

産 業

- 産業プラント●電機・制御●FA
- 産業機械●半導体製造装置
- 運搬荷役・建設機械

昭和60年代を迎えた産業界は、高度技術の追求にますます拍車をかけ、各企業の生き残りや国際競争社会への対応を図ろうとしている。日立製作所では、ハイテクノロジー化を目指す顧客のニーズに即して、各種の製品分野で新技術を駆使した製品やシステムを開発、納入し、国内外で好調な実績を挙げている。昭和59年度の傾向で特筆すべきこととしては、FA（ファクトリーオートメーション）関連分野で、ハードウェア、ソフトウェア及びシステム、デバイスにわたって多面的な製品展開がみられたことと、半導体及びバイオテクノロジー応用の急成長・新産業分野への製品納入が本格化してきたことが挙げられよう。

基幹産業分野では、薄板圧延に数々の優位性を実証した作業ロールシフト形のHC-MILLの厚板圧延への適用技術や、HC-MILLの発展形であるUC-MILLの新形状制御方式を開発し、高度技術への投資によって国際競争力の維持に努める鉄鋼メーカーの期待にこたえた。デジタルレオナード装置やマイクロコンピュータ群の採用により、完全連続式の冷間圧延プラントも実現した。化学プラント関係では、石炭ガス化用の酸素プラントやポリエステル連続重合プラント、エチレンプラント用分解炉モジュールなどで、いずれも世界最大級の記録品を納入した。ここにも高信頼化、コンピュータによる完全自動化など、随所に新技術が採用されている。

近年急速に工業化が図られているバイオテクノロジーの分野では、遺伝子組換え菌による有用物質生産（培養）の制御方法を確立したほか、酵素や菌体を利用してアミノ酸などを工業生産する新形のバイオリアクタを開発した。その一方、これら生物材料の拡散や感染を防御するバイオハザード対策設備や工法も、危険度の各レベルに対応して開発されている。

電機・制御の部門では、分散制御、光データ伝送を特徴とする大学広域キャンパス総合管理システムを完成した。上下水道用や圧延

プラント用の制御管理システムでも、デジタル化、マイクロコンピュータ化更には大画面表示や音声ガイダンスの採用による標準化、コンパクト化、複合化が図られている。交流可変速電源装置でも、ベクトル制御付き電圧形PWMインバータ、電流形の正弦波インバータ、負荷特性に合わせたマイクロコンピュータ制御インバータなど高性能化が著しい。

広く製造業の分野に普及し始めたFAの中心的存在が、加工、組立、物流、工程管理の一貫自動化を目指すFMS（フレキシブル生産システム）で、制御用計算機やプログラマブルコントローラを駆使して、対象工場に適合させた各種のシステムが続々と納入されている。新登場のFA用ローカルネットワーク、知識工学応用FA制御ソフトウェア、スペクトラム拡散通信装置などは、以上のシステムを支える重要な技術要素で、そのうち最も顕著なものが、視覚センサー画像認識、処理装置の実用化開始であろう。ロボット視覚、組立ステーション、ライン検査などでの実用に耐える処理速度の実現は、LSI化と認識アルゴリズムの高速化が鍵であり、また画像処理ソフトウェア作成を容易にするための、言語やコマンド群の開発も肝要である。日立製作所は、これらについても積極的な開発を進めている。

拡大を続ける半導体産業向けの各種製造装置は、高精細化に加えて、高スループット化（高生産性）が命題となっており、電子線描画装置、縮小投影露光装置、ドライエッチング装置、イオン打込装置のそれぞれで新製品を完成した。半導体工場のユーティリティ設備としてのクリーンチャンバや超純水装置でも、超LSI時代を支える技術開発が行なわれている。

各種の産業機械や運搬荷役、建設機械関係でも、マイクロコンピュータや光ファイバ伝送、メカトロニクスなどの新技術が採用されており、産業界の新しいニーズに対応した新製品が次々と開発されている。

産業プラント

新形厚板圧延機の開発

厚板圧延機の大形化・高速化のスケールアップは、昭和50年度建設分を最後に設備技術面では飽和状況に達した。しかし、最近著しく進歩を遂げている制御冷却圧延の厚板製造プロセス面に対応するため、厳しい品質・寸法精度を満たす高能率な厚板圧延機の出現が強く望まれてきている。この要望にこたえるため、既に薄板帯鋼圧延設備で優位性が実証された「作業ロールシフト形」の圧延機を厚板圧延に適用したものを開発した。厚板特有の成品幅範囲が広いことに対応してロングシフトストロークとし、更にロールベンディング力も強力にすることにより従来形の障壁を克服することをねらいとしている。この方式を適用することで、画期的な機能向上を図ることが可能である(図1)。

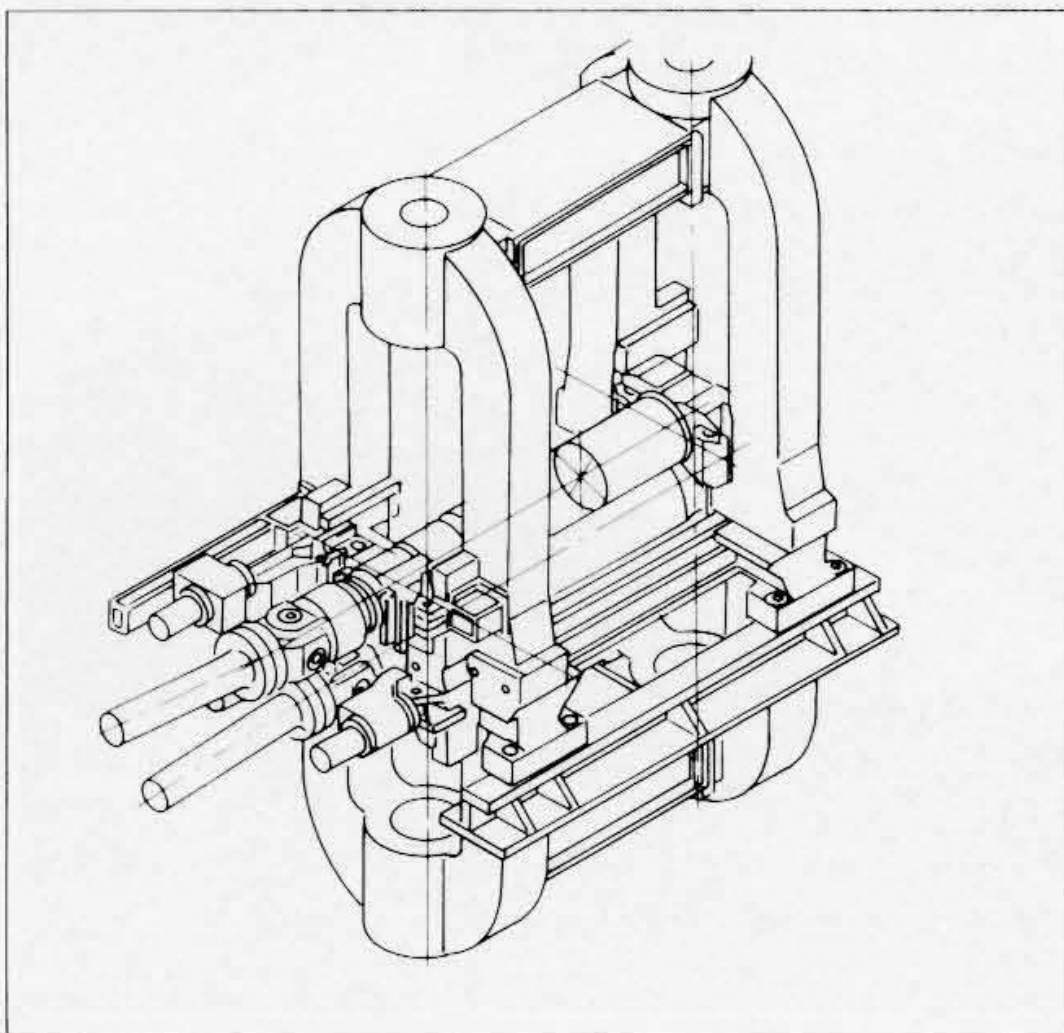


図1 新形厚板圧延機

完全連続式6タンデム冷間圧延機用制御装置の納入

川崎製鉄株式会社千葉製鉄所既設6タンデム冷間圧延機をリプレースし、完全連続式6タンデム冷間圧延機とし昭和59年7月1日から営業運転に入った。日立製作所は、既設品改造及び連続化用制御装置一式を納入した。図2に完全連続式圧延設備の機械構成を示す。今回のリプレースで圧延機の前面には、2セットのブライドルロールと400mの材料を蓄えることが可能なループカーと溶接機を増設し、圧延機を停止させることなく新しい材料を供給できることを可能にし、後面には圧延を行ないながら製品の切断・巻取りを可能にするため、切断機・カローゼル式巻取りリールを増設した。これらの結果、

- (1) 高品質(歩留まり向上)
 - (2) 高生産性(通板時のトラブル減少)
 - (3) 省力化
- が実現した。

日立の納入品と特長を以下に述べる。

- (1) 主機制御用デジタルレオナード装置(14セット)

圧延機用12セットは、M-G(モータ・ゼネレータ)方式のデジタルレオナード装置である。

- (2) 設備監視システム(1セット)

マイクロコンピュータHIDIC 08Lを使用し、設備の稼動状況・故障監視を行なうと同時に、ハンドリング、主幹制御などの複雑なインタロックをオンラインでオペレータが容易に認識できる下位DDCインタロック監視機能が備わっている。

- (3) DDCコントローラ(HISEC 04E: 6セット)

HISEC 04E 6セット及びHIDIC 08LはすべてBUS結合装置で接合されており、有効的にデータの共有及び授受を行ない、本プラントの制御を行なっ

ている。

- (4) 補機用レオナード(8セット)
- (5) 直流・交流補機制御盤及び操作デスク(97面)

UC-MILLにおける形状制御システムの開発

近年、冷間圧延設備では広幅、極薄圧延のニーズが高まっており、UC-

MILL (Universal Crown Control Mill: HC-MILLの中間ロールにベンディング機能を追加したミル)を開発した。このUC-MILLでの新しい概念に基づく形状の制御システムを開発したので紹介する。システム構成を図3に示し、その特長を次に述べる。

- (1) ベクトル形状制御モデルを開発し、UC-MILLの形状修正特性の解析を容易にした。これにより、形状制御のシミュレーションが可能となり、制御精度が向上した。

