

HIDICシリーズ用周辺装置

Peripheral Equipment for Control Computer System HIDIC

Along with the progress of computer control, the processing faculties of computer control systems have been complicated. And to cope with demands for far-reaching applications, various new faculties have come to be required of their peripheral equipment. To meet such a situation, Hitachi has developed various kinds of peripheral equipment to be used with control computer system HIDIC. In many fields of application they are showing satisfactory performance as expected. In this article, basic design policies for peripheral equipment for process control computer use are discussed. Also, the characteristics of process input-output devices used only with process control systems, man-machine device offering man-machine interface between process and operator, high reliability auxiliary memory, and various kinds of general input-output devices are introduced.

林 幸登* Yukitaka Hayashi
 松井田辰夫* Tatsuo Matsuda
 小中 清司* Kiyoshi Konaka
 浜田 長晴** Nagaharu Hamada

1 緒 言

わが国でプロセス量を扱う目的でデジタル計算機が設置されてから約10年を経過した。当初の設置目的は単にプロセス量のロギングといった程度で、この段階の周辺装置は、中央処理装置(以下、CPUと略す)にデータを収集し、CPUを操作するためにCPUに付属している、文字どおり周辺の機器という意味でしかなかった。しかし、その後の計算制御の進展に伴ってシステムの処理内容は高度化し、広範なアプリケーションに対処するため周辺装置には機能の多様化が求められてきた。同時に技術革新にささえられてその性能はますます高速、大容量化し、いまや周辺装置は制御用計算機システムのシステム・コンポーネントとしてCPUと対等に機能するに至っている。また、システムに占める価格の構成比はすでに60%を越え、その比率はさらに大きくなる傾向にある。なお制御用計算機システムは通常プラントに直結してオンラインで稼(か)動することを前提にしているため、これらに用いられる周辺装置には次のような特性が要求される。

(1) 1日24時間連続で稼動し、その故障はプラントの操業停

止を意味するため、信頼性はきわめて高く、保守性が良いこと。

(2) 広くプラントに散在して設置されるため、長距離伝送機能と耐環境性および耐ノイズ性を有すること。

(3) 実時間応答性が生命であるため、入出力のスループットが高く、割込機能を適宜具備すること。

(4) 人間がプロセスの現況を的確に把(は)握できるよう、プロセスにオリエントしたマン・マシン機能を有すること。

制御用計算機HIDICシリーズの周辺装置としては以上述べた要求特性に適合し、計算制御システムを特徴づける各種の装置を開発、実用化してきた。以下にこれら周辺装置の概要について述べる。

