

## 制御用計算機特集

最近の制御用計算機の応用	61
日立制御用計算機HIDICシリーズ	69
HIDICシリーズ用周辺装置	75
HIDIC用オペレーティングシステム	81
計算機制御用プログラミングシステム	87
計算機制御におけるデータ伝送	93

# 最近の制御用計算機の応用

## Development of Process Control Computer Applications

The number of process control computers installed is increasing to a phenomenal extent in such application fields as steel, power and petrochemical industries as well as machine manufacturing, transportation and communications fields. The function required of these computers ranges extensively from the automation of process machinery to the supervisory control of the whole process. To cope with this situation, system techniques and computer techniques covering computer linkage, file control of big capacity, telecommunications, and high reliability technique are being developed.

It should be noted also that the so-called community systems dealing with transportation, physical distribution and environmental problems are coming into application picture.

宅間 豊\*      *Yutaka Takuma*  
 佐藤文俊\*    *Fumitoshi Satô*  
 小山達夫\*\*   *Tatsuo Koyama*  
 三浦武雄\*\*\* *Takeo Miura*

### 1 緒 言

省力化、多種多様な情報化など、時代の要請により、計算制御システムの分野では、最近各種の新しい技術開発が行なわれ、いろいろな応用分野の広範な要求にこたえられるようになり、生産、交通、流通、サービスなど各方面で使用され、著しい発展を示している。本論文では、計算制御の最近の応用例と技術の傾向を示し、計算機制御応用の動向について述べる。

### 2 制御用計算機設置台数の推移

制御用計算機の応用分野は、近年あらゆる方面に拡大されつつあり、導入台数も著しく増加している。図2は、日本電子工業振興協会の調査による国内の制御用計算機の主要業種

別納入台数推移を示すものである<sup>(1)</sup>。合計設置台数は年率約50%の伸び率を示し、業種別にみると、従来計算機制御の主導的立場にあった鉄鋼、化学・石油、電力などの分野は依然高い台数を示しているが、電気機械、輸送用機械などの機械製造業、運輸・通信・報道などのサービス業用の伸びが顕著であり、省力化、情報化などの社会的ニーズを反映している。



図1 制御用計算機により運行制御される新幹線中央指令室  
 計算制御システムは、広い分野で重要な役割を与えられている。

Fig. 1 Central Control Room of the Shinkansen Super-express Trains which are Controlled by Control Computer

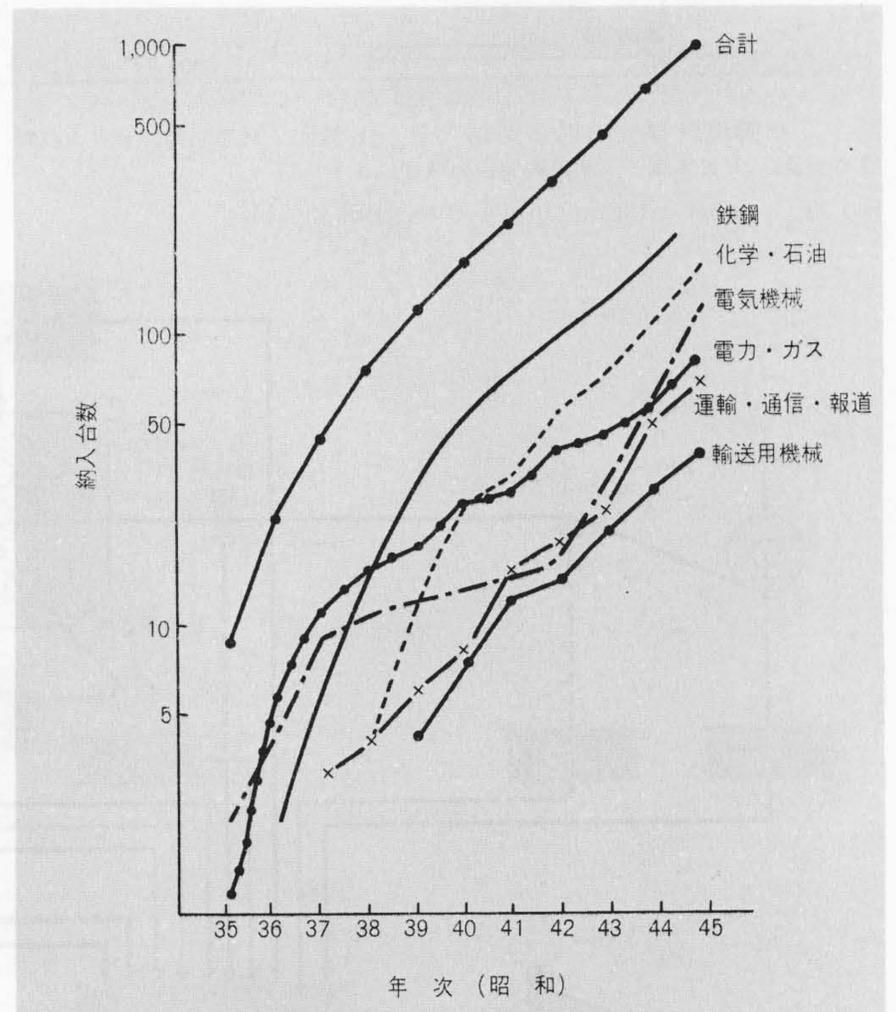


図2 国内の制御用計算機主要業種別納入台数推移(累計)  
 各分野で著しい需要増を示している(日本電子工業振興協会の調査による)。

Fig. 2 Numbers of Process Control Computer Supplied in Japan

\* 日立製作所大みか工場    \*\* 日立製作所機電事業本部計算制御技術本部    \*\*\* 日立製作所システム開発研究所 工学博士

### 3 制御用計算機の用途

#### 3.1 用途別台数推移

各分野に広く導入され始めた制御用計算機が、それぞれ使われている用途は、前述の日本電子工業振興協会の調査によると図3に示す台数推移となっている<sup>(2)</sup>。計算制御、分析・検定、DDC(Direct Digital Control)の伸びは、自動化・省力化のニーズであり、データ収集、管理(生産工程)の伸びは、それとともに情報化ニーズを示している。これらの用途において、台数の伸びとともに、制御内容も年々高度なものになっている。

#### 3.2 計算制御・DDCの例

従来、人手で行なっていた作業の計算機による自動化および従来アナログ制御器あるいはシステムで行なっていた自動制御の計算機制御化が各方面で進んでいる。図4は高精度の薄板鋼板を生産するのに用いられるセンジマー圧延機制御の一例を示すものである。この例では従来人手によって行なわれていた圧下位置制御と、加減速などの運転が自動化され、また従来、アナログ制御系で制御されていた自動板厚制御が、計算機によるDDC化され、フィードフォワードなどの高度な制御が可能となった。

