

計測・制御

Measurement・Control

近年、デジタル技術や制御用電子計算機を利用したの制御と、計測器リレーなどによるオートメーションとは、密接不可分なものとなって来ている。

昭和46年における計算機制御の成果には見るべきものが多い。制御用計算機がほんとうの意味で実用時代に入るにつれて、そのシステムとしての信頼性を高める要望がつよく、これにこたえて、飛躍的に稼働率を高めることのできる二重系システムの開発を行ない、この完成をみているのを始めとして、電力、鉄鋼、化学、自動車産業そのほか一般産業の各アプリケーション分野に対して、総合自動化、省力化、生産管理などの用途の実績が数多く出ている。

総合自動化の代表的なものとしては東北電力株式会社納めの総合運用自動化システムがあり、中央給電指令所、二次系統制御所、集中制御所にそれぞれ計算機を設置し、これらをハイアラキに接続して給電業務を総合的に自動化しようという画期的なものである。

また生産管理用の代表的なものには、日産自動車株式会社納めの自動車組立工場生産管理システムがある。これは自動車組立の工程において、塗装ライン、組立ラインそのほか一貫した数多くのコンベヤライン全体を総合的に管理して行くものである。

そのほか、火力発電所、冷間圧延機、水道設備、化学プラント用など制御用計算機適用の実例は枚挙にいとまがない。

計器関係としては今後ますます多様化するメカニカルオー

トメーションに合わせプラントの増設や変更が容易にできるシステムのシーケンサを、またデータ伝送の画期的な方法としてデータハイウェイシステムを開発した。また電子式、空気式計器のそれぞれの長所を生かしたハイブリッド計装を目的にデザイン、操作性などの統一を図った新ユニットロールシリーズを開発した。そのほか従来不可能とされていた製糖プラントの完全自動化計装、超高压送電線用の高速位相比較継電器、高性能の卓上記録計などを開発した。

理化学機器としては分光機器の心臓部を構成する高性能回折格子の量産に成功し単品としての販売を開始した。またホスピタルオートメーションの一環として一度に100検体を装てんできる臨床用自動分析装置を開発した。また環境汚染の管理、予防に威力を発揮する高周波プラズマトーチスペクトル分析装置を開発した。核磁気共鳴装置は従来高価で操作に熟練を要するため特殊な分野しか利用されていなかったが、プッシュボタン操作で簡単にデータが得られる簡易形を開発した。

日立レントゲン株式会社では、医用機器部門において、診断の能力および能率の向上、コンピュータ導入による自動処理（病気の自動診断）および、最近一般の関心が急激に高まってきた、患者および医師のX線被ばく量の低減すなわちX線診断において、X線量を必要最小限度に制限する方法などを主テーマとして研究し、多軌道断層撮影装置（32頁）以降の項目に紹介する装置を開発した。

制 御

■ 制御用計算機HIDIC500・二重系システム

プロセスにおける制御用計算機の役割が大きくなるに伴って、計算機の故障が直ちにプロセス・システム全体の停止につながるケースが多くなった。このため特に計算機システムの高い稼働率を確保する必要性から、HIDIC 500の二重系システムを開発した。

本システムのハードウェア構成は、中央処理装置、磁気ドラム記憶装置、プロセス入出力装置および上位計算機とのリンケージ回線が二重系であり、主およびバックアップ用として備えている。

また入出力装置はインタフェース・スイッチを介してオペレータコンソールより切り換えることができ、ワンタッチで全入出力装置をいっせいにバックアップ系へ、または装置ごと単独で切り換えることができる。ただし、磁気ドラム記憶装置は2台の中央処理装置の両方からアクセスすることができるので、インタフェースによる切換は行なわないでよい。

これに伴いソフトウェア面でも主となる中央処理装置内で、オペレーティング・システムとして動作する二重系用プロセス・モニタ・システムを開発した。二重系の磁気ドラム記憶装置のデータ

の同時アップデートや、磁気ドラム記憶装置の異常時には自動的にバックアップ側への切り換えなどは、この二重系プロセスモニタが処理する。また、バックアップ用の中央処理装置はノン・プロセス・モニタ・システムを持ち、通常はオフライン業務などの別処理をしているが、中央処理装置またはプロセス入出力装置が異常のときや定期検査などで、オペレータ・コンソールから全装置をバックアップ系へいっせいに切り換えることにより、プロセ

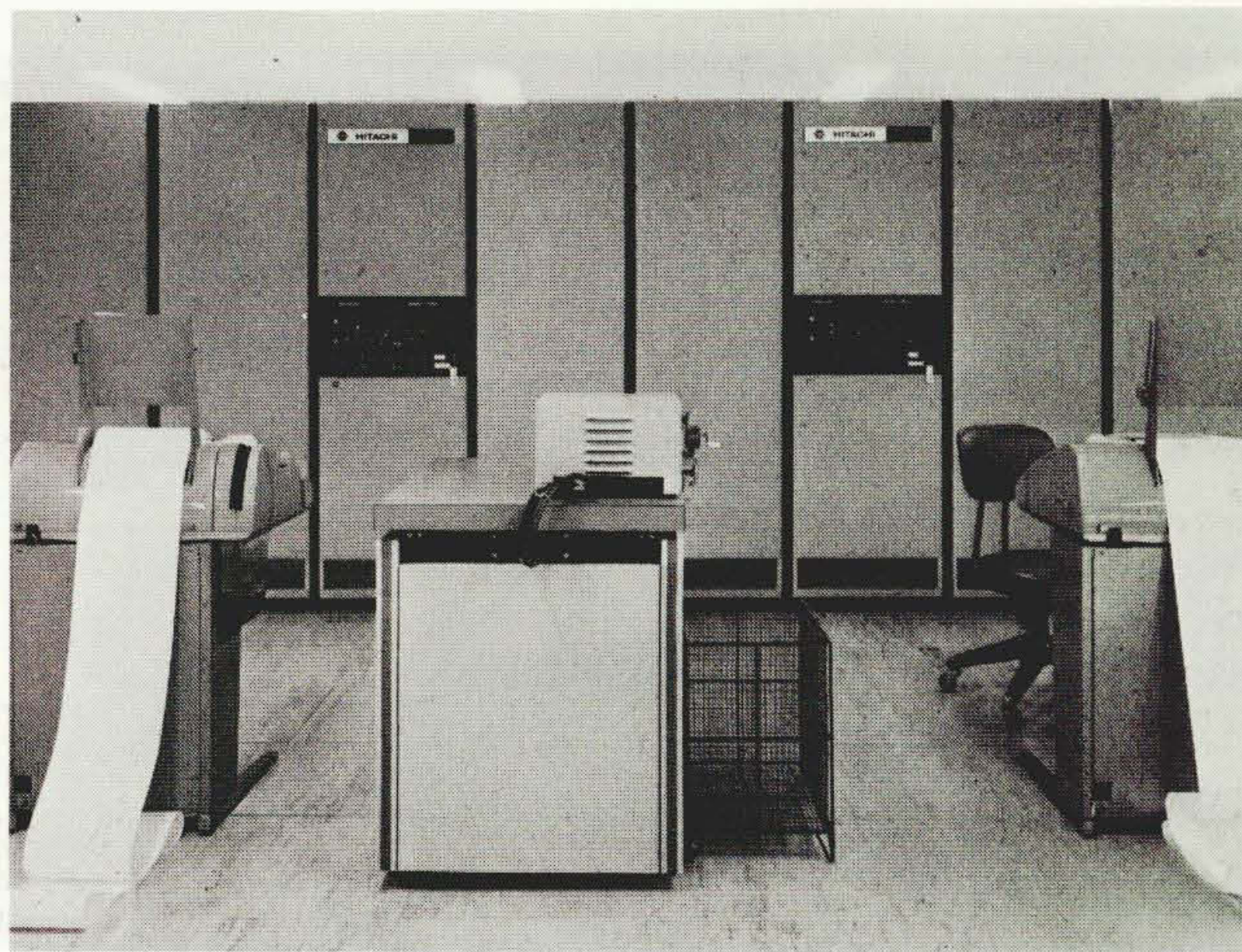
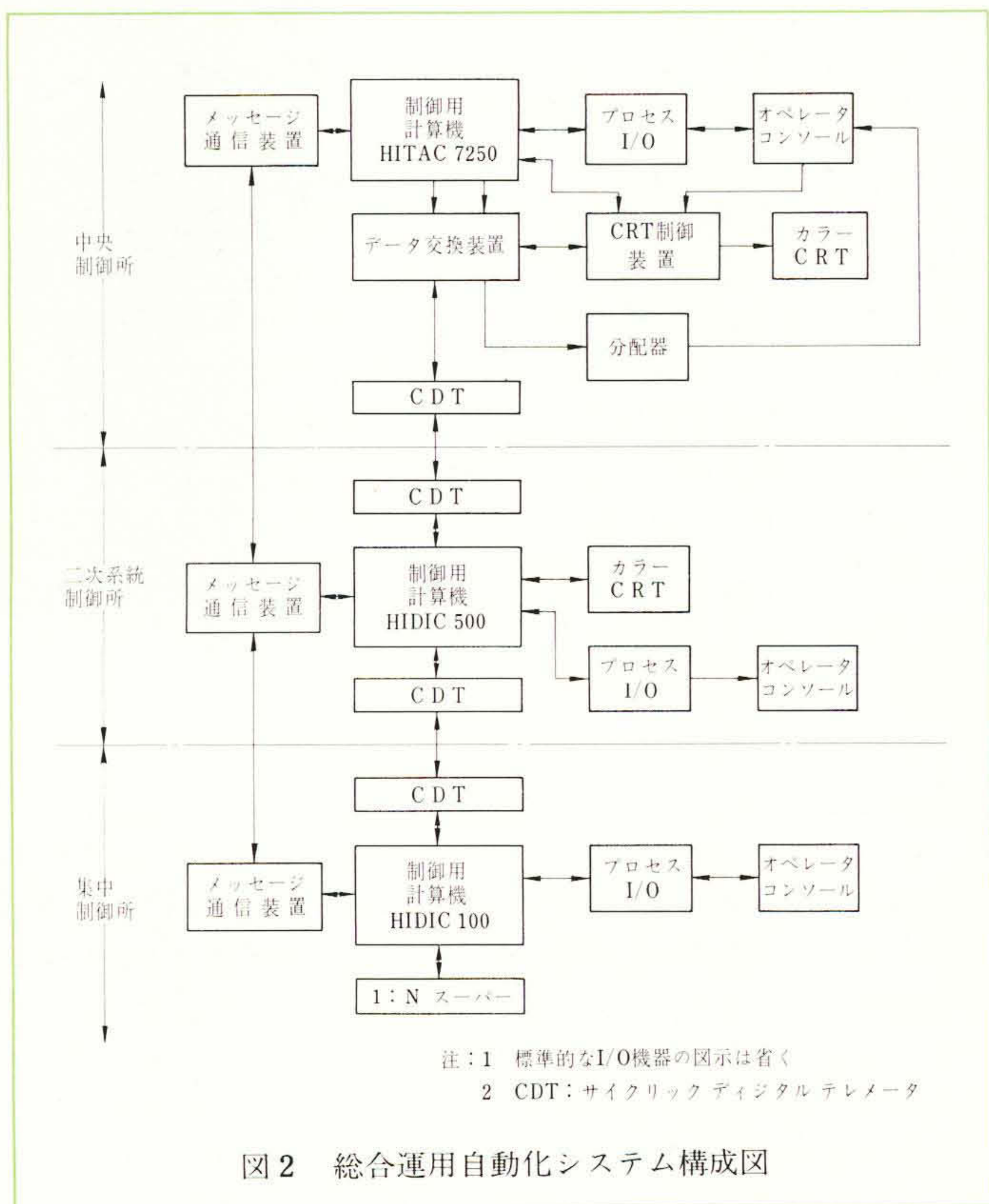


図1 制御用計算機HIDIC500・二重系システム

スモニタ・システムはじめ、すべてのオンライン処理ソフトウェアは、ソフトウェアサポートにより自動的にバックアップ系へ移り、プロセスの停止を回避するようになっている。本システムの完成により、計算機システムの信頼性の向上と高いコスト・パフォーマンスの実現が可能となった。

■ 東北電力株式会社納 総合運用自動化システム完成

電力システムの複雑化、巨大化に対処するため、このほど東北電力株式会社中央給電指令所に納められた自動化システムは、データ交換装置、カラーCRTなどを駆使した最新式のシステムとなっている。ここで処理されるおもな業務は、(1)系統運用計画計算、(2)経済負荷配分予想計算、(3)負荷予想計算、(4)有効電力制御、



(5)無効電力制御、(6)事故時制御、(7)給電自動監視記録などが含まれている。このシステムは、中央給電指令所にHITAC 7250、二次系統制御所にHIDIC 500(昭和47年納入予定)、集中制御所にHIDIC 100を中核とする制御用計算機システムを設置するもので、伝送回線を通してすべてを有機的に結合したハイアラキ・システムとなっている。電力系統制御としては、世界にさきがけたシステムであるが、本システムには今後さらにたくさんの二次系統制御所および集中制御所を増設していく計画である。図2はシステム構成を、図3は中央給電指令室を示したものである。

■ 東北電力株式会社納 発電所集中制御システム完成

東北電力株式会社の中央給電指令所から末端の発電所に至る総合自動化計画の一環として、青森地区の11発電所を対象とした集中制御システムが完成した。このシステムはICを採用した集中式遠方監視装置と、小形制御用計算機HIDIC 100とから構成されており、下記の項目について自動化している。

- (1) 配電線故障区間計測
- (2) 事故および操作記録
- (3) 潮流、電圧などの監視
- (4) 営業所への情報転送
- (5) 有効電力、無効電力、電圧などのスケジュール制御

これらの自動化によって、発電所では大幅な無人化が可能となった。また、本システムは将来上位の制御所の計算機と結合して、ハイアラキ・システムの一環を形成することになっている。