- (2) 形状を3次的に画面表示するシステムを合わせて開発し、オペレータによる形状把握を容易にした。

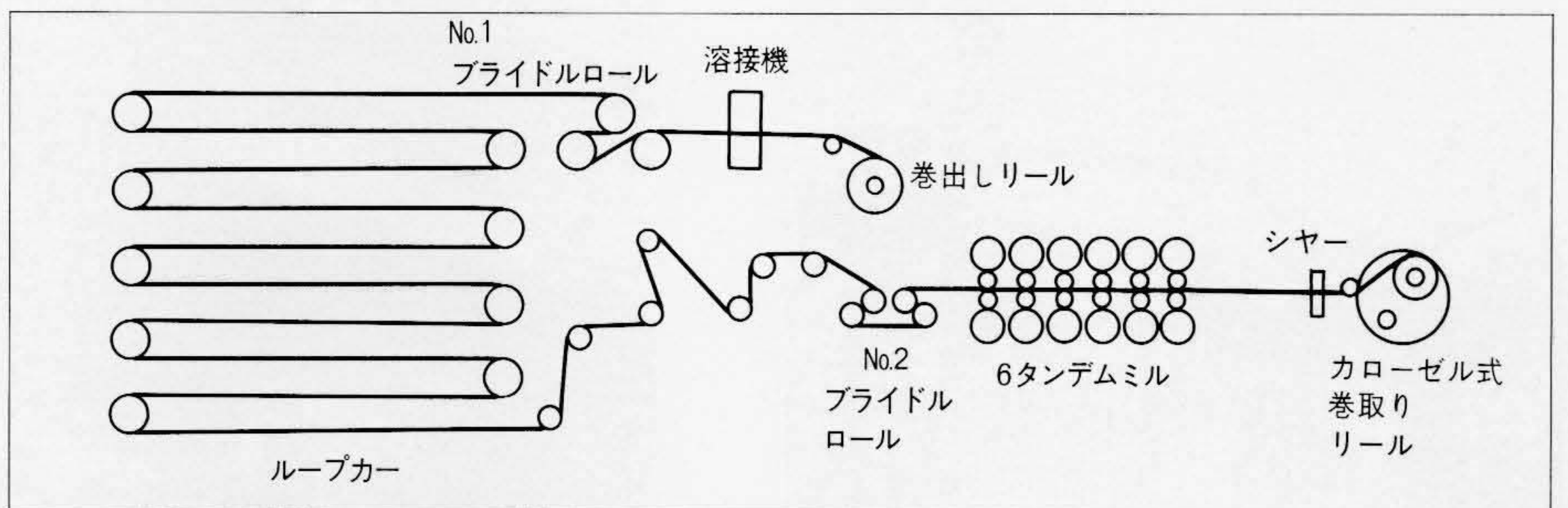


図2 完全連続式圧延設備の機械構成

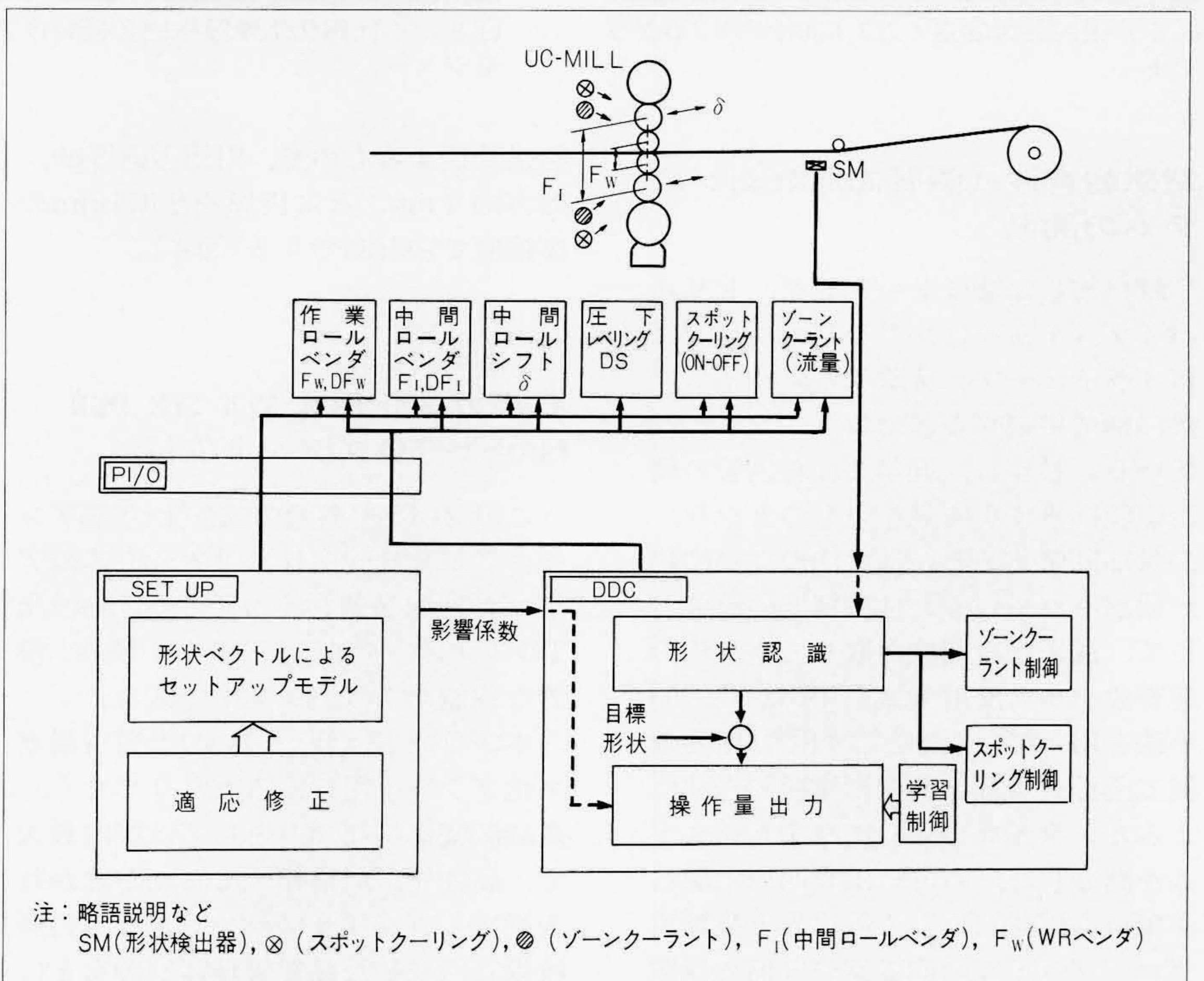


図3 形状制御のシステム構成

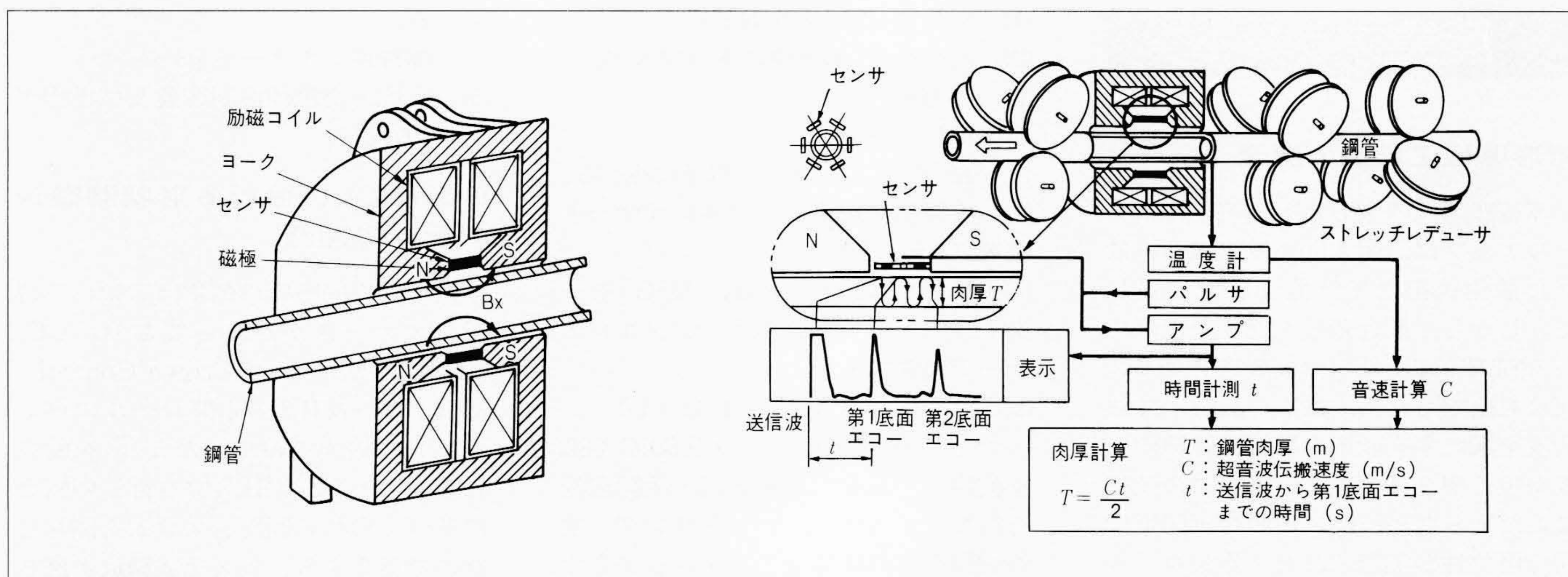


図4 電磁超音波式鋼管肉厚計測システムの概要

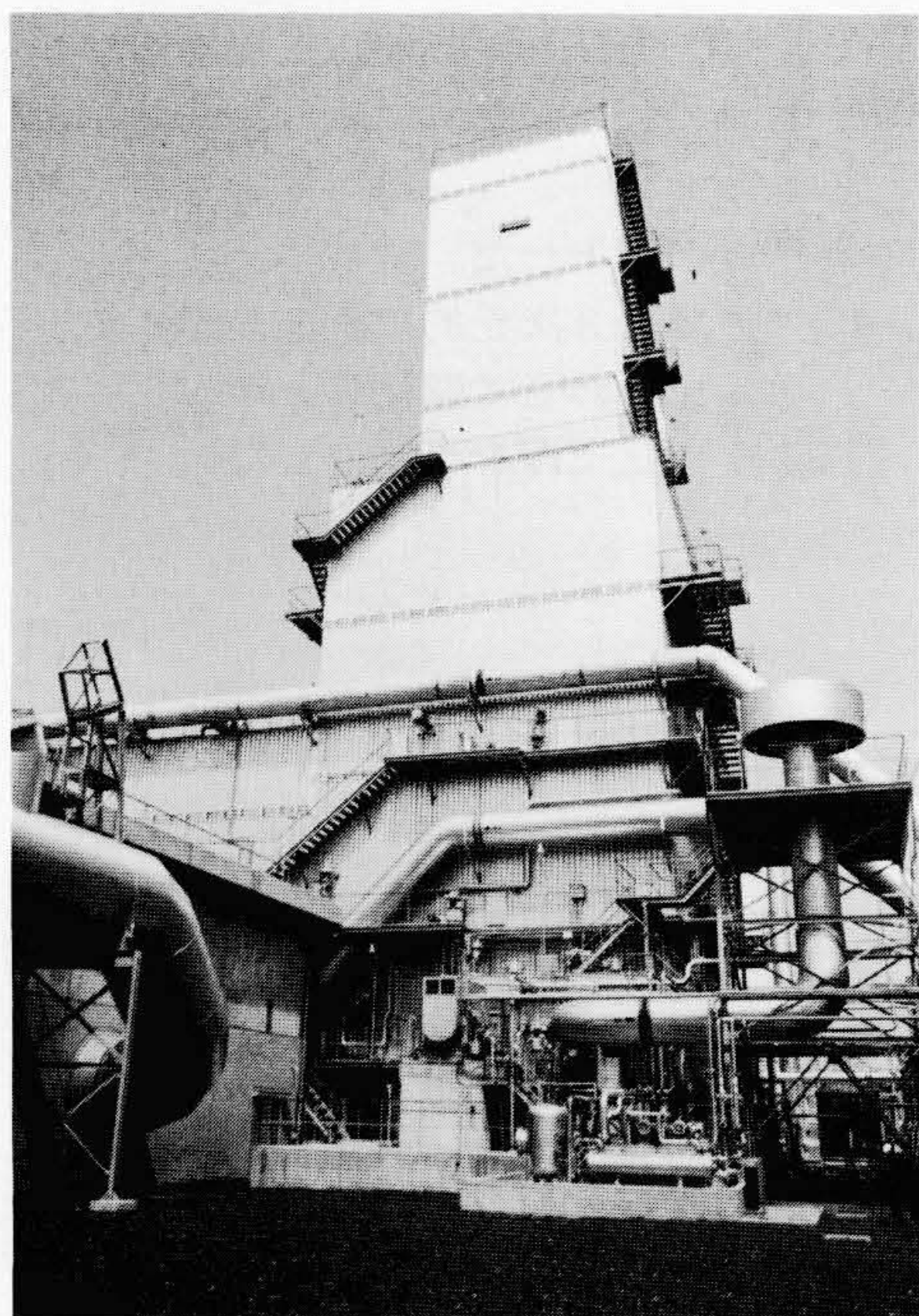


図5 国内最大容量4万3,000Nm³/h TOプラント



図6 千代田化工建設株式会社向けアラビアンペトロケミカルカンパニー納め分解炉モジュール

電磁超音波式鋼管肉厚計測システムの開発

継目無し鋼管はケーシング、ドリルパイプ、チュービングなどの油井管、ボイラチューブ、特殊ラインパイプ、機械構造用鋼管などに数多く用いられている。しかし、近年これら鋼管の使用環境はますます厳しいものとなり、高付加価値化あるいは寸法の高精度化が要求されている。寸法精度の改善として、従来は冷間抜き取りで水浸法の超音波パルス反射方式を用いた間接的手法を用いていたが、このたび住友金属工業株式会社と共同で電磁超音波によるオンライン(熱間)肉厚測定システムを開発した。本方式は貫通形電磁石を用い、電磁石による静磁界と高周波プローブコイルの作る鋼管表面の渦電流の相互作用により、非接触で超音波

を送受信するもので、円周方向6ch、軸方向4msごとに肉厚を±0.1mmの高精度で密計測できる(図4)。

石炭ガス化用大型4万3,000Nm³/h TOプラント完成

このたび宇部興産株式会社・宇部アンモニア工業株式会社に世界最大級のアルゴン回収装置付き4万3,000Nm³/h TOプラントを納入し(図5)、現在、優秀な性能をもって操業中である。

本プラントは我が国初的大型石炭ガス化プラント用であるばかりでなく、高純度酸素プラントとしては国内最大で、高性能、高信頼性に重点がおかれ大型アルゴン採りプラントとしての新技術と徹底した品質管理体制のもとに設計・製作がなされている。また、人

手と熟練を要する寒冷スタート時の可逆熱交換器の冷却から定常運転までをコンピュータで完全自動化するなど、運転面でも考慮が払われている。

主な仕様を次に述べる。

酸素量：4万3,000Nm³/h, 99.6%
O₂, 窒素：4万7,000Nm³/h, 99.999%
N₂液体窒素：1,270Nm³/h, 1ppm O₂,
アルゴン：1,000Nm³/h, 99.999% Ar

石油化学プラント用大形モジュールの完成

単機容量では世界最大級のエチレンプラント用エタン分解炉6基・3モジュールを完成し納入した(図6)。本装置は一つのモジュールで約1,600tと大形で、そのモジュール化での特長は以下に述べるとおりである。

(1) 設計、製作、組立の一貫体制

(2) 設計からモジュール完成まで受注後16箇月の短期間で完成

(3) 構造解析による輸送の高信頼性

今回で分解炉のモジュール化は14基の実績となり、上記特長を中心に確立された技術は世界に誇れるものである。

中華人民共和国向けポリエステル連続重合プラントの完成

日立製作所では、先に鐘紡株式会社と共同で中華人民共和国技術進口総公司から受注したポリエステル連続重合プラントを完成した。本プラントは、年産20万tという単一工場としては世界最大の規模をもち、鐘紡株式会社のノウハウを取り入れた最新鋭のポリエステル製造プラントである。このプラントは、原料受入れから重合設備、製品包装まで行なう生産設備と、それに付随する補助生産設備一式が含まれており、各々の設備は1年以上の長期連続運転に耐えられるよう設計、製作されている。また、重合設備には、高温度、高粘度、高真空下で長期連続運転に耐えられるよう、日立製作所で開発した信頼性の高い軸封装置などを採用した重合装置が含まれている。

圧カスイング吸着法によるアルゴン回収技術を開発

製鉄、半導体工場を中心にページガス源としてアルゴン需要が増加しているが、供給がこれに追いつかず排ガス中のアルゴンを濃縮して回収する技術の確立が求められている。今回、シリコン炉排ガスを対象に検討を進め、触媒燃焼法及び圧カスイング吸着(通称PSA: Pressure Swing Adsorption)法を組み合わせた高純度アルゴン回収プロセス(図7)を開発した。

このプロセスは、(1)パラジウム・アルミナ触媒を用いて水素だけを炭化水素共存下で選択燃焼すること、(2)真空再生形PSAを2段組み合わせて、後段脱着ガスを前段に還流させる複式PSA装置を採用したことに特長があり、試作プラントにより、アルゴン純度99.999%、収率65%を達成した。

遺伝子組換え菌の培養制御方法の開発

近年、遺伝子組換えに代表される、いわゆるバイオテクノロジーが急速に発達し、新しい産業分野として注目を集めている。

日立製作所は、こうした生物分野で

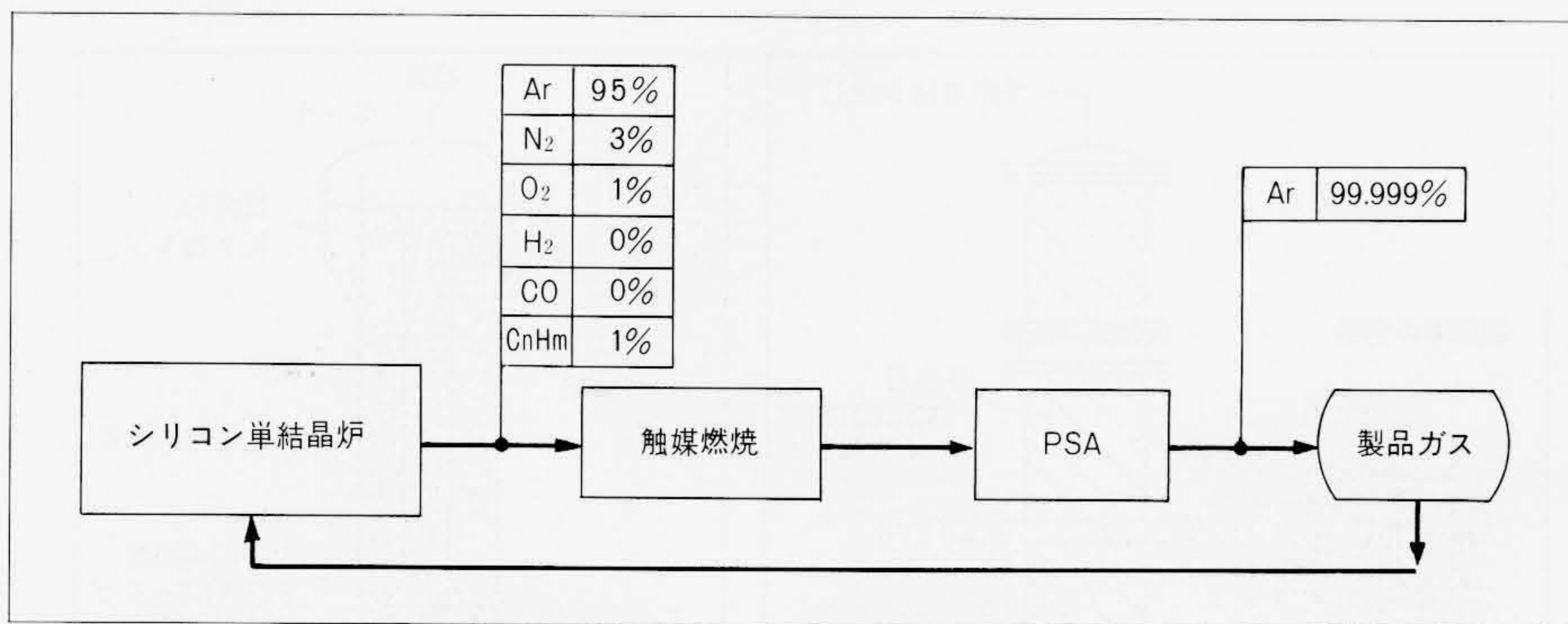


図7 圧カスイング吸着法によるアルゴン回収技術を開発

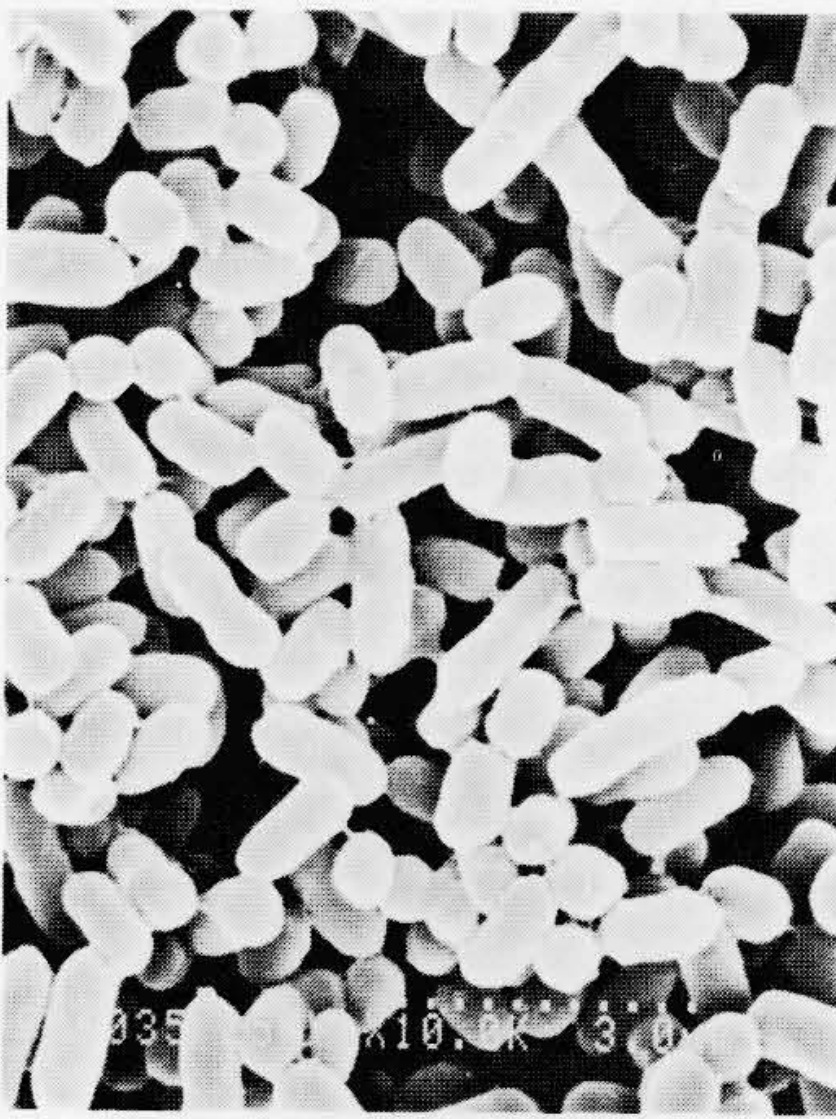


図8 遺伝子組換え菌

の技術革新に対応するため、遺伝子組換え菌によって、有用物質を大量生産するための培養制御方法を開発した。

実験モデルとしては、物質生産を指示する遺伝子(プロモータ)に、trp(トリプトファン: アミノ酸の一種)合成のプロモータを採用した。これに、有用物質である β -gal.(β -ガラクトシターゼ)構造遺伝子を連結した組換え遺伝子(pTREZ1)を大腸菌(E. coli)に導入した組換え菌を合成し使用した(図8)。したがって、この組換え菌培養では、(1)菌体増殖速度の増大及び最終収量の増加、(2)trpプロモータの活性化、の二つの手段によって β -gal. 生産の高効率化を図ることができる。

培養には、マイクロコンピュータによる自動制御培養装置(図9)を使用した。制御としては、(1)マイクロコンピュータにより培養条件を最適に維持する(増殖速度の増大)、(2)DO(溶存酸素)濃度変化から栄養源の不足を推測、添加する(収量増加)、(3)DO濃度変化から β -gal. 生産の誘導剤添加時期を決定する(プロモータの活性化)こととし、 β -gal. 生産量を同一の菌による従来法と比べ2.4倍に向上できた。

なお、本制御方法は、他のタンパク

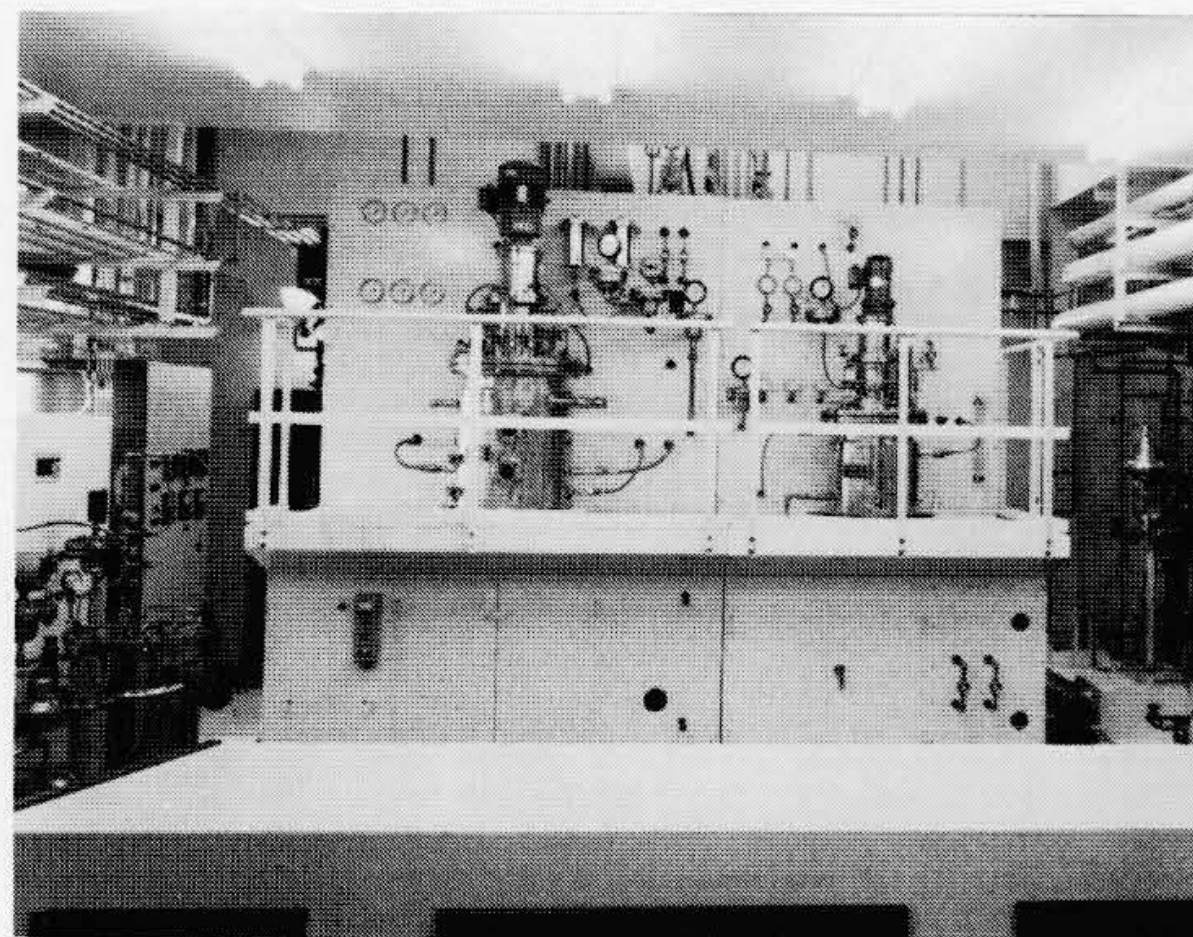


図9 自動制御培養装置

質生産にも応用が可能であり、組換え菌による物質生産方法として汎用性をもつ。

バイオリアクタの開発

最近、甘味料やアミノ酸の一部は固定化酵素や固定化菌体を組み込んだバイオリアクタにより工業生産されるようになった。このたび、有用物質の量産に適用できる充てん層形、及び流動層形の新形バイオリアクタを開発した。前者は粒子充てん層間にシンプルな構造に工夫したpH調節部と温度調節部とを内蔵したもので、酵素反応に伴うpHと温度の変化に対応し、各最適条件下で連続的に反応できる。後者は上方部を縮小したドラフトチューブを内蔵したもので、極めて高い粒子充てん率(60%V/V、従来比1.5倍以上)でも低通気量で円滑に流動化できる。特に気体発生反応に適し、高い反応密度が得られる。両リアクタとも、今後各種の有用物質の生産に広く適用されるものと期待される(図10)。