2 周辺装置の機能と要求される諸特性

計算制御分野における周辺装置は、その機能面から図1に示すように四つに大別することができる。まず、プロセス入出力装置はこの分野特有の周辺装置で、制御対象であるプラ

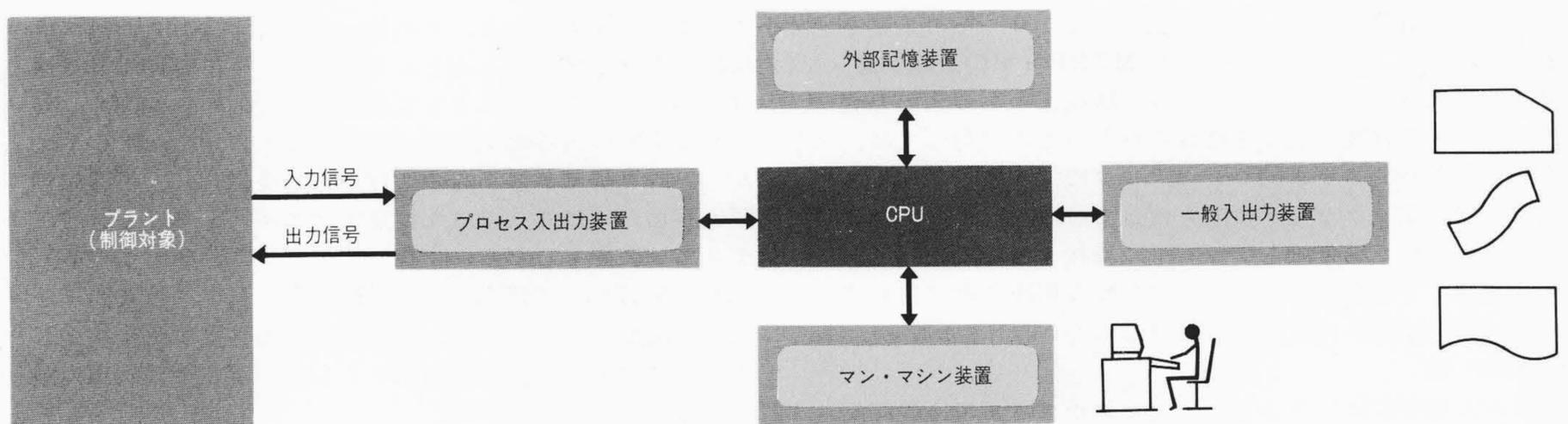


図1 制御用計算機システムの周辺装置 計算制御システムにおける周辺装置は、機能的に図に示す四つに分類することができる。

Fig. 1 The Peripheral Device in the Control Computer System

*日立製作所大みか工場

**日立製作所日立研究所

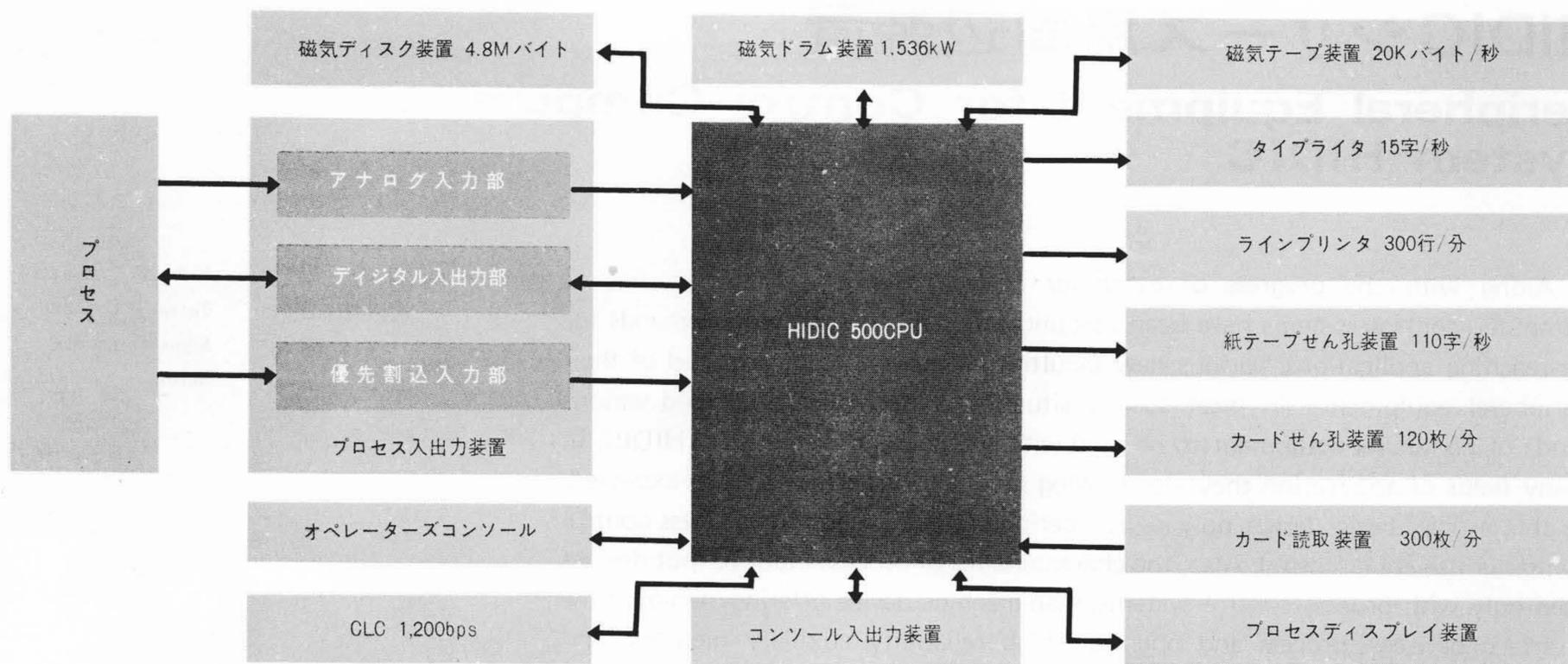


図2 HIDIC500システムの構成例 HIDIC500システムにおける周辺装置の構成例を示す。

Fig. 2 An Example of HIDIC 500 System

ントとCPUの間において、プロセス現場に発生する各種の情報を取り込んだり、逆にCPUで処理したデータや指令を現場にフィードバックする。マン・マシン装置はプロセスと人間の接点に存在し、人間とプロセスの情報交換を円滑にする装置を総称し、やはり制御用計算機システムには欠くことのできない周辺装置の一つである。次に外部記憶装置はいうまでもなく磁気ドラム装置や磁気ディスク装置をさし、CPUの主記憶装置とメモリ・ハイアラキ(階層構成)を構成し、システムのプログラム・レジデンスやデータ・ファイルとして用いられる。また一般入出力装置は、カードや紙テープなどの中間媒体を介して人間がCPUと情報交換するもので、機能的には汎用計算機に用いられているものと大きな差はないが、耐環境性が要求される。図2は、これら周辺装置の構成例としてHIDIC 500システムの機器構成を示すものである。

