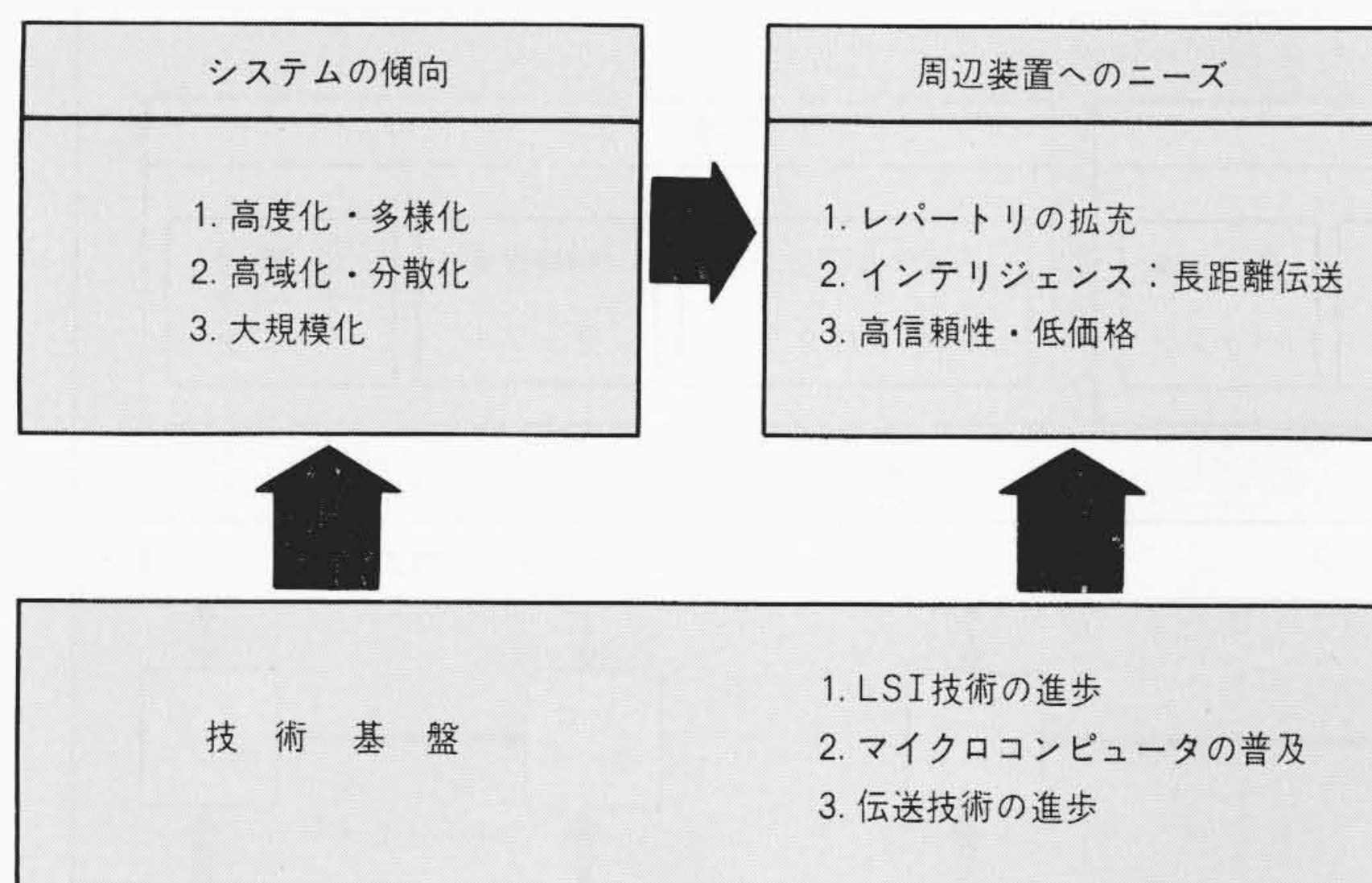


図1 周辺装置に対するニーズ 周辺装置に対して、システム指向形ともいえるべき新しいニーズが芽生えてきた。

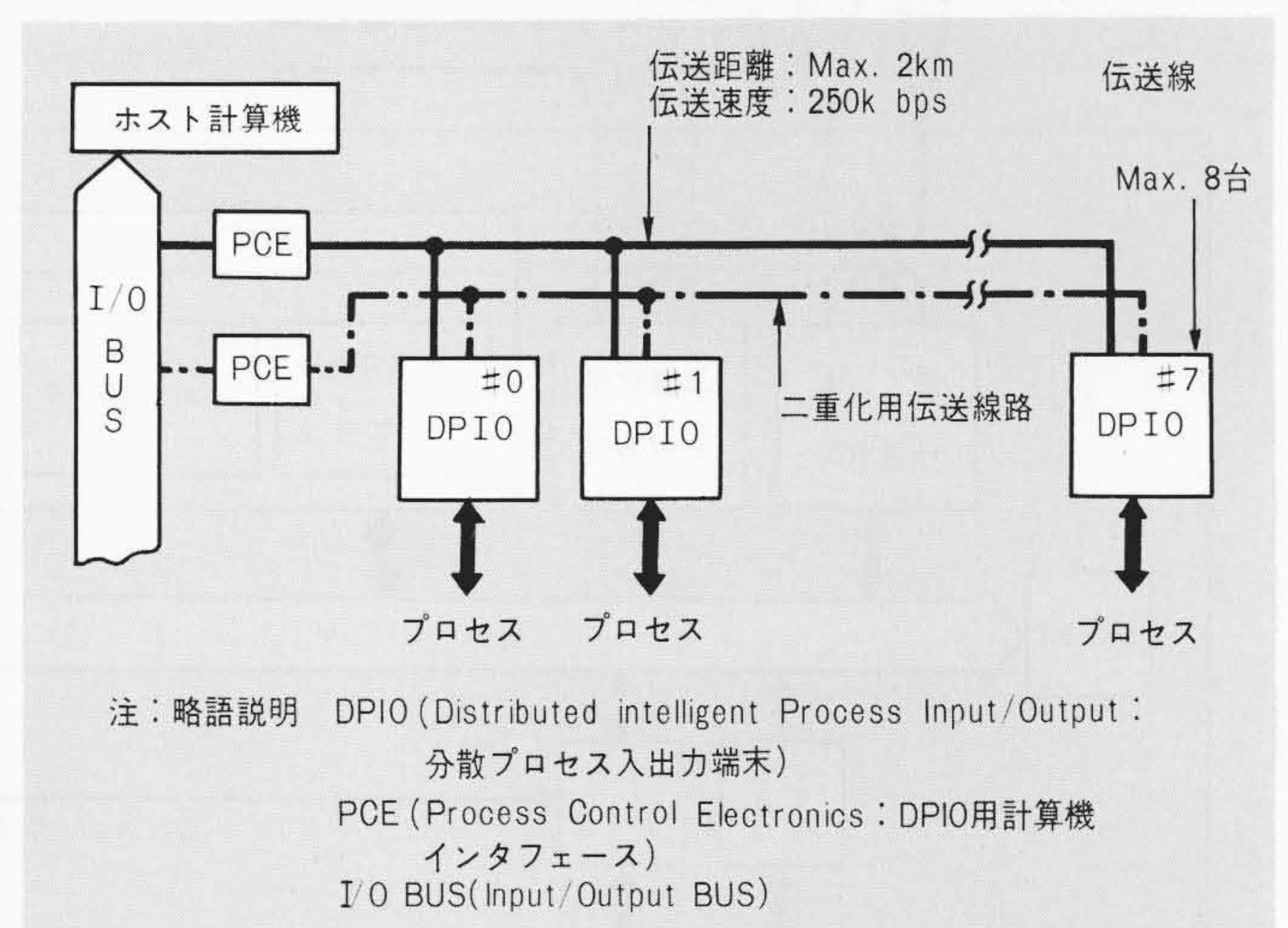


図2 代表的システム構成 PCEとDPIOの組合せにより、小規模システムから大規模システムまで幅広く適用できる。

* 日立製作所大みか工場 ** 日立製作所日立研究所 工学博士

を開発した。

2.1 分散形PI/Oシステムの構成と動作の概要

図2に代表的な分散形プロセス入出力装置システムの構成例を示す。システムは大別して、対象プロセスプラントの近傍に設置される分散形プロセス入出力端末(DPIO)とホスト計算機に直結される計算機インタフェース(PCE)とで構成され、一つのPCEに最大8台までのDPIOが1本のペア線上にマルチドロップ方式で接続される。また、DPIO1台当たりの規模は、使用する入出力カードによっても変わるが、デジタルで256点程度、アナログで最大80点である。なお、同図は信頼性向上のため伝送線を二重化した例であり、大規模システムに対してはPCEを追加することによって同図の構成を幾重にも拡張することができる。

次にシステムの動作の概要を図3に示す。シリアル伝送を効率良く行なうには、データの連続転送が必要である。このためDPIOは計算機からの初期設定データ(入出力カードパラメータ、論理アドレス↔物理アドレス変換テーブル、スキャン周期など)をもとに、自動的にプロセスデータを収集しメモリに記憶しており、計算機からの指示により要求データ数の連続転送を行なう。また、オプションとして拡張メモリをもちインテリジェント処理プログラムにより、基本メモリのデータを加工・処理し、アナログ入力の直線補正、単位変換、上下限チェックなどを行なうこともできる。この場合、インテリジェント処理の実施要否は計算機からの指示により選択が可能である。各々のDPIOはトランス結合により伝送線と絶縁されており、1台のDPIO電源断により他DPIOに影響しないこととしている。