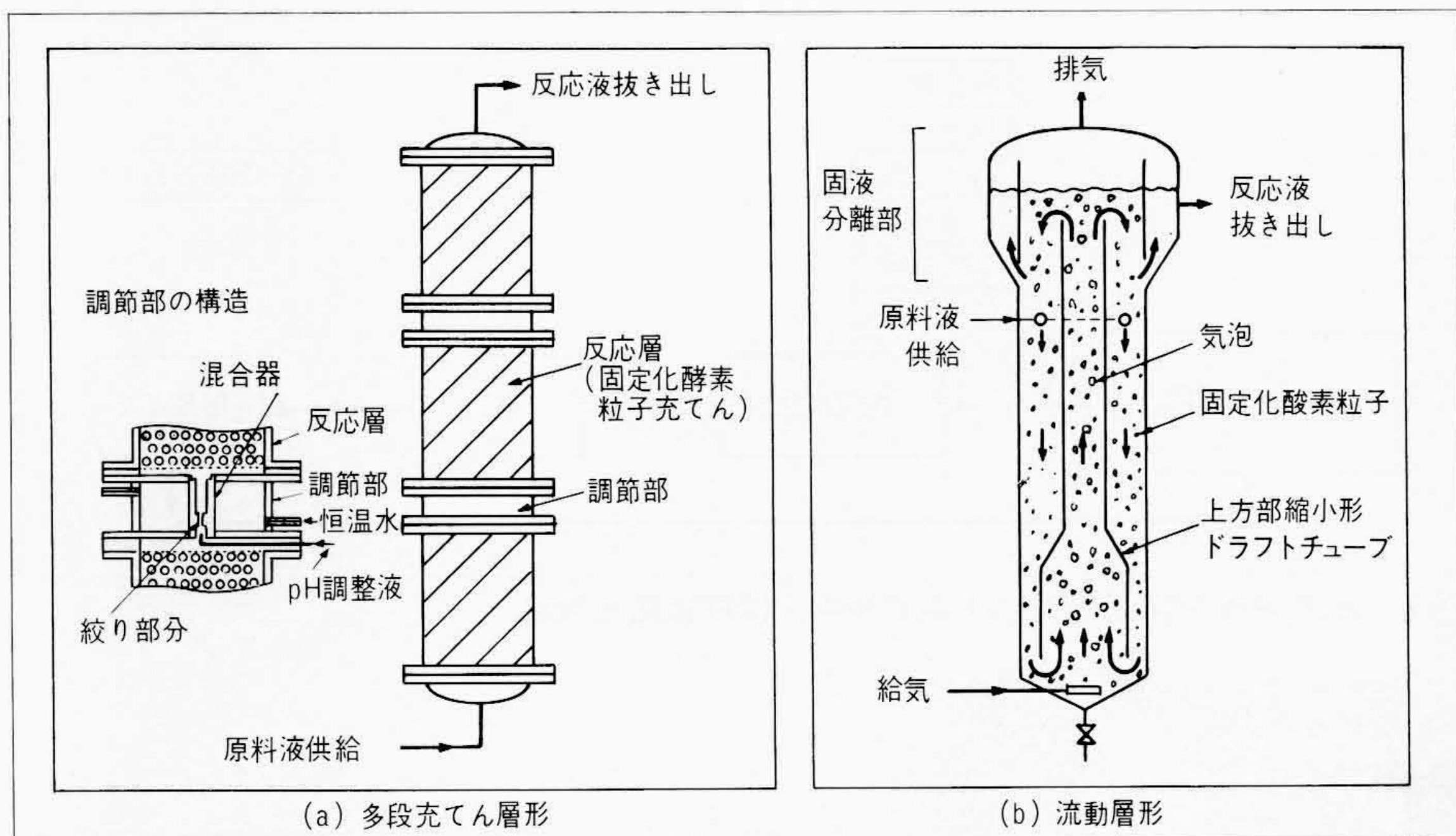


図10 バイオリアクタの構造

バイオハザード対策設備の開発

病原菌の研究、遺伝子の組換え実験や細胞培養による医薬品の製造など、バイオエンジニアリングの分野では、

取り扱う生物材料の拡散や感染防護設備が必要である。空気径路の対策設備として、気密ダンパ、ウォークインフード、陰圧制御システム及び配管貫通部の気密施工法を、排水系に対しては、

滅菌システム技術などを確立した。これによって、危険度の最も高いP4クラスの研究、LS1及びLS2クラスの生産施設から比較的規制度の低いP1クラスの設備まで、幅広く対応できるようになった。P4クラスの設備を国立予防衛生研究所、理化学研究所に納入した。図11に製薬会社納めのP3クラスの設備を示す。



図11 P3クラスバイオハザード対策設備

電機・制御

法政大学多摩キャンパス納め総合管理システム“SAVEMAX-50”の完成

大学キャンパス内に広く分散設置された各施設内の電気、空調、衛生、防災などの各設備機器を省エネルギー、省力、保守、保全の点から総合管理する大学広域キャンパス総合管理システムを、法政大学多摩キャンパスに納入した(トピックス5ページ参照)。

本システムは総管理点数が5,000点以上の大量になること、学部別の分散管理制御の必要性から、ユーティリティ設備を総合的に監視制御するSAVEMAXシリーズの最上位であるHIDIC-V90/50を中核としたSAVEMAX-50システムを中央監視制御用とし、マイクロコンピュータを内蔵した小規模向きのSAVEMAX-10システムを各棟に分散設置し、光通信による分散形管理システムとしたものである(図12)。

その主な特長は次のとおりである。

- (1) 基本監視制御機能を各棟システムに分散しているため、上位システムの障害や伝送路異常が生じてても他の正常な部分で監視操作、及び制御を維持できる総合的信頼性の高いシステムである。
- (2) 大量のプロセスデータ、制御指令、スケジュール計画データの相互伝送を効率よく、かつ一部の他社製システム

との結合、将来拡張の柔軟な対応などを考慮して、高速光モデムによるデータ通信プロトコルを統一しており、通信回線結合が容易である。

(3) 各施設別に異なるスケジュールや機器運転組合せに柔軟に対処するため、スケジュール組合せの会話形作成機能、使用教室を指定すれば教室付属設備の運転設定ができるカリキュラム設定機能などをもたせることにより、マンマシン性の向上を図っている。

上下水道用新監視操作デスク“IODX90”及びマイクロロガー“IMLX90”の開発

日立上下水道用監視制御システムAQUAMAXシリーズの新監視操作デスク“IODX90”(Integrated Operators Desk Complex 1990)を完成した(図13)。

IODX90は、プラントの監視、操作を制御する計算機システムの各種構成要素を内蔵し、小形・省電力化を図った監視操作デスクであり、高集積制御盤

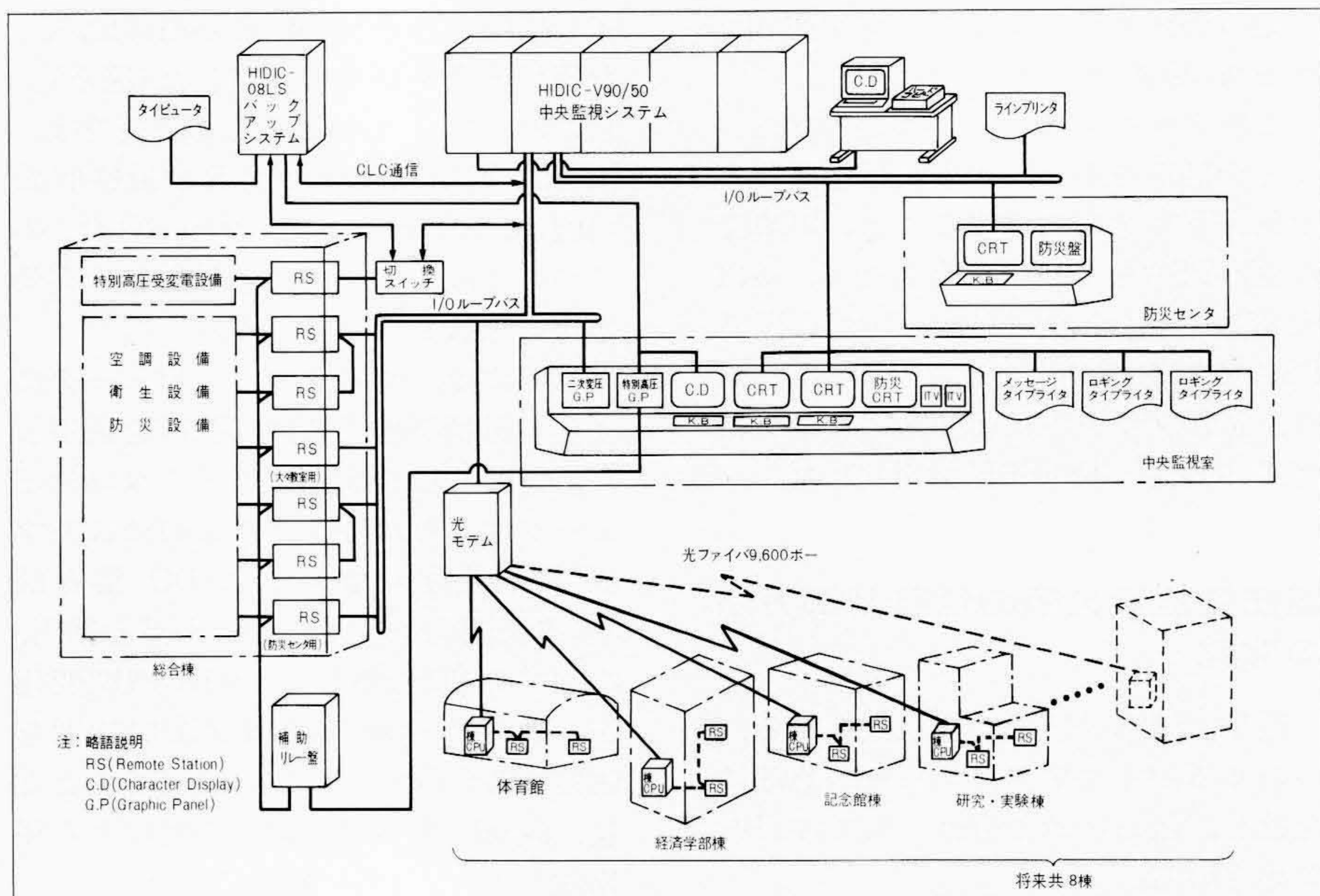


図12 法政大学多摩キャンパス納め総合管理システム“SAVEMAX-50”の構成



図13 IODX90の外観



図14 IMLX90の外観

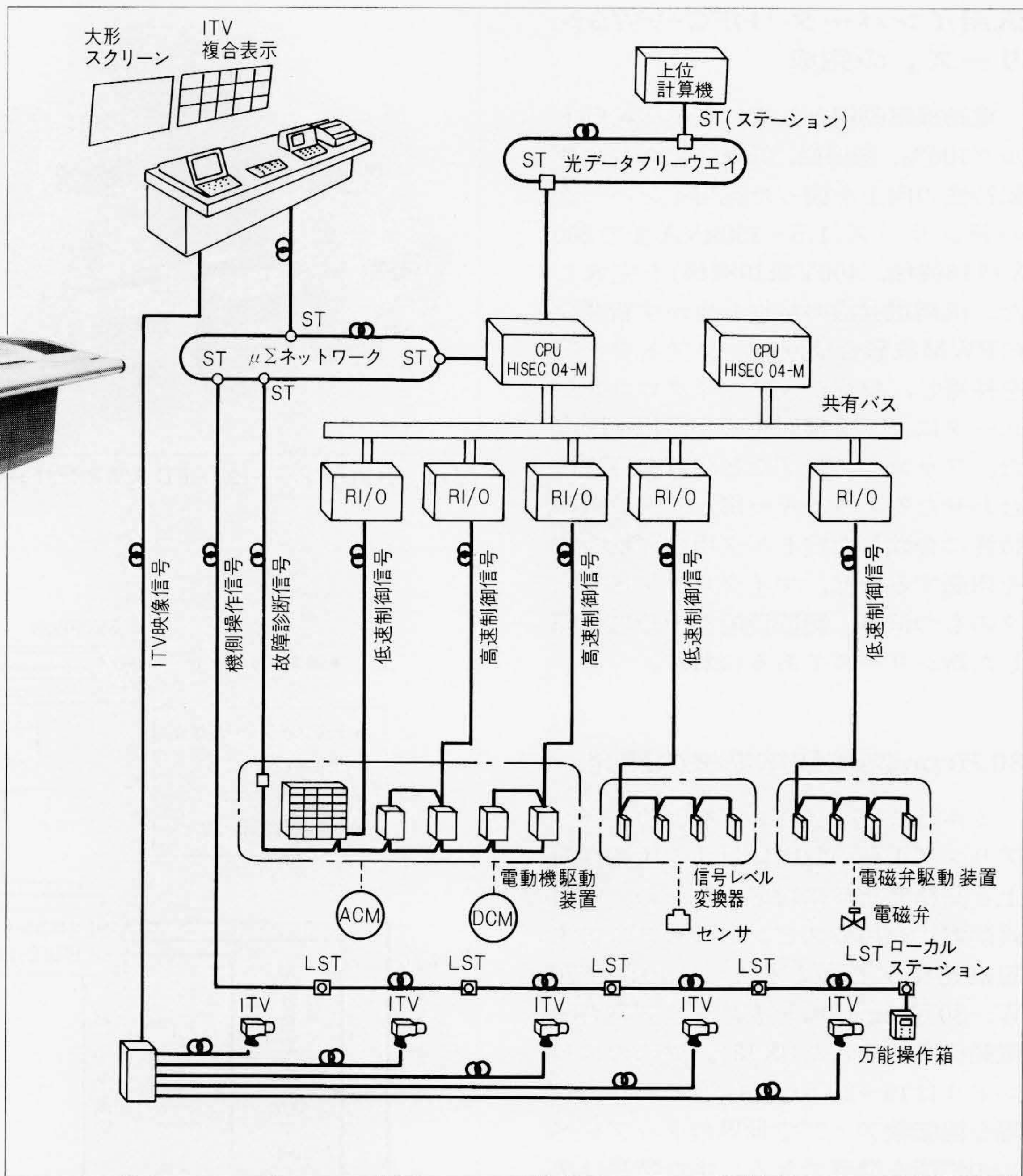
ICCX90(Integrated Control Complex 1990)と合わせて、高度な監視制御システムを構成できるとともに、設置スペースの縮小と工事経費の低減が可能である。

更に、小規模設備向けのデータロガー“IMLX90(Intelligent Micro Logger Complex 1990)”をそろえている(図14)。

ミルプラント制御システム “MACCS-90”の開発

このたび、ミルプラント制御システム“MACCS-90”の開発を完了した(図15)。本システムは最新の総合電子化、デジタル化技術を導入し、ミニマムインタフェースなどにより、コストパフォーマンスを飛躍的に向上させており、主な特徴は下記のとおりである。

- (1) 大画面表示装置や音声ガイダンス装置を備え、ワンマンオペレーションを構築できる新操業制御システムである。
- (2) センサベースの信号の伝送に、マルチドロップによる光伝送方式を採用し、ミニマムインタフェースを実現した。



注：略語説明など RI/O(Remote Input Output), ACM(AC電動機), COM(DC電動機), LST(ローカルステーション), ITV(工業用テレビジョン),  (光伝送路)

図15 “MACCS-90”制御システム

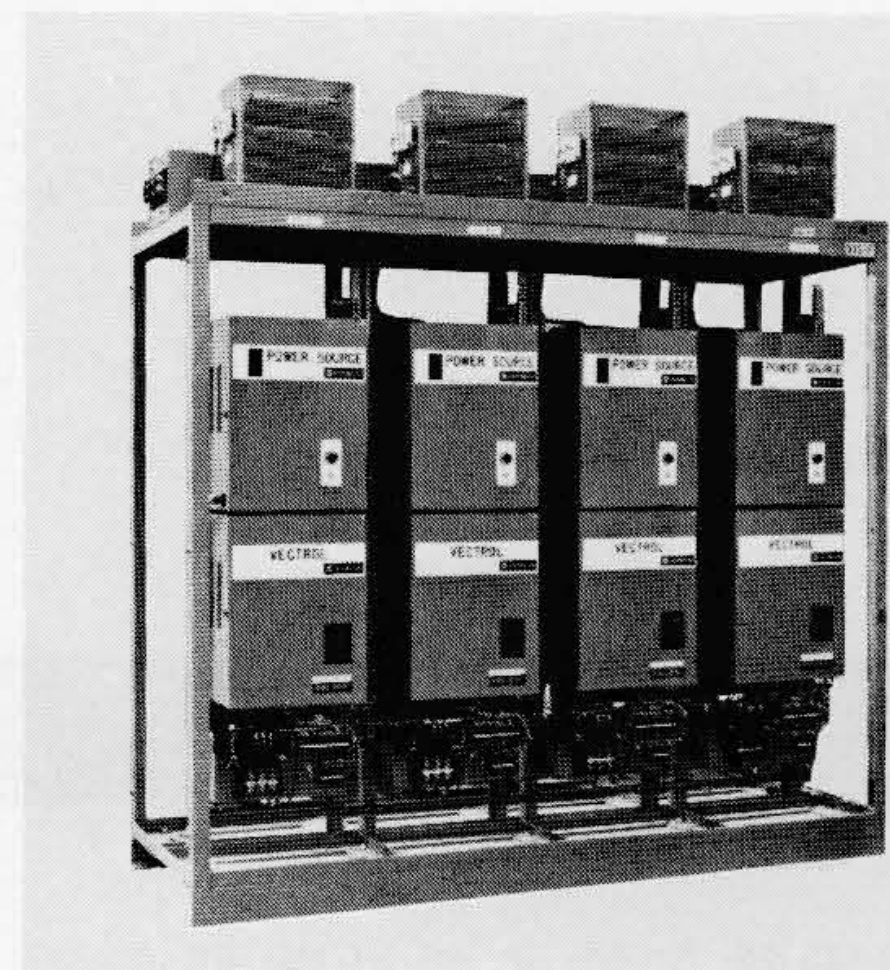
(3) PC(HISEC 04-M)の高機能化・高速化、及び共有バス結合装置によるマルチシステム構築が図れる。