以上述べたように、制御用計算機システムにおける周辺装置は汎用計算機の場合とややおもむきを異にし、これらに要求される性格は下記のとおりである。

(1) 信頼性

システムの故障はプラントの停止につながり、その生産を大きく阻害する。したがって機器のMTBF(平均故障間隔)は可及的に大きいことが望まれるが、機構部のある入出力機器のようにある程度の故障を避けられないものに対しては、予備機の設置やシステムのバックアップ機能が要求される。また、機器は広くプラントに散らばって設置されたり、計算機室に設置される場合でもプラントに隣接する場合が多く、振動、塵埃(じんあい)、ガスなどの過酷な環境条件に対しても十分な対策が施されていなければならない。

(2) 保守性

いったん運転にはいるとプラントが停止するまで連続稼働されるシステムが多く、保守時間は容易には得られない。したがって、プロセス入出力装置や外部記憶装置のようなオンライン機器は、保守を要しない方式、構造にしなければならないのはもちろんのこと、本質的に予防保守を必要とする機械的入出力機器についても、オンラインTM(Test and Maintenance Program)や機器のコンソール・パネルなど、その故障をシ

ステム・ダウンに至る前に未然に発見するための故障情報収集手段を必要とする。

(3) 機能の多様性

計算制御システムはその進展とともに、処理内容、規模、システム構成いずれも多様化の傾向にあるが、これらをささえるものはいつにかかって豊富な周辺装置のワイド・セレクションにある。たとえば、デュアルやデュプレックスのシステム構成を可能にするには、周辺装置にデュアル・アクセス機能が、システムを空間的に広域化するには長距離伝送機能がそれぞれ要求される。また、システムの目的と規模に応じて、周辺装置の性能は高性能機種からミニペリフェラルまでの幅広い性能系列の中から選ばれ、マン・マシン装置に対しては、それぞれの適用アプリケーションに最も適したマン・マシン機能が要請される。

3 外部記憶装置

計算制御システムではリアルタイム応答性が重視されるため、多数の制御プログラムやデータを小回りよく動作させる必要があり、外部記憶装置にはとりわけアクセス・タイムの小さいことが要求される。その他、前述のようにきわめて高い信頼性と保守性も欠くことができないため、制御用計算機システムの外部記憶装置としては、高速で信頼性が高く、かつ十分な実績のある磁気ドラム装置がおもに用いられている。しかし、計算制御システムの処理内容が多様化し、情報処理的要素も加わるに伴って、大容量ファイル・メモリとして磁気ディスク装置もしだいにクローズアップされ始めている。

なお、磁気テープ装置は外部記憶装置としての特質のほかに入出力機器としての特質も兼ね備え、大容量ファイルとしてのディスク・バックの実用化とともに、現在では入出力機器として重要視されている。

3.1 磁気ドラム装置

HIDICシリーズの外部記憶装置として最も一般に用いられているのが磁気ドラム装置で、図3はその外観を示すものである。

本装置は記憶容量として96kWから1,536kWまでの7段階あり、CPUとのインタフェースはHIDICシリーズ標準インタフェースとHIDIC 700 IOPインタフェースが準備されており、

情報転送速度にも50kW/s (50Hz)と150kW/s (50Hz)がある。そのほか制御用計算機システムの高信頼化を実現するデュプレックス・システム、デュアル・システムを構成するに必要なデュアル・アクセス機能など豊富な機能のレパートリーがあり、多様なシステム構成の要求にこたえうる。

信頼性に関しては、磁気記憶装置にありがちなヘッドクラッシュを磁気ヘッドの安定な浮動設計と完全防塵構造により解決した。また情報のエラー検出方式にCRC(Cyclic Redundancy Check)を採用してエラー検出精度を上げ、さらに温度変動についても他に類をみない温度クロスを含め0~50°Cという広い許容温度範囲を実現した。

また、オフライン・チェック機能として、任意のエリアに任意のデータ・パターンを書込みあるいは読出しできるメンテナンス・コンソールを始めとして、エラーの生じたバンド、セクタアドレスのCPUへの報告機能、各種状態情報の発光ダイオード表示機能などを設け、トラブル・シューティングを容易にしている。またあるトラックに障害が生じた場合、プラグイン上で予備トラックへの切換えを容易に行なうことができ、さらにベアリングをグリスアップ可能として、従来この種の装置に不可欠とされてきた煩雑なオーバーホールから解放した。

一方、独創的なクロッキング方式と情報誤りの補償方式を開発して2,000bpi (bit per inch)という磁気ドラムとしては高い記録密度を実現し、記憶容量を増加してコスト・パフォーマンスを向上した。