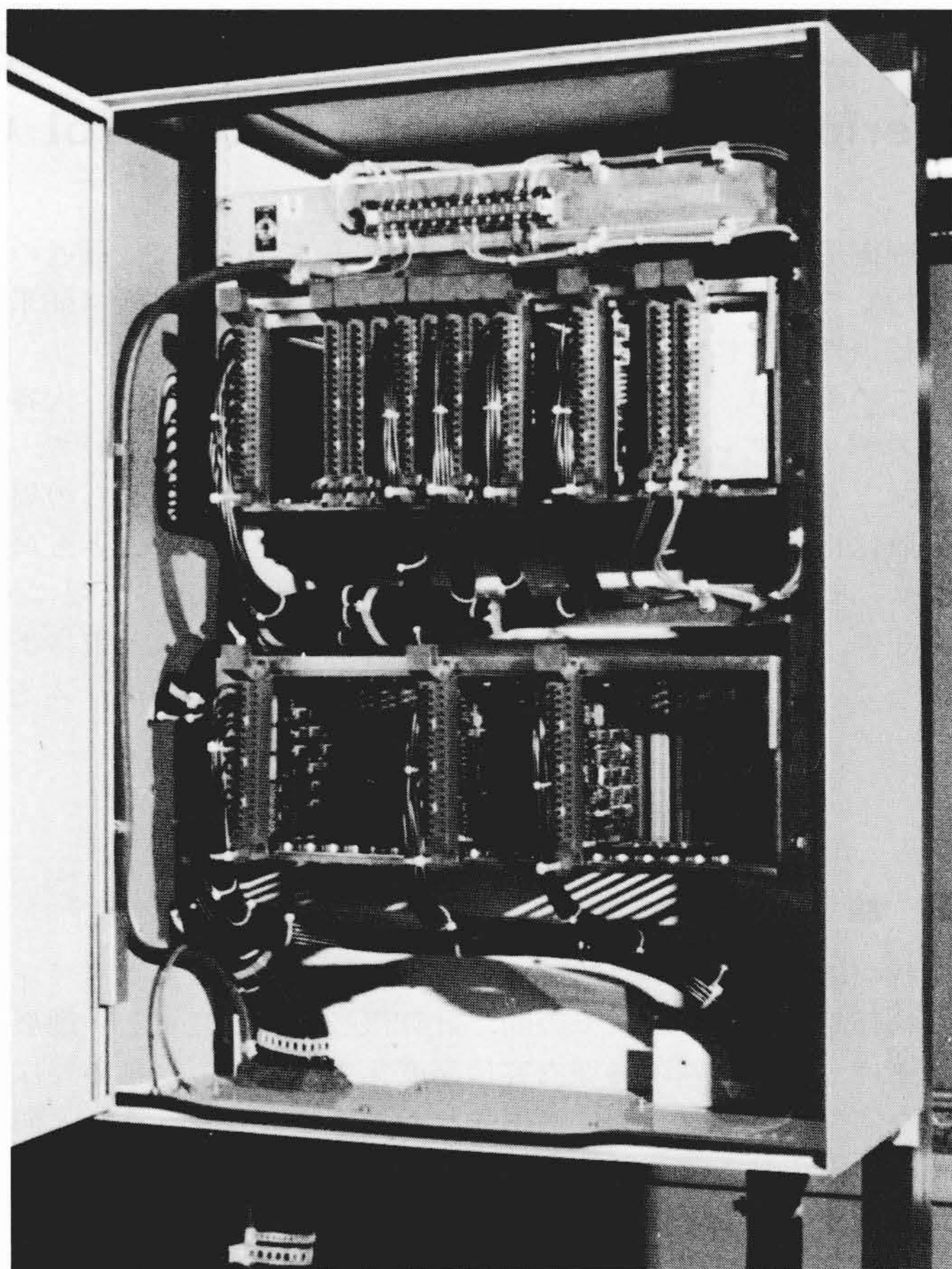


図4 DPIO実装例 現場設置に適した防塵形密閉壁掛構造(幅600mm×奥行300mm×高さ800mm)を示す。

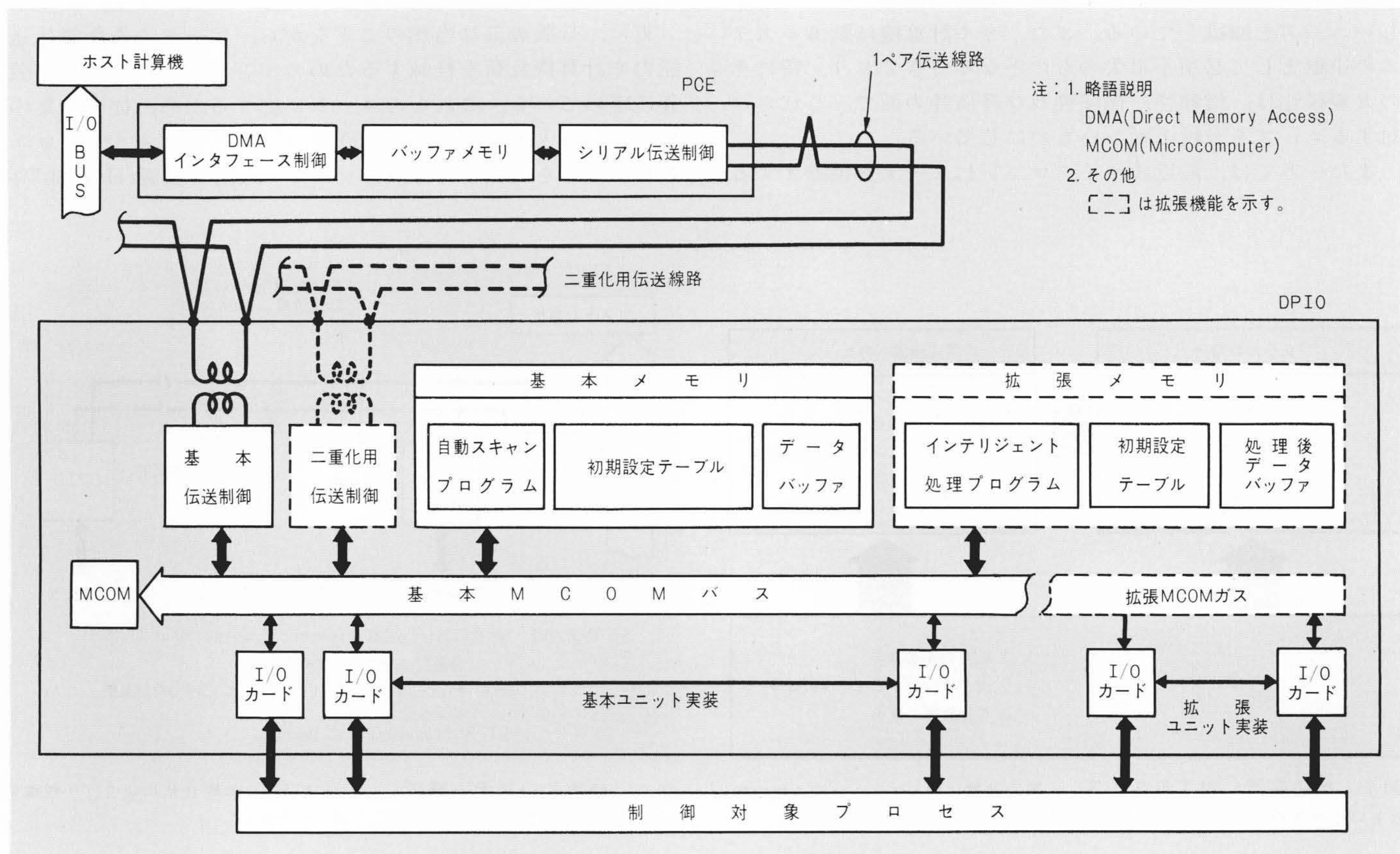


図3 DPIO動作説明 マイクロコンピュータ内蔵により、分散設置に適したインテリジェント機能と拡張性をもっている。

2.2 分散プロセス端末(DPIO)の実装と特長

図4に実装の一例を示す。装置は基本ユニットと拡張ユニットをもち、基本ユニットは電源、伝送部回路、マイクロコンピュータ及びメモリを内蔵し、その他最大14枚の入出力カード(I/Oカード)を実装することができる。オプションとして二重化用伝送回路、拡張メモリなどを使用する場合は、I/Oカード実装位置を使用する。拡張ユニットは汎用ユニットとアナログ専用ユニットの2種類があり、汎用ユニットには最大16枚のI/Oカードを、アナログ専用ユニットにはアナログ入力共通制御回路と最大10枚のアナログ入力マルチプレクサカードを実装することができる。小規模なアナログ入力に対しては、A/D変換器を内蔵したアナログ入力カードも用意しており、アナログ入力を汎用ユニットに実装することもできる。これらのユニットは、JIS規格の19inユニットであり、ユニットレベルで他装置への実装も可能である。

装置の特長を図6に示す。各種環境のプロセスプラント近傍に設置されることを考え、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)の採用、回路のハイブリッド化などにより極力低電力化を図り、標準実装筐体を防塵形密閉構造とした。また、プロセスとの直接接続を可能とし、中継端子盤などの除去による配線スペースの縮小、工事費の低減を図るため図7に示すような新形コネクタ、ピンを開発した。コネクタは $0.5\sim 2.0\text{mm}^2$ の外部配線を接続することができる。また、ピンはプリント板と両面から接触できるダブルコンタクトとし、接触信頼性の強化を図った。

3 大容量ディスク装置

制御用計算機システムは、オンラインリアルタイム性が重要視されることから、外部記憶装置には、機構部が簡単で信頼性に優れ、アクセスタイムが比較的短い磁気ドラム装置や固定ヘッドディスク装置がプログラムレジデンスとして用いられ、一方、中規模ファイルメモリとしてカートリッジディスク装置が使用されてきた。しかし、計算制御技術の進歩とともに、その適用分野も多岐にわたり、大量のデータを高速に処理するような情報処理的性質の強いシステムなど、その市場ニーズはますます大形化、多様化の傾向を帯びてきている。したがって、これら制御用計算機システムで用いられる