(4) 制御装置の小形化・モジュール化により、現地工事期間の短縮化が図れる。

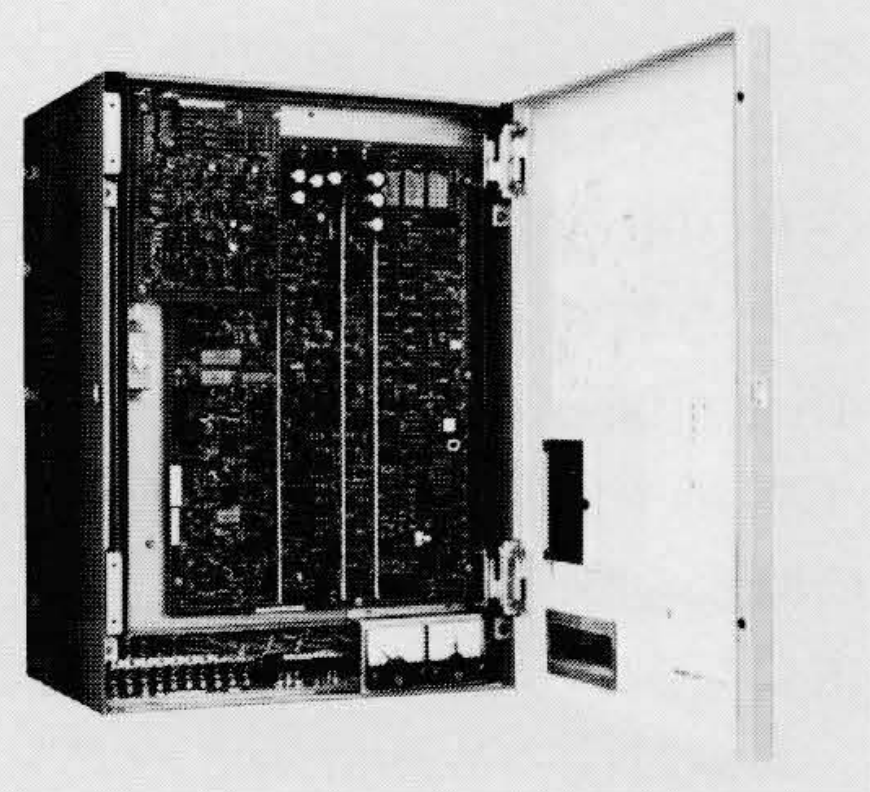
ベクトル制御PWMインバータ 装置のシリーズ化

高性能交流可変速制御装置“VECTROL-T”シリーズ(2.2~75kW)を完成した。VECTROL-Tは、パワートランジスタを採用したベクトル制御付き電圧形PWMインバータであり、(1)新滑り補償方式採用による高性能化、(2)コンパクトな壁掛けユニット構造(図16)を特長とする。

電流形インバータの分野では、GTO(ゲートターンオフ)サイリスタ及びPWM制御技術を生かして、インバータ入出力の電圧及び電流を正弦波にすることができる正弦波インバータを開発した。正弦波インバータは商用電源に対する高調波障害を大幅に軽減できるとともに、交流電動機の高効率、低騒音駆動が可能となる。



(a) VECTROL-Tの外観



(b) VECTROL-Tユニットの内観

図16 7.5kW用交流可変速制御装置“VECTROL-T”

汎用インバータ「HFC-VWSシリーズ」の完成

電動機駆動用として、電動機始動トルク100%、低振動、低騒音化などの運転特性の向上を図った汎用インバータの新シリーズ(1.5~150kVAまで200V級16機種、400V級10機種)を完成した。汎用電動機の特性を生かす新開発のPWM波形合成回路、ソフトウェアを採用し、ワンチップマイクロコンピュータにより論理回路の小形化を図った。ファン、ポンプなどの負荷特性に合わせた省エネルギー用と、一般機械特性に合致した定トルク用の運転特性を内蔵するなど、マイクロコンピュータのもつ演算、記憶機能を十分に発揮した新シリーズである(図17)。

30万rpm高周波電動機の開発

ミニチュアベアリングなどの小径ベアリング需要の急増に対する生産性向上と高精度指向に対応するため、内面研削盤用高周波スピンドルもますます超高速化が必要となり、このたび70W、30万rpmビルトインタイプ高周波電動機を開発した(図18)。従来のスピンドルは15~20万rpm程度であり、大幅な回転数アップで世界のトップレベルの性能を発揮できる。主な特長は次のとおりである。

- (1) ロータは独自の構造と厳選された特殊材料により超高速回転に十分耐える。
- (2) ステータはコンパクトでコイル端も短く、ロータの危険速度も十分高くとれる。
- (3) 堅ろうな構造とあいまって安定した超高速回転が得られる。

F A

久保田鉄工株式会社堺製造所 納めケース加工FMS

本システムは、既設のM/C(マシンングセンタ)8台を利用し、コンピュータ(SHOPCON)、自動倉庫、無人搬送車などを組み合わせることにより、FMS化を図ったものであり、省力化とM/C稼働率向上の面で効果を挙げた。その概要を図19に示す。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 6箇月間の生産計画データを管理し、M/Cの負荷算定に基づいた加工日程計画の作成機能をもつ。
- (2) 計画作成、実績収集、進捗管理と

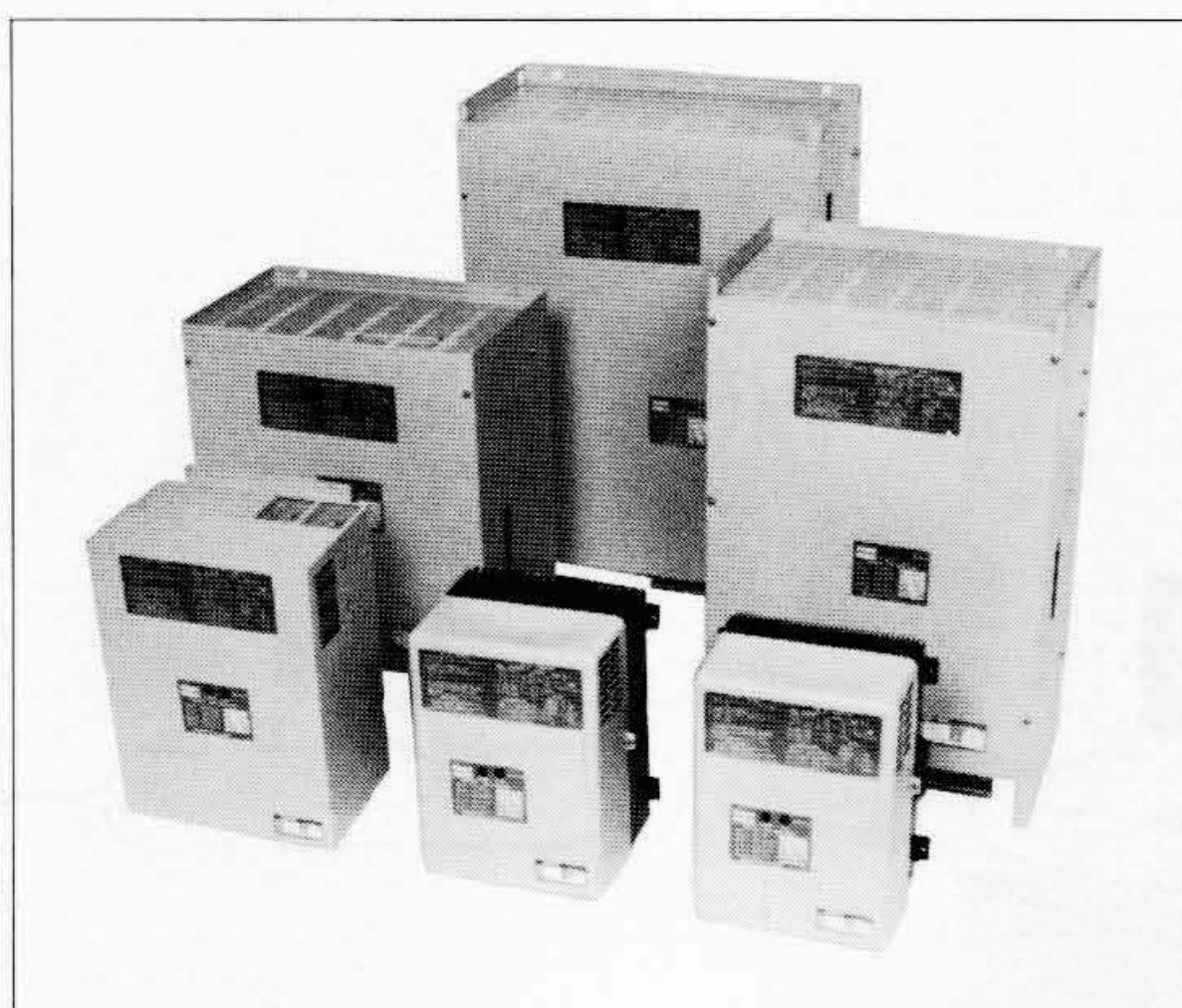


図17 汎用インバータ「HFC-VWSシリーズ」

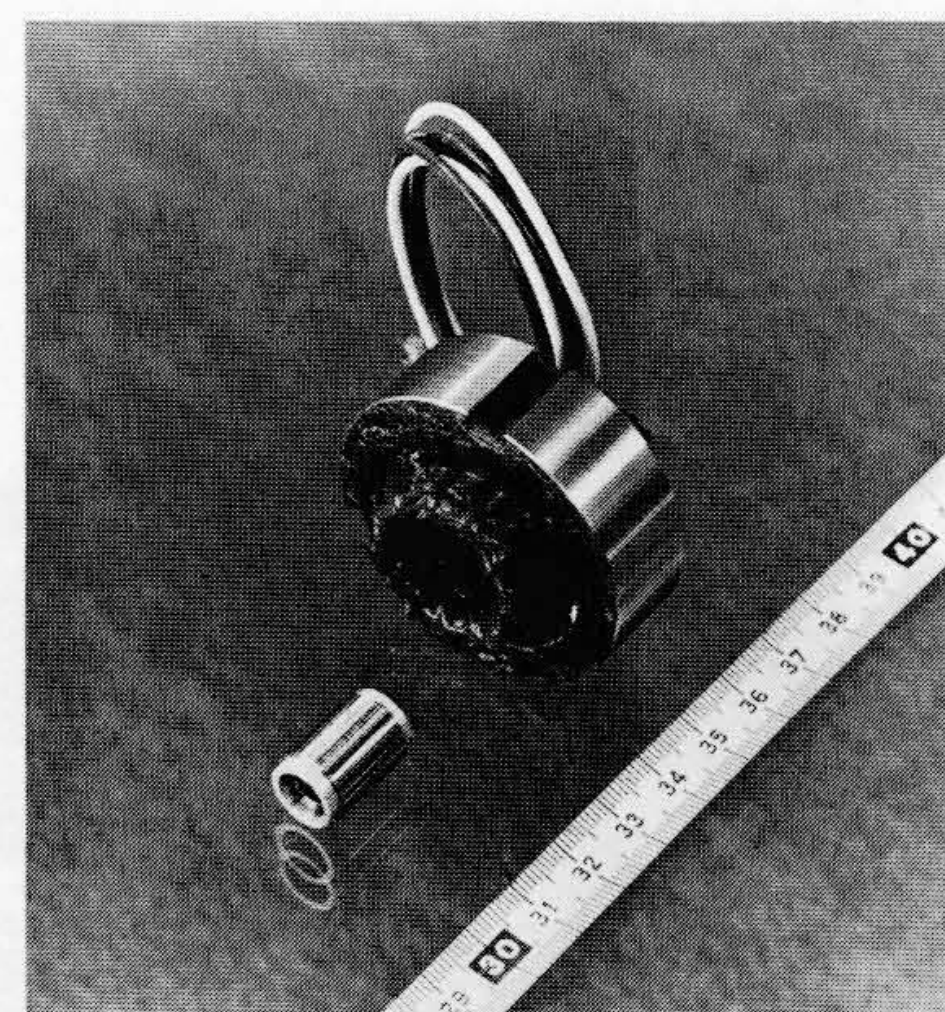


図18 30万rpm高周波電動機

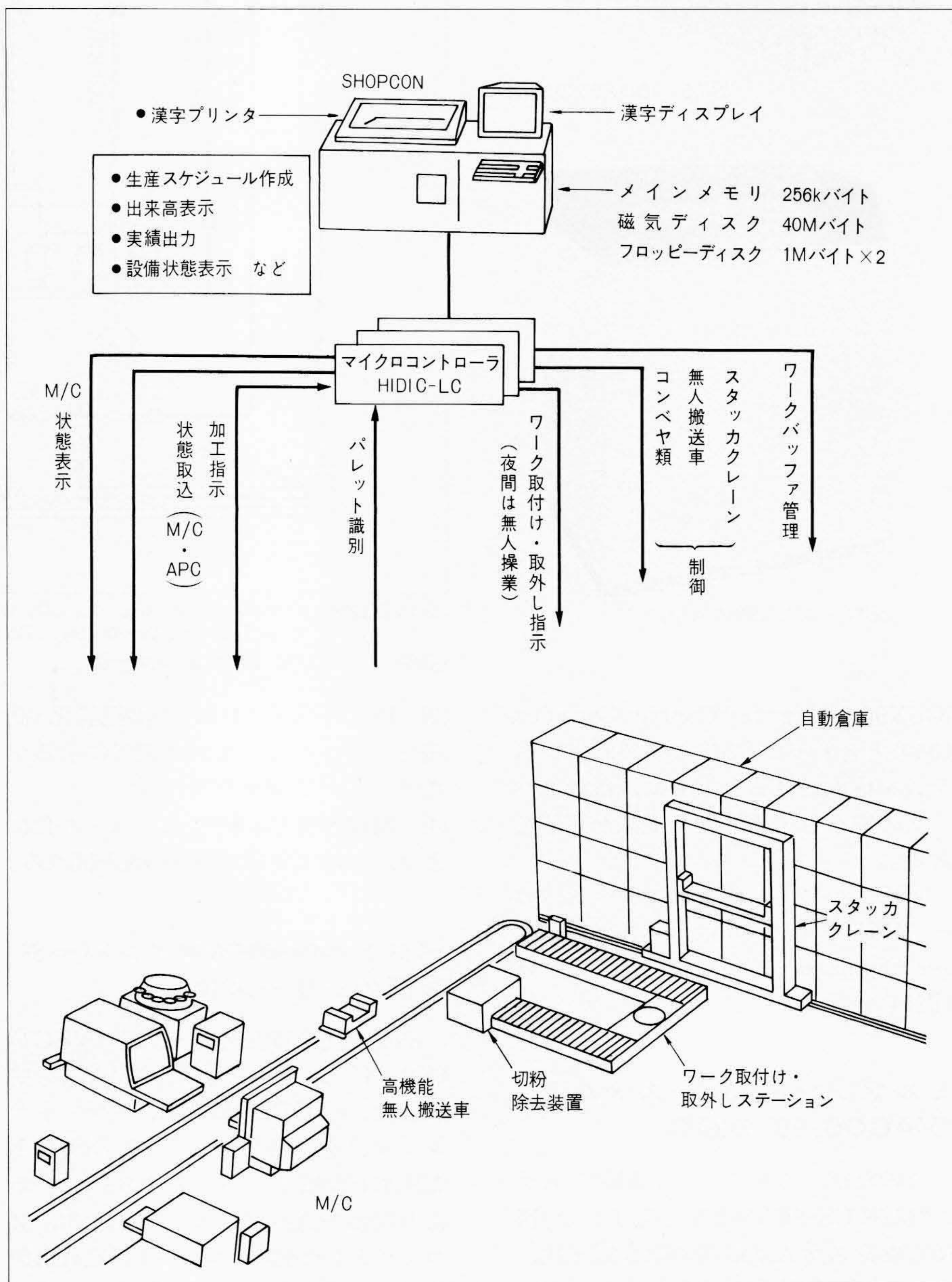


図19 ケース加工FMSの概要

いった一連の生産管理を行なうとともに、段取作業指示も行なう。

- (3) パレットNo.の自動読取りによる、トラッキング機能の充実
- (4) 切粉除去装置の採用による、切粉対策の合理化を実施

複写機部品加工工場における FMSの納入

複写機部品の外注から内製への切換えによるコストダウン及び多品種・小量、ストックレス生産を行なうことを目的に設備・物流・工程管理の一貫自

動化を指向したFMSとして、自動倉庫二式、無人車8台、HIDIC V90/50 2台を鈴鹿富士ゼロックス株式会社へ納入した(図20)。

本システムは、(1)シャフト加工、(2)プレス加工、(3)プラスチック成形加工、(4)金型加工、(5)プリント基板組立のサブシステムに分けられ、特徴としては、NC機械による自由度の高い複合自動化、自動倉庫・無人車による素材・製品搬送の自動化、生産管理計算機による素材・工具変換などの段取化最小スケジューリング及びNC機の群管理の実現が挙げられる。

新物流システム要素の開発

自動倉庫を中心とした最近の物流システムは、需要の増大、適用範囲の拡大とともに新たな展開が必要とされている。ハードウェア的には各種設備への通信方法としてスペクトラム拡散通信装置、各ラインでの画像認識装置(ビジュアルアイ)(図21)を開発した。前者の特長は、誘導無線や電磁結合方式に比べ、レイアウトの自由度、任意点で通信、伝送速度などいずれの点からも優れている。また、後者の特長は、FA用として開発された生産ライン用であり、バーコード、インクジェット文字、打刻文字などを読み取るもので、専用ハードウェアの画像演算により高速処理が可能である。ソフトウェア的には、物流用の高級ソフトウェア言語SCD(ステーションコーディネータ)を開発した。これは制御対象はすべてIF、THEN形で記述できることに着目したもので、設備の増設、改造に対しても容易に対応できるものである。

飼料工場向け「FAシステム」の納入

配合計重制御やスケジュール運転などの豊富なノウハウを生かした飼料プラントFAシステムを、ホクレンくみあい飼料株式会社、北東北くみあい飼料株式会社、及び伊藤忠飼料株式会社に納入した。

いずれも、高機能をもつ「HIZACシリーズ」のプログラマブルコントローラやマイクロコントローラで分散制御を行ない、ミニコンピュータで生産管理と監視を集中的に行なっている。図22に制御システムの構成の一例を示す。P-2000H×7台、HIZAC-M1×4台とミニコンピュータを、光ファイバによるLANでリンクした最新鋭システムである。ライン制御でいずれかの



図20 シャフトの無人製造ライン及びHIDIC V90/50

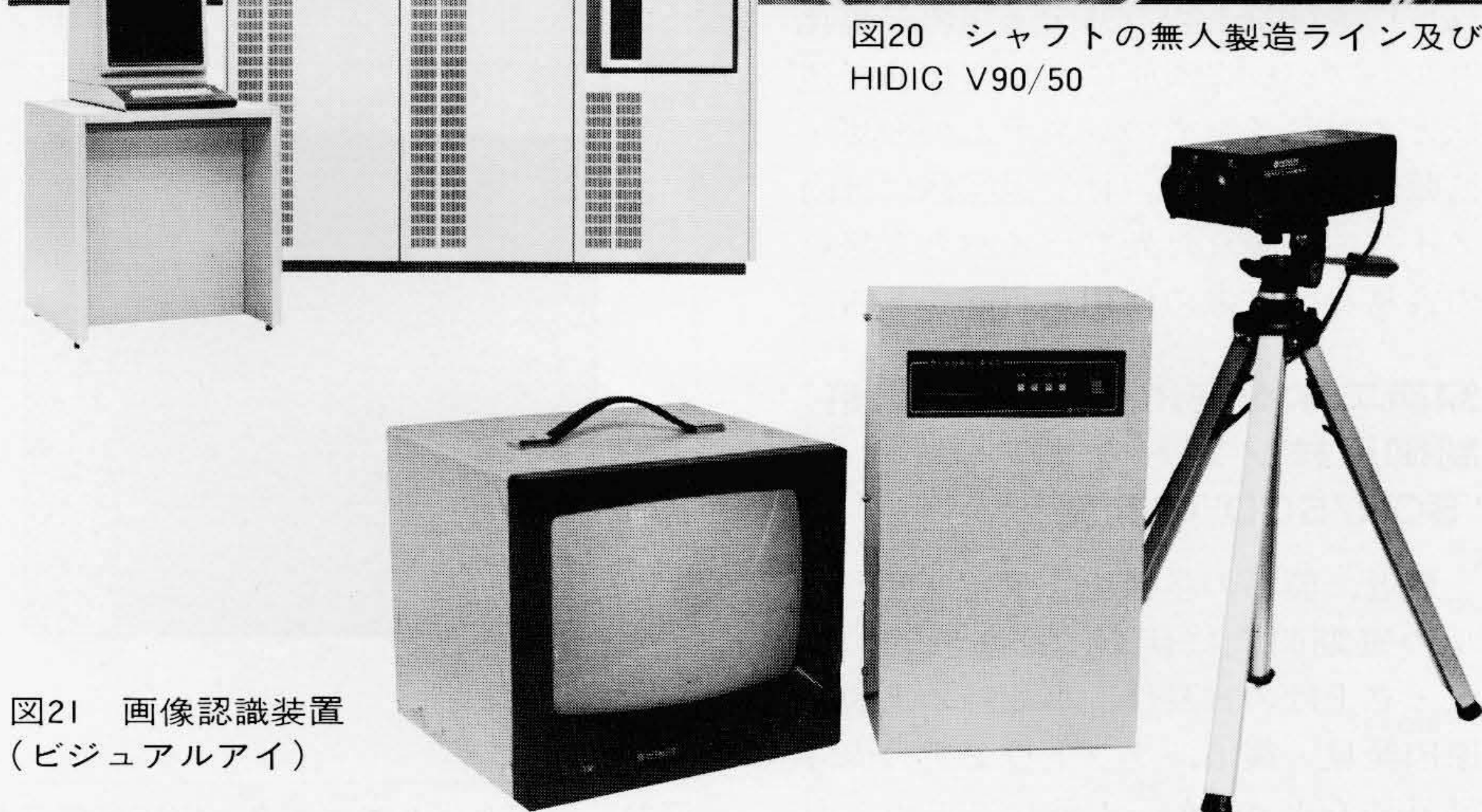


図21 画像認識装置(ビジュアルアイ)

