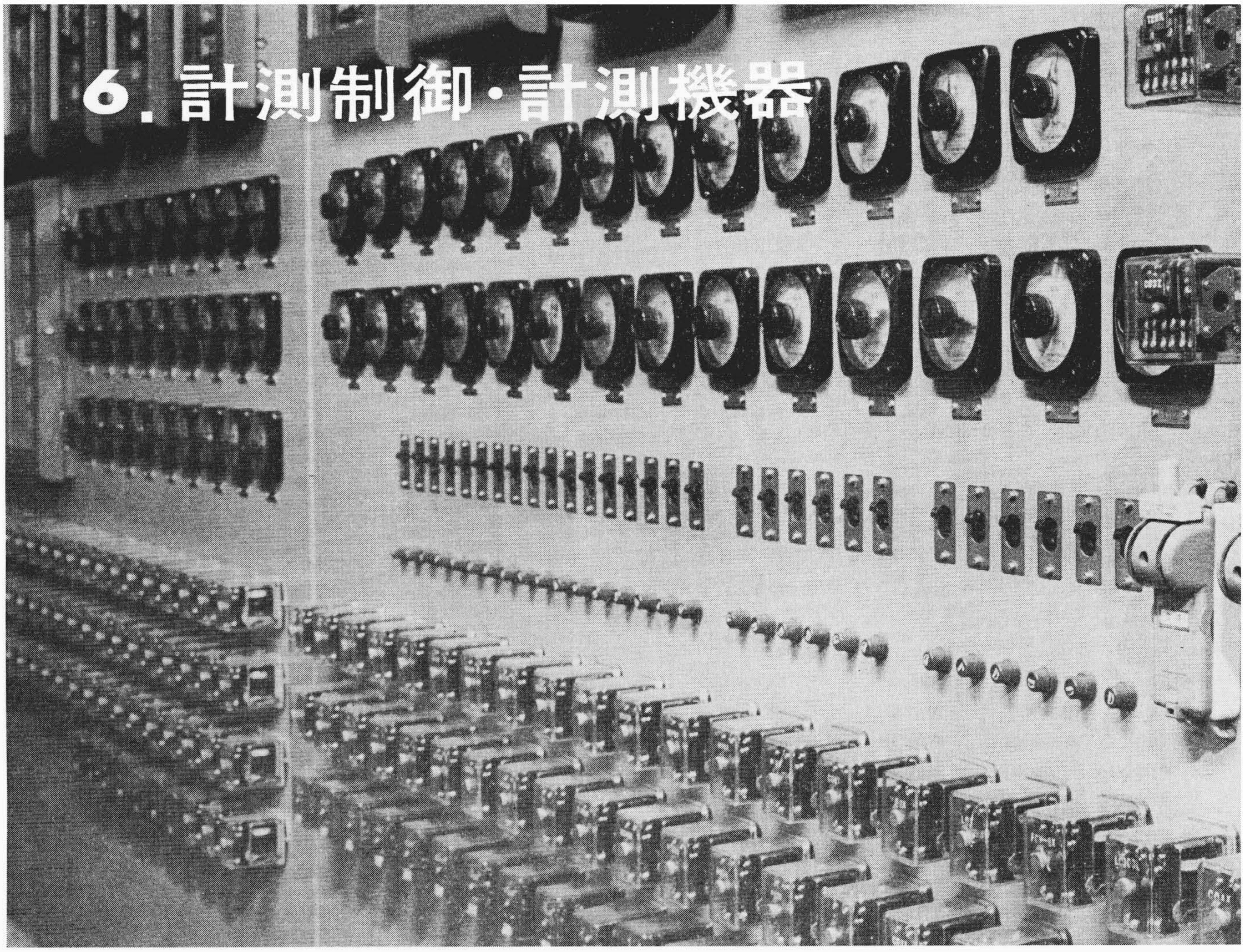
6. 計測制御・計測機器



計　測　制　御

電力方面および鉄鋼を中心とした一般産業における計測制御の進歩は著しい。主として電力，化学プロセスを目的としたCODAL形ロガーシステムおよび鉄鋼，一般産業を目的としたHICOM形制御計算機を核とするFACTROL計算制御システムも着実に実施段階にはいり好運転実績を示している。

さきに関西電力で好評を博したELDが，さらに東北電力向けに完成した。日本国有鉄道川崎火力発電所や東北電力新潟火力発電所に納入したAPC, ALRも興味あるものである。