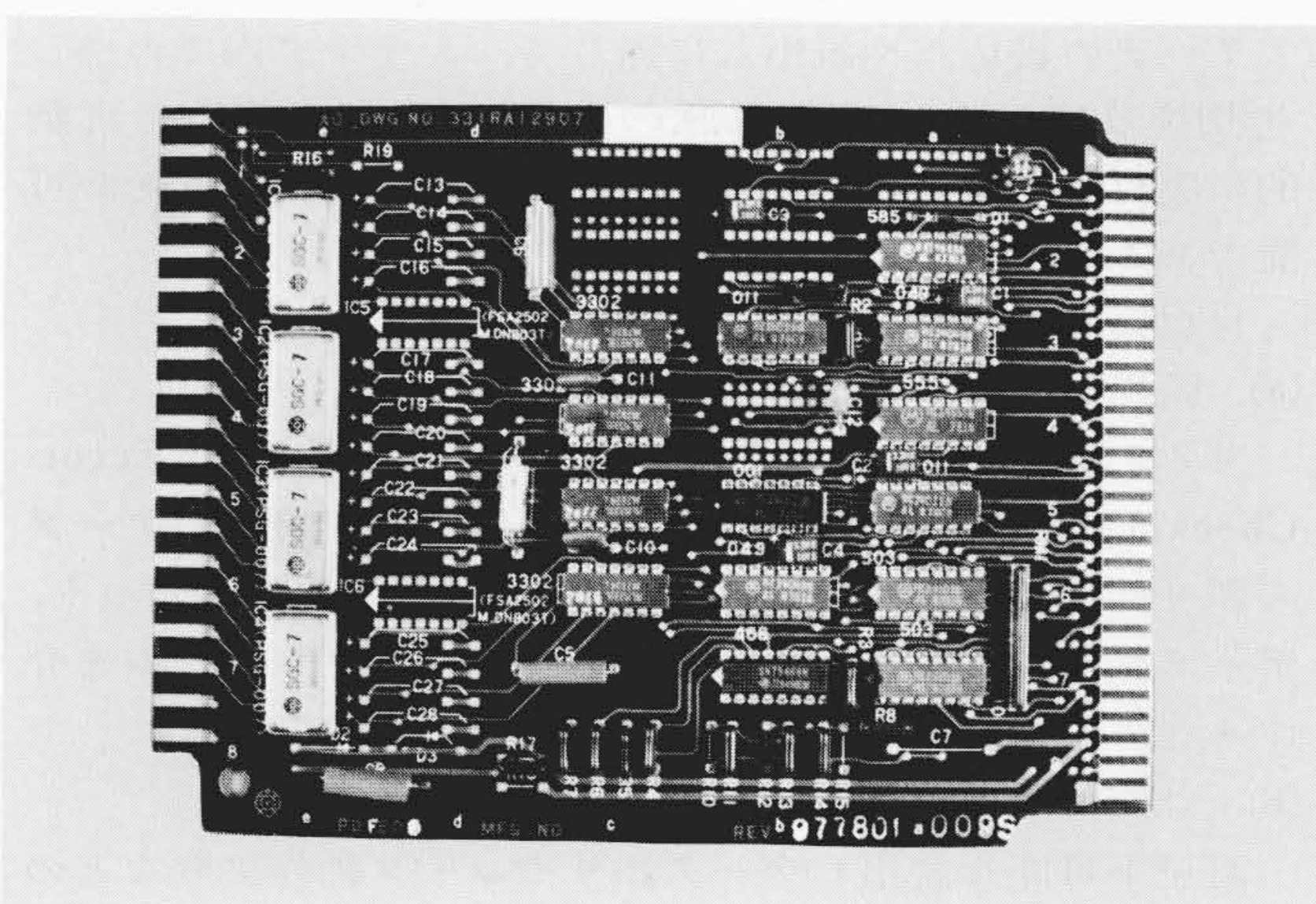


図5 I/Oカード 高密度実装、低電力化を目的にハイブリッド素子、CMOS素子を採用している。

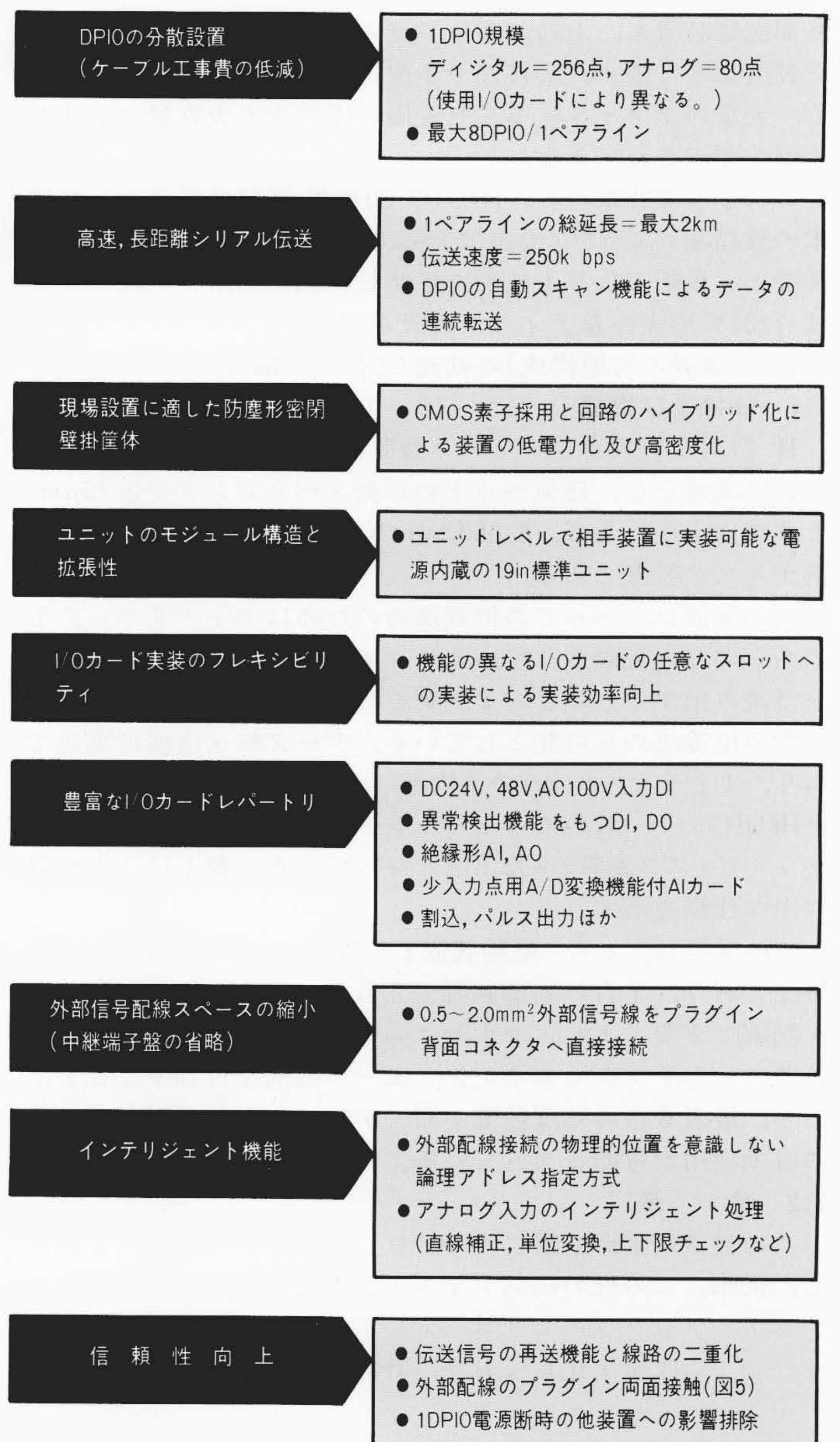


図6 分散形プロセス入出力装置の特長 分散形プロセス入出力装置の特長を示す。

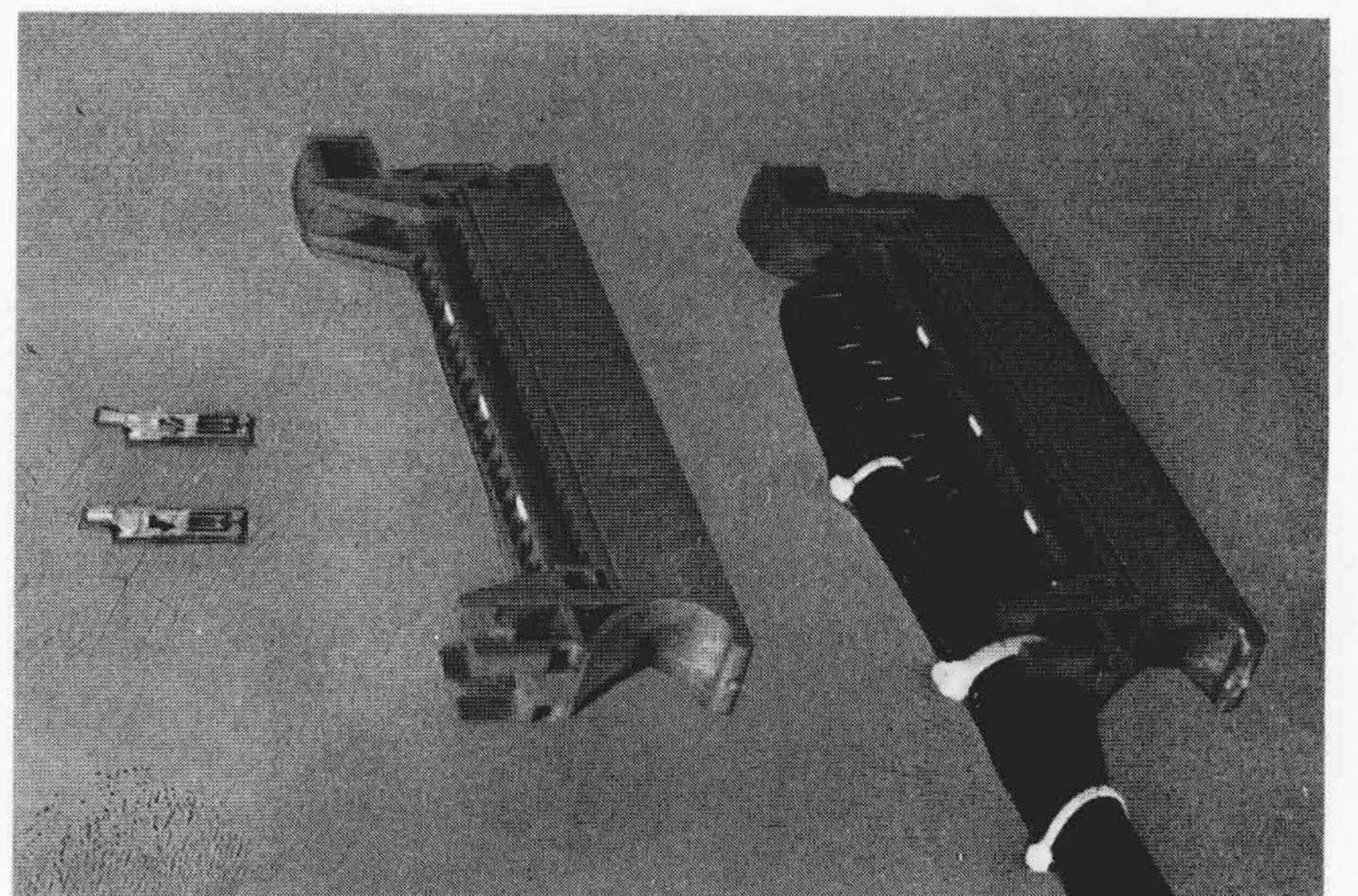


図7 外部配線用コネクタ、ピン 配線スペース縮小のため、 $0.5\sim 2.0\text{mm}^2$ の線の直接接続が可能である。ピンはプラグインに対し、両面接触とし接触信頼性を向上した。

外部記憶装置も、上述の磁気ドラム装置や固定ヘッドディスク装置などに加え、応答性を多少犠牲にしても処理性能が高く、大量のファイルメモリを安価に提供する大容量ディスク装置が要求されてきた。

このような背景から、HIDIC 80用外部記憶装置として従来の製品系列に新たに高密度記録方式を採用したディスク駆動装置と、最新のLSI技術を駆使した制御回路とを統合したH-7131C形大容量ディスク装置を開発し、メモリハイアラーキ(記憶装置の階層構成)の拡充を図った(図8)。

3.1 仕様及び構成

H-7131C形大容量ディスク装置は、12枚形ディスクパックを記憶媒体とし、磁気ヘッドの浮動スペーシングを0.76μmと非常に小さくして、6,060 bpi の高密度記録を実現した磁気ディスク装置である。

この装置は、ヘッドの位置決めのためにディスクパック上にあらかじめ記録されているサーボ信号を、専用の磁気ヘッドで読み出すことによって制御を行ない、高密度の記録と高精度の位置決めを可能としている。データ転送速度は高速であり、1トラック当たりの平均データ転送速度は、480k語/秒とHIDICシリーズのカートリッジディスク装置の4倍、固定ヘッドディスク装置の約2.5倍となっている。表1にこの装置の主な仕様を示す。