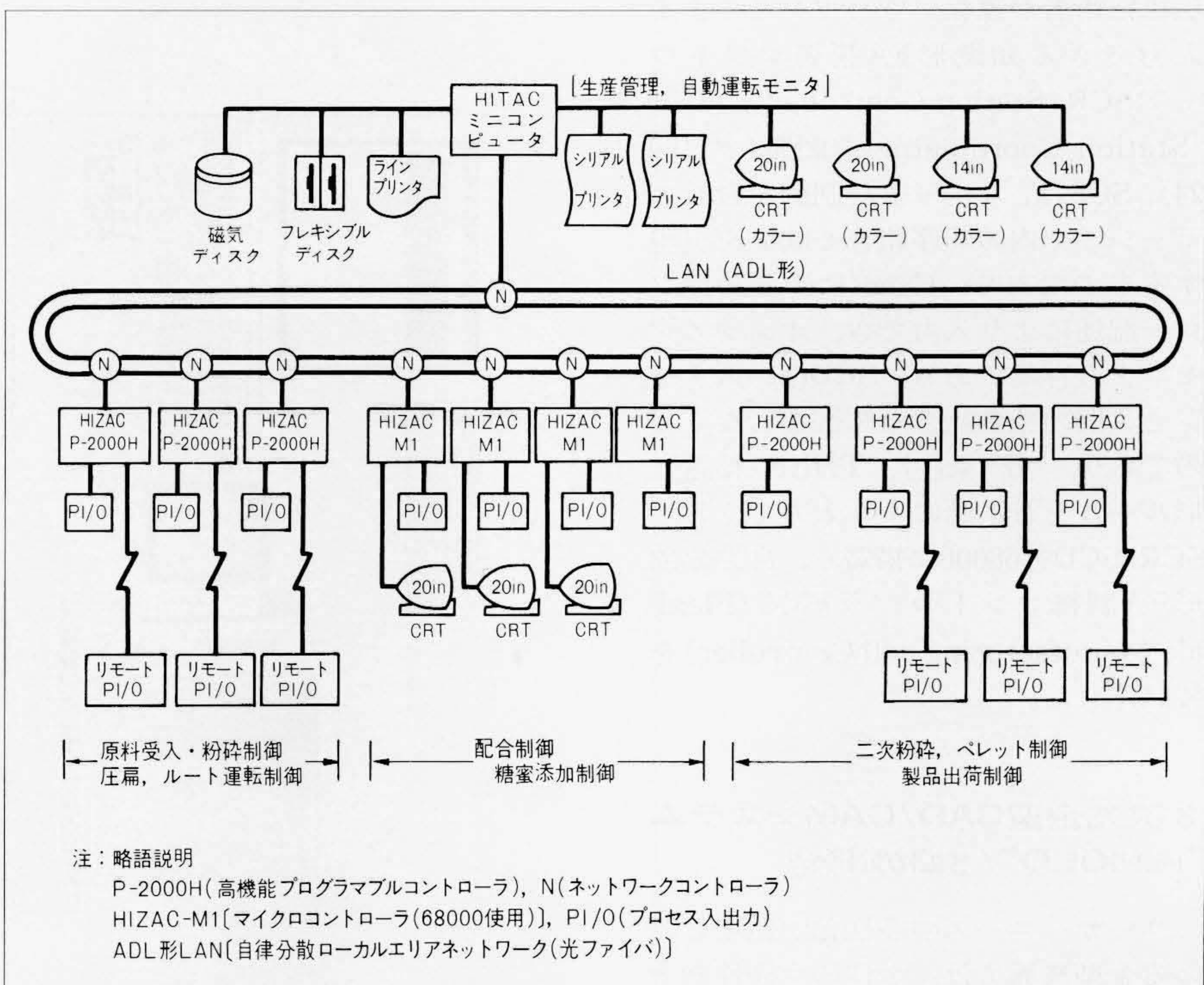


図22 飼料プラント制御システム構成図

CPUがダウンしても、停止範囲が局部的にとどまるように配慮されている。

FA, LA向け低コスト高信頼LAN “μΣ Network”の開発

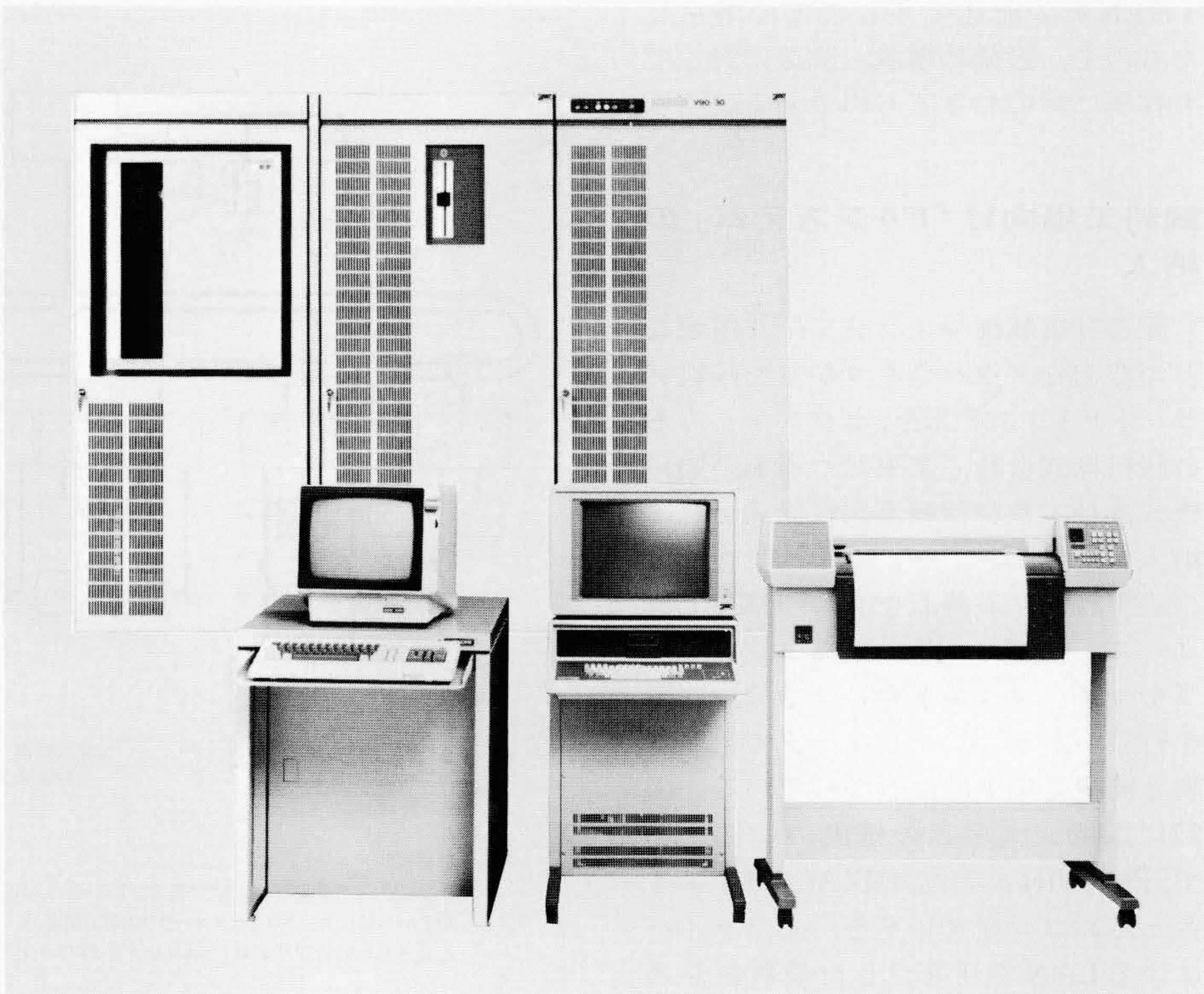
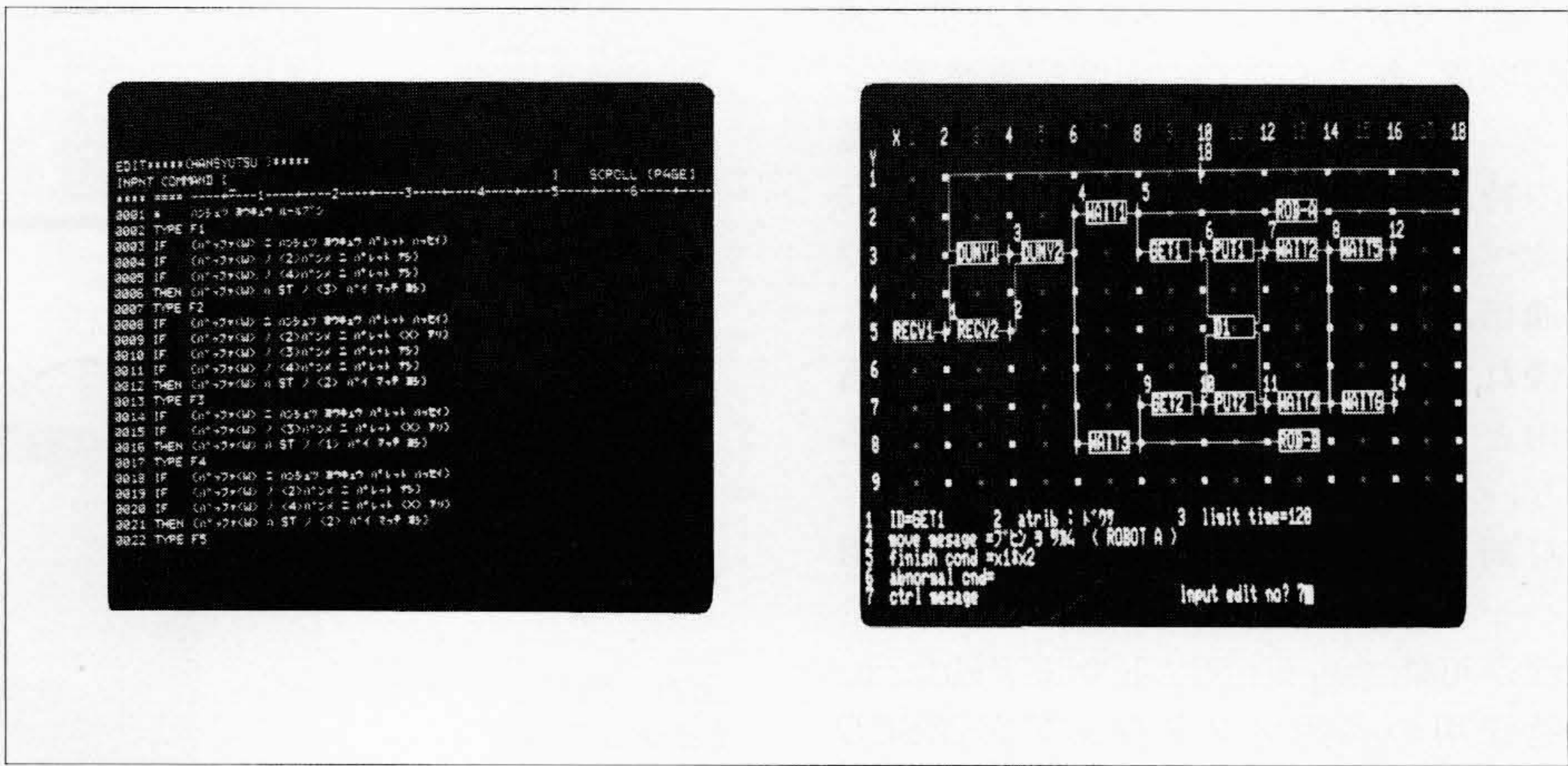
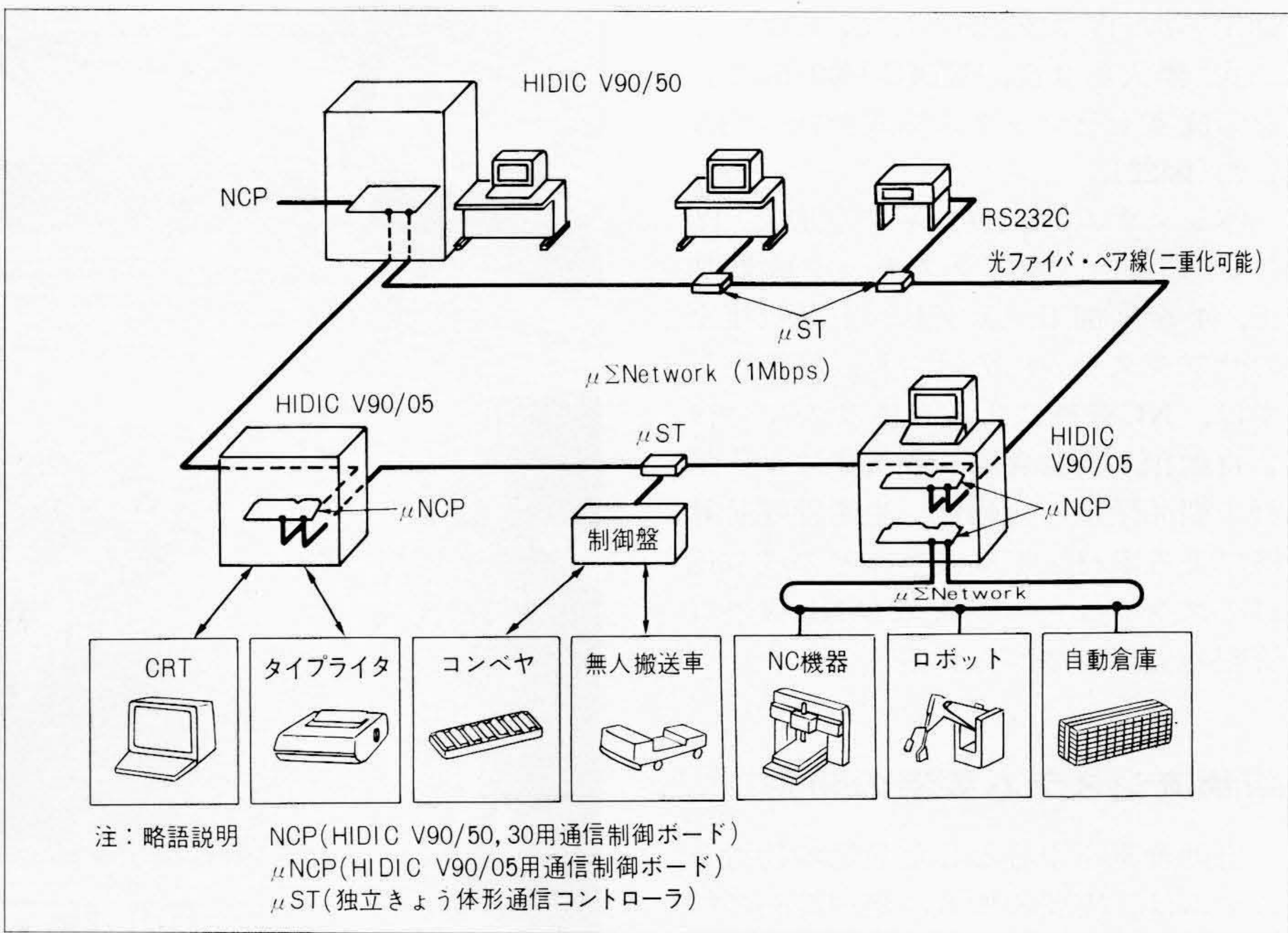
FA, LA向けローカルエリアネットワークは、低価格な機器を接続し高信頼な伝送を行なうため、低コスト化と高信頼化を共に達成する必要がある。この要求にこたえるネットワークとしてμΣ Networkを開発した(図23)。本ネットワークは次の特徴をもっている。(1) 伝送路アクセス方式には、リアルタイム性に優れたトークンパッシング方式を採用した。(2) 計算機接続用の高機能・高性能な機器内蔵形通信制御ボード(NCP, μNCP)と、汎用インタフェースを備え、広範な機器を接続する独立きょう体形通信コントローラ(μST)を開発した。(3) 伝送路の二重化とループバック機能により高信頼な運転とオンラインでのシステムの変更・拡張が可能である。(4) 伝送媒体には耐ノイズ性に優れた光ファイバと取扱いの容易なペア線の使用が可能である。

知識工学を応用したFA設備群 制御用核ソフトウェア “SCR/SCD”の開発

最近、製品の多様化、ライフサイクルの短期間化に伴い、システムの変更・立上げの容易性、事故時の迅速な原因発見・復旧、ソフトウェアの保守容易性などがFAシステムに求められている。日立製作所ではこれに対応し、現場技術者が運転ノウハウをそのまま入力できる知識形FA制御ソフトウェアSCR (Station Controller), SCD (Station Coordinator)を開発した(図24)。SCRは、ロボット群制御を含むステーション内の順序組合せ制御を実現するものであり、C-netによる動作フロー記述により入力でき、オンラインモニタも容易である。SCDは、ステーション間の条件組合せ制御を行なうものであり、「IF(条件), THEN(結論)」形ルールを日本語により入力できる。SCR/SCDを68000に搭載し、自律分散形FA制御コントローラFMC (Flexible Manufacturing cell Controller)を製品化した。