図4は本システムの全景である。

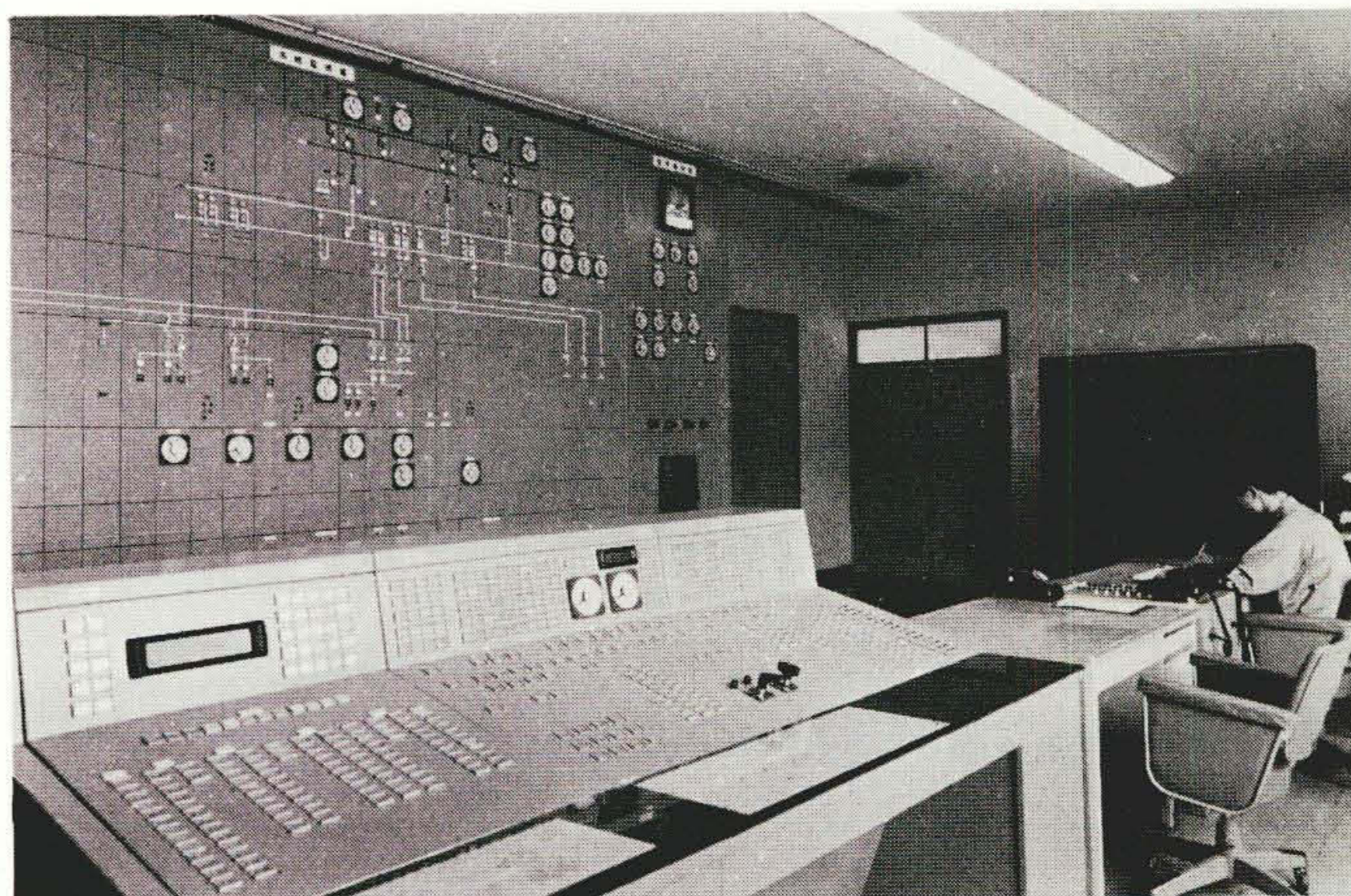


図4 完成した集中制御システム

■ 中国電力株式会社納 電力系統の鉄鋼負荷予知制御装置

熱間圧延機の電力変動幅は非常に大きく、従来の水火力発電所のガバナ・フリー運転、AFC運転では吸収できず、連系線の潮流変動となって現われるため、連系線運用のさまたげとなり、電力の質的向上を阻害していた。このため、従来から行なわれているAFC制御と協調をとって、圧延機からの信号を受け、圧延機の負荷を予知して、複数台の水火力発電所を制御する予知制御方式を開発し、制御用小形計算機HIDIC 100を使用して実用化、運用にはいった。おもな仕様は下記のとおりである。

- (1)HIDIC 100 処理装置 コア8K語(16ビット/語)



図3 中央給電指令室

(2)計算機結合装置 (CLC) HITAC7250と結合

(3)プロセス入出力装置 DI 32点 10,000語/秒
DO 96点 10,000語/秒

(4)オペレータズ・コンソール データ設定部 データ呼出部

図5に本システムの総合ブロック図を示し、図6にシステムの
全景を示す。

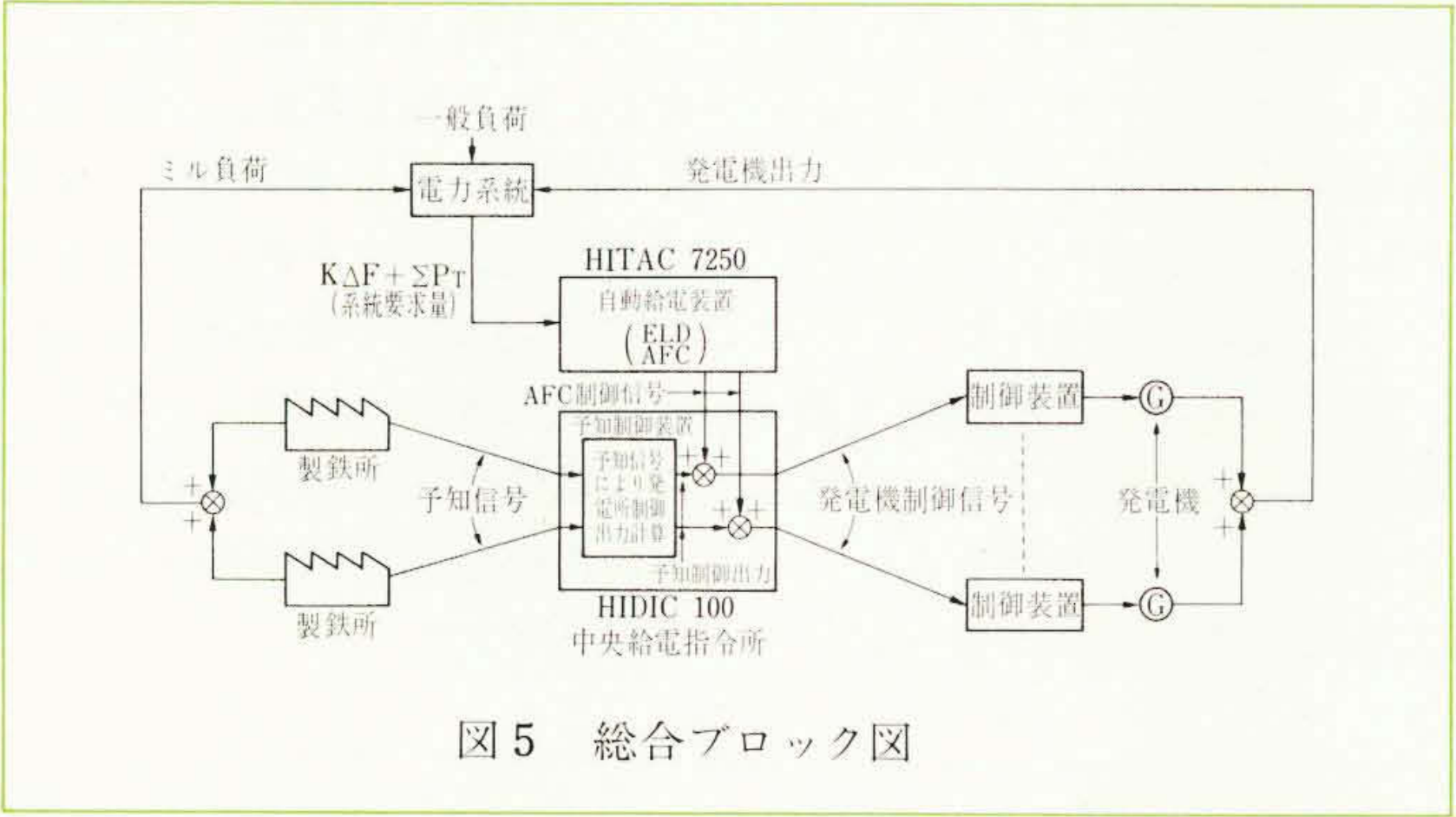


図5 総合ブロック図

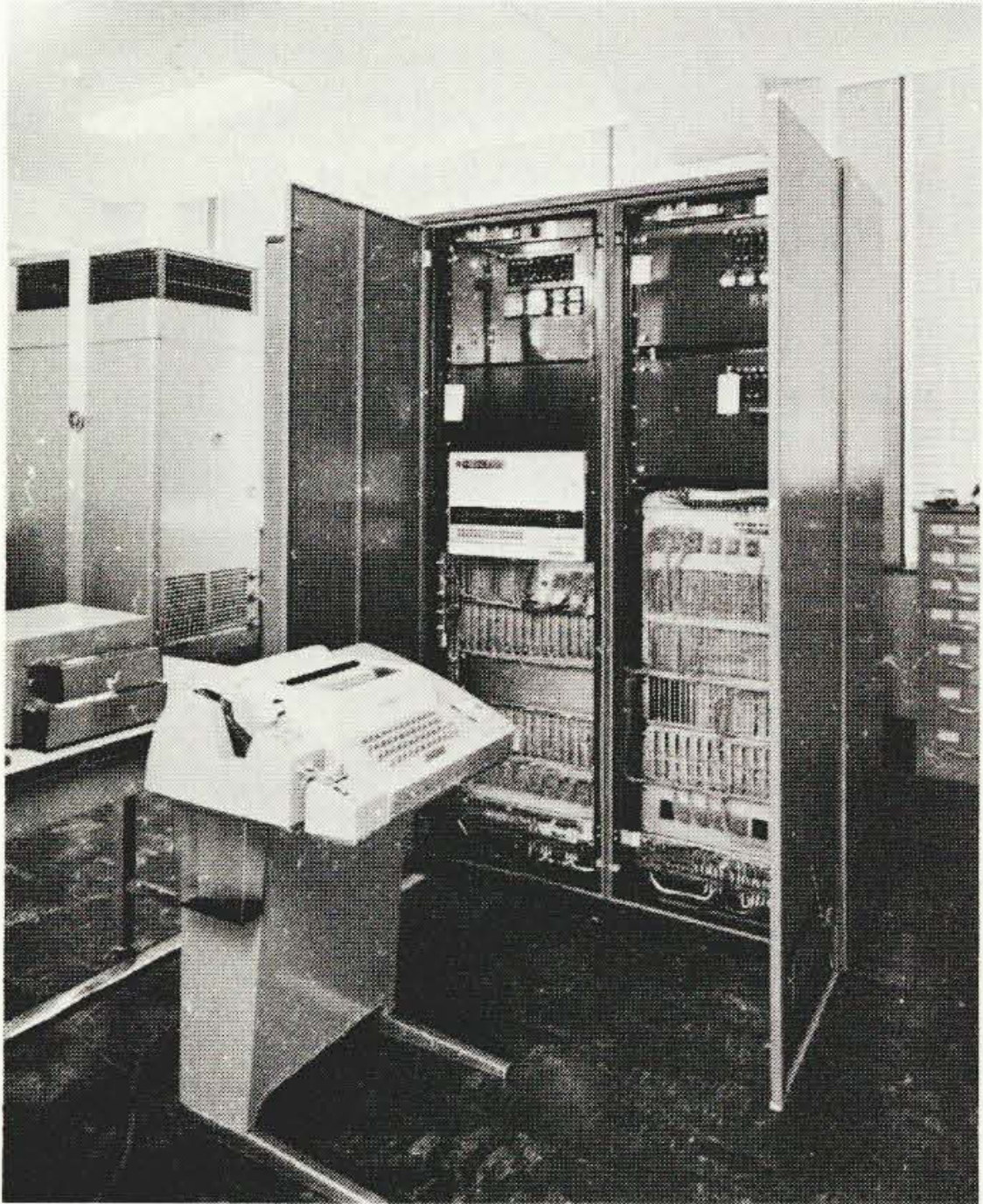


図6 予知制御装置

■ 計算制御式変電所自動操作装置の開発

電力需要の増大と電力系統の拡大にともない運転業務はますます複雑多岐になってきており、限られた時間で迅速かつ確実に操作することは非常に困難になりつつある。これに対処するため小形制御用電子計算機 (HIDIC100, 16K語) を中核として変電所の事故時の復旧操作 (①全停時のしゃ断, 復旧操作, ②線路事故時の復旧操作, ③地絡試開放復旧操作など) および定常時の系統切換操作, 作業時の停止, 復旧操作などを総合的に論理判断し, 電力機器 (しゃ断器, 断路器, 負荷時電圧調整器付変圧器タップ) をオンライン制御する装置を開発した。

図7は、本装置の構成を示すもので、論理判断の中核をなす小形制御用計算機とプロセス入出力装置および電力機器の状態, 電圧条件, 機器操作信号などを所望の信号に変換する入出力変換回路, 運転員との対話機能を果たすオペレータコンソール, 試験を行なうためのシミュレータ装置より構成されている。図8は本装置の外観であり、おもな特長は次のとおりである。