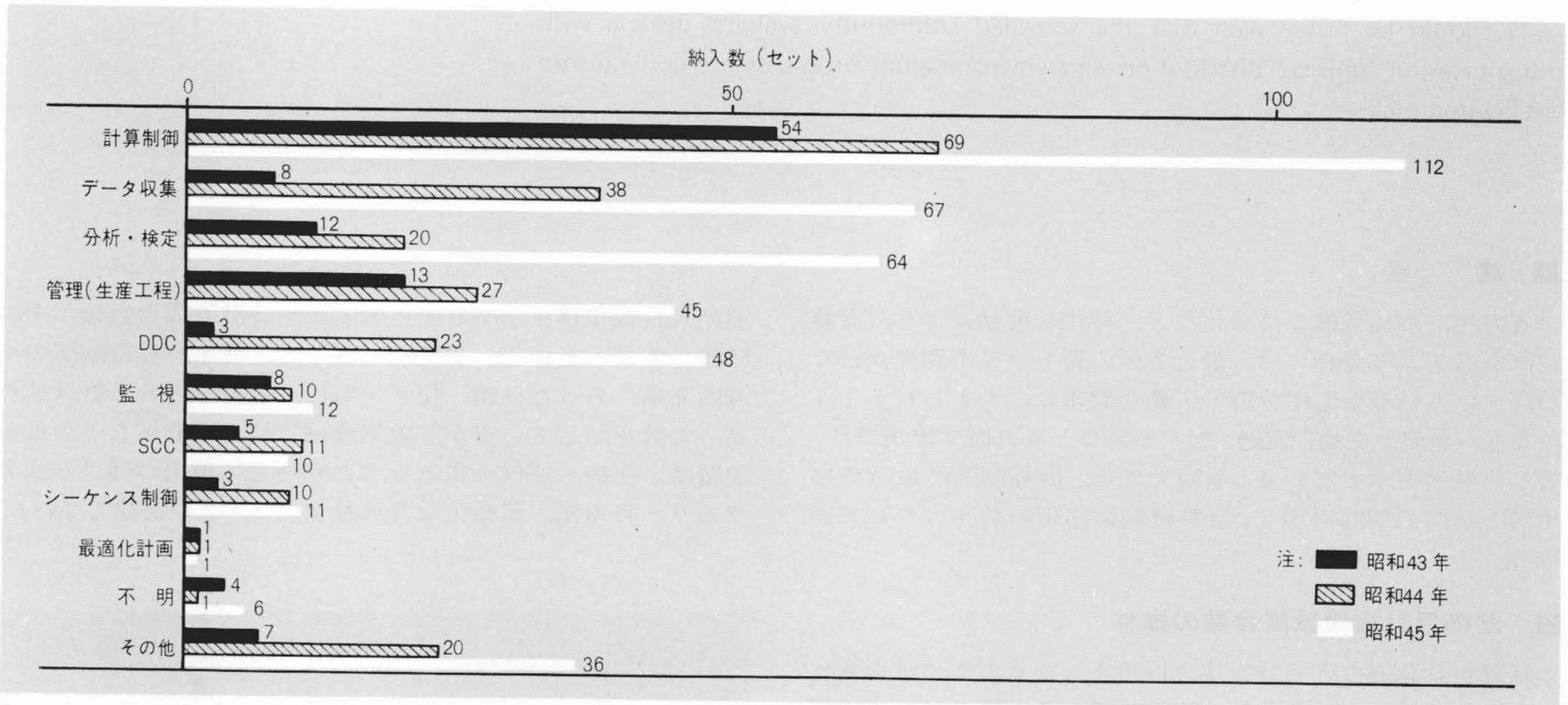


図3 制御用計算機の用途別納入セット数 計算制御、データ収集、分析、管理、DDCなどの分野の増加が著しい(日本電子工業振興協会の調査による)。

Fig. 3 Number of Computers Classified by Use

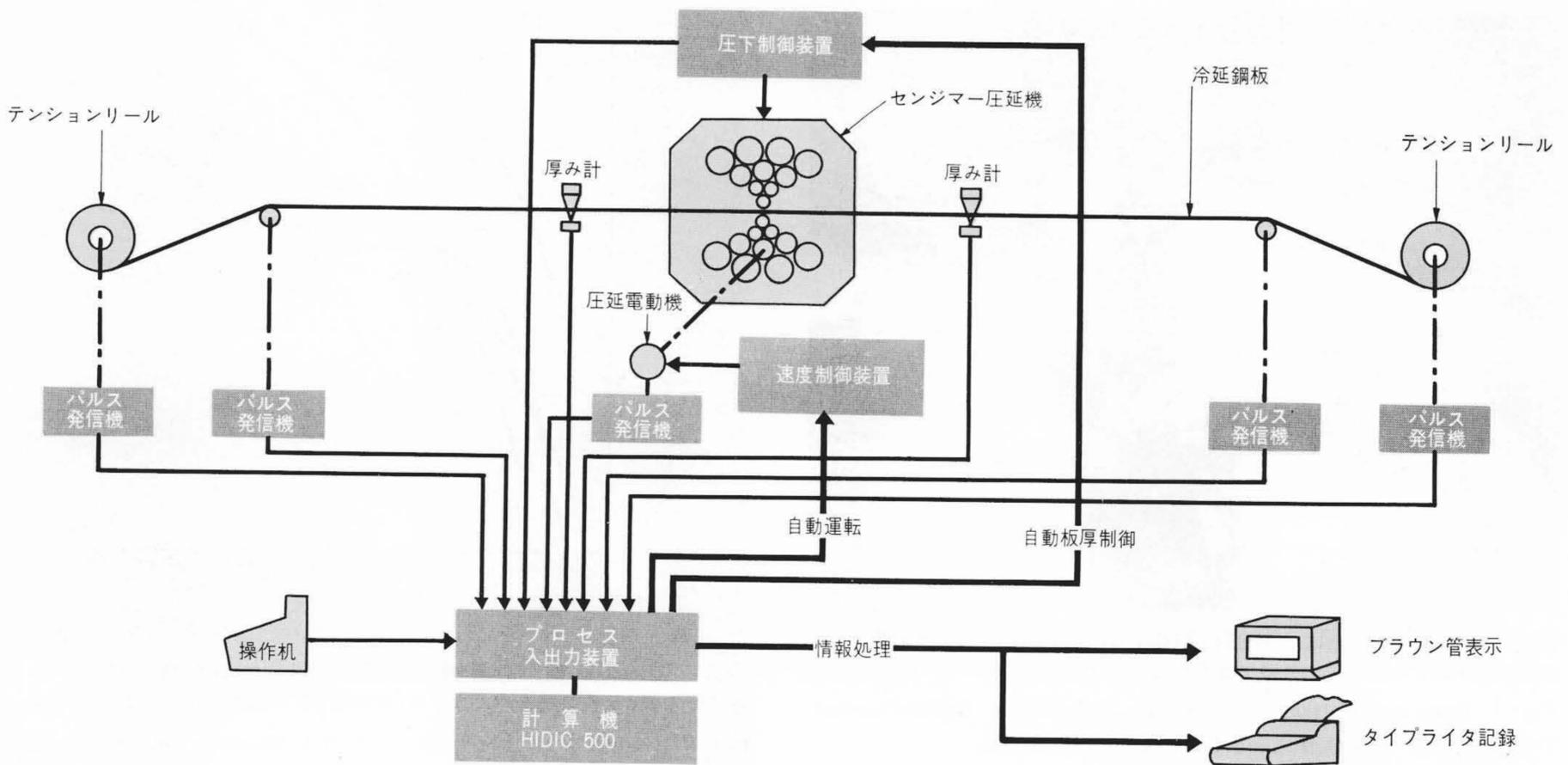


図4 センジマー圧延機の計算機制御 運転の自動化、高精度の自動板厚制御DDCが導入されている。

Fig. 4 DDC and Computer Control of Sendzimar Rolling Mill

### 3.3 データ収集・分析・検定の例

これらはプラントあるいは設備と直結した、比較的範囲の限られた小形システムであり、しかも、直接省力化、高速化の効果をおとることができるため、小形機種が多数導入されている。