3.2 磁気ディスク装置

本装置は1モジュール29MByteの記憶容量を増設単位として2~9モジュールの任意の構成をとることができ、記憶容量に対するビルド・アップを容易に実現できる柔軟性の高い



図3 H-7541磁気ドラム装置 HIDIC標準インタフェース、1,536kWの磁気ドラム装置を示す。

Fig. 3 H-7541 Magnetic Drum Memory Device

磁気ディスク装置である。

磁気ディスク装置は大容量性、経済性については磁気ドラム装置をはるかにしのぐものであり、計算機システムの大容量ファイル・メモリやシステム相互間の大量の情報交換の手段としての機能を果たしている。

しかし、エラーレート、MTBFについては、一般に磁気ドラム装置より低いとされており、システムの二重書きするなどのバックアップを考慮する必要がある。

3.3 磁気テープ装置

本装置はデータ収集装置、その媒体の互換性を利用した上位計算機システムとの情報交換の手段、さらにプログラムなどを持ち運び容易な形で記憶させる装置として使用される。

本装置には記録密度として800bpi、1,600bpiがあり、情報転送速度も20kByte/sから240kByte/sまであり、アプリケーションに応じて選択できる。

しかし磁気テープ装置は高速、大容量で、かつコンパクトである反面情報媒体のメディアが塵埃に弱いため、その取扱いには十分な注意が必要である。

4 マン・マシン装置

計算制御システムにおけるマン・マシン装置は、その用途の面から制御用端末装置とプロセス全体の中央監視装置に大別される。前者は計算機からの指示を末端作業者に与えたり、現場作業者の持つプロセス情報を中央にフィードバックしたりするもので、キャラクタ・ディスプレイ装置やオペレータズ・コンソールが用いられる。

これに対し、後者はプロセス全体を管理制御する機能を果たすもので、中央操作室に設置され、複雑なシステムの状況を迅速かつ的確にオペレータに知らせ判断をおおぐものである。したがって高度のマン・マシン性が要求され、グラフィック・ディスプレイ装置などで構成される。

4.1 プロセス・ディスプレイ装置

プロセス・ディスプレイ装置には、H-7833とH-7834の2機種がある。前者はおもに中央監視装置用として開発されたもので、対象プラント構成の図形表示や、プロセス状態のグラフ表示、あるいは図形による操作指示など、人間の直観力に訴える図形のカラー表示機能を備えている。

そのほか、予期せぬ事態の情報を的確にオペレータに知ら

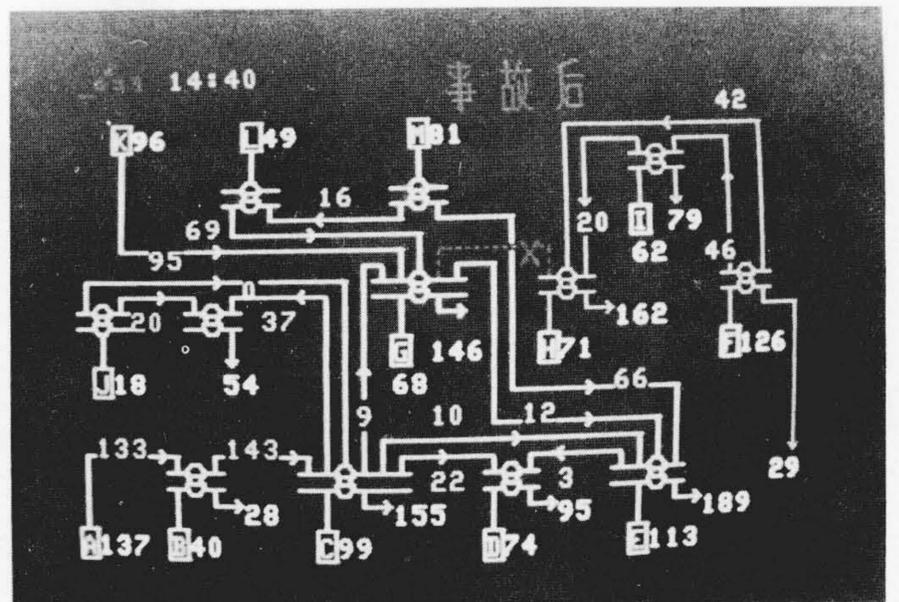


図4 電力系統図のカラー表示 ×部において事故が発生し、右上の系統を分離した状態を7色のカラーで表示している。

Fig. 4 Color Display of Power System

せる警報機能や、データを迅速、正確に入力するための編集機能など、マン・マシン・インタフェースに要求される便利な各種の機能を付加することができる。図4はH-7833によって電力系統の構成および状態をカラー表示した一例を示すものである。