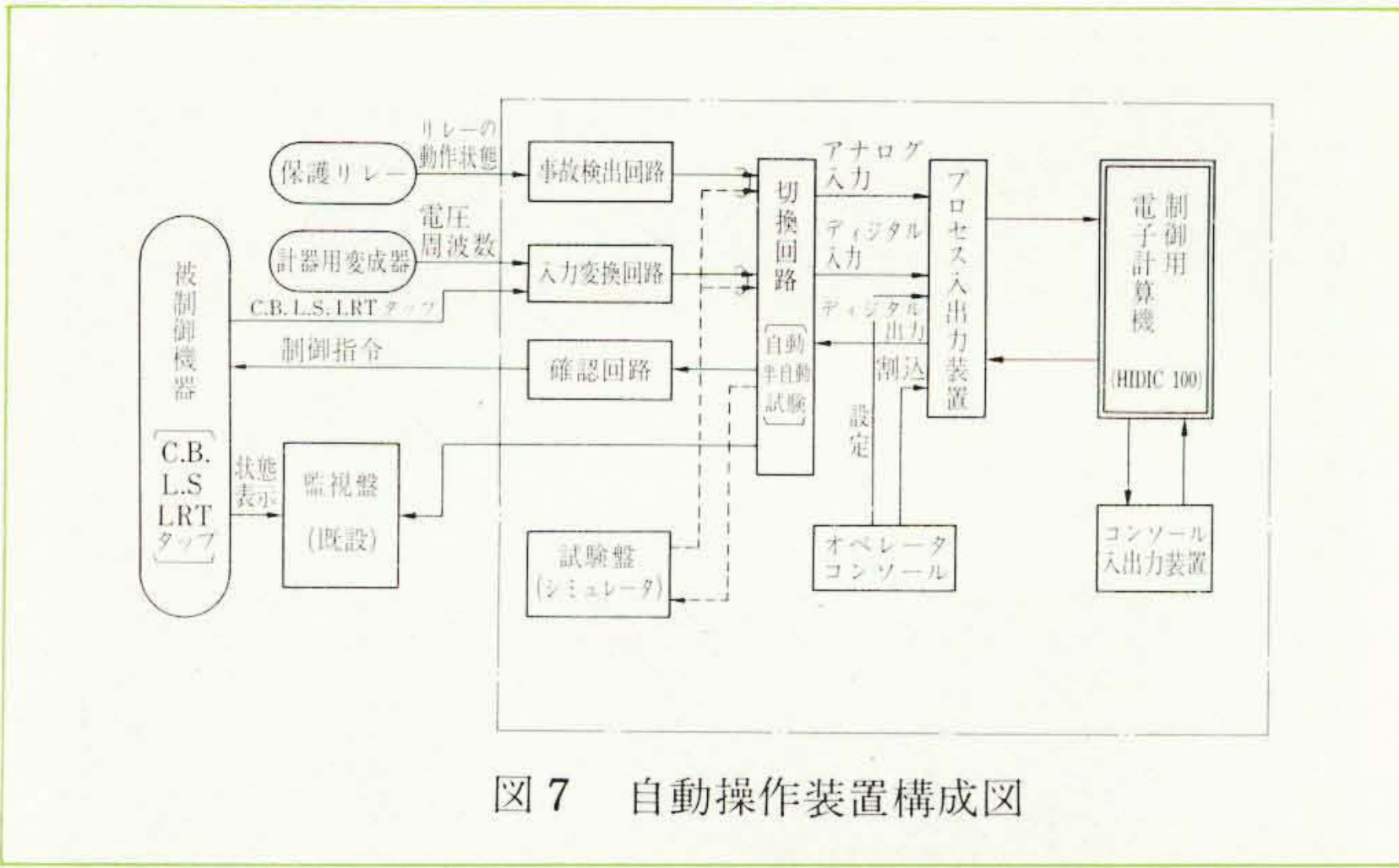


図7 自動操作装置構成図

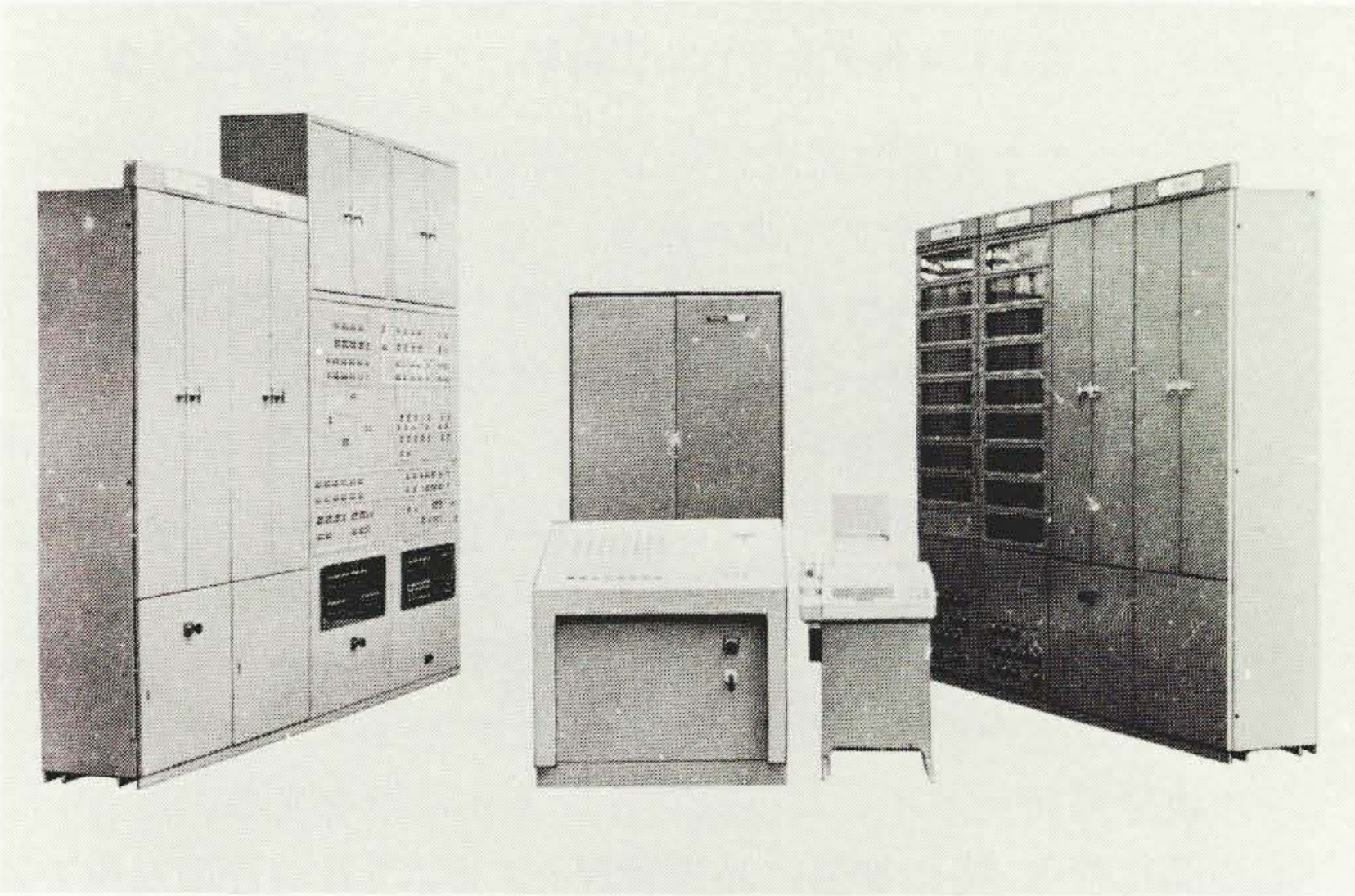


図8 計算制御式変電所自動操作装置

- (1) 変電所の規模が大形化し、処理内容が増大しその操作内容が複雑となっても高速処理ができる。
- (2) 高信頼度の制御用電子計算機を中核としているため動作が安定でかつ重要部は周辺装置との二重化が行なわれているので信頼性が高い。
- (3) 設備の新增設, 系統運用の変更に対し, プログラムで対処できるため融通性が高い。

また本装置は自動操作機能のほかに自動監視, 事故記録, データ処理機能などの拡張も可能であり, 中央の自動給電システムと連系することにより電力系統の総合的な自動化への発展が期待できる。

なお、本装置は中部電力株式会社清水変電所, 岩塚変電所に納入し事故時操作, 定常時操作に活躍中である。

■ 自動車工場の計算機制御

最近の生産工場では、仕様の多様化, 情報の複雑化に因ずるために、計算機による工程の集中的オンライン制御が不可欠になりつつある。自動車工場もその例外ではなく、生産管理計算制御用としてHIDIC100システムが、日産自動車株式会社村山工場, 追浜工場, 栃木工場に納められて現在活躍中である。さらにHIDIC500システムを含めて、他工場にも続々と納入される予定である。

図9は自動車工場のコンベヤ稼働状況を示す表示盤である。自動車生産ラインは、車体工程から塗装工程, 組立工程に至るまで一貫したコンベヤラインであり, 各工程の間にはバッファの役割をなす数本のコンベヤよりなるストレージがある。

制御用計算機のおもな機能は次のとおりである。

- (1) ボデーが塗装ライン, 組立ラインに投入される前に, 適当な

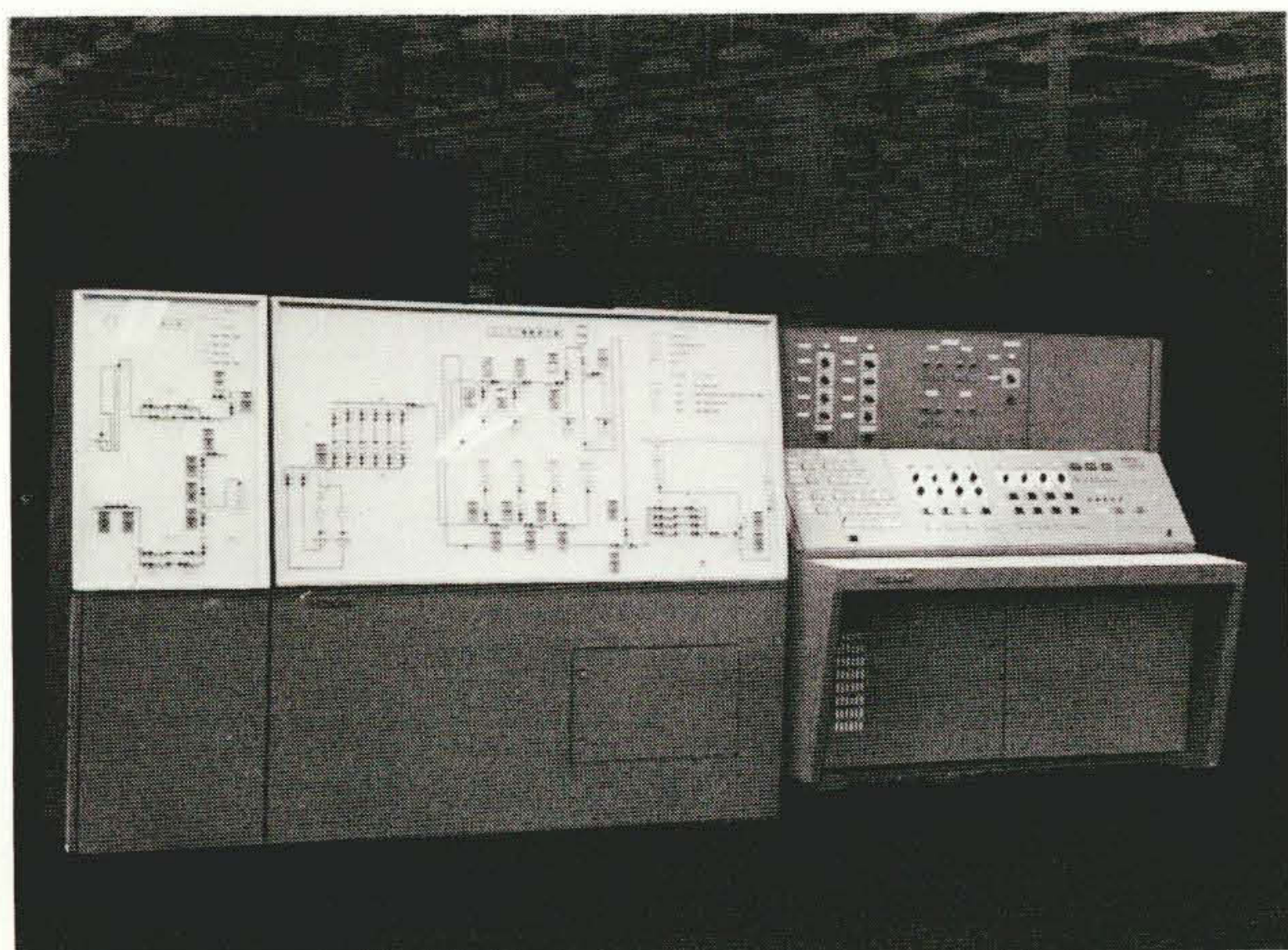


図9 日産自動車株式会社村山工場納 コンベヤ稼働表示盤

タイミングで現場作業員に対して塗色指示や組立指示をする。これにはテレタイプが使われる。

- (2) ストレージコンベヤの分岐合流制御をする。この際、塗装ラインへの投入においては、車種や塗色を考慮して複数のラインへの割当てを行ない、組立ラインへの投入においては、車種による工数の違いから生ずる組立作業のアンバランスをできるだけ小さくして、作業効率をよくする。
- (3) 部品の同期化をとる。すなわち、ボデーが組立ラインに投入されることが決定されると、適当なタイミングでそのボデーの組付部品がラインに供給されるように指令する。
- (4) 品質管理、特に塗装の品質管理をする。不良が管理限界を越え、管理者や現場作業員に警報を発する。
- (5) 遅延状況、進捗状況を表示する。これにはCRTを使用し、管理に必要な情報をすばやく、かつわかりやすく伝える。
- (6) 上位事務用計算機への資料として、各種実績を紙テープにて出力する。

以上述べたことは、時代の要請である需要の多様化、生産効率の向上、品質の向上および省力化にこたえるものであり、さらに今後の全工場自動運転への道を切り開くものである。

■ 最近の水道計装用監視盤

最近の著しい経済成長の一環として、上下水道および工業用水の規模も年々大形複雑化している。これらの設備を常に良好な性能で経済的に運転するため集中監視制御方式が採用されているが、監視、操作に必要な指示、調節部をすべて盤に集中させる方式は、



図10 静岡県企業局厚原浄水場納 集中監視制御盤

いたずらに監視員、運転員の負担を増し、少数の人員で能率的に運営する目的にそぐわないため、装置の主要部を重点的に図形化し、計器、表示器などを図形の中にシステムの動作と関連づけ合理的に配置し、系統または機器の運転状態をわかりやすく明示し、異常状態の判別を容易にできるようにグラフィックパネルが多く採用されている。

監視制御盤は少人数で監視制御を行ない、省力化さらには無人化を図るため、正確、迅速、繰返しなどを行なう制御は機械化により、よりすぐれた性能で運転制御し、総合的な判断、適切な処置は人間が行なうよう作業分担を図る必要がある。機械化による制御には工業計器を使ったPID自動偏差調節のほか最近では計算機による最適制御を行なうなど新技術の採用が広く行なわれている。

最近の集中監視制御盤の例として運転状態および異常状態を、より容易に判別できるように浄水場の設備全体を全照光式としたグラフィックパネルがあるが、図10は静岡県企業局厚原浄水場に納入した集中監視制御盤を示したものである。

■ 大形塩ビ重合プラントの計算機制御

重合器オンライン制御系への応用の一例として信越化学工業株式会社で開発された大形重合器の塩ビプラントに対し、同社と協力のもとに、仕込みから開放に至る全操作を自動化した新計装システムを完成し、同社鹿島工場へ納入した。本システムは管理業務を中心とした上位計算機と、制御機能を分担する下位計算機よりなり、システム構成は図11に示すとおりである。本システムのおもな特徴は次のとおりである。

- (1) 2台の計算機に処理を分担させ、処理能力の増大と信頼性の向上を図った。
- (2) ユニットシーケンス方式を採用し、異常のローカライズ化と各ユニットにおける自動、手動、半自動の切換えを、任意にできるようにした。
- (3) 無接点シーケンスロジックによるバックアップ機能の充実。
- (4) ソフトおよびハードによる徹底した異常検出と処理の充実。

これらにより、超大形重合缶を対象に安全かつ信頼性ある制御システムが実現できたものである。

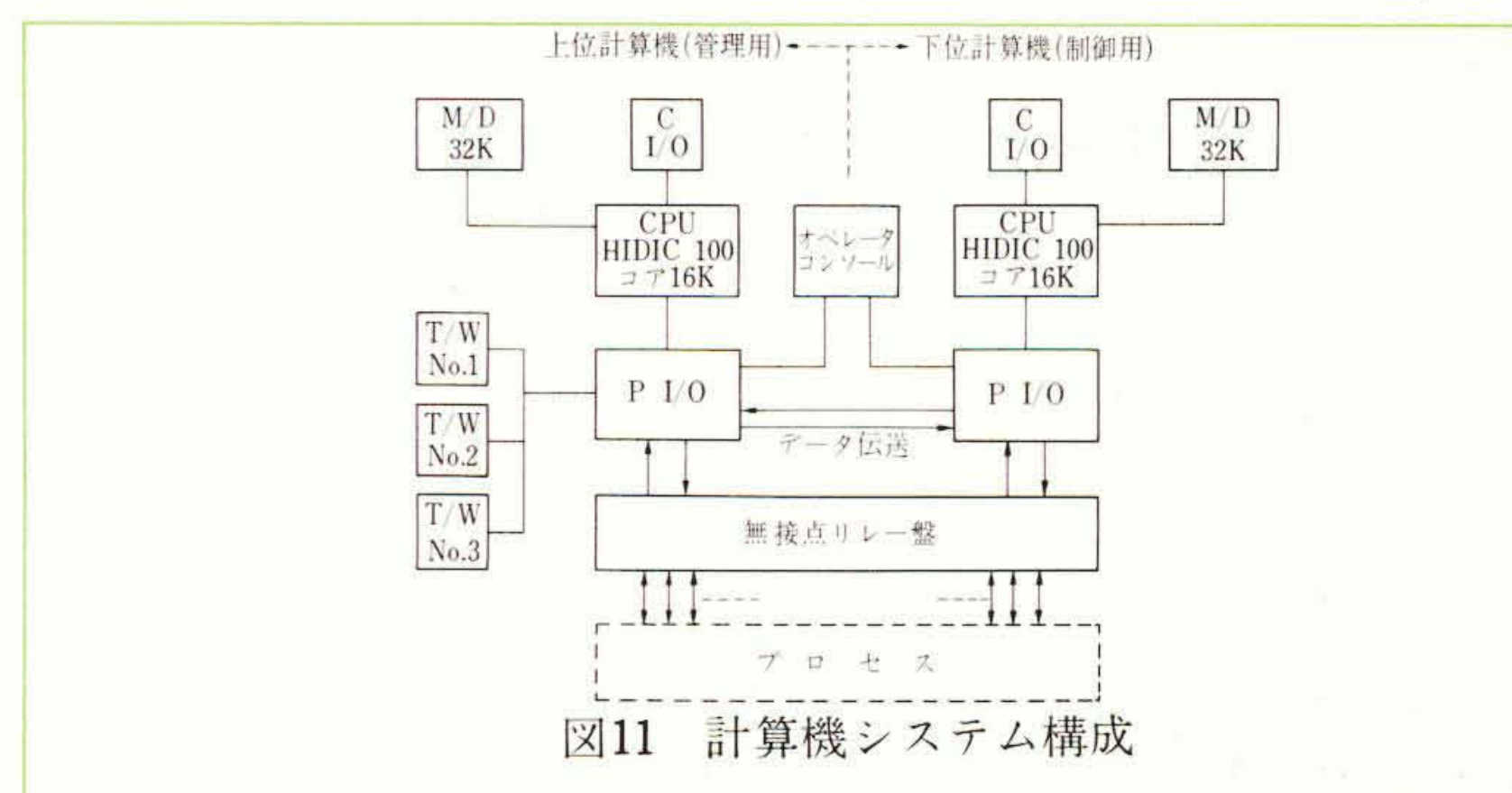


図11 計算機システム構成

■ 冷間タンデム圧延機の計算制御(60ページ参照)