鉄鋼方面では，熱間逆転ミル用CPC，冷間ミル用AGCがさらに広く普及をみ，転炉，均熱炉や，連続式ストリップミル，分塊ミルなどへの計算制御導入の傾向が著しい。

上下水道やガス工業，化学，食品，発酵などの諸工業における一般工業計器応用の計装も多数の実施例をみ，特に全電子式システムの進歩が目だっている。

長崎放送向けに製作中のTV用自動プログラム装置は，HICOM形制御計算機を利用した特色ある製品である。

工　業　計　器

工業計器はここ一年間に数々の新製品を開発し大きな発展を遂げている。すなわちストレンゲージ，トランジスタチョッパなどユニークな基礎技術のうえにたつ各種電子式計器，あるいは集中管理に適したVI_{81}-E形指示調節計などが完成した。また伝送器群も材質的研究の成果と合理的機能の推進が実りFPR-7形空気式差圧伝送器，EDR-11形電子式差圧伝送器(いずれもダイヤフラム式)，ELR-2形容量式液面伝送器などが開発されて各種のプラントで好成績を収めている。

一方，中小設備の計装に適した安価で制御性の高いVP_{81}-A，VB_{81}-A形指示調節計，VP_{51}-E形精密調節計，MCS-10形多点精密制御装置など各種簡易式計器も新たに戦列に加わり一連のシリーズを完成した。

分析計においてはボイラには不可欠の微量溶存酸素計が国産第1号器として開発された。本器は新潟火力発電所に納入されてすこぶる好評を博し注目を浴びている。工業用pH計ではK-5形pH計(図1)が開発され利用範囲をいっそう拡大した。

電　気　計　器

実験，研究室用として開発されたQPD_{33}形卓上記録計はその性能の優秀さが認められ，国内，輸出とも順調な伸びを示した。さらにこのシリーズとして多レンジのQPD_{53}形卓上記録計(図1)が開発された。これはあらゆる測定に活用できるよう入力切換レンジを内蔵するとともに，記録紙送り速度切換の多段化をはかったもので今後の需要増加が期待される。また電力用記録計としてQ_7形直動式記録計，JRE形平均値電圧記録計，K_2形電圧管理計器など新電気事業法に基づく一連の電圧管理用計器が開発された。テレメータ関係にお

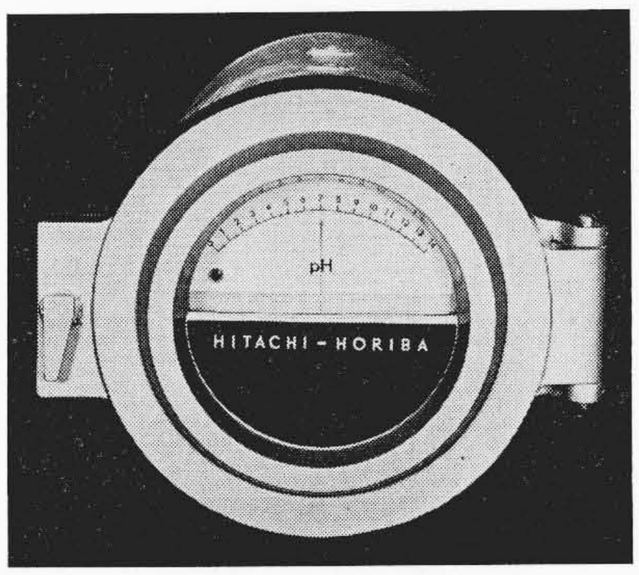


図1　K-5形工業用pH計

いては静止形への転換が図られ，TES_{61} 形送量器，TPS_{61} 形受量指示計が開発され各社より引合いを得ている。

積算電力計においては39年に引続きシンガポールの大口受注に成功し Y-81 形で完納した。また国内においては昭和40年4月に制定された新 JIS 規格に適合する Y-11 形を開発し好評を得ている。

継　電　器

各電力会社の送電線の新設，整備に伴い，関西電力株式会社宝塚開閉所納超高圧キャリヤリレーをはじめとして，カップ形継電器を中心とした各種高速度保護継電器が多数納入され好調な実績をおさめている。

40年度はトランジスタ継電器が試用段階から実用段階へ移行した。すなわち，入力装置の設置のみで回線数変更が可能であり，かつ抵抗接地系の地絡保護も可能なSDB形母線保護継電器(図3および図4)をはじめとし SHZP3 形比例限時距離継電器などが多数開発納入された。また全トランジスタキャリヤリレーも1年半の現場試験を終わり，性能，信頼度ともまったく危惧のないことを示し，共架多回線送電用の SHG 形地絡方向継電器も電力中央研究所における各種模擬試験において一回の不正動作もなく，優秀な性能が実証された。そのほか高感度の配電線用SHGF形地絡方向継電器，400 V 回路用の SHGP 形地絡相選別継電器などの各種配電線用トランジスタ継電器も開発され，その特長を発揮している。