この装置はディスク駆動装置1台当たりの実記憶容量が120M語であり、1台の制御装置で2台までのディスク駆動装置を制御できる。また、マルチコンピュータシステムではこの装置にマルチアクセスインタフェース機構を付加することにより、最大6台の処理装置が同一ディスクを共有でき、資源の有効活用が可能となっている。

3.2 特 長

この装置は制御装置にマイクロプログラム制御方式を採用し、従来、この種の磁気ディスク装置ではオペレーティングシステムプログラムでサポートしていた諸機能のうちの多くをファームウェア化しており、計算機システムの主記憶装置

表1 H-7131C形大容量ディスク装置の仕様 この装置の記憶容量は、接続される駆動装置台数によって125,763,584ワードと251,527,168ワードの2種類が可能である。

項 目		仕 様
記憶容量	ワード/パック	125,763,584
	ワード/シリンダ	155,648
	ワード/トラック	8,192
	ワード/セクタ	256
記 録 密 度 (bpi)		6,060
ト ラ ッ ク 密 度 (TPI)		370
シリンダ数/パック		808+7(交代トラック)
トラック数/シリンダ		19
接続可数駆動装置数		最大2
位置決め時間 (ms)	最 小	7.5
	平 均	30
	最 大	55
回 転 待 ち 時 間 (ms)		平均8.3
デ ー タ 転 送 速 度 (ワード/秒)		480,000

注：1. 1ワード 16ビット
2. bpi(ビット/インチ), TPI(トラック/インチ)
3. データ転送速度は1トラック当たり平均速度を示す。

に占めるオペレーティングシステムプログラムの容量を削減し、かつ、処理装置から大容量ディスク装置に対するアクセス頻度を減少して、制御用計算機システムの使用効率の向上を図っている。

(1) 計算機システムの使用効率向上

(a) コマンドチェーン及びデータチェーン機能

この装置のアクセス方式にコマンドチェーン機能、及びデータチェーン機能を取り入れたため、処理装置からの少ない起動回数で大量のデータ転送が可能であり、また主記憶装置内メモリの有効利用が可能である。

(b) 論理アドレス指定

シリンダアドレス、ヘッドアドレス、セクタアドレスなどディスク固有の物理アドレスをプログラムで意識することなく、一貫した論理セクタアドレスでディスク上のデータをアクセスできる。

(c) マルチトラック処理

データの書込みや読出しに際して、シリンダ内でのヘッド#切換及びシリンダ#から次のシリンダ#への切換を自動的に実行し、1個のコマンドで最大64k語のデータ転送が可能である。

(2) 自己修復機能

(a) 読出し誤りデータの訂正

セクタのアドレス部とデータ部の後部に、ECC(Error Checking and Correction)コードを付加し、読出しデータの誤り検出及び誤り訂正を行ない、アドレス部は4ビット、データ部は12ビットまでのバースト誤りをプログラムを介することなく自動訂正を行なう。

(b) コマンド再試行

訂正不可能な読出しデータ誤りやシーク動作失敗などの再試行可能なエラーが発生すると、ヘッドのオフセット動作などをしながらコマンドの再試行を行なっている。

(c) 交代トラック処理

データの書込みや読出し動作中に不良トラックに遭遇した場合の交代トラックへの自動乗り移り、及び交代トラッ



図8 H-7131C形大容量ディスク装置 右側がディスク駆動装置の筐体、左側が制御回路の実装されているフォーマッタ筐体を示す。

クを処理後の現用トラックへの自動復起など、一連の交代トラック処理を実行する。

(3) 自己診断機能

(a) オフライン内部診断

制御装置に取り付けられたメンテナンスパネルを操作することによって、制御回路の内部診断が可能である。

(b) エラー統計情報の収集

各種エラー統計情報の収集を行ない、これらの情報から装置の故障を予知することができる。

4 プロセスディスプレイ装置

人間と制御対象であるプラントとの間の情報伝達を司るプロセスディスプレイも、ここ数年間で大きな進歩を遂げてきた。例えば、情報の表示形態ひとつをとってみても、当初のランプ表示から融通性の高いC R T (Cathode Ray Tube) による文字表示を経て、現在では高精細度カラーC R T によるプロセス量のグラフ表示へと移行してきた。これらは主に、C R T などの新しい入出力デバイスの開発に支えられて、一貫して高度のマンマシン性が追求されてきたのが特徴である。

しかし、計算機制御システムの多様化と分散化が進む中で、プロセスディスプレイに対しても、従来のデバイス指向形とは趣を異にしたシステム指向形の新しいニーズを作り出している。すなわち、多様化に対処するためには各種マンマシン機能の自由な選択、組合せなど装置の融通性が要求され、分散化傾向に対してはC P U (中央処理装置)や回線の負荷を軽減するため、装置にインテリジェンスが求められるようになってきた。

これらの新しいニーズに対処するため、マイクロコンピュータや各種周辺L S I を採用した新しいマンマシン装置として、H-7847C形プロセスディスプレイ装置を開発した。図9にその外観、及び表示画面の一例を示す。