■ 中国電力株式会社玉島火力発電所納 自動化システム (11ページ参照)

計測

データハイウェイ システム

数百以上にも及ぶセンサやアクチュエータあるいは複数のマシン装置や計算機が広域に分散している場合、これらを一本の情報母線で結合して相互の情報を交換し、高速データの伝送を行なうことができるデータハイウェイシステムを開発した(図12)。本システムは大規模化、広域化が進み、複雑さが増大しつつあるプロセスや製造工場の自動化システムなどの信号伝送方式の合理化を目的としたものである。現在の集中制御方式では中央管理室にある計算機と広域に分散したセンサなどを個別配線で結んでいる。この配線には誘導雑音や安全性の対策が必要なため、システムの広域化、大規模化に伴い信号配線および端子処理が膨大になり人件費の上昇とあいまって配線関係コストの問題が表面化しつつある。

データハイウェイシステムはこのようなシステムの大規模化、広域化が進み、複雑さが増大しているなかで、(1)信号配線関係の問題の解決(コスト、工期、複雑さ)、(2)計算機とのインタフェースの簡便化、(3)システムの変更や拡大の要求に適応するための拡張性、融通性などに対して有効な新しい信号伝送システムとして開発されたものである。母線は2本の同軸ケーブルよりなり、計算機や入出力端末はこの上の任意の点に結合することができる。母線と各装置との結合部には故障が他に波及しないようなフェイルセーフ設計がなされており、高い信頼性を得ている(図13)。

データハイウェイシステムはIC、LSIなどの発展とともににより

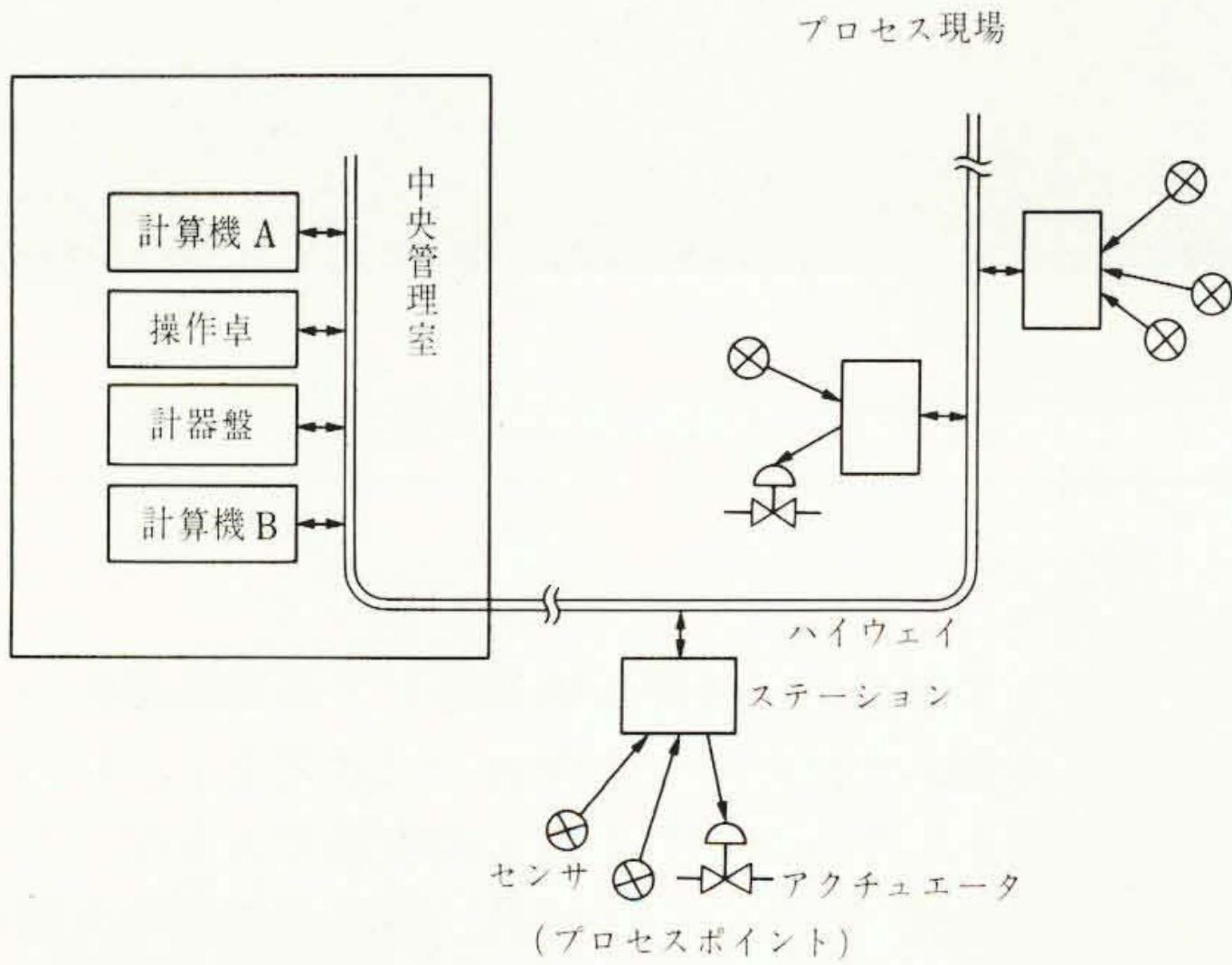


図12 データハイウェイを適用したプロセス計装システム

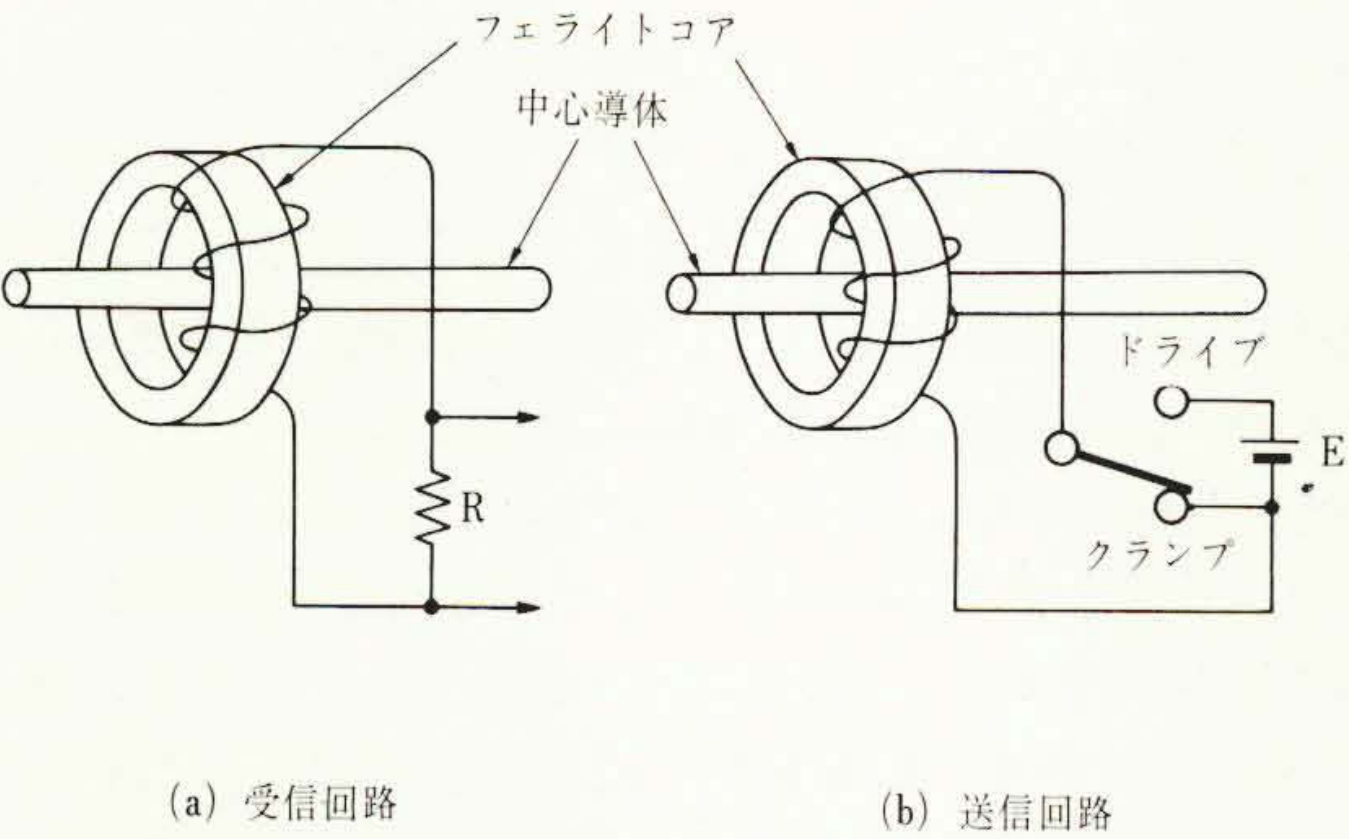


図13 同軸形母線結合器の原理(フェイルセーフ結合)

いっそうその利点が強調される。そのためプロセス計装システムのみならず、病院、研究所、試験検査装置などの自動化あるいはCAIのように多数の端末を持つシステムなど、広い範囲の構内情報システムへの応用が期待される。

表1 システム パラメータ

アクセスタイム	200マイクロ秒
データ率	5,000点/秒
語長	16ビット
母線	同軸ケーブル2本、1km
ステーション数	1母線あたり 100

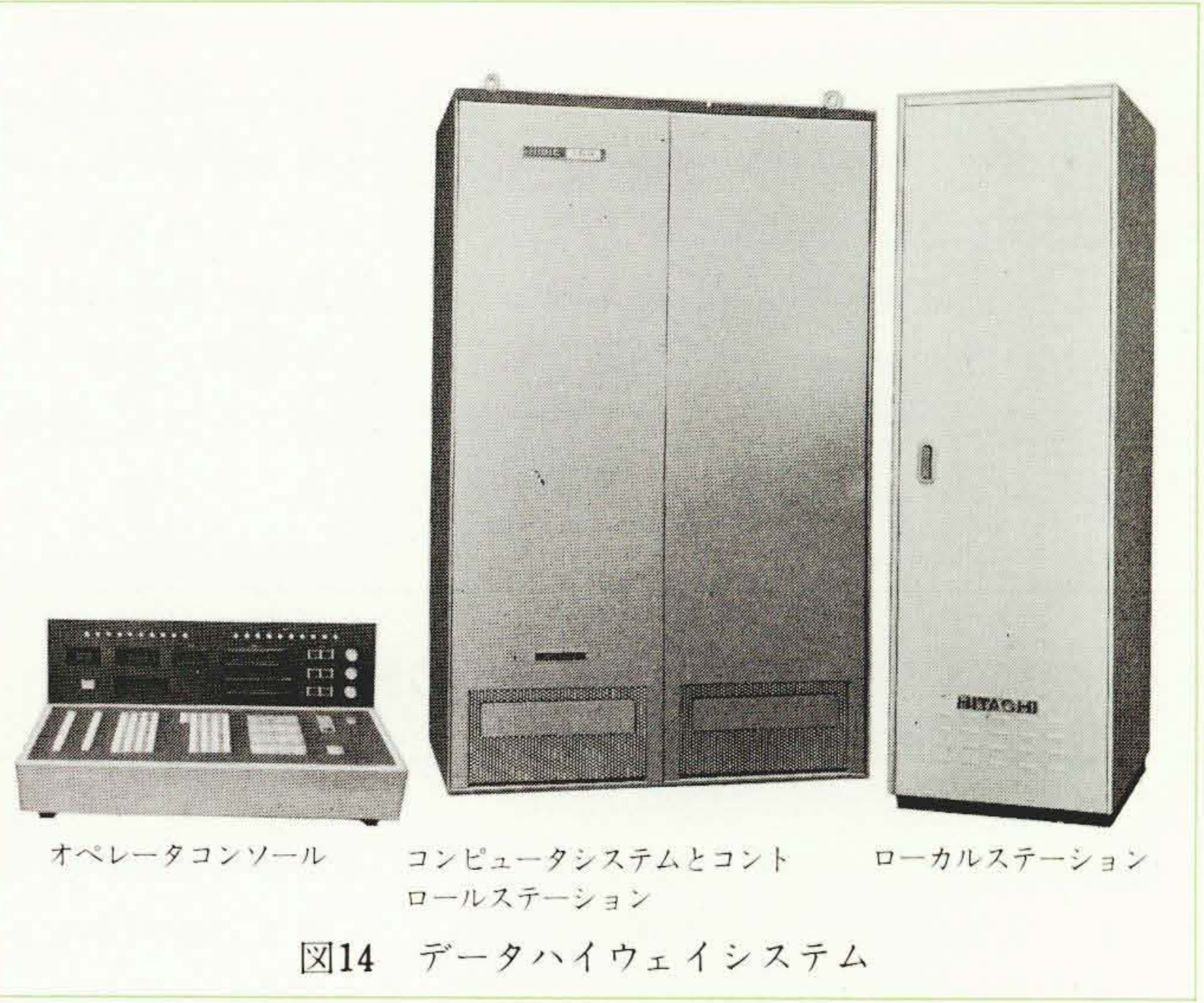


図14 データハイウェイシステム

化学プロセスと日立シーケンサ

シーケンス制御においては、従来から有接点、無接点リレー方式が用いられているが、これらの方式において問題となる、エンジニアリングの省力化と、金物に柔軟性を持たせることなどの解決を目的として、日立シーケンサが開発された。構成は入力ユニット、主演算ユニット、出力ユニット、電源ユニットなどに大別され、それぞれ独立のケースに収納されている。入力信号は入力切換部を経由して演算部にはいり、そこでコアメモリに記憶された演算命令に従って論理演算され、次に出力切換部を経由して出力される。