図5はその一例として自動車排気ガス・データ処理システム

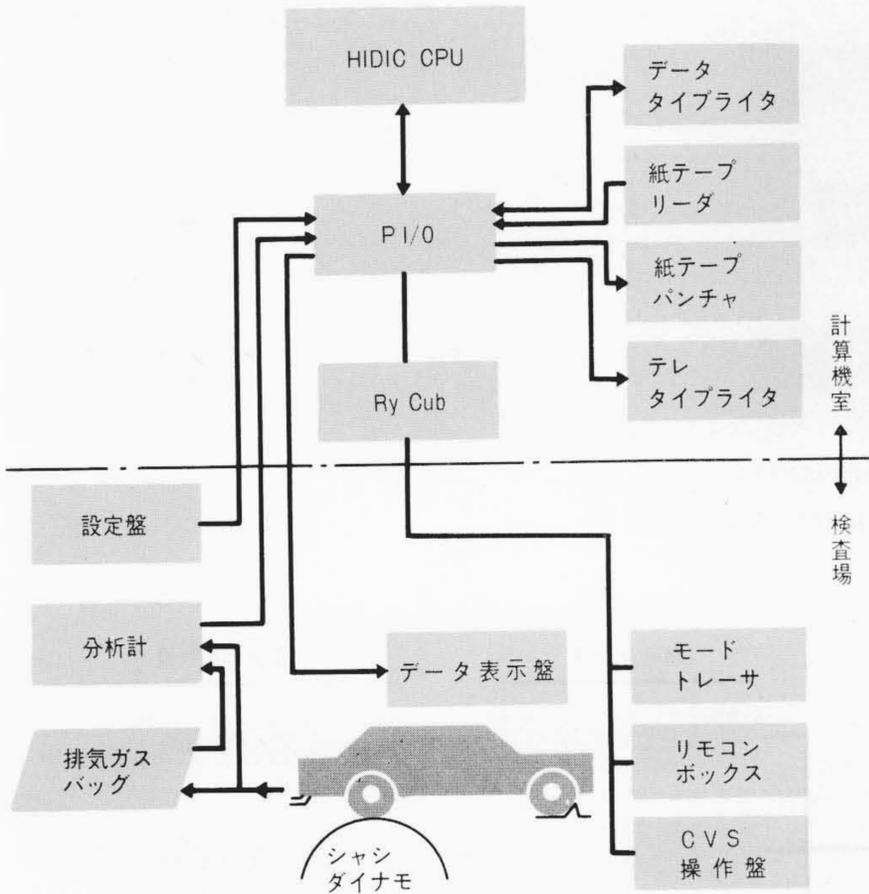


図5 自動車排気ガスデータ処理システム このようなデータ測定システムが生産ラインで多数使用されている。

Fig. 5 Data Processing System of Automobile Exhaust Gass

ムを示すものである。排気ガス規制がきびしくなるにつれ、排気ガスデータの測定が、自動車生産上必要となっており、本システムは平均的走行パターンに基づく走行試験において、分析計が分析した各成分ごとの瞬間濃度を0.5秒単位に取り込み、表示盤に表示するとともに瞬時に合否判定を行なうシステムである。

### 3.4 生産工程管理の例

多種多様な需要に速応することが要求される結果、生産工程は受注から販売に至る一連の業務の一部としてシステム化することが必要となった。図6は自動車組立工場の生産管理システム<sup>(3)</sup>を示すものである。塗装、組立、試験に至るコンベヤラインの生産状況が、制御用計算機により追跡され、各自動車ごとの仕様が生産ラインに指示され、ダイナミックな生産管理が行なわれている。さらに、最近では各産業安全の問題、消費者サービスの要求から使用部品情報、品質情報の収集が必要となり、このようなオンライン生産管理システムの必要性が高まっている。

## 4 制御用計算機応用の傾向

### 4.1 コンピュータハイアラキシステム

上述のように、小規模な現場の自動化システムから、大規模な管理制御システムに至るまで、制御用計算機の応用は多岐にわたっているが、これらのシステムが複雑な業務組織のなかで、相互にリンクを有するトータルシステムを形成しているのが最近の傾向である。図7は製鉄所におけるコンピュータハイアラキシステムの一例を示すものである<sup>(4)</sup>。このように、工場現場の機器制御計算機と、現場作業指示実績収集の管理制御計算機が接続され、さらに大形の汎用計算機とリンクしてハイアラキシステムを構成し、情報から現場生産活動までの流れを形成して、多種多様な需要に速応することができるようになってきている。このようなトータルシス

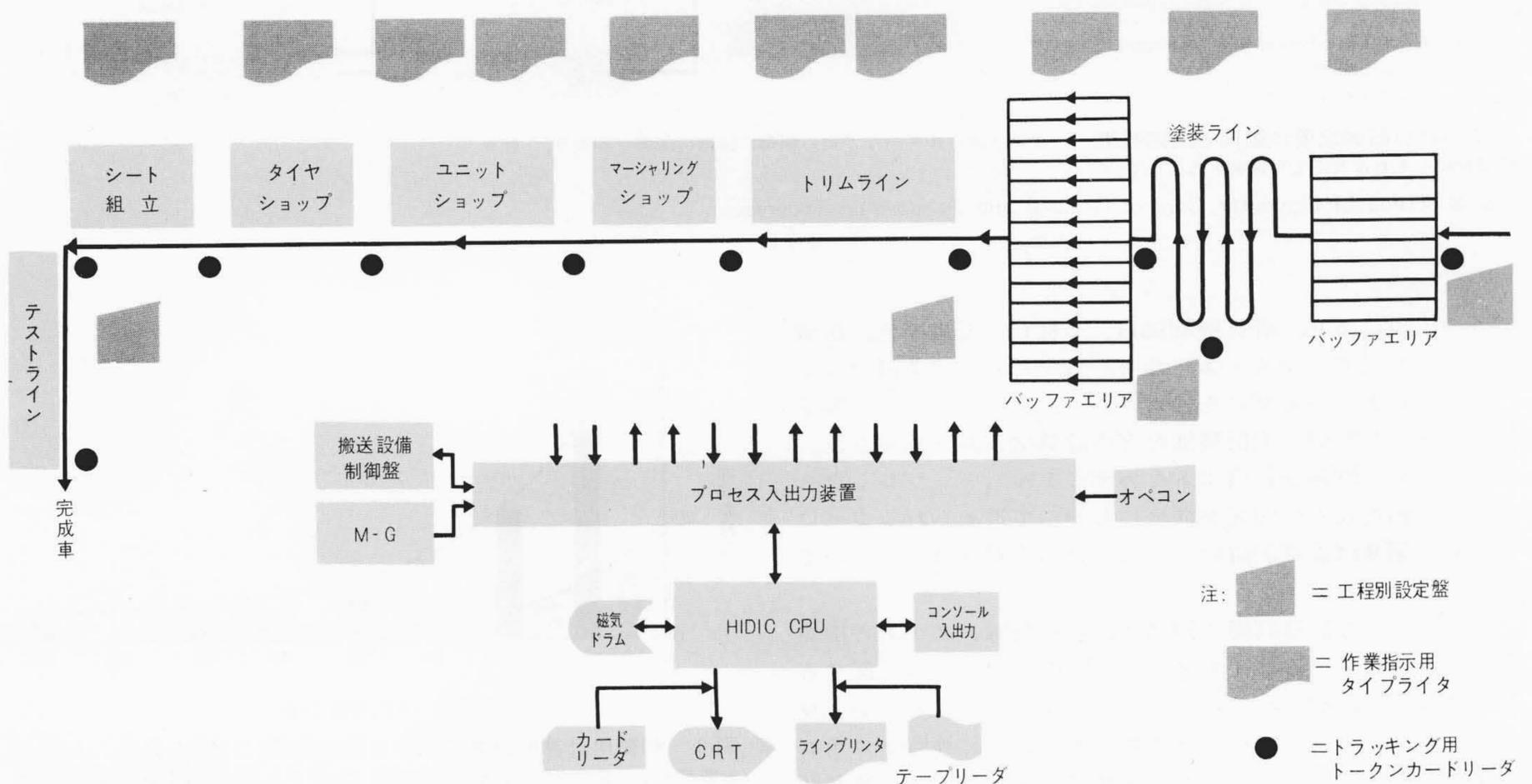


図6 自動車組立工場における生産管理システム 顧客の好みによる異なった仕様の自動車が、計算機の指示に従って次々と生産される。

Fig. 6 Production Control System of Automobile Assembly Work

管理レベル	コンピュータ構成	管理範囲	管理サイクル	管理目的
A	コンピュータ (一貫)      コンピュータ (一貫)			
B	コンピュータ (冷延・熱延)      コンピュータ (厚板)			
C	コンピュータ (熱延)      コンピュータ (冷延)      コンピュータ (厚板)			
D	製鋼      分塊      熱延      厚板			
工場	製鋼      分塊      熱延      冷延      厚板			