3次元金型CAD/CAMシステム “HIMOLD”/3Dの開発

ユーザーニーズの多様化が激増している金型業界では、金型の生産性向上と高精度化を図るため、CAD/CAM化



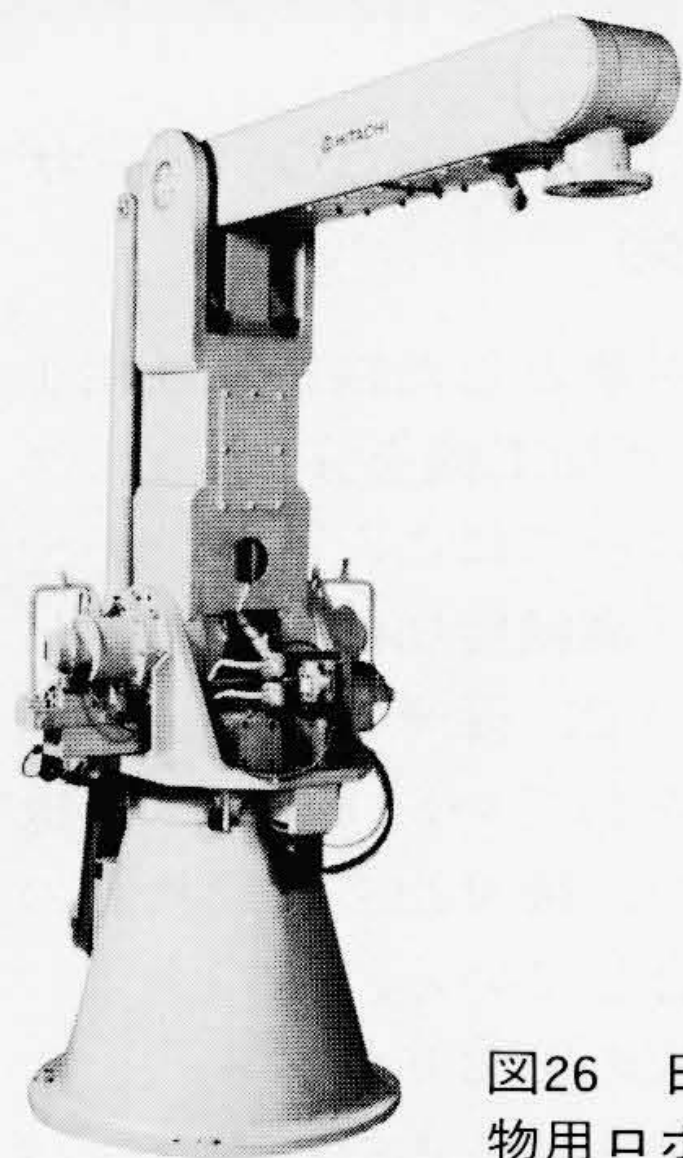


図26 日立重量物用ロボット

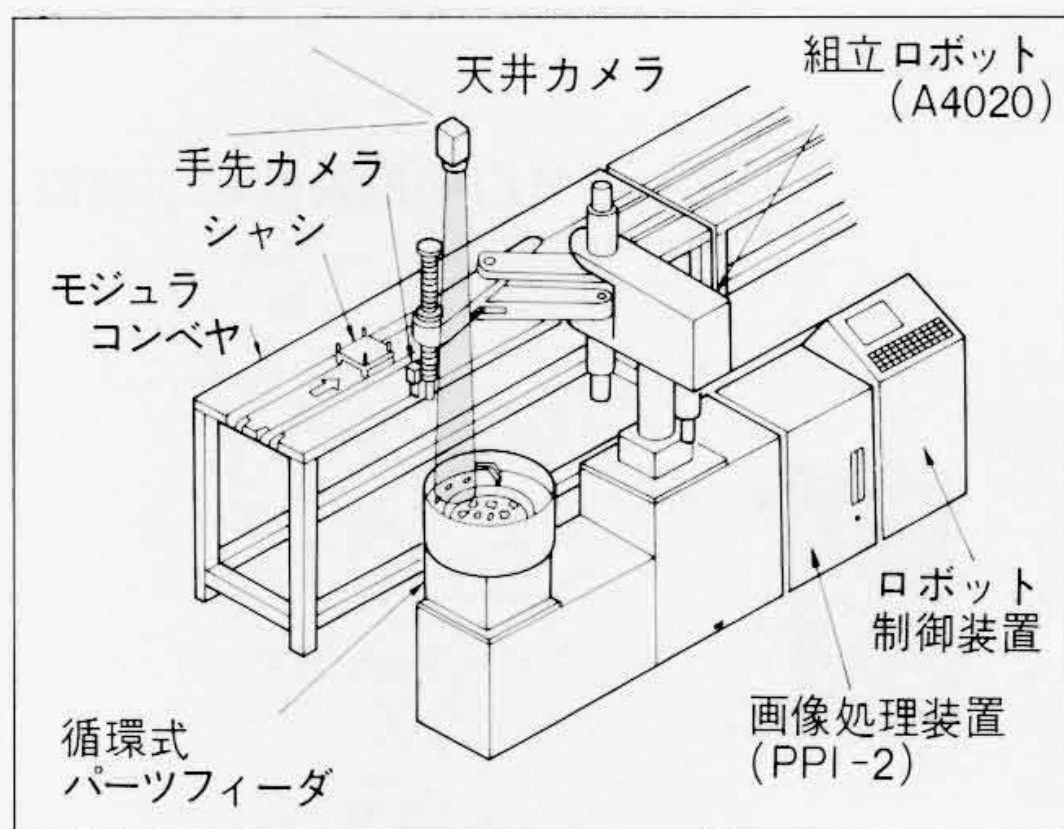


図28 フレキシブル組立システム

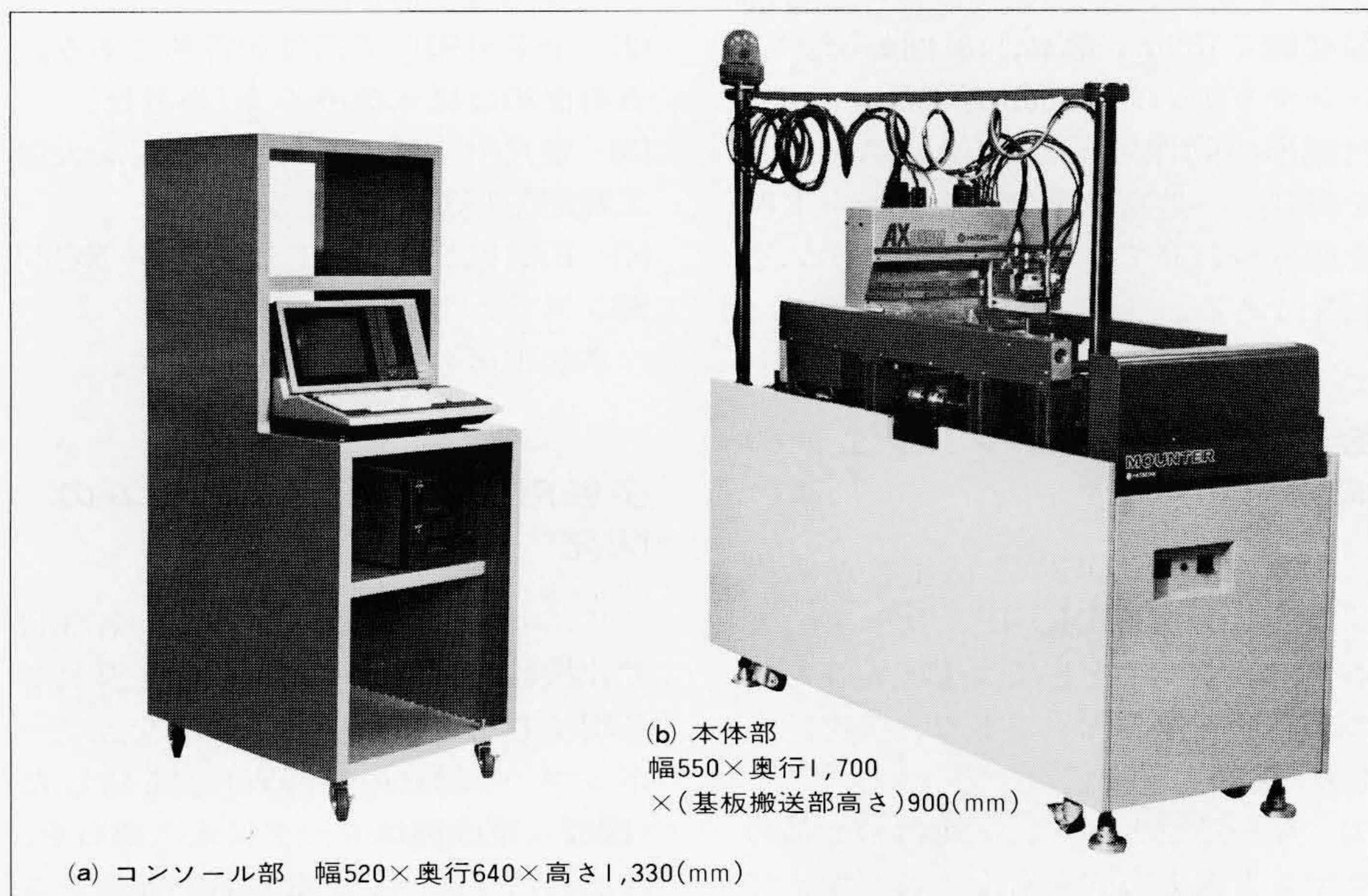


図27 電子部品搭載機外観図

を強く志向している。今回開発した3次元金型CAD/CAMシステム(図25)は、大形計算機並みの機能をもつ32ビットスーパーミニコンピュータ(HIDICシリーズ)を採用し、3次元の膨大なデータ処理機能と高速応答性を実現した。また、日立独特の新しい自由曲面創成技術を導入し、従来のCAD/CAMで見られた点群入力による自由曲面創成の煩わしさとうねりの問題も解決した。更に、計算精度 $1\mu\text{m}$ 以下の高精度形状データ作成機能とカッタ干渉面の自動オフセット処理機能をもち、高品質かつ加工ノウハウの豊富なNCテープの作製が可能である。

6 自由度プロセスロボット “M6060”の開発

日立プロセスロボットPW10IIクラスの中形ロボットは、アーク溶接用を主体にシーリング作業、移載供給作業、ばり取り作業などへ適用されてきたが、対象ワークが多様化、複雑化するにつれて自由度の増加が必要となってきた。そこでこれに適応する主軸3自由度、手首3自由度の6自由度形プロ

セスロボットM6060を開発した(トピックス5ページ参照)。特に本機は、手首の機能を最大限に生かすために、その動作速度を従来機の1.5~2倍に増速してタクトタイムの短縮化を図るとともに、主軸長を増大して動作領域のいっそうの拡大を図っている。また、制御機能も実績のある従来機をベースに更に高機能化するとともに、プログラム教示も簡略化されていっそう使いやすいものとなっている。主な特長は、以下のとおりである。手首構成：曲げ～振り～ひねり、定格可搬重量：6kgf、位置操返し精度： $\pm 0.2\text{mm}$ 、瞬時最大速度：主軸 $85\sim 90^\circ/\text{s}$ 、曲げと振り $240^\circ/\text{s}$ 、ひねり $360^\circ/\text{s}$ 、作動領域：前後 $285\sim 1,395\text{mm}$ 、上下 $659\sim 1,950\text{mm}$ 、プログラム分割数：256、ジョブ分割数：100

日立重量物用ロボットの開発

生産ラインの合理化に、フレキシブルに対応できるロボットの役割はますます重要になってきている。中でもばり取り・研削などの悪環境作業、荷役・運搬などの重労働作業など、過酷な環

境下での自動化ニーズは強い。この要望にこたえ、作業のスピードアップが可能な油圧駆動で5自由度多関節機構をもつ重量物用ロボットを開発した(図26)。主な特長は、(1)重作業を高速かつスムーズに行なう油圧制御機構、(2)短時間で入力操作が完了する教示方式、(3)ロボットと周辺機器から成るステーションのシーケンス制御ができ、上位コンピュータと有機的に結合できる制御装置などである。このほか、最大可搬重量も80kg・160kg・320kgと3タイプをそろえた日立重量物用ロボットは、FA化の多様なニーズに十分対応できる新鋭ロボットである。

電子部品搭載機の開発

高速でかつ高精度な直角座標位置決めユニットを採用し、チップ部品やフラットICなどの電子部品を装着できるマウンタを開発し(図27)、販売を開始した。本装置の主な特長は、(1)部品の供給方式はテープ(8mm, 12mm, 32mm)、トレイ、横ステイック、縦ステイック、直進フィーダユニットについて選択組合せができるため、異種部品の混載が可能である。(2)高精度な直角座標位置決めユニット、メカチャック機構や、リトライ機能、視覚認識機能により、正確で確実な装着が可能である。(3)基板搬送幅調整機構により、小形なハイブリッドIC用基板から大形プリント基板までの適用が可能である。

視覚応用の汎用形部品組立ステーション

従来の組立ロボットは、部品の形に合わせた専用部品供給装置を使用していたため、機種変更柔軟に対処できなかった。そこで画像処理(視覚)技術を応用し、供給された部品の種類、位置、姿勢を判定して、ロボットデータを補正し組立を行なうシステムを開発した(図28)。主な特長は、(1)部品の変更には、視覚の辞書データを新たに登録するだけで即対応できる。(2)複数種の部品を、位置決め機構をもたない1台のパーツフィーダで供給できる。(3)認識処理の起動や認識データを伝送するコマンドを、ロボット言語に備えている。

VTR部品(2種)組立に適用し、組立タクト：約6秒/部品、組立信頼度：99.9%(3,270個のシャシ組立に対して3部品の組立ミス発生)の性能を得た。



図29 FA用小形画像処理装置
“PPI-IIIH”

ロボット用視覚センサの開発

ロボット用として、実用的で高い機能を持ち、小形で低価格なロボット用視覚センサHV/R-1(トピックス5ページ参照)を開発した。本視覚センサは、撮像した部品の外形を多角形で近似し、その頂点列データを用いて、高速な画像処理を行なう線分化画像処理アルゴリズムを採用した。特長は、以下のとおりである。

- (1) 平面内の部品の形状識別と、部品の位置及び回転姿勢の検出が可能である。
- (2) 多角形近似されたデータによるパターンマッチングを行ない、信頼性の高い認識が可能である。
- (3) メニュー選択方式で操作が簡単である。
- (4) 形状の教示は、部品を直接見せる簡単なショージング方式としている。

FA用小形画像処理装置“PPI-IIIH”の開発

ロボットや自動機の視覚機能を実現するために、物体の形状や位置の認識を高速に実行できる、FA用小形画像処理装置“PPI-IIIH”を開発した(図29)。部品の輪郭を多数の線分で近似してデータ圧縮後認識処理する線分化アルゴリズムにより、汎用マイクロコンピュータでの高速処理を実現し、装置の小

形、低価格化を可能とした。主な性能は、(1)画像の特徴量計算(重心、周囲長など):5~10ms、(2)特徴量による部品認識:150ms/部品、(3)回転形パターンマッチング:300ms/部品である。対話形の画像処理言語FA-BASIC/Vを搭載し、豊富な画像処理コマンド群を組み合わせて容易に応用システムを開発できる。

会話形画像評価ソフトウェアの開発

画像処理LSI(ISP)を活用した画像認識解析装置HIDIC-IPシリーズの基本ソフトウェアとして、下記特長をもつ会話形画像評価ソフトウェアを開発した(図30)。

- (1) キーインとメニュー選択の2種のコマンド入力方式を自由に切り換えて使うことができる。
- (2) メニュー選択方式は、機能別3階層メニュー画面構成をもち、初心者でも容易に画像処理手順を開発できる。
- (3) 幾つかのコマンドの候補を入力し、その処理結果を迅速に切り換え評価できる評価サイクルの概念を取り入れたことにより、ユーザーが試行錯誤的に画像処理手順を開発できる。

この結果、種々の応用に則した画像処理手順の開発が容易となり、システムの幅広い応用展開が可能となった。

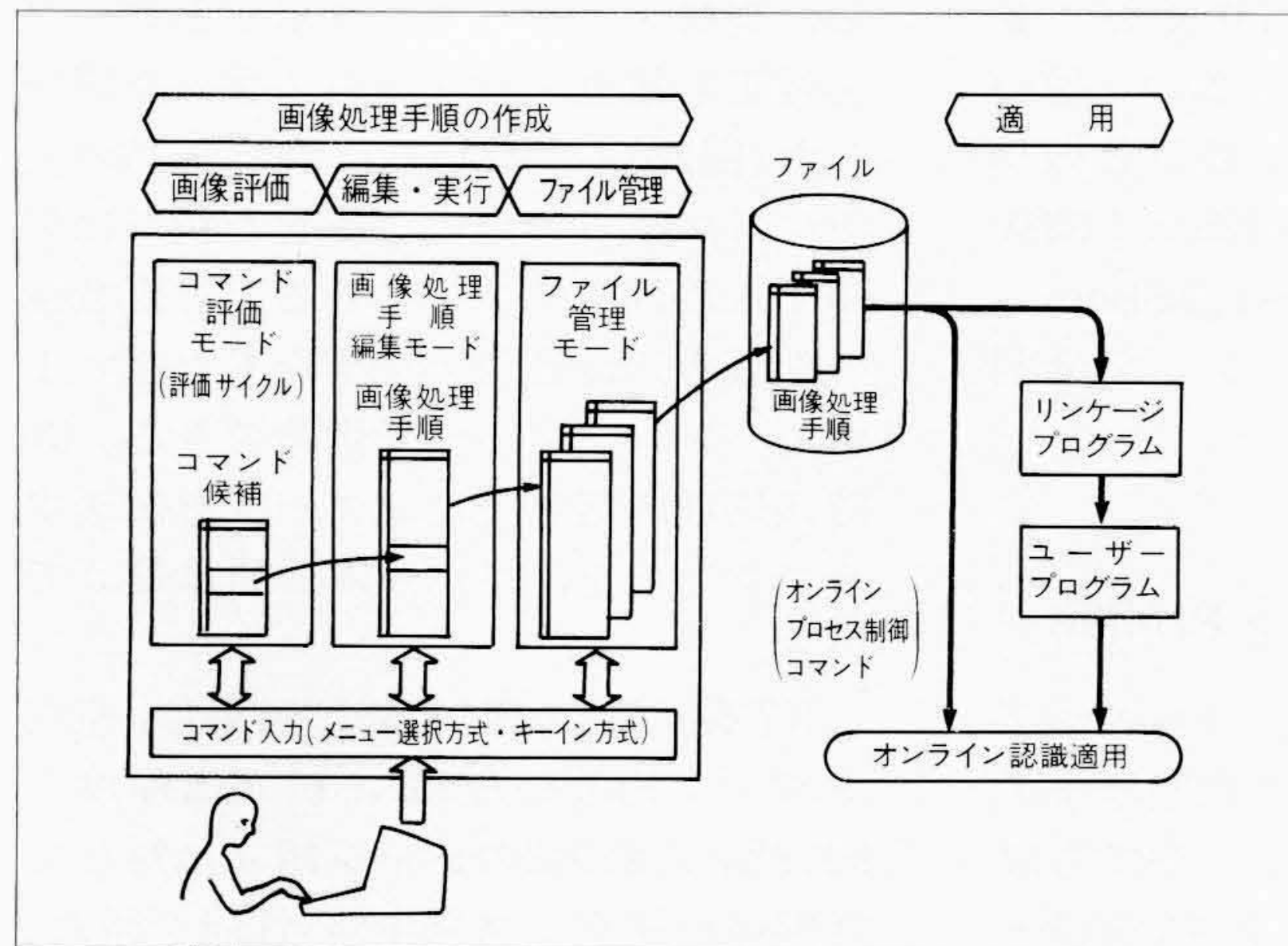


図30 会話形画像評価ソフトウェア

精密切断加工用新形CO₂レーザ加工機の開発

板金加工を対象とした精密切断用1kW級CO₂レーザ加工機を完成した。ユーザーからのニーズにこたえ、「使いやすいレーザ」、「高精度切断」を目指して開発したもので、従来プレス抜き加工では困難とされていた6mm厚鋼板の切断も可能で、種々雑多な形状品の切断加工に適合している。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 操作性、保守性を重視したコンパクトな構造である。
- (2) 全装可搬形で据付が容易である。占有面積は従来機種の $\frac{1}{2}$ (当社比)
- (3) 定尺材切断も可能である(最大加工範囲幅1.5m×長さ3m)。
- (4) FA化にマッチした独自のNC制御システムである。