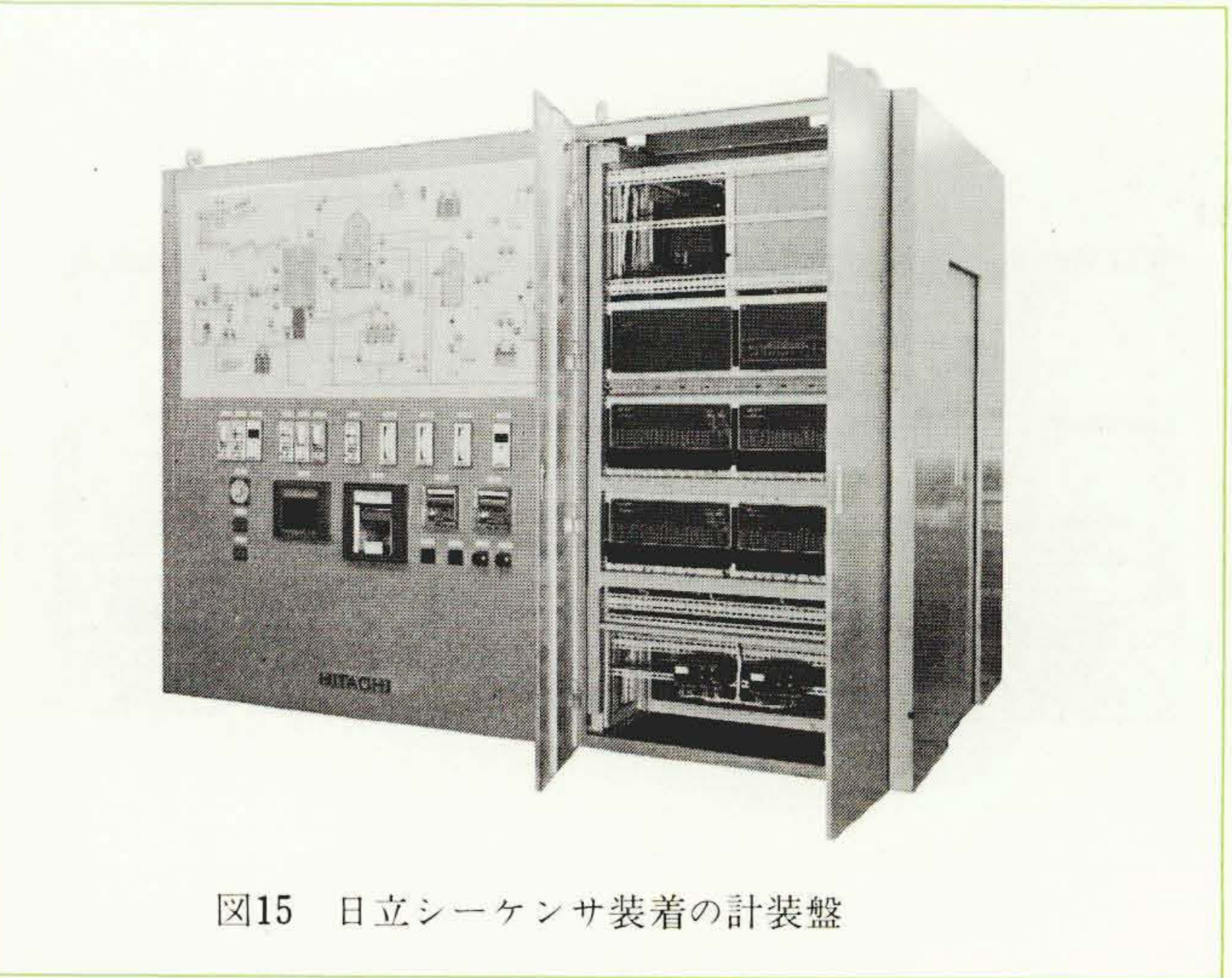


図15 日立シーケンサ装着の計装盤

シーケンスの動作は、ONかOFFかの2値の状態を信号とし、入力条件を論理判断して出力に与えるものであり、この処理内容はブール代数で表現することができる。シーケンサのプログラムは、このブール代数式を直接演算命令に利用するものである。

シーケンサは、あらゆる分野のシーケンス制御に用いることができるが、その特長としては、次の諸点があげられる。

- (1) ハード設計が標準化できる。
- (2) (1)の結果ソフト設計の検討期間がじゅうぶんに取れるうえ、労力を縮減できる。
- (3) プログラムの変更がテープリータあるいはプログラムコンソールにて、容易にできる。

などである。

これらにより、多種少量生産のため品種ごとにシーケンス変更が必要な場合、プロセスや装置の改良、増設などで途中でシーケンス改造する場合、あるいは新設とかパイロットプラントなどで、シーケンス装置製作時には、最適操作方法が確立していない場合などにおいて、シーケンサを使用するといっそう有効である。

これまでに、化学プラントにおいては、諸重合プラント、発酵プラントなどに、広く納入され実績をあげている。

■ 新ユニットロールの開発

最近の大形計装は、電子式計器によるものが多かったが、従来からある空気式計器の良さも再認識され、それぞれの長所を生かした電子式、空気式計器のハイブリッド計装が行なわれるようになり、その間の操作法、計装パネルよりみた設計思想、デザイン統一の要求が強くなった。また電子式計器においては、リニアICが性能、コストなどの面でじゅうぶん使える段階になり、空気式では各種の部品製作における生産技術の進歩により、ここに

新ユニットロール Eシリーズ (電子式制御装置)

新ユニットロール Pシリーズ (空気式制御装置)

を開発、製品化した。電子式、空気式の共通的な改良内容は、(1)小形、軽量化、大きさの統一である。(2)操作つまみ、計器ナンバープレート、指示計などのデザインの統一である。(3)チップレス加工(プレス、圧造、ダイキャスト、モールド、アルミ押出成形など)を積極的に採用し、部品、製品の均一化、品位の向上を図ったこと。(4)ネジを半減して品位の向上を図ったこと。(5)照光式の計器ナンバープレートを付け、運転者の便を図ったこと。さらに電

子式計器では、(6)ICを採用しよりいっそう信頼性を向上させたこと。(7)配線作業を減らし、はんだ付け不良のポテンシャル低下、生産性、品位の向上を図ったこと。(8)計器使用温度範囲を0～40℃から-10～+50℃に広げたこと。(9)開平積算計、ブースタ、アイソレータ、電圧-電流変換器、精密定電流電源箱、乗除算器などの新機種をファミリに加えたこと。空気式計器では、(10)電気回路のプリント基板に相当するマザボードを開発し、空気配管の合理化を行なったこと。(11)各部のユニット化を徹底し、保守の便を図ったこと。(12)小形、高性能のパイロットバルブを開発し性能向上、保守の便を図ったこと。(13)演算部、操作部を分離した分離形調節計、バイアス付き比率設定器、連続積算計、温度-空気変換器など新機種を開発、製品化したことである。

■ 製糖プラントの計装

数年来、製糖業界は設備投資を控えてきたが、最近、プラントの大形化と自動化による合理化を目標に、あいついでプラントの新設、改修に着手した。各社の新設、改修工事について、日立製作所は計装を受注、納入しそれらは順調に運転中である。

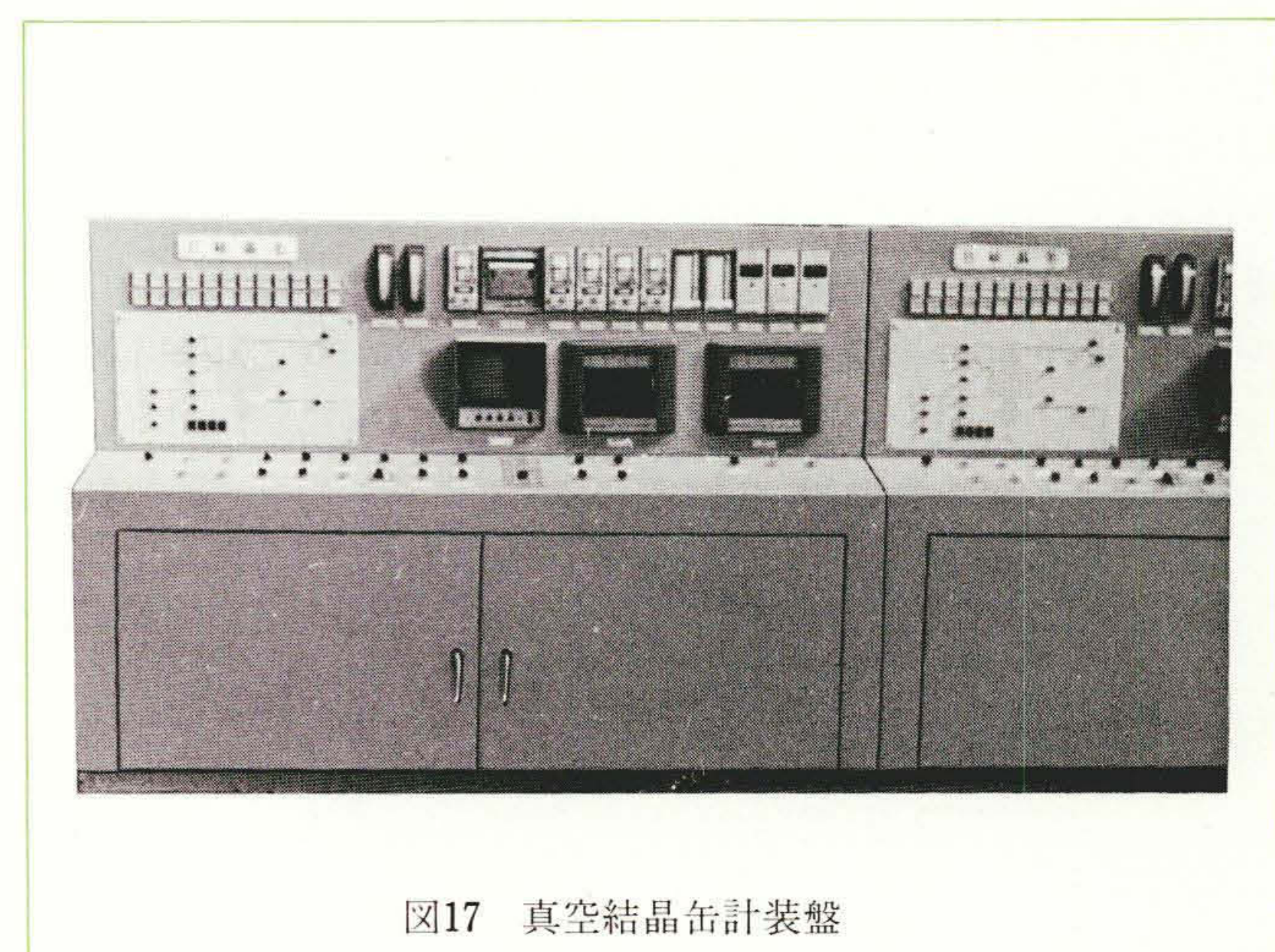


図17 真空結晶缶計装盤

製糖プラントで自動化の困難な装置として真空結晶缶がある。真空結晶缶は、製品の最終工程を受持つだけでなく、結晶化によって糖分の回収を行なう製糖プラントの中核であるが、煎(せん)糖メカニズムの複雑さ、製品の多様性、原料の性質の大幅な変化などの理由で自動化が遅れ、従来、長年の経験を有する煎糖手の目視、手ざわりなど、おもに人間の感覚にたよる手動運転が行なわれてきた。

煎糖メカニズムの検討、現地調査から煎糖手の感覚に代わる検出端として、過飽和度計、かたさ計を使用し種々の外乱に対応できるよう適応性の高い柔軟な計装をすることによって、現在までの煎糖手による運転に比較して、製品の収率、粒径分布の偏差ともにすぐれた、実用的な自動運転に成功した。

その他、製糖プラントの計装上の特徴として、取り扱う物質が食品であり、形状も粉粒体、スラリーなどの場合が多いので、検出端、操作端の選択にじゅうぶんな配慮が必要である。また、連続プロセスとバッチプロセスが混在し、回収工程の系統が複雑なので、それぞれの工程を有機的に結合する制御を行ない、能率的な運転が可能ながよう計画されている。

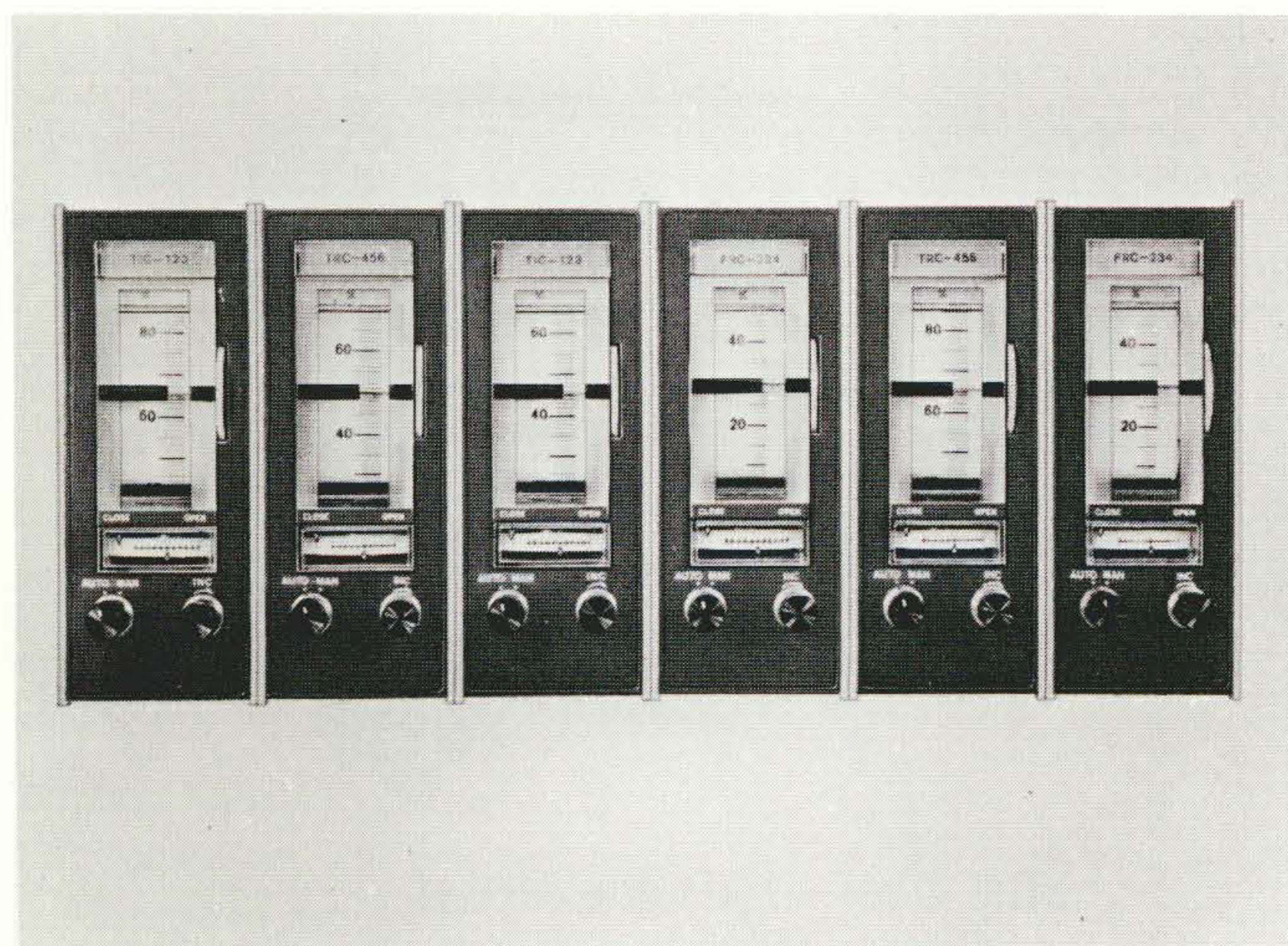


図16 VI₈₆-E形PID調節計

■ 位相比較形継電器の高速化

超高压送電線では系統の安定度確保のため、保護継電器の動作は特に高速度である必要がある。これに多く用いられる位相比較継電器は、保護区間両端の電流位相をキャリアにより伝送し、相互の位相を比較して動作判定するもので選択性にすぐれ、装置が簡単で高速動作に適するものである。しかし高速化に際しては、故障時多様に変化する位相を高速に伝送し忠実な波形を得て安定に動作する必要がある。伝送路については従来より多くの努力が払われ、ある程度の成果を得ている。今回、新しく開発したSOD3形継電器では、キャリア伝送路の時間遅れ補償にシフトレジスタを採用した。このため従来の静止形タイマ回路による方式に比べ安定な波形を再生することに成功し、高速かつ簡素化した。また非電源端への適用のため、従来装置には過電流要素を併用しこの間の時間協調を必要としたが、本器では電流位相の検出レベルを調節することにより原理的に協調のとれた構成として、動作時間を短縮し、装置全体の高速かつ簡素化に成功した。