理 化 学 機 器

電子顕微鏡，質量分析計，光度計，およびアミノ酸分析装置，ガスクロマトグラフを主流とする分析装置などの製品も国内はもちろん海外に多数納入されて好評を博している。

電子顕微鏡においては 1.81 Å の高分解能を示す写真の撮影に成功し，日立製作所の技術レベルの高さを誇るものとして注目された。付属装置として HXA 形微少部X線分析付属装置をはじめ各種の新製品の開発も行なわれた。本年3月東京大学に納入された 500 kV 超高圧電子顕微鏡の分解能は 500 kV にて 9.2 Å，350 kV にて 6.9 Å に達する好成績をおさめている。本器は高電圧部と電子銃を圧力タンク内に収めて顕微鏡全体を一体にまとめたもので，この種の電子顕微鏡の商品化は世界最初の試みである。

質量分析計においては RMU-6D形二重収れん質量分析計が完成し特に輸出の伸びが著しい。また電子スピン共鳴装置，核磁気共鳴装置などの各種付属装置も開発された。

光度計関係では簡易形の 101 形分光光度計，EPI-G 形高分解能赤外分光光度計（図5）MPF-2 形分光蛍光光度計などの新製品が開発されて従来より製作されている紫外，可視，赤外分光計の分野が一段と整備拡充された。

分析装置においては光走査方式による PSA-2 形迅速粒度分布測定装置の開発および KLA-3A 形アミノ酸分析計(図6)の分析時間の短縮など新技術の開発に著しい進歩を示した。また研究用 pH メータは全面的に新製品シリーズに切換えられた。すなわち簡易形，普及形，標準形(図7)および拡大目盛形として広範囲の需要に応ずることができ，かつ複合電極の開発により1本の電極で pH 測定が可能となった。

電子線応用装置として EA-20 形電子線蒸着装置が開発された。本装置は逆散乱電子を防止するすぐれた機構を備えている。

放 射 線 装 置

医療用と工業用レントゲン装置とに大別して医療用においては，近時成人病対策として大容量のガンマ線源を用いて能率的，かつ効果的な治療のできる放射線深部治療装置の要求が大きくなってきた

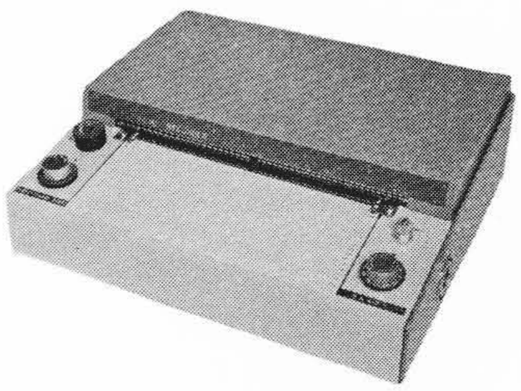


図2　QPD_{53} 形卓上記録計

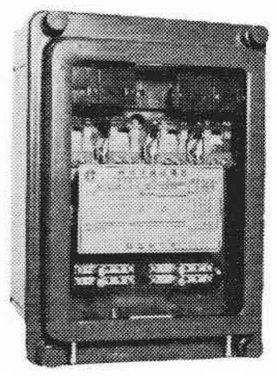


図3　SDB形母線保護継電器

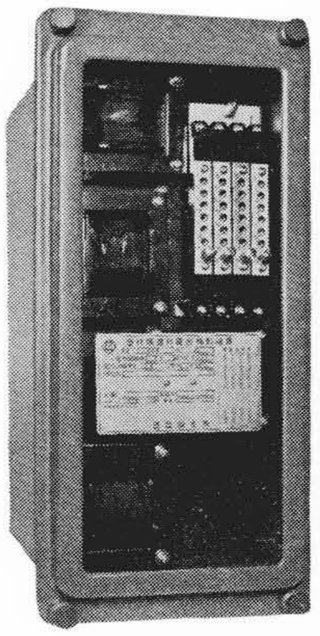


図4　X-SDB 形母線保護継電器補助装置

図5　EPI-G 形赤外分光光度計

のにこたえて ^{60}CO, 3,000 キュリーを収めた TC-300 RA 形回転照射治療装置(図1)を完成した。本装置は昭和40年初頭千葉県立佐原病院に納入されて良好な実績をあげている。また血管造影撮影X線装置，消化管診断用X線装置など多品種の開発が行なわれた。なかでも心臓血管を高速シネカメラにより造影撮影できる血管造影撮影X線装置は画期的な装置としてこのほど東京大学医学部上田内科に納入され，好成績をおさめている。一方工業用としては軽合金およびプラスチック検査用軟X線装置，バフ用フェルトX線透視検査装置などが開発された。