一方、後者すなわちH-7834プロセス・ディスプレイ装置は、端末ディスプレイ装置として開発されたもので、かたかな、英文字のほかに簡単な線図もカラー表示できる。本装置は端末用として散在するプロセス現場に設置するため、長距離伝送機能と、8台までのビュアおよびキーボードをカスケード接続できる機能を持っている。また、オペレータが操作しやすいよう、編集機能はもちろん、ワンタッチで所望の情報を入力可能な割込みキーを標準キーボードに16個まで実装している。

4.2 オペレータズ・コンソール

計算制御システムのもう一つのマン・マシン装置にオペレータズ・コンソールがある。本装置はプロセス・ディスプレイ装置が普及する前のただ一つのマン・マシン装置として、プロセスの状態表示、オペレータからの情報設定および割込み発信などの機能を持っているが、表示機能の融通性の点から用途によってはプロセス・ディスプレイ装置に置き換えられているものもある。しかし、入力機能の点からはディスプレイ装置のキーボードよりも一般に操作性が高く、価格的にも安価であるため、最近ではプロセス・ディスプレイ装置と組み合わせて設置される場合が多い。

なお、本装置は取り扱う情報の質、量が大きく変わる各種のアプリケーションに適合させるため、表示、操作器具はもとより、各種形状のコンソールを標準化している。図5はその一例を示すものである。

5 一般の入出力機器

一般の入出力機器としては、主として紙を情報媒体とするプリンタ、紙テープ装置、カード装置がある。

これらの装置は前述のように機能的には汎用計算機に用いられているものとあまり変わらないが、制御用として長距離設置や塵埃などの耐環境性を考慮しているほか早くから論理素子としてIC、MSI（集積回路、中規模集積回路）を採用して信頼性の向上を図っている。さらに機構部との信号授受の回路には耐ノイズ性をよくする万全の策が施してある。

5.1 プリンタ

プリンタとしてはタイプライタとラインプリンタがある。前者はプロセス現場への生産指示、アラーム情報などのオンライン・リアルタイム印字のほか日報作成などのデータロギングを毎秒10～15字の速度で行なう。

後者はCPUの出力情報を高速印字するもので、印字速度は150行/分から1,000行/分までの4種類準備している。図6はH-7031ラインプリンタの外観を示すものである。

タイプライタは計算機と離れたプロセス現場に設置するため、最大2 kmまでの長距離設置ができるように設計しており、ケーブル費およびケーブル布設費を節減できる信号本数の少ないシリアル転送方式のタイプライタも準備している。

一方、ラインプリンタはプログラムデバッグ時におけるコアメモリのダンプアウト装置、情報量や処理時間の点から高速印字する必要のある場合の出力装置として使用される。制御用計算機システムにおいても取り扱う情報量の増大に伴い、ラインプリンタの装備率はしだいに高くなりつつある。

5.2 紙テープ装置

この装置には紙テープ読取り装置と紙テープせん孔装置があり、前者は主としてコンソール入出力装置の一部としてプログラム入力に使用される。また後者は一般にプロセスデータを収集し、上位計算機とのリンケージをとる情報媒体として使用されるもので、情報の性格によりASCII (American Standard Code for Information Interchange) コードとバイナリーコードの2種類のコードをせん孔できる。さらに機構部の信頼性、寿命の向上のためモータ電源のON-OFFコントロールをハードウェアで行なっている。