4.1 装置の構成

この装置はハードウェア、ソフトウェア両面の徹底したモジュール化によって、多様なニーズに対して幅広く適用する

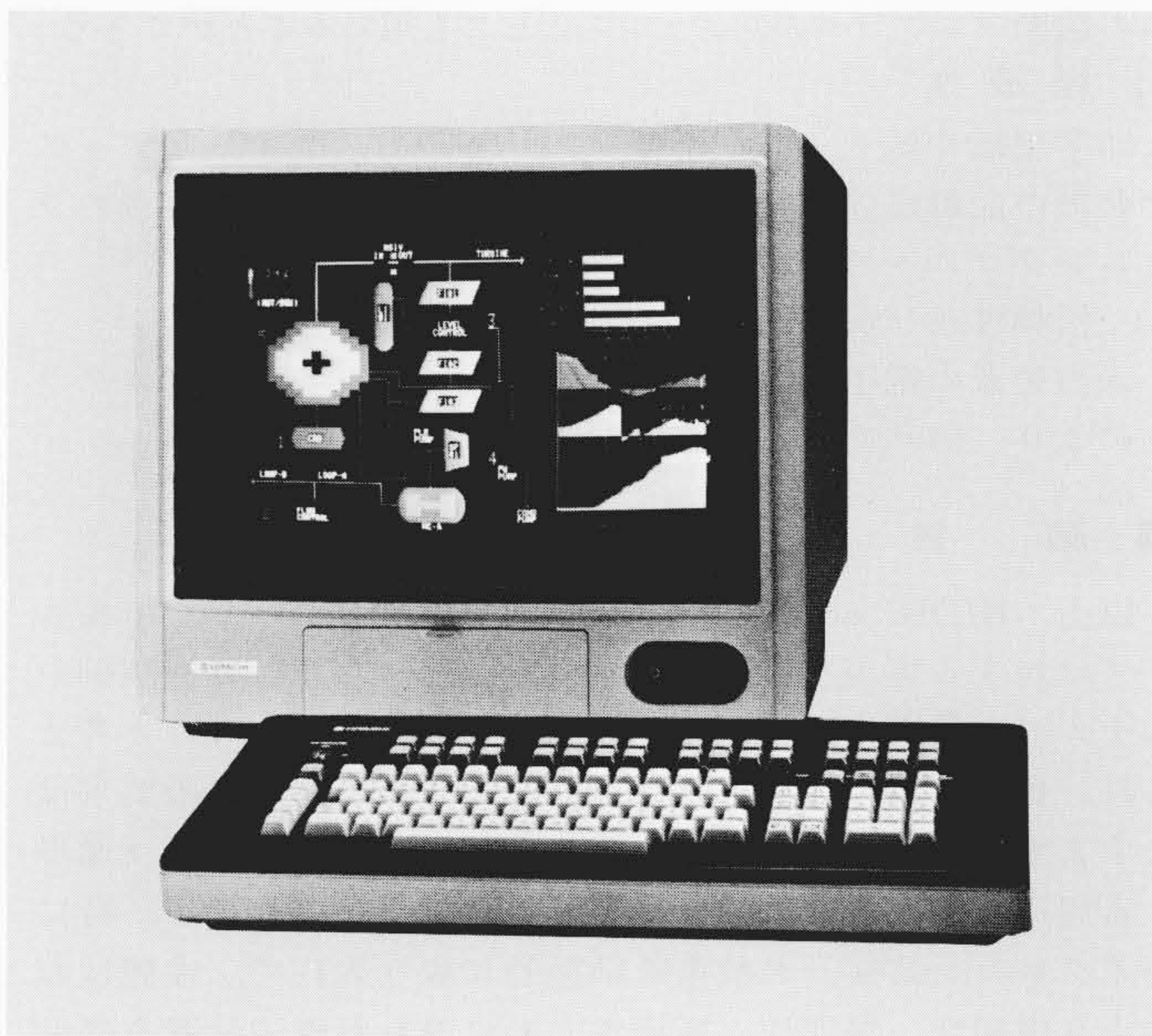


図9 H-7847Cプロセスディスプレイ装置 システム指向形の最近のニーズに対処するため、マイクロコンピュータを採用した新しいマンマシン装置を開発した。

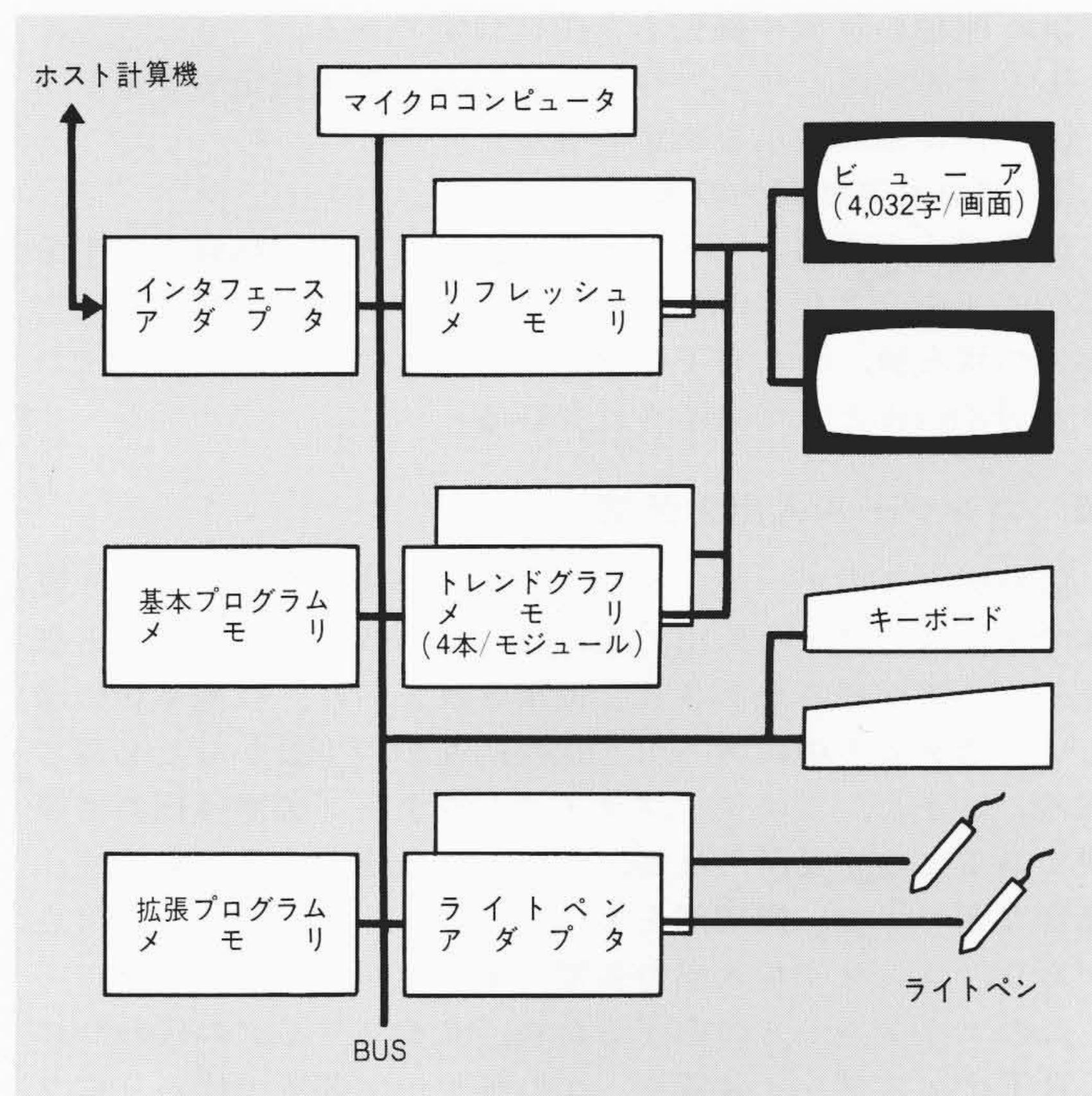


図10 プロセスディスプレイのハードウェア構成 各ブロックは徹底したモジュール化によって、自由度の高いビルディングブロックが可能である。

ことができる。

(1) ハードウェアの構成

ハードウェアのブロック構成を図10に示す。アーキテクチャはマイクロコンピュータを中心にしたバス方式を採用し、各ブロックはモジュール化して自由度の高いビルディングブロックが可能である。