医療用機器としての心電計も順調に受注が伸びている。

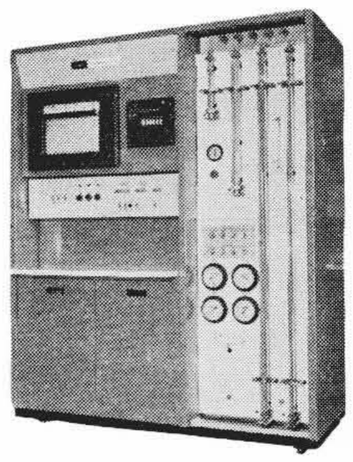


図6　KLA-3A 形アミノ酸分析計

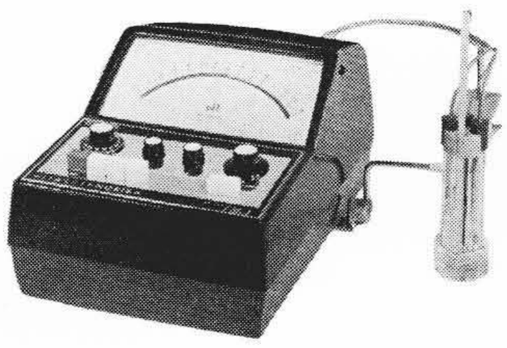


図7　M-5 形 pH メータ

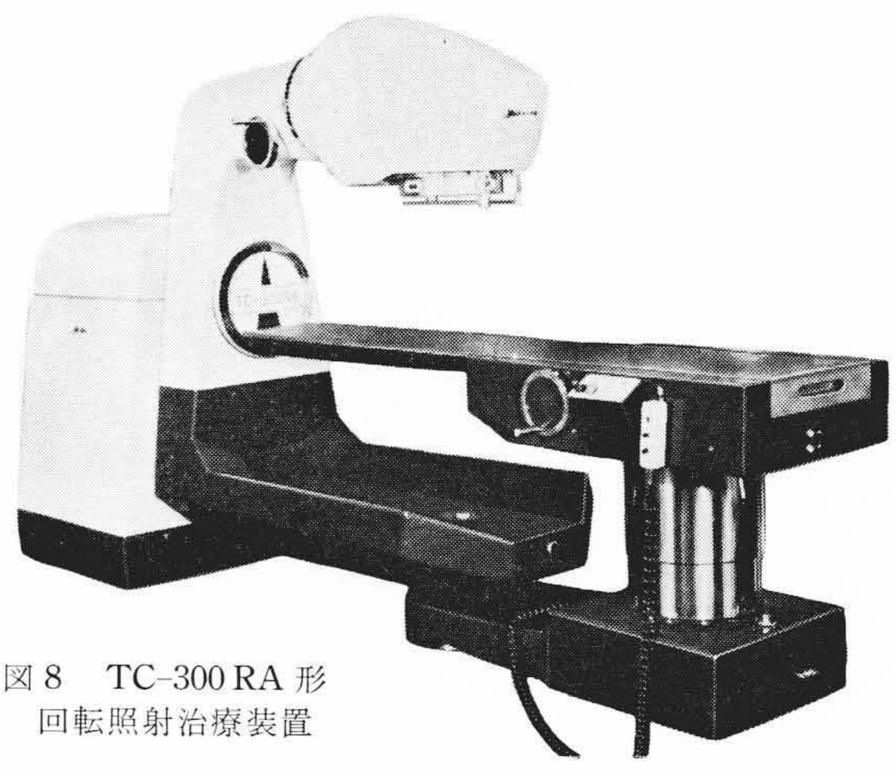


図8　TC-300 RA 形回転照射治療装置

■ 磁気演算増幅器式経済負荷配分装置(ELD)

日立製作所はすでに関西電力株式会社に，ハイブリッド形ELD装置を納入したが，今回東北電力株式会社にも，同じタイプのELD装置を納入した。本装置は，東北電力株式会社の水力，火力発電所を含む全系統を対象にしており，翌日のスケジュール計算のほかに，自動給電の一環として，オンラインの計算制御装置としても使用できるように設計されている。本装置のもっとも大きな特長は，アナログ計算装置の演算素子に，400 c/s 形磁気演算増幅器(MOA)を使用していることで，保守が簡単で，信頼度が高いので，計算制御装置として，オンライン制御にそのまま使用できる。MOAを約72個使用し，MOA式のアナログ計算制御装置としては，最大級のもので，MOAをELDに適用したのもわが国では初めてである。従来の給電運用にくらべ，日々の燃料費の低減額は非常に大きく，近い将来実施されるELDオンライン制御と相まって，電力系統運用合理化に対する効果はきわめて大きく，その成果が注目されている。図1に本装置の外観図を，表1に本装置の構成を示す。