図7 製鉄所総合管理システム      ハイラキ構成のコンピュータ群により総合管理が行なわれている。  
 Fig. 7 Totalized Control System of Iron and Steel Work by the Computers Connected in Hierarchy

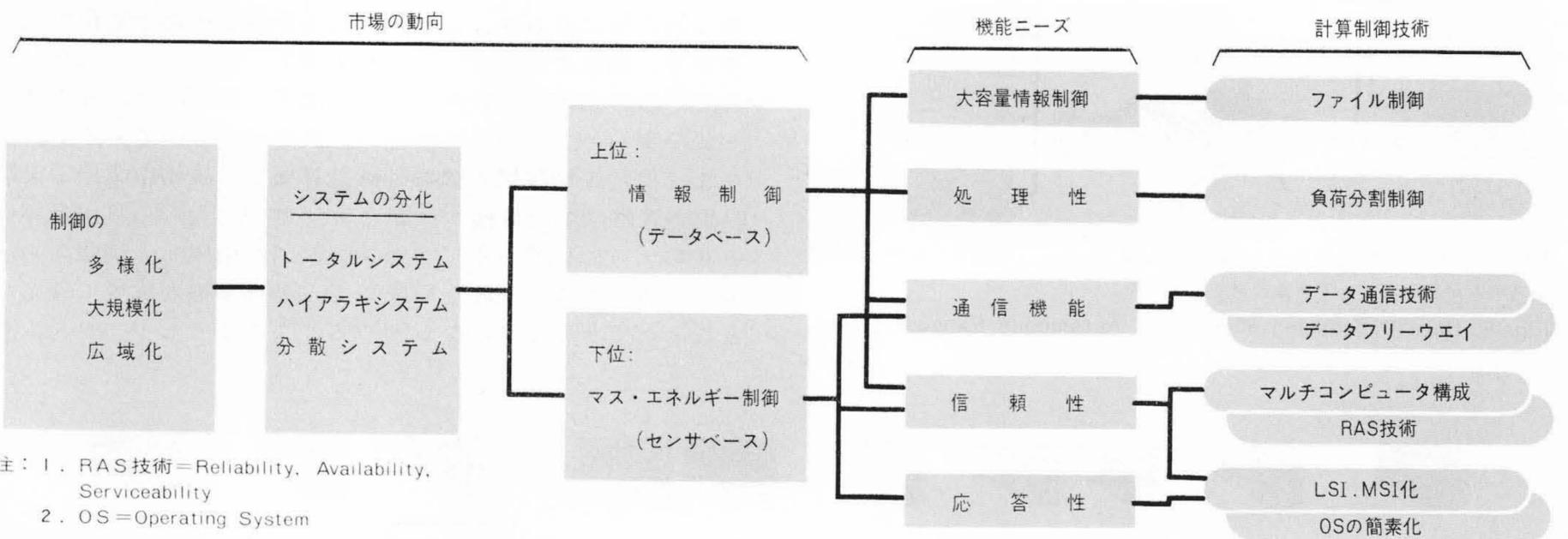


図8 計算制御需要の動向と対応技術      マス・エネルギーなど物の制御に情報の制御が加わり、計算制御技術もそれに対応して開発されている。  
 Fig. 8 Trend of Computer Control Demand and Responding Techniques

テムの出現により、計算機制御は、多様化、大規模化、広域化をたどり従来のマス・エネルギーなど「物」の制御から、「情報の制御」の必要性を強めており、それに伴い、大容量情報ファイル制御、通信制御などの計算機技術が開発され、また、重要な制御を担当するためデュアル・デュプレックスなどの信頼性技術の開発が従来にもまして進められるようになった。図8は計算制御のニーズの動向と対応技術について示すものである。

以上のような計算制御の傾向は、計算制御システムの機器構成に反映しているはずであるが、国内のシステムに関する統計については知られていない。アメリカにおけるコントロールエンジニア誌の調査<sup>(5)</sup>を参考にすると、計算機システムの規模を主記憶装置でみると、図9に示すように4～8k語の小形のものほど台数が多いが、64k語の大形システムまでにわたり広く分布し、システムの多様性を示している。また、使用周辺機器の平均的容量あるいは使用数を見ると、磁気ド

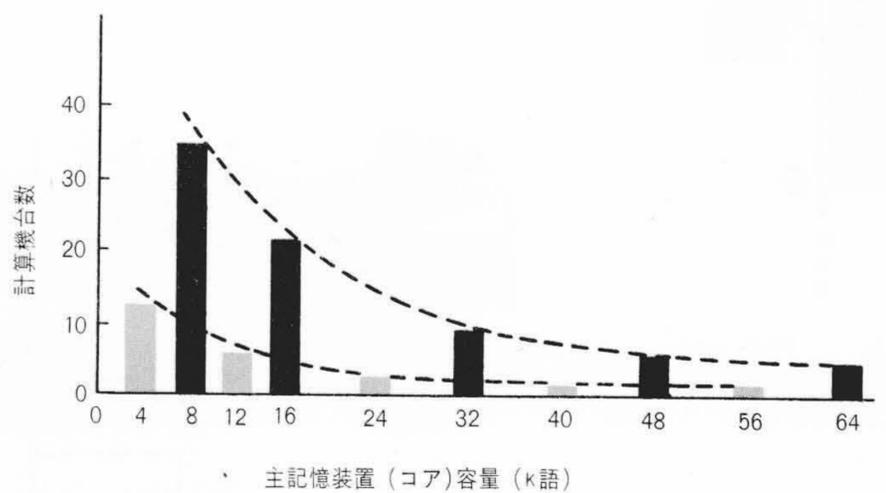


図9 制御用計算機システムの主記憶容量(コア)の分布      小形の台数が多い、また大形システムの出現がうかがわれる(コントロールエンジニア誌の調査による)。  
 Fig. 9 Distribution of the Main Core Memory Capacity Used in the Control Computer Systems

ラムは平均容量362k語に達し、また、29%のシステムでは磁気ディスクが用いられており、大容量ファイルの使用が顕著である。また、ブラウン管文字表示装置、テレタイプライタなど多数の周辺装置が使用されている。制御内容についても、

本来の計算制御のほかに、全体の33%は会計的処理に、32%はモデル作成に、22%はその他の目的にも使用しており、多様な使われ方がうかがわれる。

#### 4.2 計算制御システムの傾向と応用例

最近の計算制御応用に表われた計算制御技術の動向を実例により以下に述べる。

##### 4.2.1 トータルシステムと通信制御

最近、各分野で、コンピュータハイアラキによるトータルシステム化が進められているが、たとえば電力業界においても、電力システムの計算機制御が進められており、その一例を見ることが出来る。

図10は電力系統におけるハイアラキシステム例を示すものである。本電力系統では、中央制御所に大形計算機、二次系制御所に中形計算機、集中制御所には小形計算機と1:N形スーパを設置したものとなっており、それぞれ有効電力、無効電力の制御、自動操作、監視、記録を行なっている。

総合自動化の方向として特筆されるのは次のとおりである。

- (1) 制御用計算機のファミリー化に伴う、ハイアラキシステムの構成。
  - (2) 通信制御システムの採用およびこれら情報伝送システムによって送られてくる多量のデータの分配、交換処理を行なうデータ交換システムの採用。
  - (3) 計算機との結合が容易な1:Nスーパの集中制御所における採用。
  - (4) マン・マシンインタフェースの中心となり、かつ系統監視のための道具として、カラーCRTの採用。
- などである。