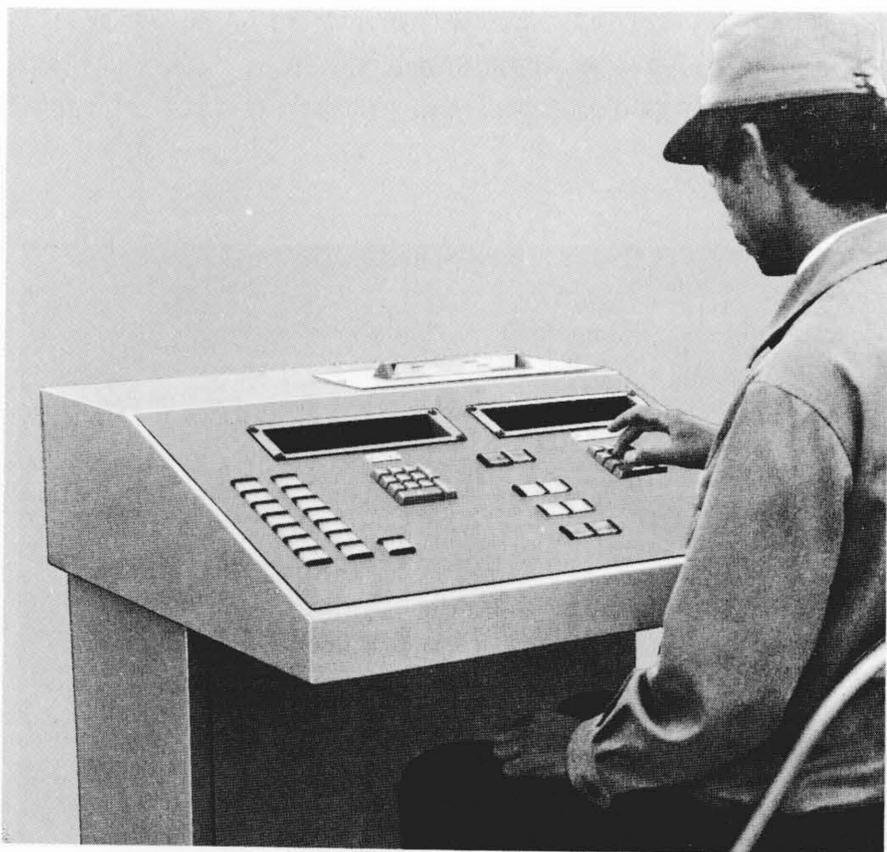


図5 オペレータズ・コンソール 表示・設定方法およびデスクの形状は、適用されるシステムに対し最適なものが選択できるよう各種のものを標準化した。

Fig. 5 Operator's Console



図6 H-7031ラインプリンタ 印字速度300/150行/分のラインプリンタの外観を示す。

Fig. 6 H-7031 Line Printer

5.3 カード装置

カード入出力装置は情報媒体としてカードを使用するもので、紙テープ装置に比べ高価ではあるが、その取扱いおよび情報の追加、変更の容易さのため広く用いられている。

カードせん孔装置は生産指示情報の出力として使用される場合が多く、この場合にはタイプライタと同様に長距離設置が必要となる。このためこの装置は最大2 kmまで離して設置できる。

一方、カード読取り装置はカードにせん孔された情報を300枚/分~1,650枚/分の速度でCPUへ入力するものであり、入力情報としては計算機室で行なうプログラムのほかプロセス現場のスケジュール情報および生産指示等がある。本装置にはカードコードをASCIIコードに変換してCPUに入力する機能のほかに、カードのROW 2~ROW 9にせん孔された情報をバイナリー・パターンとして入力する機能があり、ローダなどのプログラム入力を容易にしている。

6 プロセス入出力装置

プロセス入出力装置（以下、PI/Oと略す）は、制御対象プロセスに存在する多種多様な情報を計算機の扱いやすい統一的な信号に変換したり、逆に計算機の信号を制御対象に適した信号に変換するためのものである。

日立制御用計算機システムのPI/Oは、信号の変換処理部をプロセス信号別に、アナログ入力部、デジタル入出力部および優先割込入力部に分け、各入出力部は標準ユニットとしてモジュール化し、システム設計、現地増設の便を図った。また、各種の信号交換用ファンクション・プラグイン・モジ

ュールを用意して、広範な制御対象に対し、最適なシステム構成ができるようにしている。これらのプラグイン・モジュールにはチェック端子、発光ダイオードを配し、さらにオンライン・オフラインでのテスト機能を付加して、障害の早期発見、修理期間の短縮など、保守性の向上に留意した。

PI/Oの設置条件については、制御用であることから、一般の制御装置と同等の設置環境に置かれることを前提に、たとえば温度条件は空調機のない場合を想定し、0~50°Cと設定した。このような条件に耐えるようにするため、論理回路はもとより、アナログ回路もIC化しており、各部品も、エージング、ディレーティングなどによって高信頼化を図った。

図7はPI/Oの全体ブロック図であり、各入出力部は共通の制御回路（CE: Control Electronics）と入出力モジュールから成っており、入出力点数や、情報の処理性などにより、系統数を決めるようになっている。

次に各入出力部について述べる。

6.1 アナログ入力部

この入力部は、センサ、トランスデューサなどにより、アナログ信号に変換されているプロセス情報をCPUの指令に従い、走査、信号増幅、デジタル量への変換を行ない、CPUへ転送を行なうものである。

A-D変換器には、高速変換ができる逐次比較形とA-D変換器自身にノイズフィルタ特性を有する積分形とがあり、それぞれの特徴を生かして使い分ける。アナログ入力部1系統あたりの入力点数は逐次比較形で1,024点あるが、系統数はCPUの許容I/Oデバイス数まで許されるので、実用上点数の制限はないといえる。

増幅器は、ゲイン0.5~500の間を8段階にソフトウェアで切り換えることのできる高精度のもので、1台で8台分の機能を持っている。走査器も用途に応じ各種のものがあり、1秒あたりの走査速度は、逐次比較形の水銀リレー・フライング・キャパシタ式で200点、半導体式で5,000点である。