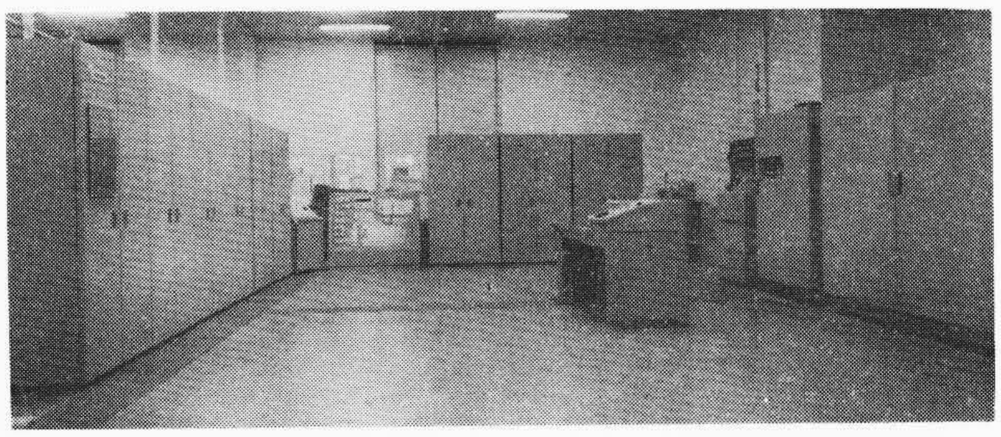


図1　E　L　D　装　置

表1　装　置　の　構　成

ディジタル計算機	計算機本体	1
	制御卓	1
	万能入出力装置	2
	磁気ドラム記憶装置	1
	電源装置（MGおよび制御盤）	1
	ケン盤サン孔機	1
	ラインプリンタ	1
	入出力制御装置	1
アナログ計算機	系統接続架	1
	負荷設定架	1
	演算制御架	1
	潮流模擬架	2
	火力計算架	1
	演算監視机	1
	制御机	1
	アナコン電源盤	1
	MGおよびMG制御盤	1
結合部	A-D変換架	1
	D-A変換架	2

■ 速応式自動負荷調整装置(APC)完成

日本国有鉄道に国鉄系統内の負荷変動を吸収し他電力系統との連絡線潮流の変動を最小にするためさきに中央出力自動制御装置(CPC)を納入したが今回発電所側制御装置を川崎発電所(2号機)へ納入した。