##### 4.2.2 大容量情報制御

産業界の物的流通の合理化の気運により、生産と消費をつなぐパイプの重要拠点として倉庫の建設が盛んであるが、これらの倉庫の機能も従来の保管倉庫から脱皮して、流通倉庫へ、さらには情報倉庫へと大きく変換している。図11はダイナミックにオンラインで制御される倉庫システムの一例を示すものである。本システムでは、スタッカ・クレーンなどの

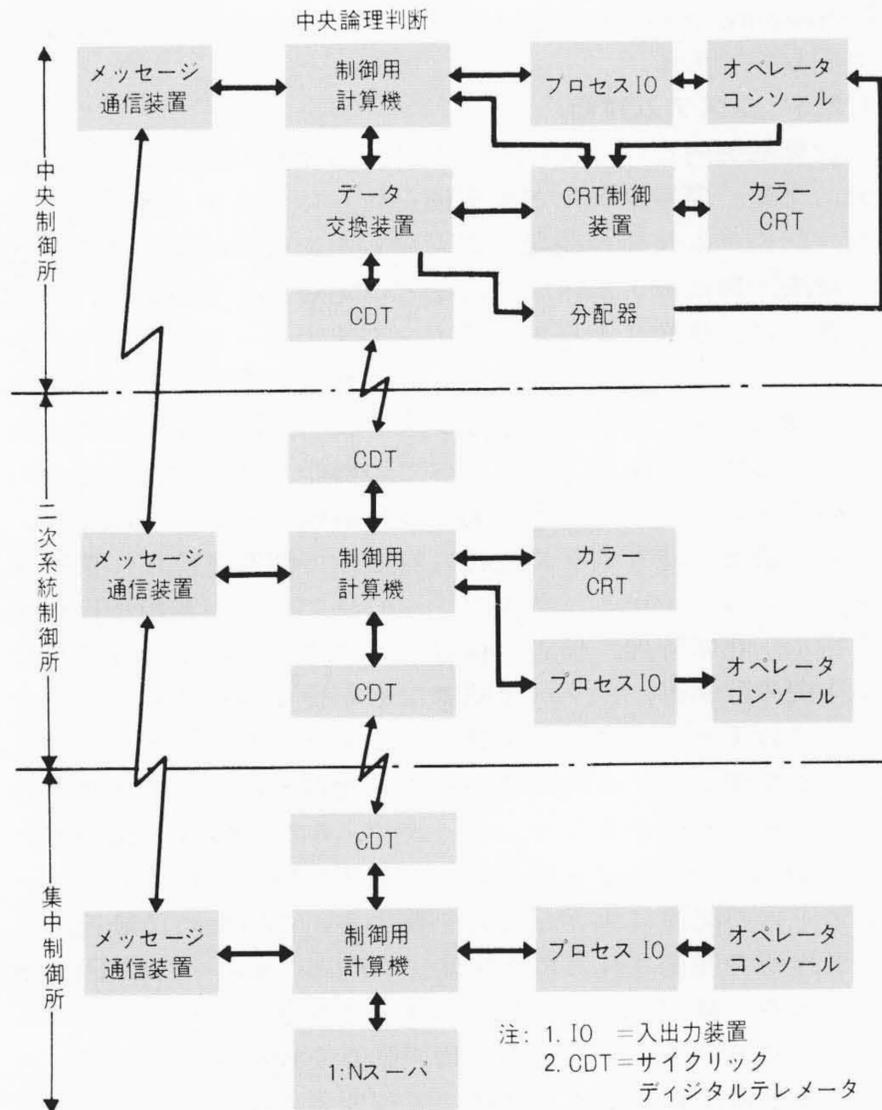


図10 電力系統のトータルシステム 通信制御による計算機リンケージにより給電システムが自動制御されている。

Fig. 10 Totalized Electric Power Dispatching and Control System

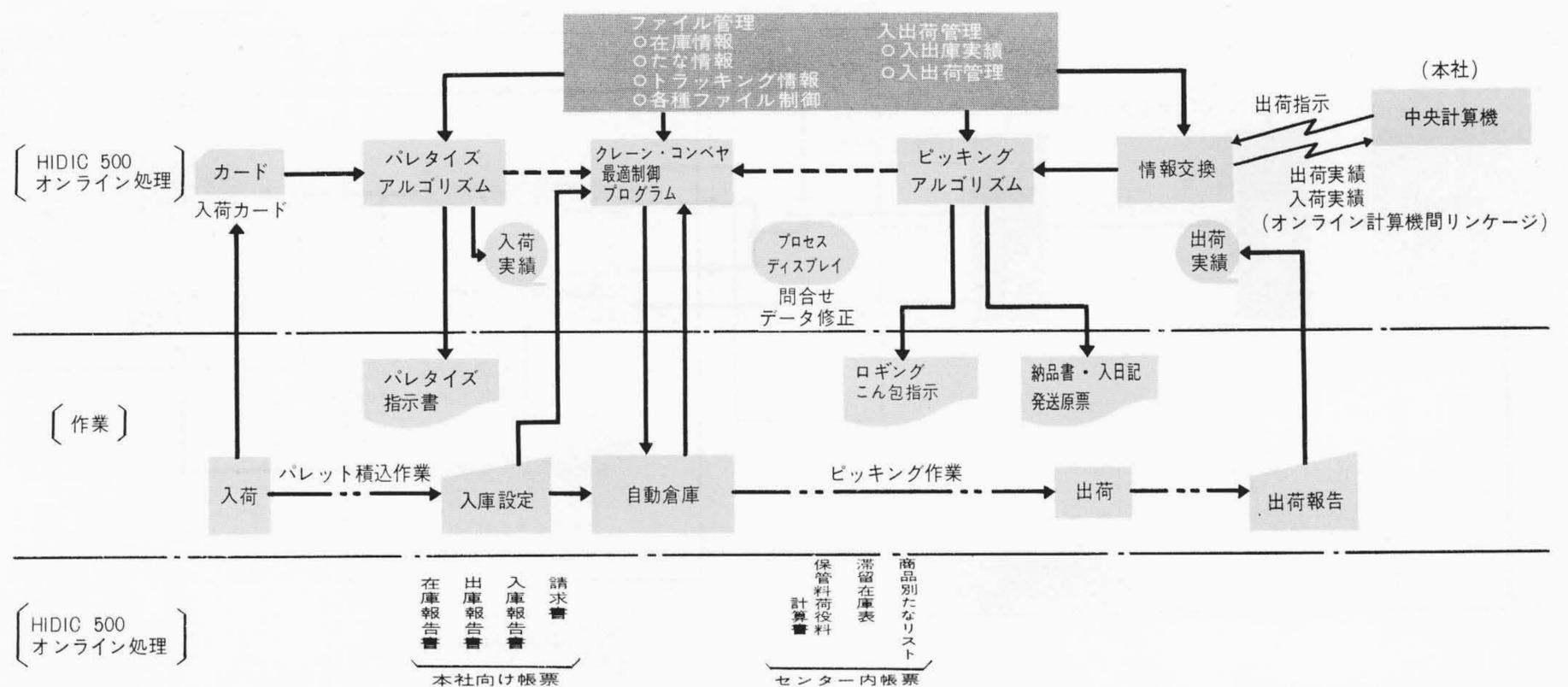


図11 流通センター計算制御システムの機能 入出荷情報、在庫情報などの管理のため大容量ファイルが必要となった。

Fig. 11 Computer Control System of the Physical Distribution Center

駆動制御はもとより、大容量磁気ディスク装置を導入して倉庫管理に必要なすべての情報の管理、すなわち入出庫情報に基づくロケーションの決定、各種在庫品の記録、生産あるいは流通の一部として発注、入荷、受払い、出荷などの情報を大容量ファイルに収納し、物と情報の一体化を図ったもので、まさに「情報」倉庫そのものである。