図18 SOD3形位相比較継電器

■ 高性能記録計の完成

理化学用記録計は高感度、高速記録化が要求されているが、今回この要求に合致した056形卓上記録計を完成した。

記録計の高性能化への問題点としてはしゅう動抵抗器の接触不良、指示振れなどであるが、これは従来使用してきた巻線形しゅう動抵抗器の接点と線材の摩耗、分解能不足および増幅器雑音に起因している。

056形卓上記録計では抵抗線を直線に張り、その上を接点がしゅう



図19 056形卓上記録計

う動する単線しゅう動抵抗器を採用し、分解能無限大、直線性±0.07%で、従来必要とされたしゅう動抵抗器の保守を無保守化した。またサーボ系においては、高速化に伴い不安定要素となる慣性を従来の $\frac{1}{3}$ 、摩擦負荷を $\frac{1}{2}$ と少なくし、増幅器の時定数を極力小さくした。

一方、増幅器の雑音低減のため1.5kHzおよび商用周波数の二重変調方式の採用により高性能化への問題点を解決した。

以上によりしゅう動抵抗器の接触不良、指示振れなどの問題が解決されるとともに、直線性、精度が大幅改善され、信頼度が向上した。

■ 日立高性能回折格子の性能

日立製ルーリングエンジンにより彫刻したマスタ回折格子を原器とし、その超微細溝(こう)形状を忠実に複写し、製品となるレプリカ回折格子の製作技術を日立独自の方法により確立した。

従来輸入されていた溝数66~1,440 l/mmの各種レプリカ回折格子を国内で初めて量産し、昭和41年より逐次、日立分光機器に採用し、現在では17機種に達している。また単品販売用として60種類を完成した。日立回折格子の性能として分解能は理論値の80%以上、回折光効率はブレイズ波長において70%以上、ローランドゴーストは溝数1,200 l/mm、一次スペクトルで 5×10^{-4} 以下のものが製品化され出荷されている。これは世界第1級といわれるBausch & Lomb社製品と同等の性能である。図はHe-Neレーザ(波長6,328Å)を光源とした干渉計で観察した日立回折格子(600 l/mm, 5,000Åブレイズ)の一次回折光の干渉縞(しま)である(直線に近いほど高分解能・高性能を示す)。

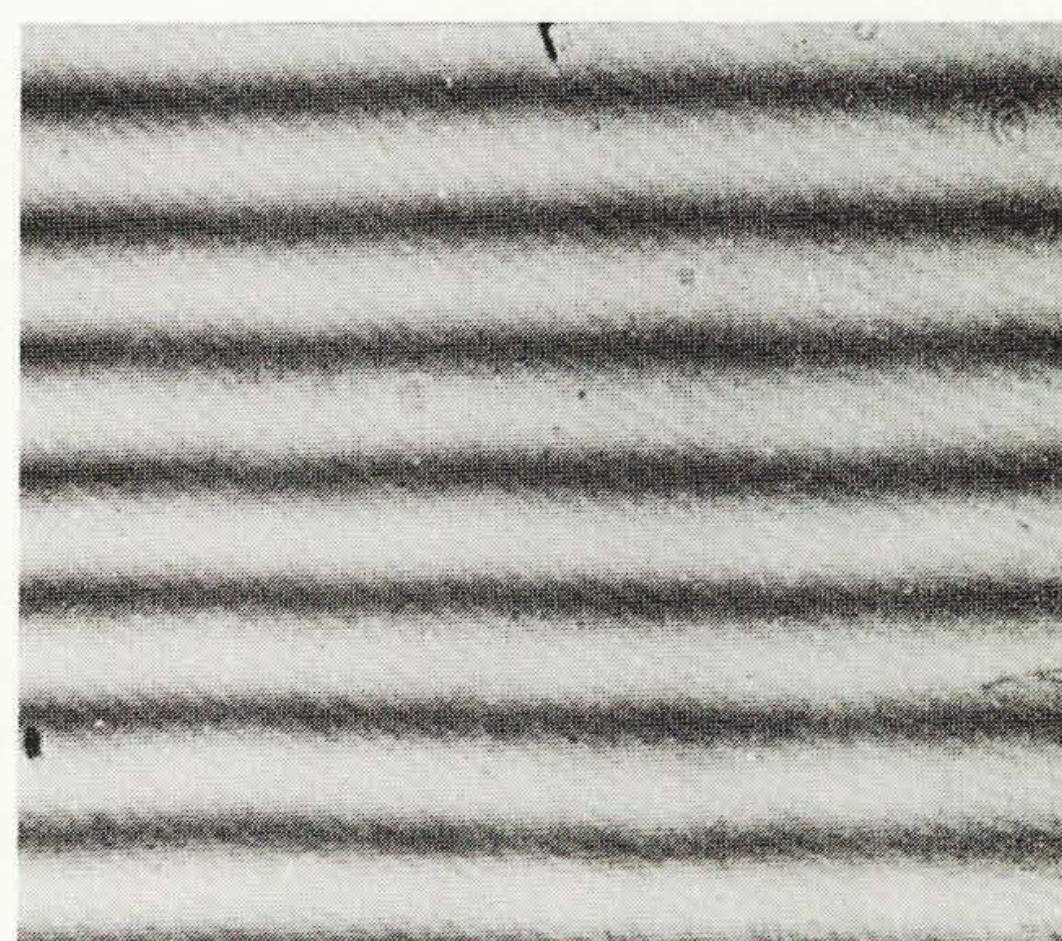


図20 日立回折格子の一次回折光干渉縞

■ 臨床用自動分析装置

近年、臨床検査の依頼検体数は増加の一途をたどり、しかも検査方法はしだいに高度化して精密の度を加え高価な機器を必要とする傾向になってきている。したがって病院の検査室における検査の自動化が促進され、今後は患者に対しオートメーション的に多種の検査を行なう方向にあるといわれている。この面から日立製作所は一装置で多種目の分析を行なうことができる6チャンネル・ディスクリット方式自動分析装置を製品化した。本装置は一度に100検体が装てんでき、ピペッタにより試料が採取希釈され反応容器に注入される。反応容器は、チェーンコンベヤによりあらかじめ設定されたプログラマでワンステップ1分ずつ移動し、試薬注

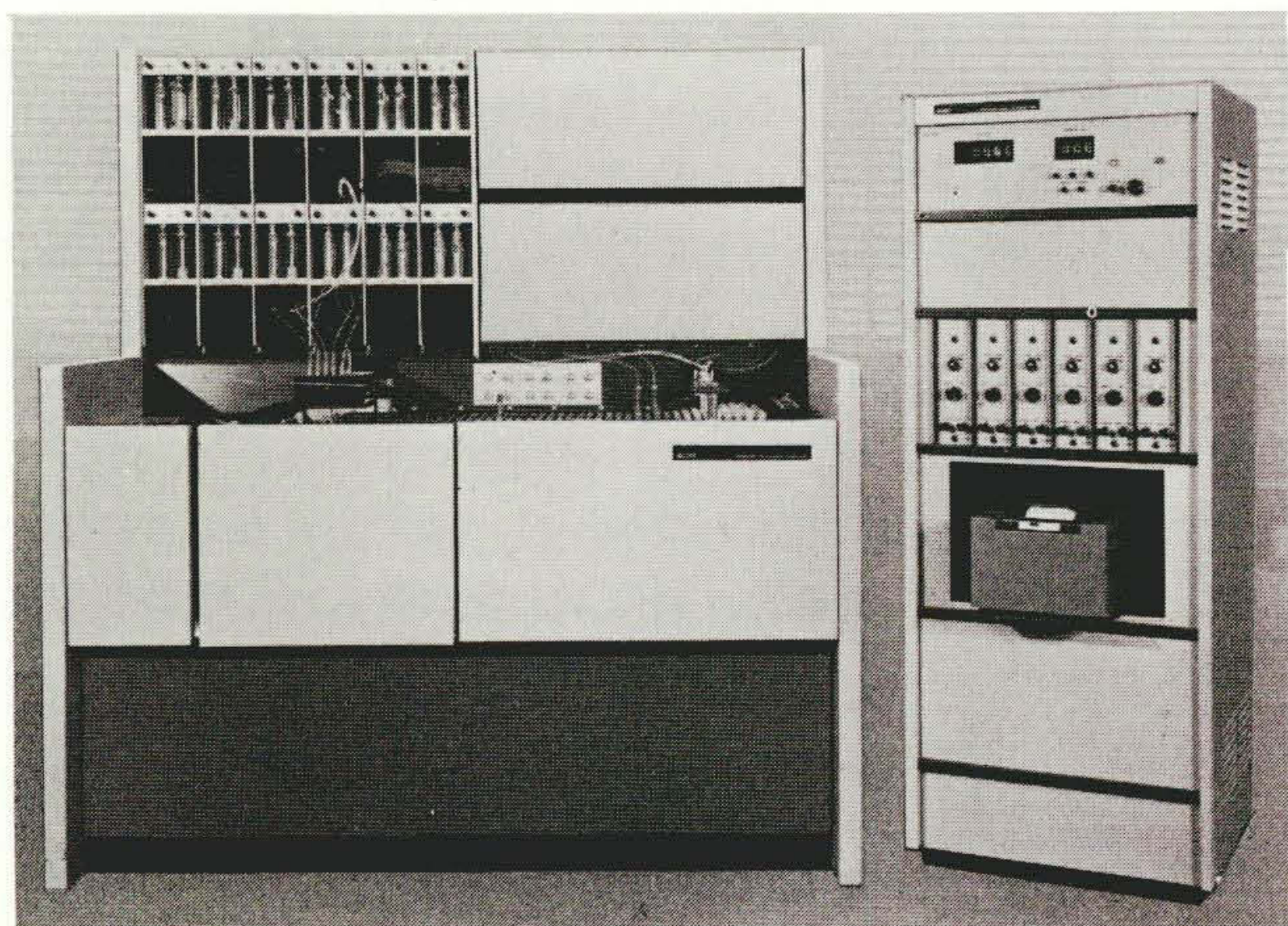


図21 日立M400形臨床用自動分析装置

入、かくはんおよび加熱処理が行なわれる。試薬の注入位置および注入力、加熱槽の温度などは目的とする分析項目の分析法により任意に設定される。反応処理の終わった試料はシッパによりフィルタ光度計のフローセルに導入され、比色測定される。この比色の測定データは吸光度濃度変換器により濃度または単位に変換される。これらの変換は6チャンネル同時に行なわれており各チャンネルのデータはスキャンナによって1チャンネルずつA/D変換器に送られ、順次デジタルレコーダに表示される。測定の終わった反応容器は漸次転倒していき残存液を廃棄し、倒立状態で移動している間に洗浄、乾燥が行なわれ、再び使用できる状態となって、もとのサンプリングの位置に復帰するようになっている。特に本装置はルーチン・ワークとして使用されるので、保守、サービスを容易にする必要があり、そのためユニット交換システムを採用している。総合的な測定精度は総蛋白質で変動係数1%以下である。必要な検体の量（血清）は微量で1項目あたり0.02 ml程度であり、分析項目は、アルブミン、コレステロール、グルコースほか十数項目が確立されている。

■ 高周波プラズマ光源を用いた分光分析装置

発光分析法における従来のアークやスパーク光源に代わる、より安定な温度の高い光源を追求して開発されたのが、高周波プラズマトーチである。2,450MHz、450Wのマイクロウェーブ単極放