負荷変動が急しゅんで変動幅も大きいため（140～160秒周期で130 MWぐらい）APCには速応性が要求された，本装置は次の特長をもっている。

（1）　磁気演算増幅器を用いて無接点無可動方式としたので信頼性が高い。

（2）　制御用電動機(LLM)駆動回路にSCR, TRSを主体とする速応性がよく不感帯の少ないパルス式モータ駆動装置を採用した。

（3）　発電機出力応答遅れに対する補償回路を付加した。

CPC, APCを含めた現地試験を40年3月に行なったが次のとおり所期の性能をあげることができた。

（1）　APCの発電機出力制御特性（ステップ応答）

10MWのステップ指令に対し約12～14秒のおくれで追従した。

これは再熱タービンであるため再熱器とその往復途中の蒸気のおくれが原因であるのでこの応答特性は一応火力プラントの限界に近いものと考えられる。

（2）　APCの発電機出力制御特性（周波数応答）

1.5分周期の指令に対し応答できないで残った偏差はわずかに25% であった。このほか多数のデータから1.5分以上の周期成分には十分応答することがわかった。

本装置についで3号機用APCを現在製作中である。

図1はAPC装置の外観を示したものでる。

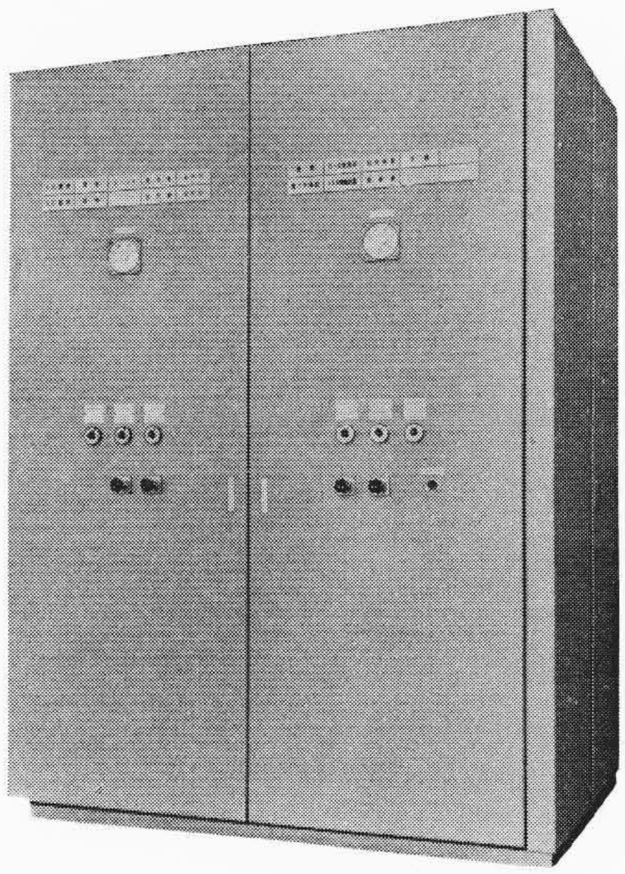


図1　APC　装　置

■ 工業用制御計算機 HI-COM 2000 シリーズの開発

より高品質の製品を，より低価格で得るために，計算機制御の実用化はますます活発化しており，この需要に応ずるため，ソフトウェア，ハードウェアの開発を強力に推進している。

日立製作所では計算機制御方式としてFACTROL ® 5000 システムを開発しているが，その中核としての工業用制御計算機HI-COM 2000 シリーズの開発も急速かつ順調である。HI-COM 2000 シリーズは計算装置としての演算機でなく，制御装置としての演算装置としての設計理念に立脚しており，回路，システム，構造とも従来の計算機と様相を異にしている。この理念のもとに，高信頼性，保守

性，外部制御装置との結合性，低コストなどの実現に多くの工夫をこらしている。すなわち，工業用制御装置設計検査基準を適用し，部品の選択，部品定格の余裕，広温度範囲磁気コア記憶装置の開発，広温度範囲大容量記憶装置の開発，論理パッケージ，回路方式，電源方式，外部との絶縁，配線面の整理，プログラムの固定化，ビルディングブロック方式，計算システムと操作員との情報交換方式，停電等異常処理方式，セルフチェック自動切換などに従来各方面に納入した電子制御装置の経験を盛り込んで万違算なきを期している。

HI-COM 2000 シリーズ中の最小システムとして，HI-COM 2100 はすでに転炉制御用として納入され，設置後直ちに完全な動作を行ない以来無保守24時間連続運転で，99.9% 以上の嫁動率を示している。本年度は HI-COM 2300 を完成した。これは HI-COM 2100 を発展させたもので，わが国で初めて論理素子のシリコン化に成功したものである。

HI-COM 2300 は，HI-COM 2100 の機能増加，演算速度の高速化，記憶容量の増大，信頼性の増加に，その設計目標をおいた。特にエピタキシャルプレーナシリコントランジスタ，ダイオードの採用により，信頼性の増加と，高温での使用，演算速度の高揚に成果を納めている。また50 mil コアによるコアメモリは電流一致方式と2次元配置方式の長所を取り入れた独得な方式であり，0～50℃まで周囲温度制御なしに，電源変動 ±10% 以上もの余裕をもって動作する。大容量記憶装置としての磁気ドラム装置は NRZ 方式の採用により RZ 方式の 130% 以上の読出し電圧を得ることができ，耐雑音性を上げている。

HI-COM 2000 シリーズは周囲条件が非常に悪い所での使用に耐えるよう製作されているため，特別な空調室を新設する必要がなく，また，一般動力用電源に直接接続することが可能である。

HI-COM 2000 シリーズは，FACTROL 5000 システムの中核として適用され，製鉄，セメント，化学，水道，ガス，電力，さらにラジオテレビ番組制御用として採用されている。

表1　HI-COM 2100 主要仕様

	基本仕様
方式	プログラム内蔵式
語 数値語	内部2進，固定小数点 符号+20ビット+パリティ
語 命令語	アドレス部15ビット+機能部6ビット
演算方式	直列同期式 負数2の補数
演算速度	加減算　830 μs 乗除算　プログラム処理
命令数	17
アドレス方式	1アドレス（アドレス演算付）
基本周波数	100 kc
基本回路	トランジスタ　スタティック同期式
記憶装置	工業用コアメモリ　1,024 または 2,048 （固定メモリ）
入力	8単位テープ 並列21ビット情報
出力	並列21ビット情報 並列15ビットアドレス
周囲温度	0～40℃
電源	200V AC　3φ　0.5 kW（±10%　−2～+1～）