例えば、リフレッシュメモリモジュールは2枚まで実装することができ、2画面分のリフレッシュメモリのデータを1台のビューアに重ね合わせて表示することもできるし、2台のビューアに相異なる画面を表示することもできる。またどちらの場合も、2台のキーボードは2枚のリフレッシュメモリのどちらでもアクセスすることができる。

(2) ソフトウェアの構成

マイクロプログラムは、ベーシックタスク群を主体とする基本プログラムと特殊オプション機能を処理する拡張プログラムで構成される。前者は特に応答性を重視し、後者はモジュール化に重点をおいた。

4.2 豊富なインテリジェント機能

マイクロコンピュータのプログラミング性によって高度のインテリジェンスを実現しているが、その例を下記に示す。

(1) ウィンドウ機能

C R Tの表示密度が向上するに伴って、表示画面を任意のエリアに数分割し、それぞれをプラント構成の表示、プロセスデータの表示、あるいはデータ入力エリアなどとして使う、いわゆる分割画面表示が多用される傾向にある。ウィンドウ機能は画面編集コマンドのひとつで、このような分割画面をあたかも独立したビューアであるように扱うことができる。

(2) トレンドグラフ機能

分解能256×256のトレンドメモリを最大8本分準備し、ホストコンピュータから受け取ったプロセスデータをマイクロコンピュータがトレンドデータに変換する方式を採用するとともに、下記のトレンドチャネルコマンドを設けて、極めて使いやすいトレンドグラフを実現した。

- (a) 座標の位置や軸長を自由に設定できる。
- (b) チャートライン、ベースラインなどを指定できる。
- (c) 直線補間表示を指定できる。

4.3 プロセス制御への適用例

図9の表示画面は原子力への応用例である。画面の左半分は炉心を中心とした流量制御系の構成が、右上は原子炉出力などの現在値、また右下は給水流量などのトレンド量がそれぞれ分割画面として表示されている。

5 コンソール入出力装置

計算機とそのオペレータが会話形式で情報交換を行なう媒体であるコンソール入出力装置は、長い間タイプライタと紙テープ装置が組み合わされて使用されており、技術革新の激しい周辺装置の中にあって、比較的進歩の少なかった装置である。しかし、このタイプライタと紙テープ装置は極めて簡便であるという長所の反面、データの入出力速度、信頼性、騒音などの点で、機構部をもついわゆるメカ装置特有の欠点があり、コンソール入出力装置の電子化が望まれてきた。

このようなニーズに応ずるため、タイプライタの代わりにCRTディスプレイ装置を、また紙テープ装置の代わりにフロッピディスク装置をそれぞれ使用し、これらをマイクロコンピュータで統括的に制御する方式の、全く新しいコンソール入出力装置H-7026Cを開発した。図11にその外観を示す。

5.1 装置の仕様と構成

この装置は、1,920文字CRTディスプレイ装置とキーボード、及びIBMフォーマットのフロッピディスク装置とを組み合わせたインテリジェントコンソール入出力装置である。フロッピディスク本体は1台が標準装備となっているが、オプションとして2台とすることが可能である。この場合、2台目のフロッピディスクはデータファイルとしても使用することができ、システムのコンパクト化が可能となっている。データ転送形態は、キーボード入力及びCRTディスプレイ出力時はHIDICのPCMA(Processor Controlled Memory

表2 H-7026C形コンソール入出力装置の仕様 H-7026C形コンソール入出力装置の概略仕様を示す。

項	目	仕 様
CRT, キーボード	ビューア寸法	12インチ
	表示文字数	1,920字(80字×24行)
	文 字 種 類	128種(英数字, 記号, 仮名)
	表示文字構成	7×9ドット
	表 示 色	緑
	キ ー 数	62(JIS配列に準拠)+ 13(ファンクションキー, ランプ)
フロッピディスク	記 憶 容 量	243Kバイト/ドライブ
	記 憶 媒 体	片面フロッピ
	データ形式	IBM3740方式
	接続ドライブ数	最大2台
計 算 機 からの 距 離		Max. 15m

注：表示文字24行中の1行はモニタとして使用。

Access)方式で、フロッピディスク入出力時はDMA(Direct Memory Access)方式で行なわれる。

表2にこの装置の主な仕様を示す。

5.2 特 長

この装置はタイプライタやテープ装置を単に電子化したというだけの利点にとどまらず、CRTディスプレイ装置のマンマシン性、フロッピディスクのファイルとしての性格、及びマイクロコンピュータのインテリジェンスによって下記のような多くの特長をもっている。

- (1) 高速化, 高効率化
計算機からのデータ表示速度は約20倍に向上し、プログラムデバッグなどの作業性が大幅に向上した。
- (2) 高度のマンマシン性
表示データのスクロール(巻上げ及び巻下げ), 応答の速さ, あるいは低騒音など高度のマンマシン性を利用できる。
- (3) データファイルの装備
フロッピディスク装置を内蔵しているため、別にこの種のファイルをもつ必要がない。また、このファイルは、システムの診断プログラムのレジデンスとしても用いることができる。
- (4) 経 済 性
印字用紙や紙テープが不要であり、一方、フロッピディスク装置の記録媒体は繰り返し使用することができ、装置のランニングコストの低減になる。
- (5) 信頼性及び保守性の向上
入力装置の電子化とマイクロコンピュータの診断プログラムにより、信頼性と保守性が飛躍的に向上した。

6 結 言

以上、HIDIC 80周辺装置のうち主なものについて、市場ニーズに対する実現手段と特徴につき記述した。計算機制御システムの大規模化、分散化の傾向は今後とも続くものと考えられ、周辺装置に対するインテリジェンスの高度化の要求はますます増大するものと考えられる。日立製作所は年々進歩する周辺装置固有の技術と、発展の目覚ましいLSI、特にマイクロコンピュータ技術を積極的に取り入れて、性能はもとより信頼性、保守性、経済性ともに優れた周辺装置を提供するよう、いっそうの努力を重ねていく考えである。最後に、この装置の開発に当たり種々御協力をいただいた関係各位に対し、深く感謝の意を表わす次第である。



図11 コンソール入出力装置H-7026C CRTディスプレイ装置とフロッピディスク装置とを組み合わせ、一体化したコンソール入出力装置である。