入力の種類としては、電圧、電流、サーチコイル、発信スライド、サーモカップルなどが直接接続できる。

エラー検出機能としては、データ・オーバフロー、オフセット値、基準入力値の監視、タイム・アウト・チェック、入力信号源の断線チェックがある。

6.2 デジタル入出力部

この入出力部は接点の開閉や、電圧の有無で表わされるデジタル信号を計算機に取り込んだり、逆に出力したりする部分である。アナログ出力、パルス信号の計数およびパルス列出力も信号の取扱いが同じであるため、この入出力部で扱っている。1系統あたりに接続できる入出力点数は、入出力とも最大256グループ（1グループは16点）で、1グループを1枚のプラグイン・モジュールとして標準化した。図8はその一例を示すものである。

デジタル入力としては、接点入力、電圧入力のいずれも受けられるほか、入力信号の状態変化を検出するメモリ付デジタル入力機能も備えている。これを利用してプロセス割込機能を拡張できる。

また、読取り制御方式上から、入力点1点に対し、一対のケーブルを接続するダイレクト方式と、データバスを外部に出して、ケーブル工事費を大幅に節減できるバス方式とがあるが、ダイレクト方式が毎秒100,000グループ読めるのに対し、バス方式は200グループである。

デジタル出力は、半導体出力と水銀リレー出力とがある。アナログ出力は半導体出力と10ビットのD-A変換器とを組

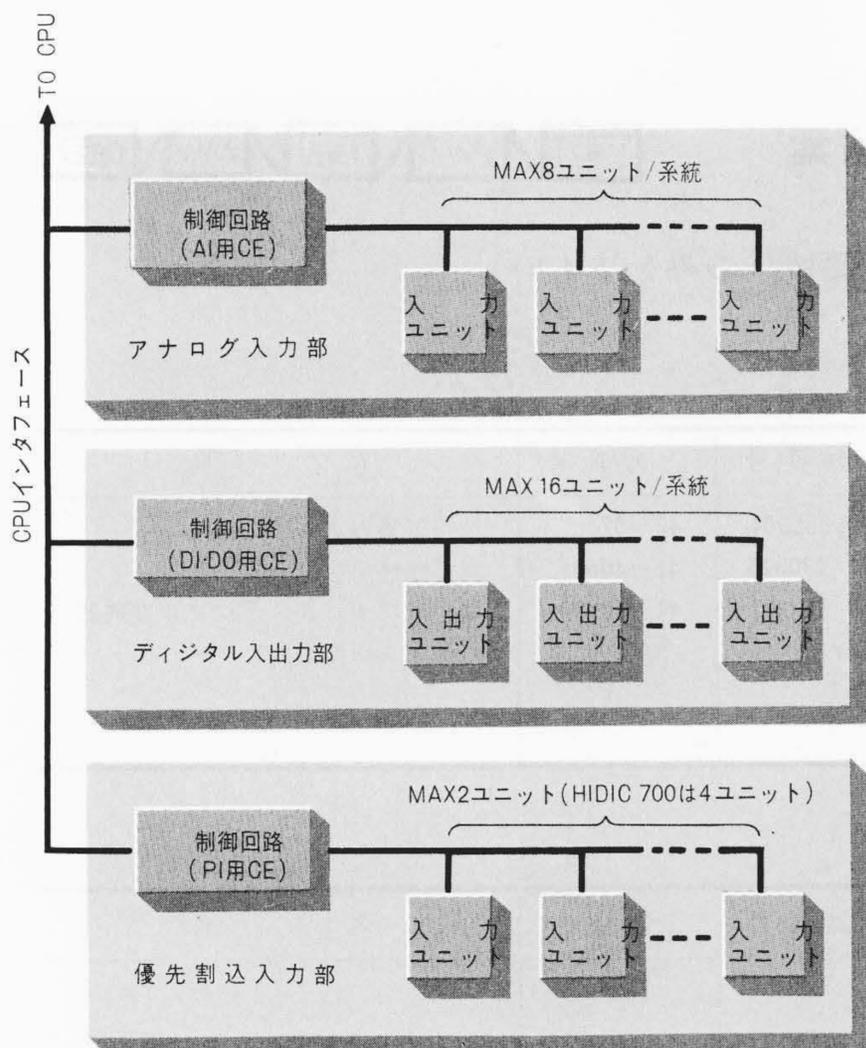


図7 PI/Oのブロック図 PI/Oの概略構成を示すもので、信号の処理部が3種あることを示す。

Fig. 7 Block Diagram of PI/O

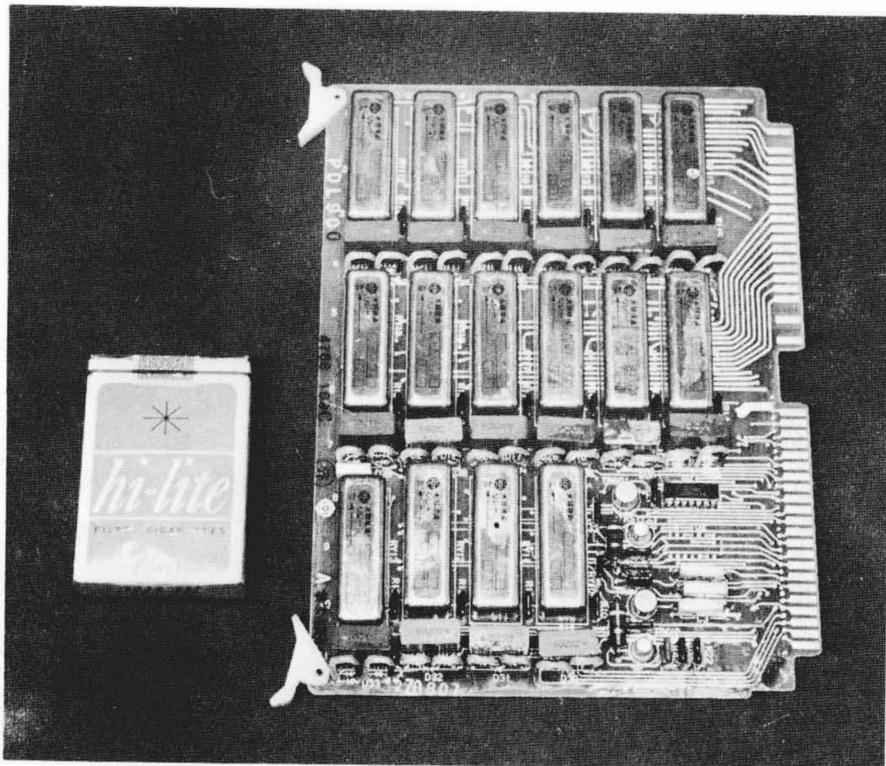


図8 プラグイン・モジュール 水銀リレー式デジタル出力用プラグイン・モジュールの外観を示す。

Fig. 8 Plug-in Module

み合わせたもので、電流出力と電圧出力の両方を用意した。デジタル出力の変形としてパルス列出力、パルス幅出力、フリッカ出力、デコーダ付表示管ドライバ、バス方式デジタルおよびバス方式アナログ出力がある。バス方式アナログ出力は主として、オートマニュアルステーションと組み合わせてDDC (Direct Digital Control) に用いられる。