命令一覧表

四則	Add	AY	シフト	Shift Right n	SR
	Sub	BY		Shift Left n	SL
	Clear Add	XA	転送	Transfer Acc to n	TY
アドレス	Add Address	AA	入出力	tape Read Parallel n	RP
論理	Collate	CO		Sense input n	SS
	Exclusive Or	EO		Out put n	OT
ジャンプ	Halt Jump	HJ	複合	Jump and Store PC	JS
	Jump Unconditionally	JU			
	Jump if Acc <0	JN			
	Jump if Acc =0	JO			

表2　HI-COM 2300 主要仕様

	基本仕様
方式	プログラム内蔵式
語 数値語	内部2進　固定小数点 符号+20ビット+パリティ
語 命令語	アドレス部15ビット+修飾部2ビット +機能部6ビット
演算方式	直列同期 負数2の補数
演算速度	加減算　350 μs 乗除算　2,320～2,880 μs
命令数	27
アドレス方式	1½アドレス（アドレス演算付）
基本周波数	200 kc 以上
基本回路	シリコントランジスタスタティック同期式
記憶装置	コアメモリー　4 k, 8 k（固定付） ドラムメモリー　8 k, 16 k, 32 k
入力	8単位テープ 並列21ビット情報
出力	並列21ビット情報 並列13ビットアドレス
周囲温度	0～40℃
電源	200V AC　3φ　1 kVA（±10%　−2～+1～）

命令一覧表

四則	Add	AY	ドラム	Drum Read	DR
	Sub	BY		Drum Write	DW
	Clear Add	XA	シフト	Shift Acc Right	SR
	Multiply	ML		Shift Acc Left	SL
	Divide	DV		Circulate Left Long	LL
アドレス	Add Address	AA	入出力	Read Parallel	RP
論理	Collate	CO		Sense input	SS
	Exclusive Or	EO		Output	OT
ジャンプ	Halt Jump	HJ	複合	Jump and Stove	JS
	Jump Unconditionally	JU		Control of Indicator	CI
	Jump if Acc <0	JN		Count and non zero skip	CS
	Jump if Acc =0	JO			
転送	Set index	SX			
	Transfer Acc	TY			
	Loadlower Acc	LD			
	Transfer Index	TX			

■　シーケンス制御装置の開発

従来バッチプロセスなどに適用されているシーケンス制御装置は，継電器を主体にしたもので自由度のない固定配線であるため，製作にあたっては運転プログラムはもとより，検出部，操作部など明確な仕様を必要とし，したがって，ユーザ側で秘密保持が要求される場合でも運転内容など詳細知識を供給してもらう必要があった。

また，仕様の変更，増設などに対して融通性にかけていた。これらの欠点を除くためにはディジタル計算機を使用することが考えられるが，価格に難点があるため，可変プログラム方式を用いた低廉形シーケンス制御専用機を開発した。本装置は次の利点をもっている。

（1）　シーケンスの論理動作はプログラムによるため，融通性に富む。

（2）　製作にあたりプラント動作など克明に知らなくともよく，ユーザの秘密保持に好都合。

（3）　継電器を使用すると複雑となる論理も，内部の論理演算，判定機能により簡単に処理できる。

図1は本装置の外観を，**表1**は標準仕様を示す。

本装置はシーケンス制御の根本が，プロセス変数，バルブなどの変化信号，あるいは所要時間経過信号により，それが次工程へ進む条件となる信号であれば次工程の操作へ移行することに着目したもので，機能としては，