#### 4.2.3 高信頼化技術

制御用計算機は1日24時間稼(か)動を目的としている。また重要な業務を分担していることが多い。このため、機器の高信頼化を図るとともに、対象システムの故障により、当該企業活動に重大な影響を及ぼす場合はシステムに冗長性を持たせた二重系システムが採用される。

二重系システムには、デュアル方式(DUAL)およびデュプレックス方式(DUPLEX)の2方式があり、**図12**はデュアル方式の一例として新幹線運転管理システムCOMTRAC (Computer Aided Traffic Control System) を示すものである<sup>(6)</sup>。

本システムは、列車の位置情報に基づき、各列車ごとに進行進路を制御するシステムであるが、計算機システムの不具合により、列車運行に支障を与えないようデュアルシステムが採用されている。2台の進路制御系計算機(HITAC 7250)内のプログラムは同期され、処理結果は照合されて、誤った出力を行わないようにされている。

#### 4.2.4 ソフトウェア

以上のような計算制御技術をささえるソフトウェアの面からみると、高応答性、処理性、生産性の面からそれぞれ呼応して進展を遂げている。すなわちHIDICシステムでは、通信制御については専用アクセス法を備えた多重通信制御がサポートされ、また大容量情報制御ではDMS(Data Management System)によって高速入出力処理装置、集団ディスク装置に対する情報の格納、検索が容易かつ簡素化された。

さらに、従来、プロセス制御用もしくはオン・ライン用のプログラムはすべてアセンブラで組まれていたが、プログラム量の増加とともにその生産性が強く要請され開発されたの

が制御用コンパイラPCL(Process Control Language)<sup>(7)</sup>である。これは制御用プログラミングの特徴を生かした高級言語であり、フォートランをベースにしつつ、データ構造はPL/I(Programming Language/I)のよい点を採用し、制御用への適性化を図ったものである。このほか、コンピュータとの各種対話を行なうためのユーティリティ、PDS(Program Debugging System)もソフトウェアの生産性に大きく寄与するものである。

#### 4.2.5 システム技術

計算制御内容の高度化とともに、広範囲の管理制御や、物流、交通、環境制御など大規模な新しいシステムの要求により、システム技術の開発が盛んである。自動制御による最適化技法、数式モデル作成技法などは定着化しつつあり、最近にはさらに、ORによるオンラインダイナミック制御<sup>(8)</sup>や、シミュレーションによるシステム計画技法が開発されている。

**図13**は生産工場の統合生産システムの一例を示すものである。ここでは、生産工場のすべての機能、業務が統合化され、自動化されており、生産計画を基に設備、人員、部品在庫、生産実績など時々刻々の変化に対応して時間単位に作業順序を指示するダイナミックスケジューリング、作業指示自動出庫指示、在庫管理、検査、検収データ処理、倉庫管理、NC工作機の群制御、コンベヤ制御などが行なわれている。しかし、このようなシステムを計画する場合に欠くことのできないのが生産システム内の物の動きを管理・制御方式と結びつけて詳細に模擬するシミュレータで、そのためGPSS、SIMSCRIPTなどのシミュレーション言語が用いられているが、システムの記述に大きな労力を要する。このために最近、日立製作所で開発されたのが生産システムシミュレータMAFLOS<sup>(9)</sup>である。MAFLOSは任意に外部より与えたアルゴリズムのもとにおける生産工程内の物の動きを模擬するもので、あらゆる生産工程の構成を7種の工程要素の組合せで表現する。**図14**はその一例を示すものである。

#### 4.2.6 マン・マシンシステム

大規模あるいは複雑なシステムでは、計算機は一般原則で

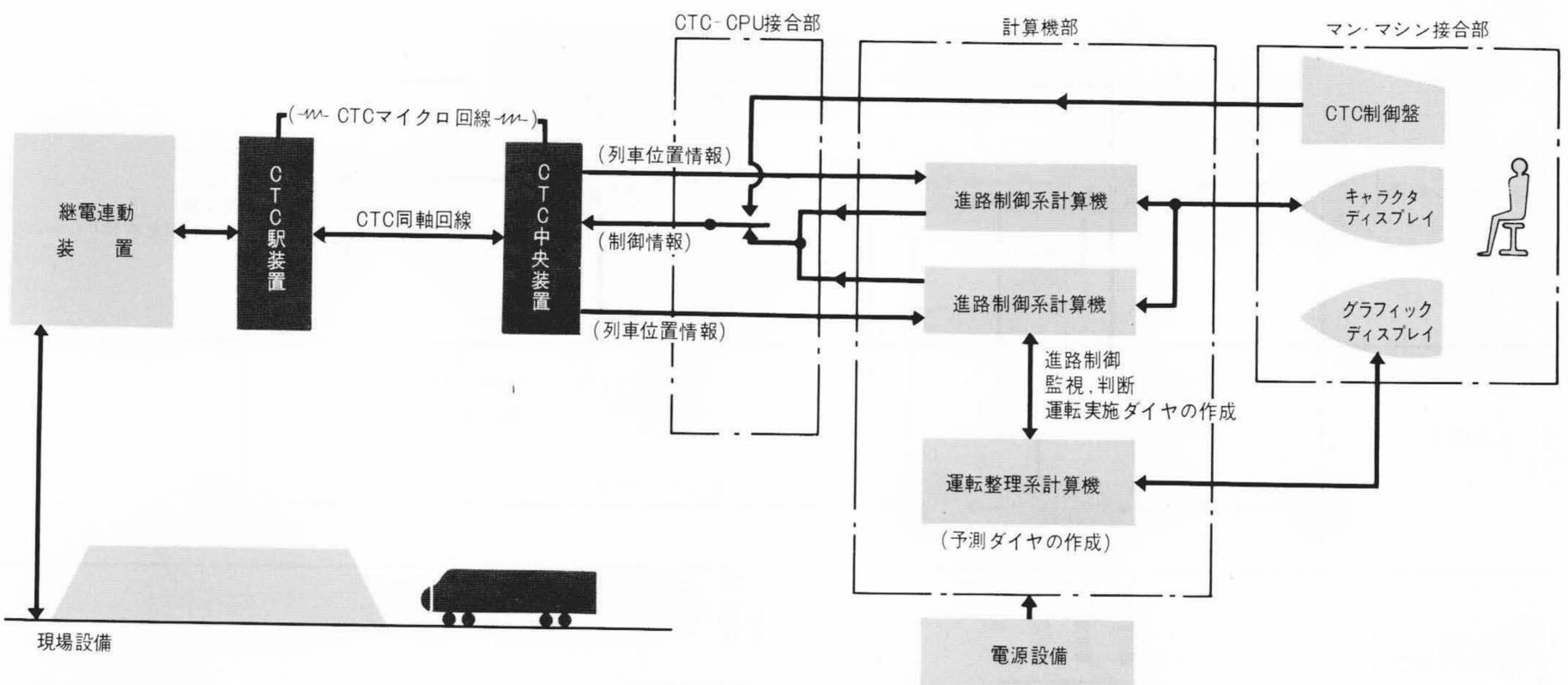


図12 新幹線列車運行管理システム 進路制御系計算機は二重系で構成され、制御指令は照合チェックされ安全を保つ。また、ディスプレイを通じて計算機と人との対話が行なわれ、人間と機械との総合システムとなっている。