本加工機の一例を図31に示す。

多軸用交流サーボシステムの開発

ロボット、X-Yテーブルほか各種自動化機器など、サーボ電動機を多軸で使用する用途に最適な多軸用交流サーボシステム(100~400W)を開発した(図32)。電動機はロータに永久磁石を、検出器にコンパクトな複合機能エンコーダを用いた同期電動機を採用し、制御装置は電源ユニットとコントローラユニット共トレイ方式を採用したもので、ブラシレスで、多軸共通電源化、ラック収納ができる、低速域で低リップルなどの特長をもつサーボシステムである。

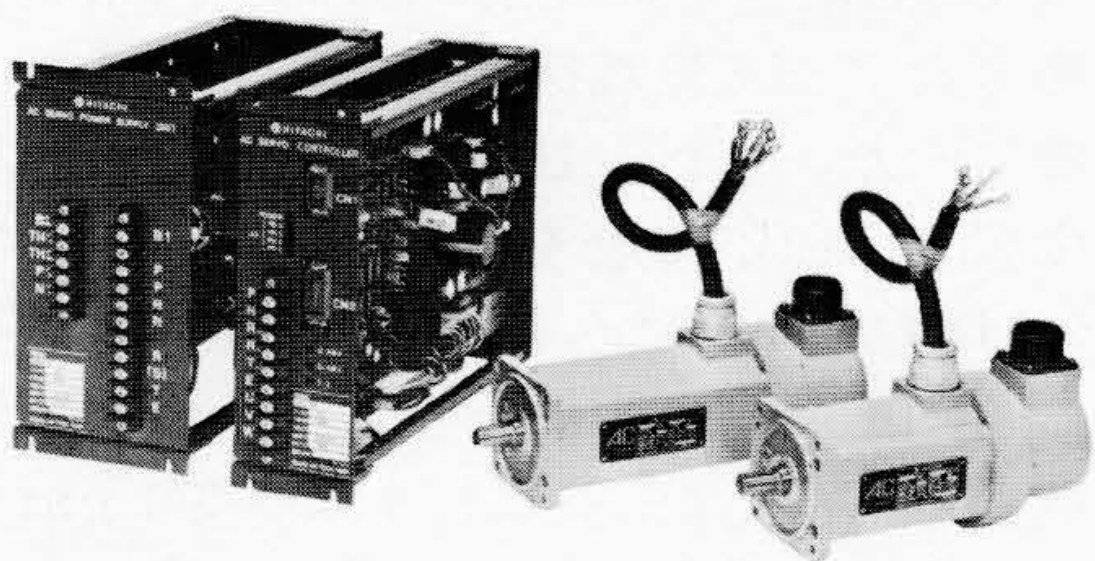


図32 多軸用交流サーボシステム

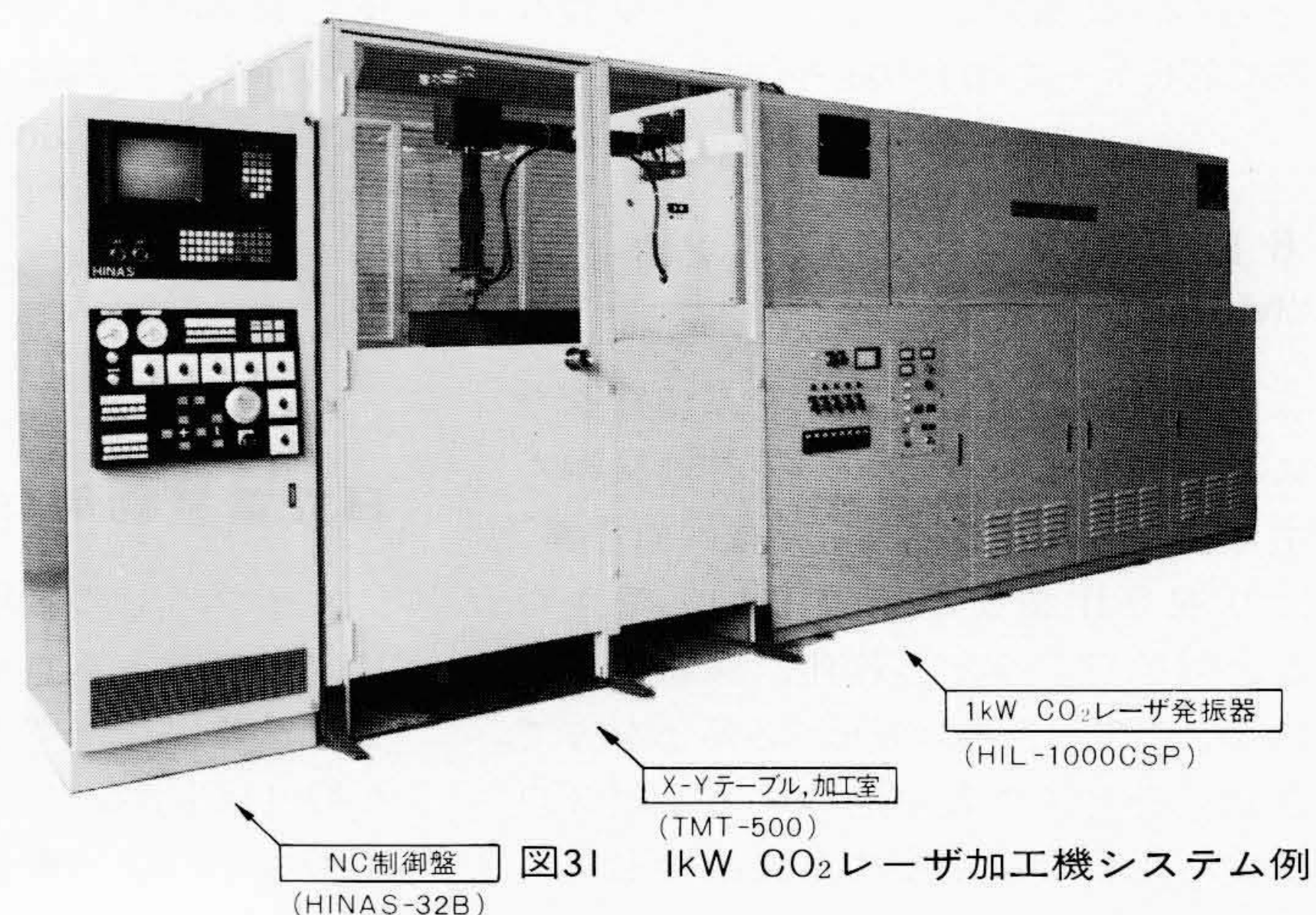


図31 1kW CO₂レーザ加工機システム例



図34 単段オイルフリースクリュー圧縮機

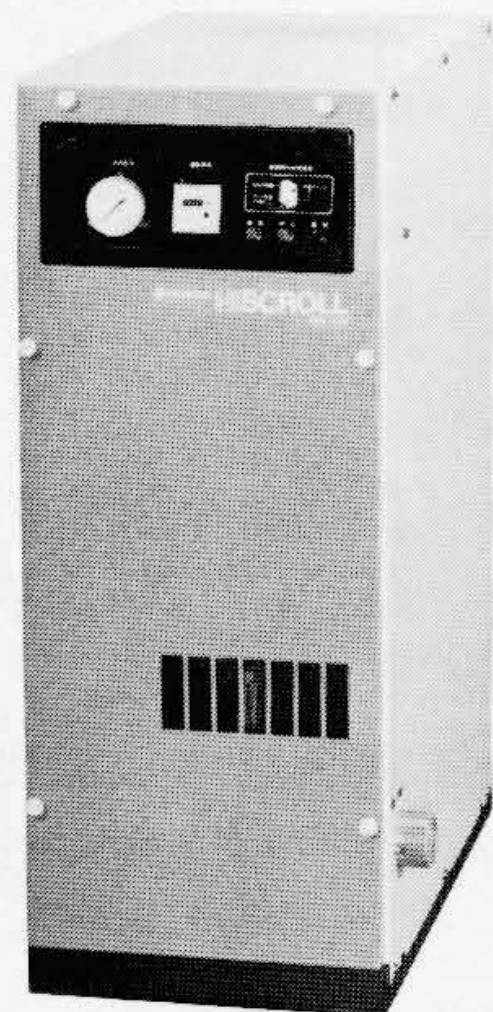


図35 スクロール形空気圧縮機

プロセス工業用大形ターボ冷凍機冷却システムの完成

このたび、米国エンジニアリング会社(FLUOR社, BADGER社, DRAVO社)から、サウジアラビア国石油化学プロジェクト向けプロセス工業用ターボ冷凍機14セットを受注し、工場での実負荷冷凍試験を完了のうえ納入した(図33)。

本機の特長は、中近東の高外気温雰囲気下での使用に適した高効率3段ターボ冷凍機を採用し、給油系統を大気側(従来は冷媒系統)とし、保守性の向上を図った点、及び高性能伝熱管「サーモエクセル」(日立製作所商品名)の有効利用により熱交換器の性能向上を図った点である。

本機は、特に高外気温雰囲気に適した高性能、高信頼性のターボ冷凍機であり、空調用、プロセス工業用の幅広い分野への適用が期待される。

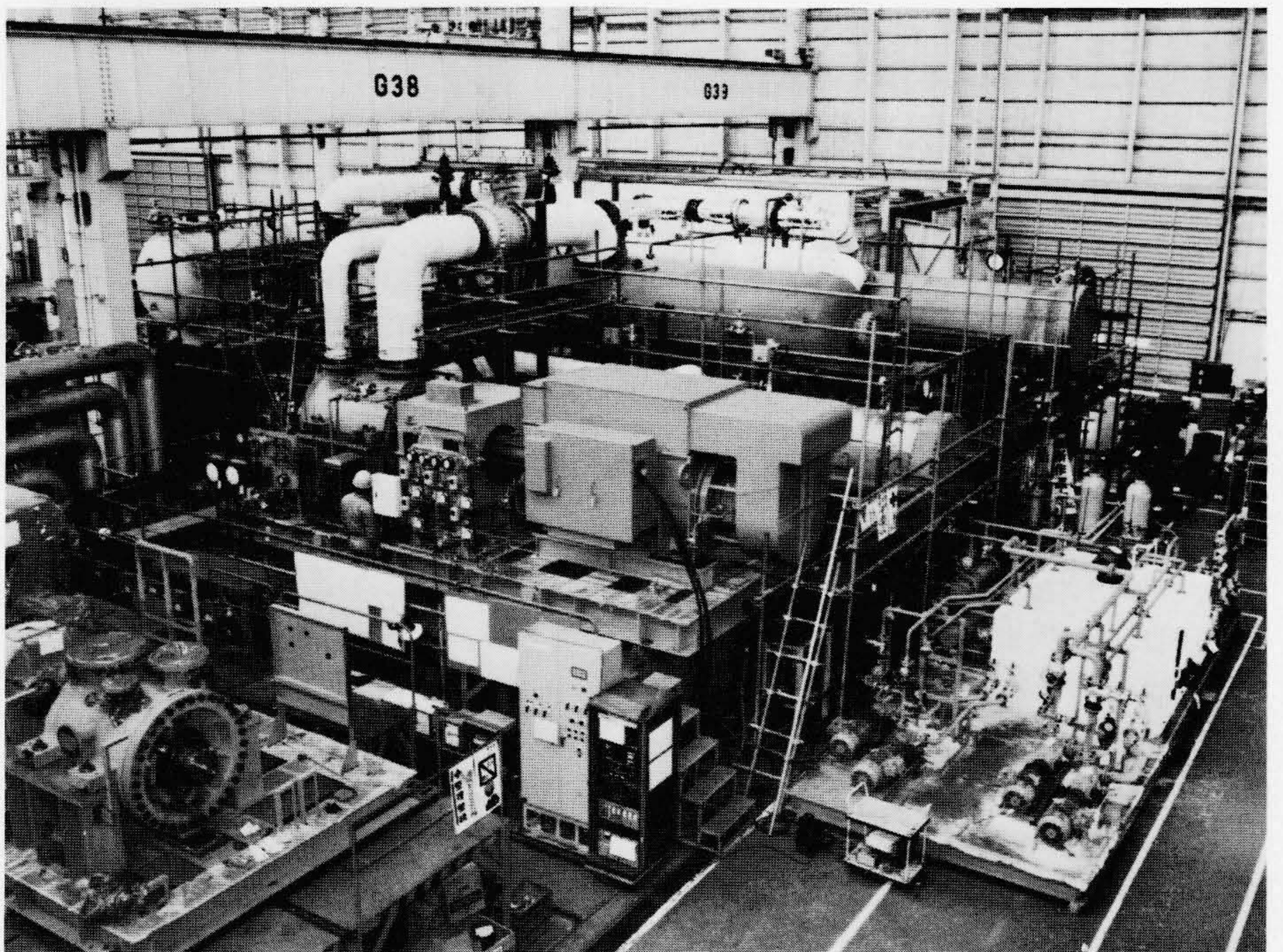


図33 工場実負荷試験中の塩素液化用ターボ冷凍機

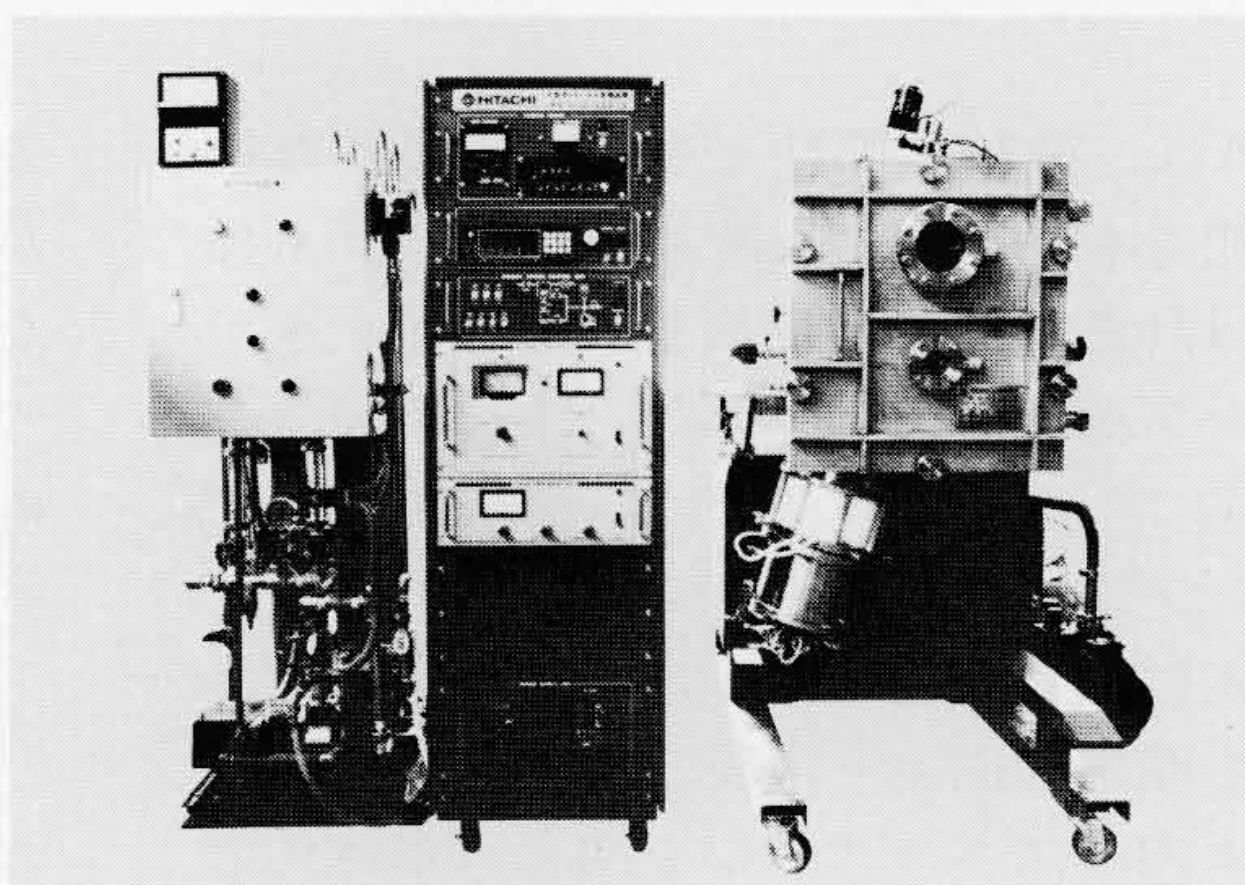


図36 イオン注入装置本体部

15kW, 22kW単段オイルフリースクリュー圧縮機の開発

電子関連、食品、化学などの産業向けに、小容量オイルフリースクリュー圧縮機を開発した(図34)。

近年、空気圧縮機は省エネルギーの観点から分散設置の傾向にあり、低騒音、低振動、長メンテナンスを特長とする本機は、このニーズに最適である。

本機は熱変形を考慮して最適ギャップを保ちながら運転できる新歯形(特許申請中)により、オイルフリースクリュー圧縮機として世界最小出力のシリーズ化に成功したものである。

スクロール形空気圧縮機の開発

スクロール形空気圧縮機「HI SCROLL」は、従来からの回転式スクリー圧縮機「HI SCREWシリーズ」(最小出力2.2kW)の下位機種として、日立の総合技術を結集し、世界に先駆けて開発した画期的な新製品である(図35)。

独創的な立形レイアウトとコンパクト設計により、外観は従来の圧縮機のイメージを一新したスリムなパッケージ形とし、レシプロ形に比べ30%の省スペースを可能にした。性能面では、差圧の小さい同時多室圧縮により、レシプロ対比10%の性能向上、省電力を達成するとともに、トルク変動の少ない「渦回転」機構により、低振動、低騒音〔50/53dB(A)・0.75/1.5kW〕を実現するなど、これからの時代を先取りした特性、性能をもつ新規な空気圧縮機である。

大電流イオン注入実験装置の納入

長年にわたり開発してきた核融合用中性粒子入射加熱装置の大容量イオンビーム技術を基礎技術とした、大電流イオン注入実験装置を工学院大学に納入した。

本装置は従来のイオン注入装置に比べ、10~100倍の大電流イオン源をもち、窒素、炭素、水素、アルゴンなどのイオンを種々の材料に注入し、窒化物、炭化物、アモルファスなどの生成実験装置、更には蒸着装置を備えることにより、蒸着物質とイオンのミキシングによる複合材(例えばチタンナイトライド)の生成実験も可能である(図36)。電源部については、高電圧の半導体直流スイッチを用い、イオン源内での放電破壊に対し、高速遮断保護及び自動再立上げを行ない、信頼性と効率を高めている。

半導体製造装置

高スループット電子線描画装置の製品化

超LSIの微細パターンを高速・高精度で描画する高スループット電子線描画装置を製品化した(トピックス5ページ参照)。主な特長は、次のとおりである。(1) 可変成形ビーム方式の採用による露光時間の短縮, (2) インレンズ方式の集束偏向系(6mm角形の大角偏向)の採用による描画速度の向上, (3) 高速D-A変換器の採用による描画時間の短縮, (4) 高精度化のためにウェーハの変形量の3次元検出による電子線の焦点位置・偏向位置の補正, が可能である。

RA-501HL形縮小投影露光装置の開発

RA-501HL機は、 $\frac{1}{5}$ 高解像縮小レンズを採用し、高速度X-Yステージ、高速パターン検出及び高輝度照明光学の開発により、高スループットを実現し本格的超LSI製造用 $\frac{1}{5}$ 縮小投影露光装置を製品化した。