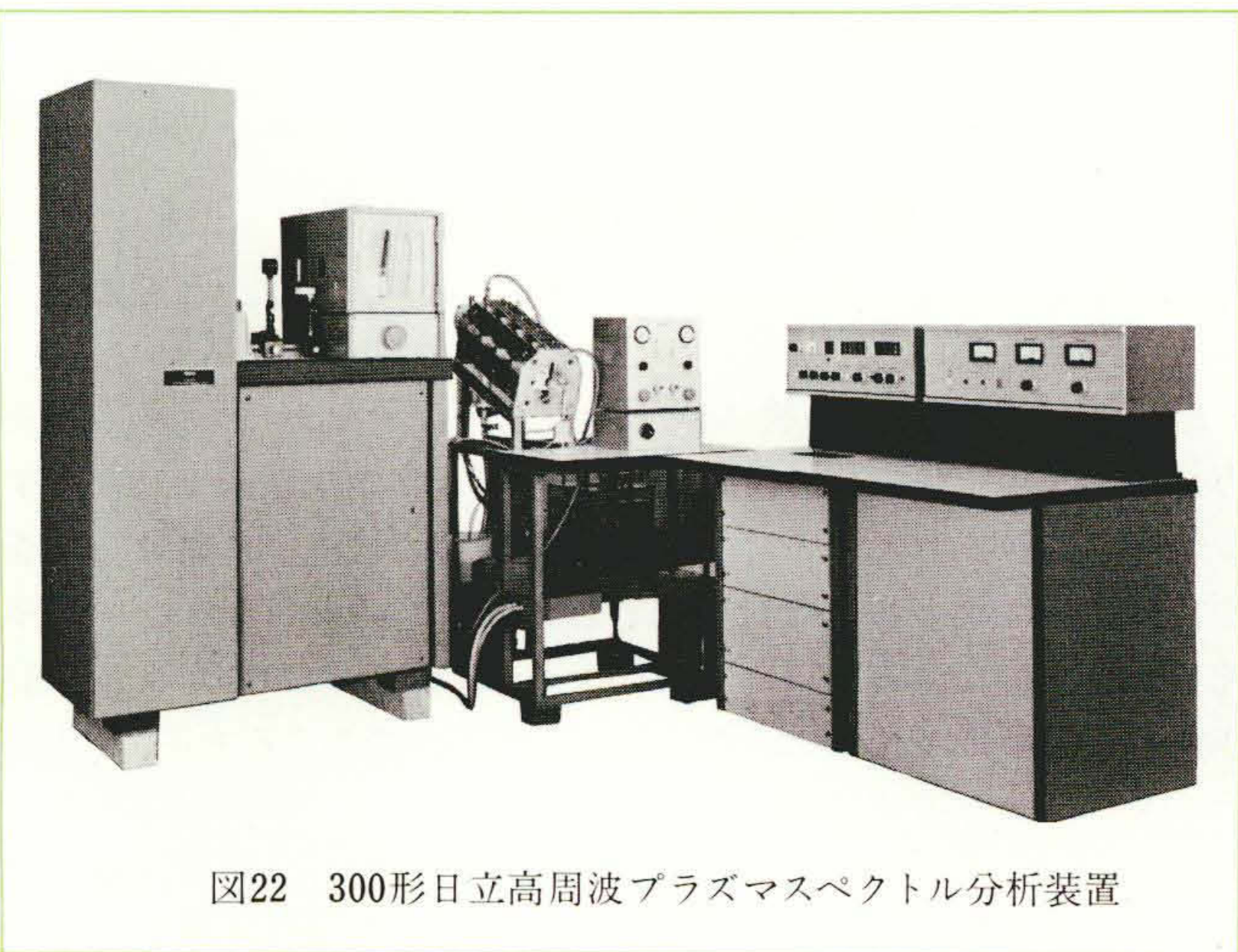


図22 300形日立高周波プラズマスペクトル分析装置

電を利用する高周波プラズマトーチ光源は、その温度が約7,600°Kと高く、従来のアークやスパーク光源で励起発光可能であった約70種の元素の励起発光ができる。さらに希土類元素などの高感度分析も可能となった。このプラズマ生成ガスには、バックグラウンドの少ないこと、経済性などの点からアルゴンを使用している。また、従来、困難とされていた溶液状試料の発光分析も可能となった。これは固体発光に比べて、分別蒸留（金属によって気化速度が異なる）、偏析（金属が部分的にかたよっている）などの悪条件がないので、測定に写真分光法のように積分をとらなくてもいいようになった。

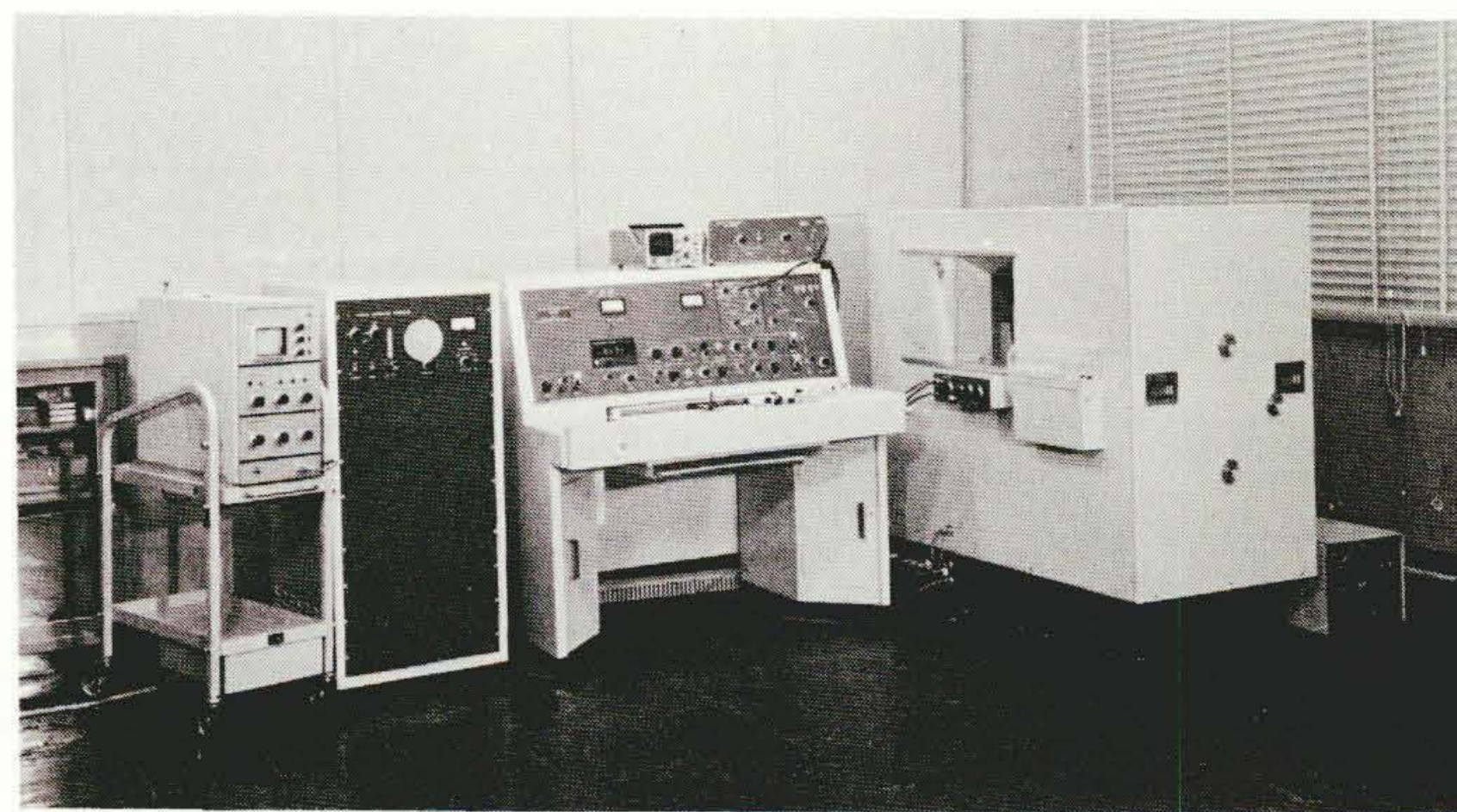
それゆえ、測定法として精密波長走査方式を用い、自動発光分析装置における定性分析、写真分光器における定量分析、これら従来の装置の短所を補い、定性・定量分析ができる。パルスモータを数値制御し、スペクトルの逐次記録を行ない、分析所要時間を短縮することができる。この結果、従来の写真分光器による定性分析法に比較し、はるかに短時間で含有元素の定性が可能となった。普通は試料をそのまま測定できるが、共存物の影響を避けたい場合には簡単な前処理をするだけで測定できる。以上の利点を生かし、一般の金属分析はもちろん、特に公害金属の測定に最も威力を発揮する。一例として、Cd, Hg, Cr, Mn, Zn, Fe, Ni, Cuの検出限界（S/N=2）を述べると、Cd 0.002ppm, Hg 0.001ppm, Cr 0.05ppm, Mn 0.02ppm, Zn 0.03ppm, Fe 0.05ppm, Ni 0.02ppm, Cu 0.03ppm, である。そのほか、生産工程における微量金属成分の管理、水質、大気、食品など環境汚染の管理、予防などには、本装置が大いに利用されるものと考えられる。

■ 高磁場高分解能核磁気共鳴分析

日立製作所においては、永久磁石を用いることを最大の特長とする高分解能核磁気共鳴装置（略してHR・NMR）を9年前から製作している。現在R-22形（図23）、R-20B形、R-24形の3機種およびそれらの豊富な付属品を製作している。

R-22形は周波数90MHz、磁場強度21,138ガウスの多目的多機能を備えた高級機である。

図24は、キノリンのC-13スペクトルである。7時間以上の測定にもかかわらず、安定したデータが得られており、C-13と水素核の間の直接、間接の結合定数が明瞭（めいりょう）に観測されている。そのほかに水素核との結合を断ち、オーバハウザ効果により、検出感度を高めている。プロトンデカップリング法もあり、C-13NMRでは、上記をあわせて用いられる。



（プロトン以外のC-13NMR用特別付属品を装備し、A-1600A S/N改善機をも併用し、C-13測定が可能である。）

図23 R-22形高分解能核磁気共鳴装置

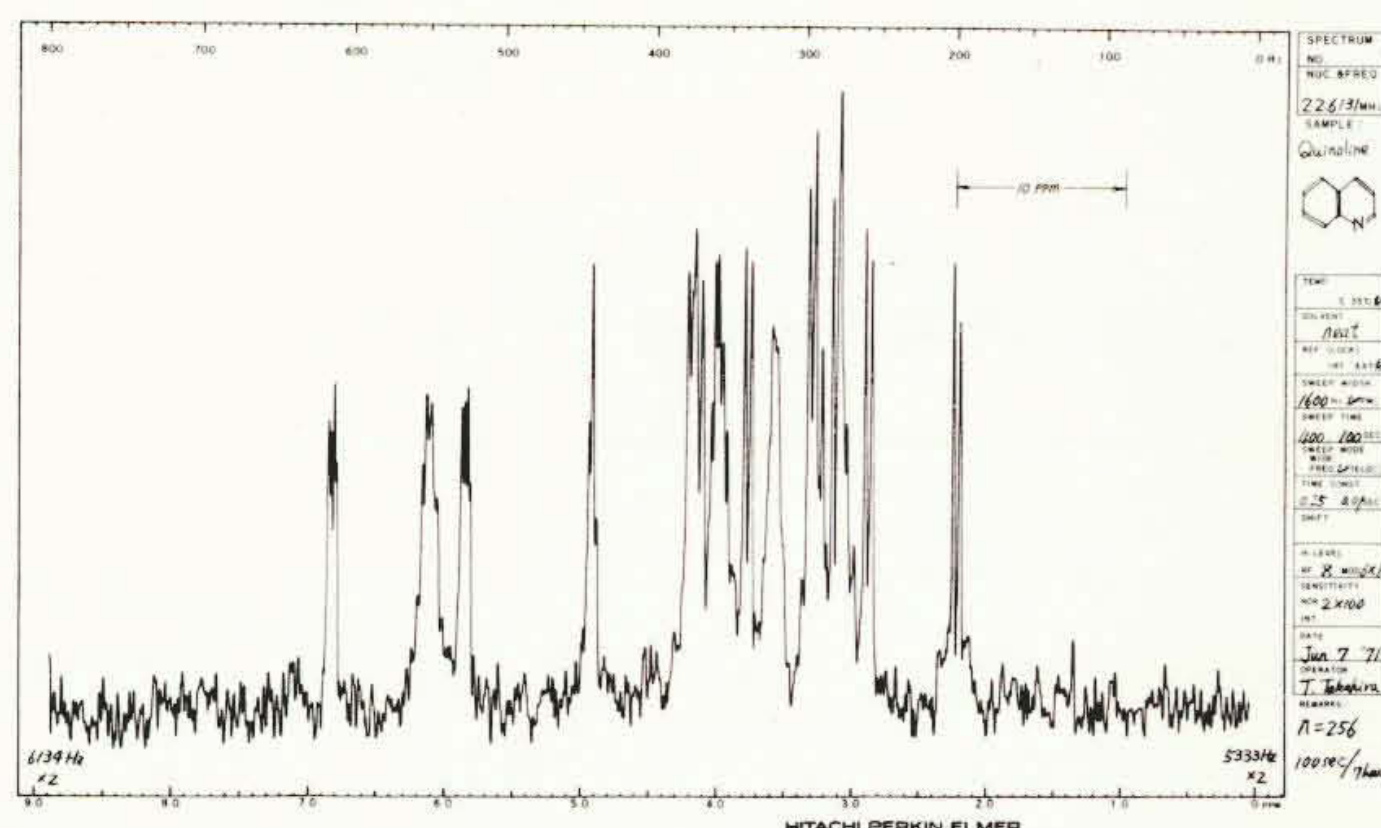


図24 R-22形で測定した $C-^{13}NMR$ スペクトル試料はキノリン7時間のプロトンデカップルしない測定法による。直接間接の $^{13}C-^1H$ の結合定数が明瞭に観測できる。

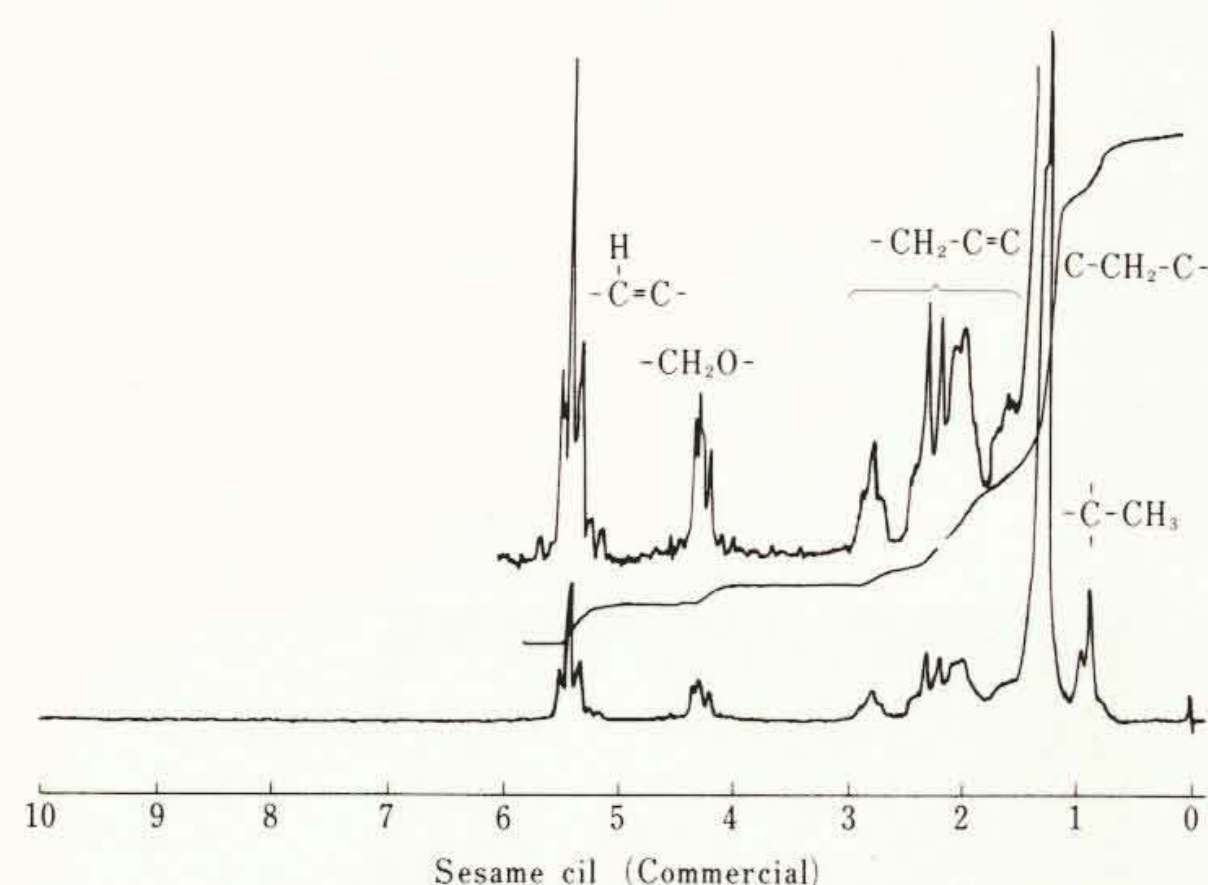


図25 R-24形で測定した水素核NMRスペクトル試料食用ごま油積分曲線により、各信号の定量から可能である。

R-24形H R・NMRは60MHz, 14,092Gの簡易形装置である。パーソナルNMRとも呼ばれている。低価格で操作性、保守管理が徹底的に検討された機種である。水素専用であるが、一般有機の実験室、現場品質管理、教育用など従来高価で熟練を要するため利用できなかった分野にまで利用され、NMR需要層を格段に広くしている。たとえば市販食用油（ごま油）の測定例がある（図25）。油脂に含まれるオレイン酸、リノール酸、リノレン酸などの不飽和結合の量を定量採出するのは比較的容易であり、オレフィン系水素核は、TMSより5ppm以上に現われるので、共鳴線に着目した定量が可能となる。またスペクトル上の信号それぞれ化学シフトの位置および分裂の差異がみられることから品質管理が可能となる。