Fig. 12 COMTRAC System

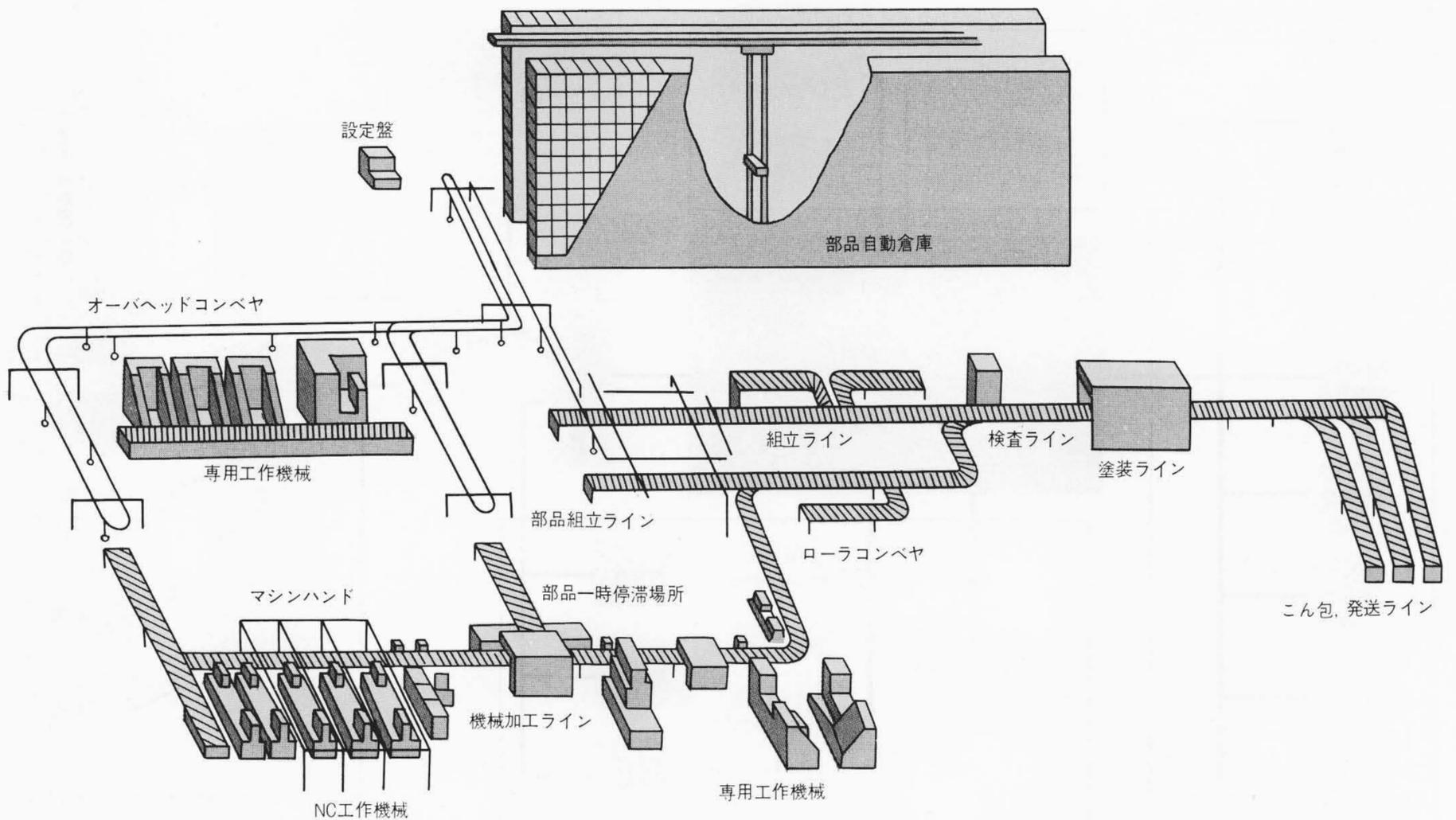


図13 生産工場の統合生産システム 倉庫、ロボットなどのマテリアルハンドリング機械、コンベヤなどの運搬機械、および加工機械などが関連をもって制御される。

Fig. 13 Integrated Manufacturing System

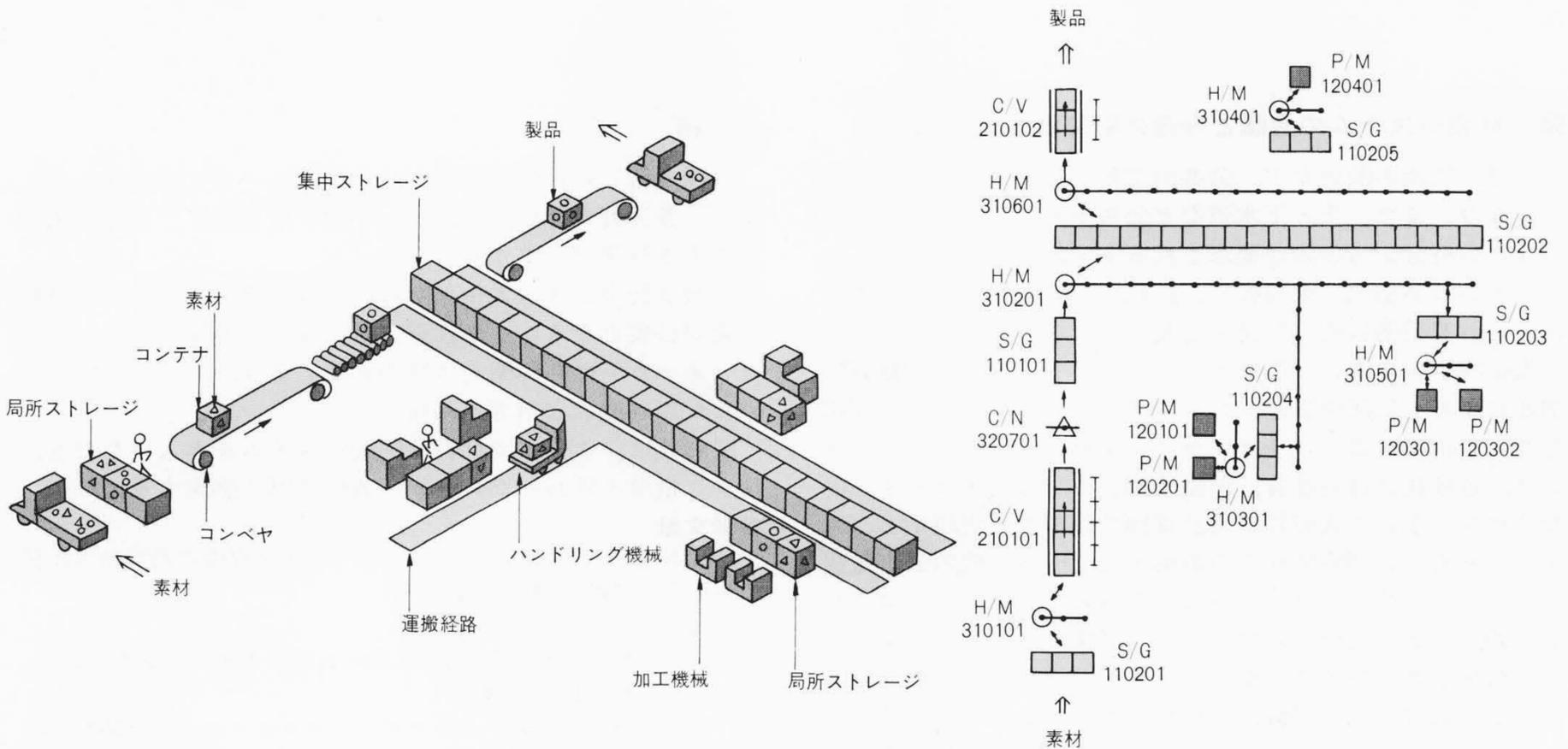


図14 生産システムシミュレータMAFLOSにおける工程記号表示で工程構成表現が容易にできる。

MAFLOSでは七つの工程記号

Fig. 14 Shop Structure Schema with MAFLOS Symbols

処理される範囲の制御を受け持ち、例外事項や異常事態に対する最終的な判断は人間が下すことになる。つまり、人間の知的活動と計算機の機能とを一体化したマン・マシンシステムにより高度の意思決定が少数の人間で一元的に、しかも、短時間に行なわれることになる。図12に示したCOMTRAC<sup>6)</sup>