主な特長は下記のとおりである。

- (1) 高解像・広フィールドレンズ採用
- (2) 2層間重ね合せ精度の向上
- (3) ウェーハ裏面吸着搬送によるダメージの低減

主な仕様を表1に示す。

表1 主な仕様

項 目	内 容
露 光 波 長	436nm(G線)
パターン検波長	546nm(E線) 578nm(D線)
レ ン ズ N A	0.38
縮 小 率	$\frac{1}{5}$
解像度・最小線幅	1.0 μ m(0.8 μ m R&D)
露 光 領 域	ϕ 20mm(ϕ 21mm)
配 列 精 度	$\pm 0.1\mu$ m(2 σ)
重ね合せ精度	$\pm 0.2\mu$ m(2 σ)
ス ル ー プ ッ ト	70枚/時(125mmウェーハ)
露 光 強 度	450mW/cm ²
ウェーハサイズ	4 in, ϕ 125mm, ϕ 150mm

高速枚葉式ドライエッチング装置の開発

LSIのドライエッチングプロセスで、ウェーハの大口径化、素子の高集積化に伴い、ウェーハを1枚ずつ処理する枚葉式と呼ばれる装置の開発がまたれていた。このたび開発したR-206



図37 高速枚葉式ドライエッチング装置“R-206A”

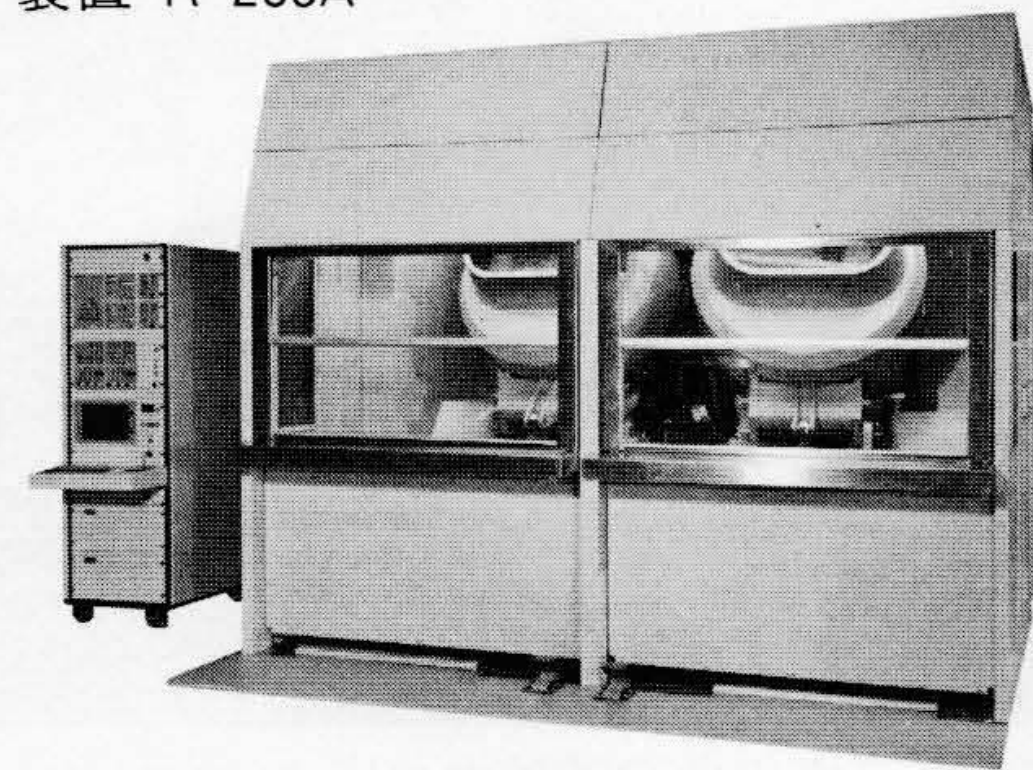


図38 IP-825形イオン打込装置

Aは、微細加工性と生産性に優れた性能をもち、しかも極めてコンパクトに設計された量産用枚葉式ドライエッチング装置である(図37)。主な特長は、(1) エッチングの高速化、ターボ分子ポンプによる高速真空排気、ダブルアームによる高速ウェーハ搬送などにより生産性の向上を実現, (2) クリーンルーム内のスペース効率を向上〔本体外形寸法: 幅570×奥行1,245×高さ1,200(mm), (3) プロセスの多様化に応じられる全システムの完全モジュール化により, 3モジュールまでインライン接続可能, などである。

IP-825形イオン打込装置の製品化

半導体素子の急速な展開に対応し、イオン打込装置も高電圧、大電流が指向されてきた。従来の80kVから最高120kVの打込みが可能なIP-825形イオン打込装置を製品化した(図38)。

主な特長は、独自の内磁路形マイクロ波イオン源(二段加減速方式)を装着し、0.1 μ mのHEPAフィルタのクリーンベンチ、ウェーハ自動交換装置をもつデュアルエンドステーションシステムにより、クリーン化とハイスループット化を図った点である。

精密温度制御クリーンチャンバの開発

超LSIの製造ではクラス10以下の超清浄度が必要となるが、特に露光工程

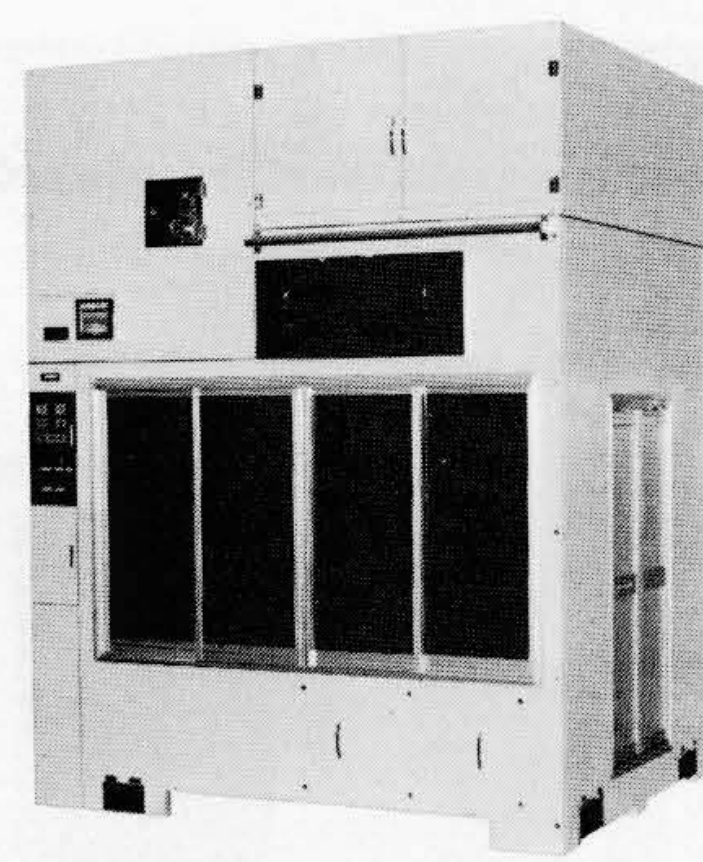


図39 装置の外観

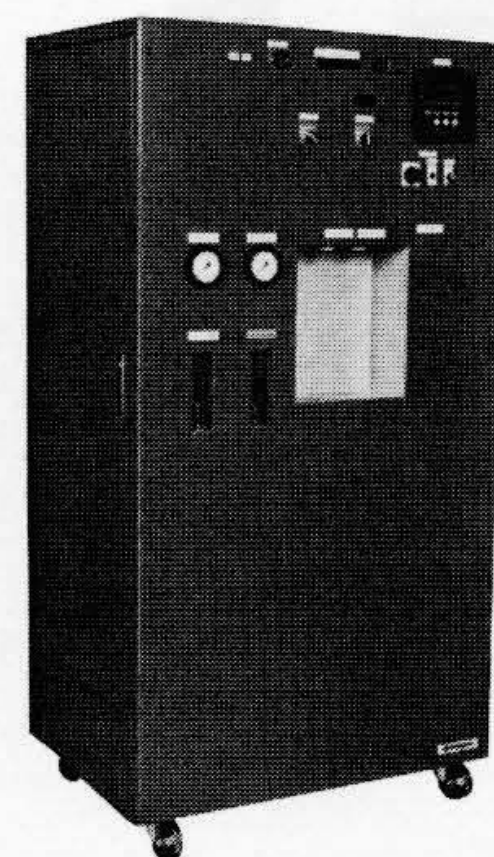


図40 コースポイント用キュービクル形超純水製造装置(幅0.7m×奥行0.8m×高さ1.8m)

ではその露光装置の機械系と、マスク及びウェーハの熱膨張が大きな問題となる。これは同一ウェーハ上に何層もの微細な回路パターンを焼き付けるため、その重ね合わせに0.1 μ m以下の精度が要求されるからである。

これらの装置を設置する温度環境としては、 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 以下の温度精度が要求される。

以上の環境条件をクリーンルームで形成することは、設備費・運転費が多大となるため実用的には困難である。そこで装置専用の精密温度制御クリーンチャンバを開発した。なお開発に当たっては、高性能化はもちろん省スペース化も大きな必要事項であった。図39に外観を示す。

超純水製造装置

超LSIの集積度向上につれて、ウェーハ洗浄に使われる超純水に要求される水質はますます高度なものになりつつあり、これに対応する超純水製造装置の開発が行なわれている。要素技術課題としては、分離膜の高性能化、配管部材など装置を構成するコンポーネントのサニタリー化、不溶化、及びppbレベルの極微量分析、0.1 μ mレベルの微粒子管理技術などが挙げられる。また、システム技術課題としては、ユースポイント水質保証を可能とするシステム設計、施工、メンテナンス技術が重要である。これらは、次世代Mビット級超LSI製造用超純水製造装置の重要課題として、開発が推進されることがえられる(図40)。

日本COM株式会社納め運炭設備の完成

本設備は日本COM株式会社小名浜製造所に納入したもので、COM(Coal Oil Mixture)製造用の石炭を、貯炭場から本館バンカまで搬送するもので、リクレーマ2台、整粒機、混炭機、ベルトコンベヤ、受配電及び制御システム一式で構成されている。

リクレーマ(能力1,000t/h)は、光ファイバ伝送方式、旋回インバータ制御、バルジ式パイプトラサーム、スポーク式バケットホイール及び遊星減速機の全面的な採用などの新技術を採用入れた新形リクレーマである。

ベルトコンベヤは、水洗、散水装置などの環境問題対策が採用されており、全体制御はコンピュータによる自動運転、中央集中監視システムになっている(図41)。

サウジアラビア港湾局納めボックスカーゴアンローダの完成

サウジアラビア港湾局(ジェッダ港)にフルーツターミナル用の荷役設備一式を納入した。本荷役設備に含まれるボックスカーゴアンローダは、果物や野菜などのカートンボックスを本船から地上のコンベヤへ連続的に陸揚げするボックス専用のアンローダである(図42)。世界最大級の4,500箱/時を取り扱うため、高速チェーンにフォーク状トレーを取り付け、トレーにボックスを乗せて船底から垂直に持ち上げ、水平に移動し、後段コンベヤに送り込むもので、各所に独自の新機構を採用した世界でも類のない新製品である。

大形船対応コンテナクレーンの開発

このほど、大形コンテナ船を対象とした定格荷重や諸寸法をもつとともに、次世代を志向し幾つの特徴をもつ米国タコマ港向け48tコンテナクレーンを開発した。その特徴の幾つかを以下に述べる。

- (1) 定格荷重48t、スパン30.5m、アウトリーチ40mの世界最大級の仕様である。
- (2) 40年間使用に耐える高い疲労強度をもつ鉄骨構造である。
- (3) 密閉形走行減速機など、保守を容易にした機械装置類をもつ。



図41 1,000t/hリクレーマ

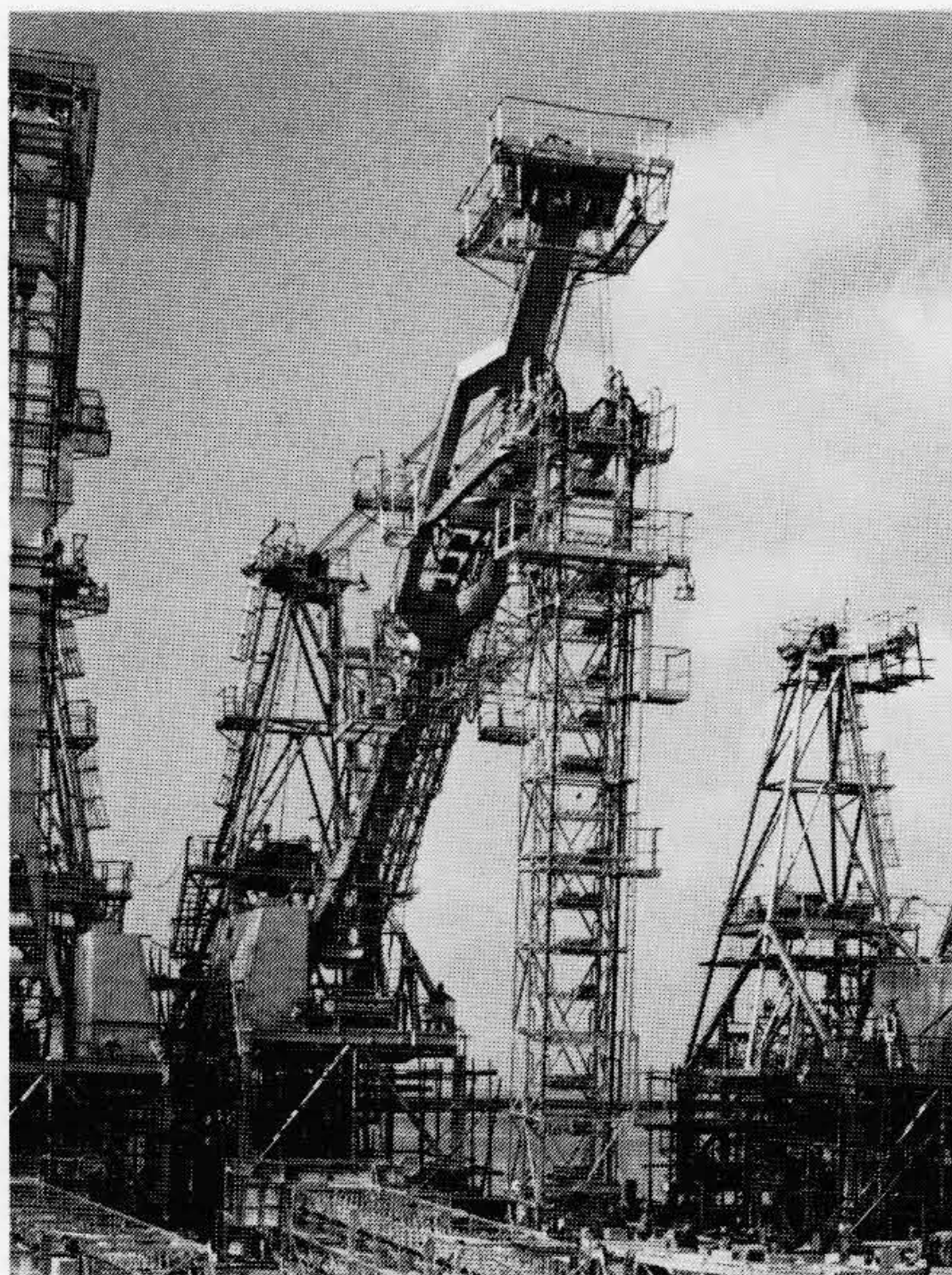


図42 ボックスカーゴアンローダの外観

- (4) 機械部分及び電気品の異常を検知する故障診断装置をもつ。
- (5) 高い信頼度の光通信システムをもつ。

合計4基クレーンは、2基ずつ、モジュール船サンライズ号に総組状態で積載され、太平洋を横断し輸送される(図43)。

メカトロ技術を活用した油圧ショベルの開発

過酷な建設機械の使用条件に耐えるコントローラ、各種センサを開発し、これらの活用により下記3種類のメカトロ製品を開発した。

油圧ショベルUH16Cは、世界で初めてエンジンとポンプを総合的に制御し、省エネルギー(日立建機株式会社従来製品比約15%)、作業性向上を図ったものである。また、油圧ショベル一般のオプション製品として海外にも例をみない高機能な計測、安全モニタHCM-1を、ローディングショベル用オプションアタッチメントとしての姿勢制御システムを開発した。



図43 大形コンテナクレーンの総組海上発送

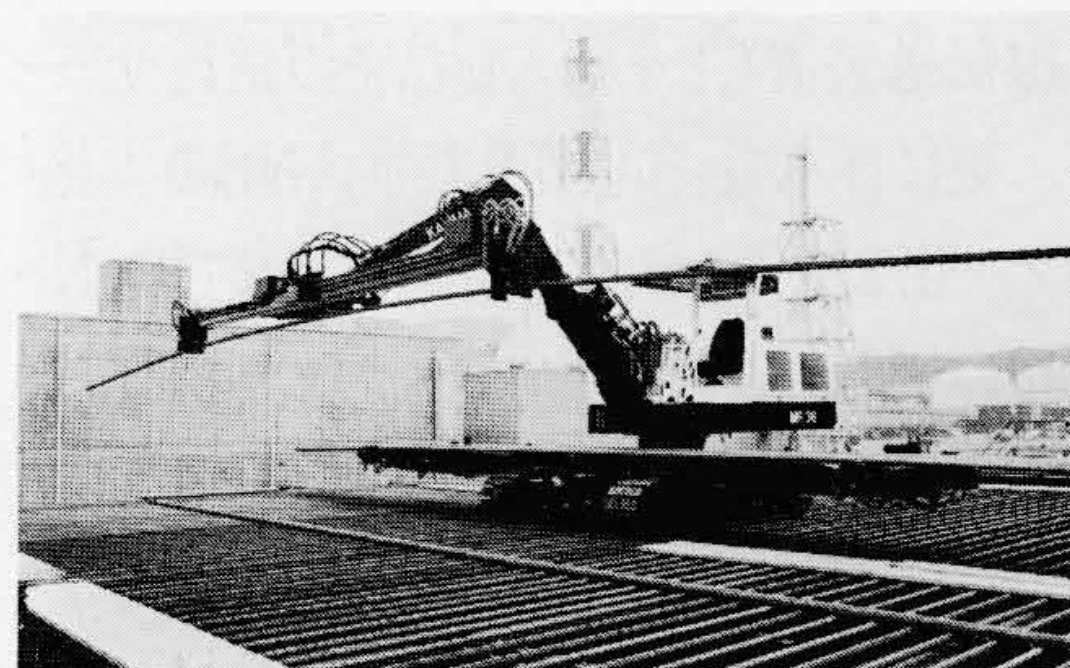


図44 重量鉄筋用自動配筋機

重量鉄筋の自動配筋機の開発

原子力発電所建屋に使用する大径長尺の重量鉄筋を、格子状に組み立てるために等間隔で鉄筋を置いていく自動配筋機を、東京電力株式会社と鹿島建設株式会社の指導のもとに開発した。

本機は、図44に示すようなクローラで走行するアーム形ロボットで、自動配筋の位置決め方法としてオペレータが手動操作で置いた最初の1本めの鉄筋位置を基準に、2本め以降を自動で置いていく方法を考案し、マイクロコンピュータによる制御を行なっている。

自動配筋作業は、配筋間隔の設定、千鳥置きを選択、途中飛び越しなど、施工現場の細かい要求に対応できるプログラムが組まれている。本機の使用により、従来の人力配筋に対して作業の安全性が向上し、3~4人の省力となる。