R-24測定では、プッシュボタン操作でデータが得られ、特に操作熟練の必要はなく、また特に空調室も必要としないので気軽に扱えるところが、最大の魅力といえる。

■ 大容量冷却遠心機による血液分離法

輸血用血液の不足と輸血の余病として血清肝炎を併発する危険性の問題は、社会的な問題となっている。輸血用血液の保存寿命は、21日目までとされているが、血液を遠心分離し、血球のみを取り出して冷凍保存すれば、10年以上も保存できることがわかり、各所に冷凍血液センターが設置されつつある。最近は貧血症には赤血球を、化膿症には白血球を輸血するというように目的によって使い分けられるようになり、分離血液が注目されてきた。

5PR形大容量冷却遠心機は、こうした血液の分離に最適のもので、血液センターや研究所で使用されている。200ml、または



図26 5PR用RPRS-3形シングロータ

最高回転数：3,000rpm 最大容量：700ml バスケット×6個 最大回転直径：52cm

450mlの標準採血びん、採血バックをそのまま遠心分離できる大形シングロータが付いている。さらにアダプタの併用により一度に100本以上のガラス管で遠心分離できるので、臨床学、生化学方面の需要も期待される。最大処理能力：4.2l、分離温度：-20℃～室温（特注で室温以上も可）、回転数：500～5,000rpmの範囲で自動制御。

■ 高出力電子線蒸着法

電子工業、光学工業における薄膜の生産用として、高出力の電子線蒸着装置を開発した。本装置で十数種の試料を蒸着した結果、従来の1.3kW装置の10～20倍の蒸着速度を得ることができた。

特長は下記のとおりである。

(1)陰極接地形で散乱電子の影響のない良質の膜を得ることができる。したがってAlの蒸着ばかりでなく、散乱電子の発生しやすい原子番号の大きい物質の蒸着も可能。(2)静電集束、静電偏向なので磁性体の蒸着も可能。(3)電子ビームの照射位置調整は外部からできる。(4)高電圧電源はリモート操作ができ、蒸着試料の加熱状態を監視しながら、予備加熱、蒸着速度の調整ができる。おもな仕様は次のとおりである。

電子銃形式；ピアス横形、陰極接地方式、90度静電偏向。

出力；6kW

加速；直流方式（最大18kV、エミッション電流340mA最大）

ルツボ；水冷6連式（容量3.5cc×6）



図27 ED18形電子線蒸着装置
(サイズ：外径430mmφ×高さ135mm)

■ 多軌道断層撮影装置

本装置はメカニカル油圧サーボ機構を用いた多軌道断層撮影装置であり、うず巻き、三葉、円、だ円、直線などの軌跡をワンタッチで選ぶことができる。

なお、要求に応じて、上記以外の軌跡を採用することもできる。

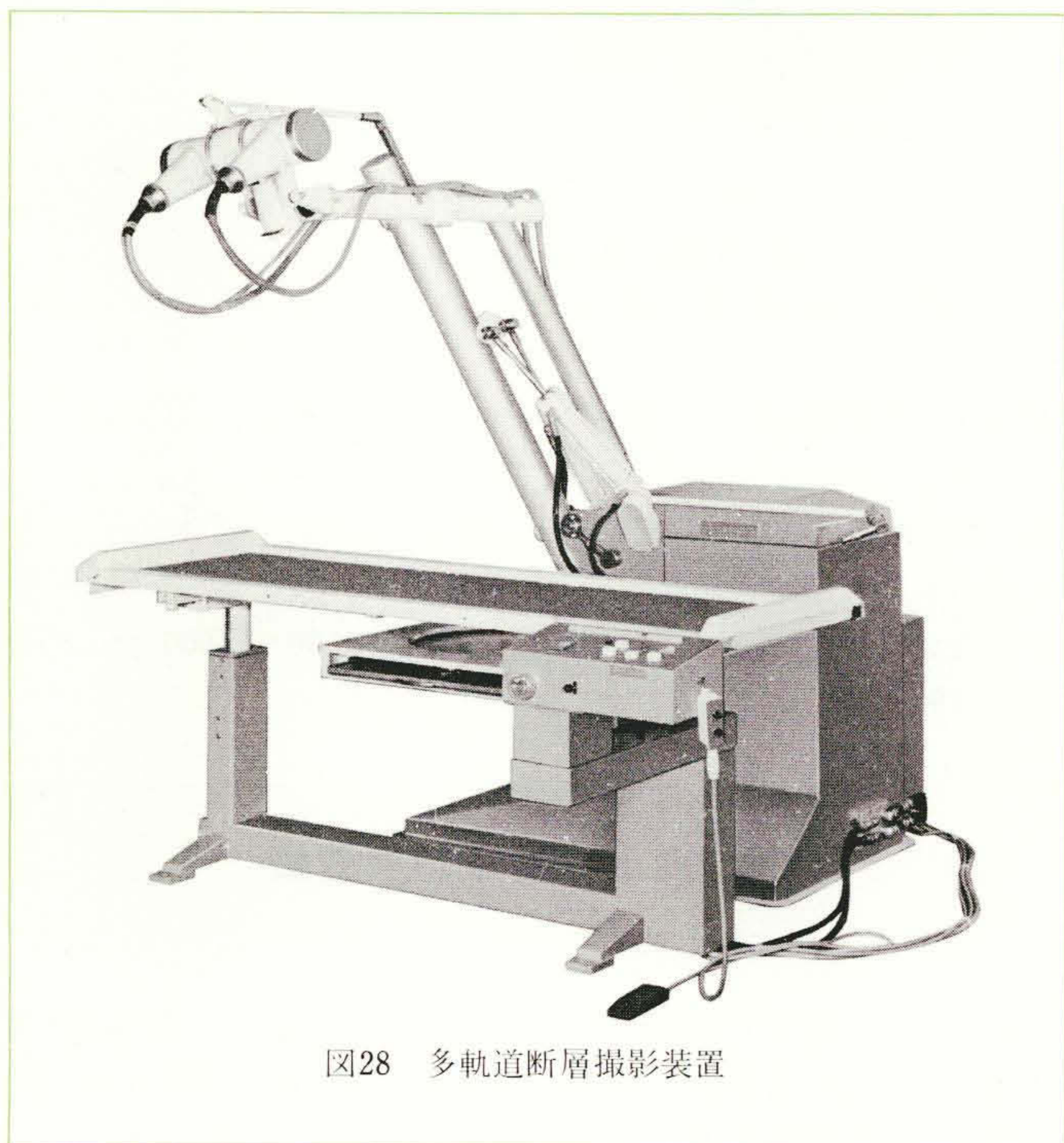


図28 多軌道断層撮影装置

■ 3相12整流形X線高電圧装置

本装置は3相電源を使用し、最高管電圧 150kVp，最大管電流 1,200mA の大出力を発生させるとともに、3相12整流回路により、最大出力にて脈動率8%の管電圧を得、被検者透過後、フィルムに到達するX線量の増大を図っている。さらに最短 $\frac{1}{1000}$ 秒までX線放射制御の行なえるサイリスタチョッパを用いた回路の採用に



図29 3相12整流形X線高電圧装置

より、循環器をはじめとする動きの速い運動臓器のX線診断領域にて、動きによるぼけのないX線写真の供給を可能にした。

■ 透視X線量減少システム

X線テレビを用いる透視診断において、磁気記憶装置併用のパルスX線透視法により透視X線量を減少させるシステムを開発した。

本装置はテレビカメラと受像機間に接続し、走査線の帰線期間中にパルス状のX線を照射し、得られたテレビ透視像を磁気記憶装置に記憶し、その像を直ちに再生し、次のX線照射まで繰返して受像機面に映し出す装置である。本装置の使用により、透視時のX線量を従来の $\frac{1}{3}$ 以下、使用条件によっては $\frac{1}{6}$ 以下に減少することができる。



図30 透視X線量減少装置

■ 移動用125kVコンデンサ式X線装置

外傷救急患者、心臓疾患手術後などの患者のベッドサイドや手術中でのX線撮影用移動形装置として、大容量化し(125kV, 1 μ F)，あらゆる部位の撮影を可能にした。さらに、(1) $\frac{1}{1000}$ 秒の極短時間

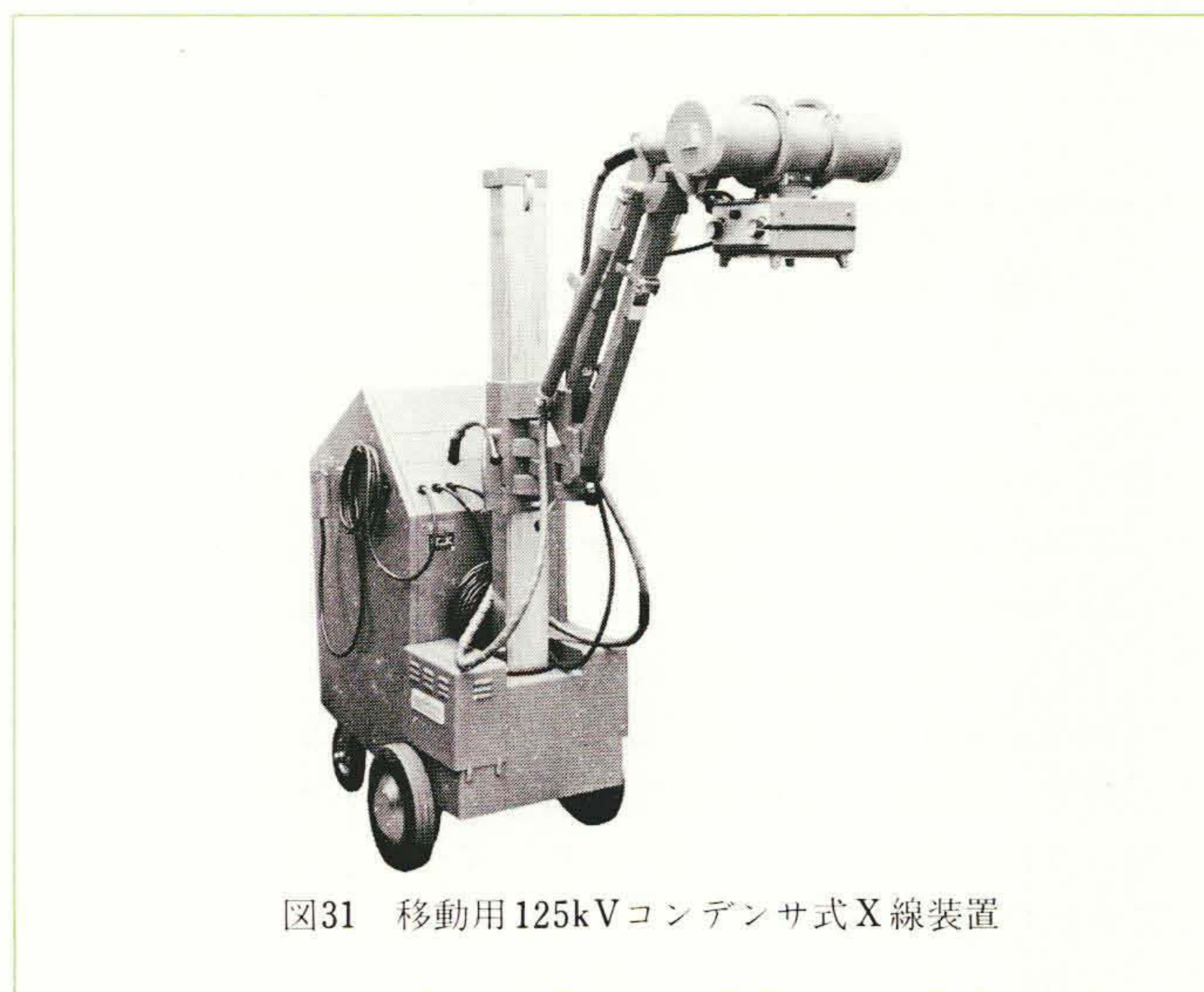


図31 移動用125kVコンデンサ式X線装置

撮影、フォトタイマの組込み、(2)シリコンコッククロフト回路による軽量化、(3)電動による容易な移動などにより、コンデンサ式装置の特徴を駆使し斯界最高水準の装置として完成した。

■ 心電心音自動処理装置

本装置は心電図および心音図の検査を短時間に、高い精度で行なうことを目的として開発したものである。中核にミニコンピュータHITAC 10を用いて、波形認識、計測および判定の過程をすべてデジタル的に処理し、心電図および心音図に対して、15人/時の処理能力を有し、判定結果のほか、計測値も印字出力することができる。心電図のほか、心音図の処理も可能なシステムとして、集団検診などにその活躍が期待される。



図32 心電心音自動処理装置

■ 新形シンチレーションカメラ

従来のシンチレーションカメラを改良し、操作性を向上するとともに、直径 305mm (12インチ) のシンチレータを用い、位置計算回路を新設し、画面の一様性と解像力の向上を図った。その結果有効視野径250mmの範囲で¹³¹Iを用いた場合 4 mmの解像力を得た。



図33 新形シンチレーションカメラ

Vol. 54

日 立 評 論

No. 2

目 次

■ 論 文

- ・磁気浮上による超高速列車の浮上特性
- ・冷間鋸断機における鋸断特性
- ・産業用タービンにおける電子油圧式ガバナの運転
- ・275kV 660MVA負荷時タップ切換変圧器
- ・高速ターボ冷凍機用インペラの精密鑄造
- ・H C 形 高 速 単 段 ターボ冷凍機
- ・ナイジェリア国鉄納1,500HPディーゼル機関車
- ・電子レンジ用マグネトロン 2 M 71

- ・非磁性球状黒鉛鑄鉄の製造
- ・SF₆ガス含浸架橋ポリエチレンケーブルの絶縁特性
- 電子機器の絶縁材料特集
- ・電子材料開発の動向——熱硬化プラスチックについて——
- ・低膨張エポキシ樹脂コンパウンド
- ・無電食性室温硬化形エポキシ系新注型レジン
- ・集積回路用トランスファ成形材料
- ・再燃性印刷配線用紙基材フェノール樹脂銅張積層板(MCL)の諸特性
- ・電子機器電線用絶縁材料に関する考察

発行所 日 立 評 論 社

東京都千代田区丸の内一丁目5番1号
郵便番号 100

取次店 株式会社 オーム社書店

東京都千代田区神田錦町3丁目1番地
郵便番号 101
振替口座東京 20018番