パルス入力に対しては、通常のアップカウンタのほかに、プリセットカウンタ、タイマ内蔵時限カウンタなどがあり、パルス列、パルス幅出力とともにいずれもデジタル入力およびデジタル出力機能のもとで動作するファンクション・モジュールとして標準化している。

6.3 優先割込入力部

オペレータのリクエストや、プロセスからの割込信号を扱う部分である。接続できる信号の形態としては接点、電圧、無電圧トランジスタ・スイッチなどである。割込要因数はCPUによって決まり、HIDIC 150、同350、同500では128要因、HIDIC 700では256要因まで接続でき、8要因単位に増設ができるようにした。

また、デジタル入力の变化検出読取り機能の出力を本割込入力に接続することにより、1要因を最大256サブ要因まで拡大することができ、この構成は発電所などのトリップシーケンスに適用できる。

7 結 言

以上、日立制御用計算機システムの周辺装置についてその特徴をハードウェアを中心に述べた。これらはすでに各方面に適用されて所期の目的を達しつつある。しかし計算制御システムはさらに複雑、高度化し、そのシステム・コンポーネントである周辺装置にはいっそうの多様性と信頼性が要請されるものと考えられる。これらに対しては、周辺装置のワイド・セレクションを可能にし、今日の成果をもとに新しい周辺技術の開発にさらに努力を重ねていく所存である。最後に本周辺装置の開発にあたり、種々協力いただいた関係各位に深く感謝の意を表する次第である。



特許と新案



日立製作所所有の特許 (主要特許のみを抜すい)

■コンピュータの処理装置

登録番号	公告番号	名 称	登録番号	公告番号	名 称
特 310224	38-2452	非同期系に於けるパルス信号伝達変換回路	特 585964	45-9789	情報編集方式
特 547405	43-28387	計算機の割り込み制御方式	特 480015	41-4060	減算回路
特 560139	44-14307	データ処理装置	特 613227	44-10290	積分形アナログ・デジタル変換器のゲイン切換方式
特 569327	44-24231	整数2進から10進に変換する演算方式			

■コンピュータの通信制御装置

登録番号	公告番号	名 称	登録番号	公告番号	名 称
特 572267	44-28329	速度変換機能をもつ集信装置			
特 606046	45-19340	データ通信制御装置における制御方式			
特 613249	45-39642	集線装置における回線接続制御方式			