はその一例で、ダイヤが乱れた場合の運転整理は、列車運行の監視、設備故障の有無などを計算機が監視し、判断材料の提示、標準的な判断による提案(問いかけ)をキャラクタおよびグラフィックディスプレイによって行ない、例外的かつ総合的判断と最終決定は人間が行なっている。

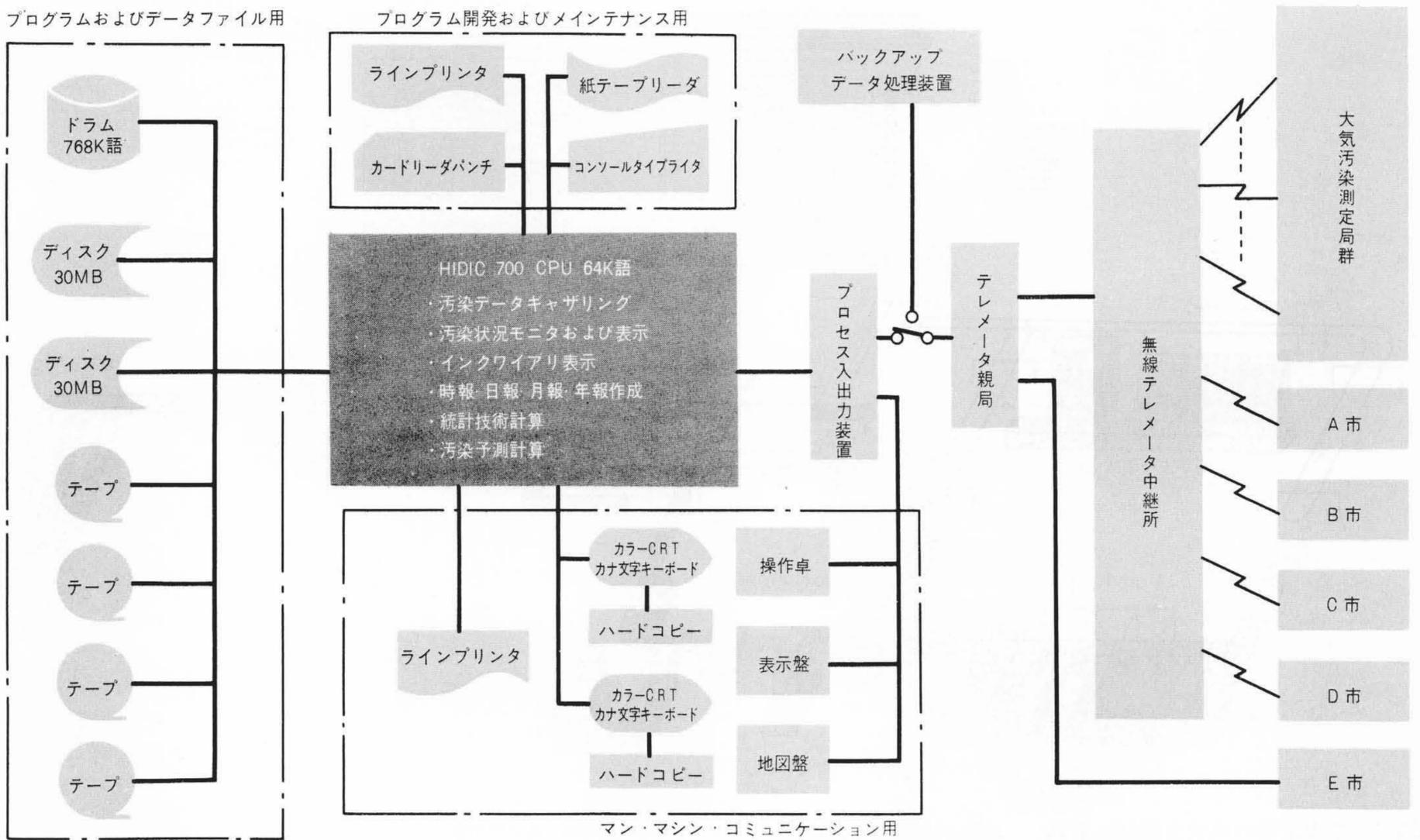


図15 大気汚染監視システム 多数の測定局、各市のデータがテレメータで集められ、広域の監視が行なわれる。

Fig. 15 Air Pollution Control System

### 5 社会システムの台頭と今後の計算機制御システム

交通、物流の制御など、公共的業務の制御が行なわれるようになり、また、上・下水道など公共施設の制御や、公害監視などの社会システムが要求されるようになった。これらのシステムは多様化、大規模化、広域化の傾向をさらに強め、新しい計算制御技術の開発を必要とするであろう。図15は、公害監視システムの一例を示すものである。本例は HIDIC 700 による大気汚染監視システムである。テレメータを利用した大気汚染監視というオンライン業務とデータのファイリング、各種統計技術計算、汚染予測計算などのオフライン的な業務を、1台の大形制御用計算機で効率よく実現するシステムである。各測定局からの直接入力データ、他の公害監視システムの汚染データなど、大量の情報をテレメータにより常時30分ごとに受信し、ファイリングする。新しい汚染データは環境基準を越えていないかどうかのチェックを行ない、高濃度汚染時には地図盤、表示盤、カラーCRT、ラインプリンタなどを駆使して、公害監視官が行なう汚染質排出企業に対する規制業務のための判断情報を提供する。さらに、前日および当日の朝、汚染ポテンシャルレベル、汚染濃度などの予測計算を実行して、大気汚染予報業務のための情報を提供する。

このような大規模な社会システムの出現とともに一方、社会全般にわたる省力化の要求は、ますますきびしいものがあるので、計算機の小型化が年々進むにつれ、小形システムの導入台数が大幅に増加し、コンピュータネットワーク化が進められるものと思われる。

### 6 結 言

各種の新しい技術の開発と、社会的ニーズとがあいまって、現在、各分野で計算機制御は、小形から大形まで多様な用途に導入され発展しつつある。

今後は社会システムや、さらに高度の自動化のための技術開発が必要となるが、これらの新システムの開発にはユーザーとメーカーの共同開発体制が必要であり、あらためて利用いただく各位のご指導をお願いしたい。

終わりに、これまで計算機制御システムを導入いただき、種々ご指導を賜ったユーザー各位に厚く感謝する。

#### 参考文献

- (1) 日本電子工業振興協会：わが国の電子計算機の需要動向と利用高度化の課題 99, (昭47-3月)
- (2) 同 上
- (3) 武井, 村野ほか：「自動車工業における生産管理システム」, 日立評論 55, 188 (昭48-2)
- (4) 野坂：鉄鋼業におけるコンピュータコントロール 303 (昭-45 産業図書)
- (5) E.J.KOMPASS：“A Survey of On-Line Control Computer System” Control Engineering 19 No.1 52 (Jan. 1972)
- (6) 岡本, 今城ほか：「新幹線運転管理システム・コムトラック (COMTRAC)」日立評論 54 733 (昭47-8)
- (7) 桑原, 林ほか：「プロセス制御用言語PCLの開発」 日立評論 54 765 (昭47-9)
- (8) 三森：「生産システムにおけるスケジューリング理論」 日立評論 55 168 (昭48-2)
- (9) 関, 磯田：「生産システムの現状と動向」 日立評論 55 163 (昭48-2)