（1）　プロセス状態の変化を検出するための高速監視。

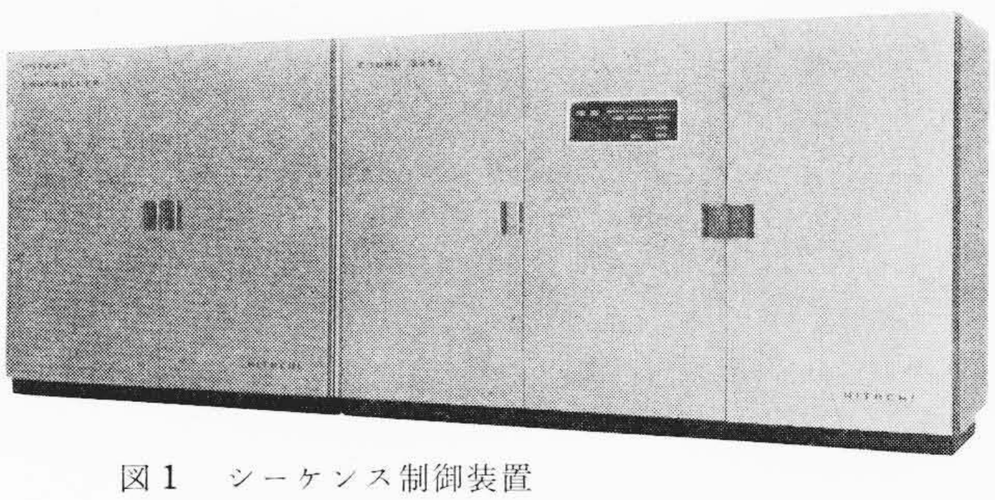


図1　シーケンス制御装置
左端2面は入出力リレーキュービクル

（2）　変化が生じた場合の次工程への移行条件判定。

（3）　操作出力の算出送出。

を中心としている。

入力（バルブ開閉状態，プロセス変数規定値到達など）信号を接点とし，状態接点1個を1ビットに対応させ，語単位で装置に読み込み処理を行なう。出力も同様1ビット1操作端に対応，語単位処理とした。

工業用として高信頼度，広温度領域適用の製品を安価に提供するためプログラムは新たに開発採用したコア式半固定プログラム板による。

今後，発酵，食品製造工程などにとどまらず，広く化学工業などに使用されることが期待される。

表1　CODAL 3051 仕様一覧表

項　目	内　容	仕　様
入　力	入力数	最大 32 語（32 入力レジスタ）
	語構成	21 ビット/語
	信号条件	独立 1a 接点/ビット
出　力	出力数	最大 64 語（64 出力レジスタ）
	語構成	21 ビット/語
	出力信号	2a+1d 接点/ビット
命　令	語構成	1アドレス語 P I A_1（1, 8, 13） 2アドレス語 P I A_2 A_1（1, 2, 6, 13） P……パリティ I……動作部 A_1……コアなどの内部アドレス A_2……入力語アドレス
	種類	約 20 種
演　算	方式	純2進直列
	クロック周波数	100 kc
	演算速度	約 600 μs（加減算）
	数値語	P S N S……符号 N……数値
記憶装置	方式	プログラム用……コア式半固定設定板 データ用……磁気コア記憶装置
	容量	プログラム用……最大 7,680 語 データ用……最大 512 語
周囲条件	温度	0～40℃
	湿度	40～90% R.H

■　製鉄自動化の進歩

カードプログラム自動運転装置の進歩

圧延工程における自動プログラム運転装置は，国産第1号機を東都製鋼豊橋工場に納入以来，7セットを完成し，さらに現在，日本鋼管福山製鉄所納，造幣局東京支局納の2セットを製作中である。**表1**に納入実績を示す。試験研究と検討に加え，上記多数の納入実績における豊富な経験を生かし特長ある制御方式が確立され，製作技術に関しても，保守，周囲条件を考慮し，不断の改良が加えられてきている。自動運転による制御範囲も拡大され，圧下位置，サイドガード位置などの位置ぎめ制御，主ロール，エッジヤーロール，各テーブルなどの正逆転，速度設定などのシーケンス制御が行なわれ好成績を収めている。現在製作中の日本鋼管納のセットより，日立製作所において数年にわたり研究検討されてきた圧延材転回の自動運転装置が加えられ，分塊圧延工程における完全自動化が実現されようとしている。また現在上記自動プログラム運転装置と計算機との結合を考え，分塊圧延工程における計算機制御が研究検討されている。

自動板厚制御装置（AGC）

40年度も数基のAGCが納入され運転にはいった。

（1）　東海製鉄納2タンデム圧延設備用AGC

本AGCはDCR（Double Cold Reduction）ミル用AGCとして本邦における第1号機である。No.1スタンドは圧下によるAGCを，No.2スタンドには1～2スタンド間の張力制御によるAGCを加えているがDCR圧延においては特にスタンド間張力値が問題となるのでAGCの指令はこの張力制御との関連を考慮して行なわれている。一般にコールドミルにおいては速度に関連して板厚が変動する。すなわち低速においてはバックアップロールの油膜の変動と，圧延機と作業ロールとの間の摩擦係数の変化により板厚が厚くなり，従来はこれを補正することがはなはだ困難で加減速中はオフゲージになるものとされていた。本設備ではこの現象を意識的に補償しようとする特殊制御装置を付加して，加減速中もオンゲージになるよう考慮されている。

図1はAGC制御装置を示した。

（2）　富士製鐵室蘭製鉄所納可逆冷間圧延機用AGC

すでに納入した大洋製鉄株式会社の可逆冷間圧延機用AGCと

同様であるが本ミルは油圧々下のみであるため油圧々下用電磁弁はSCRによるスイッチングを行ない高ひん度に対する無接点化が行なわれている。演算器としては磁気演算増幅器を使用している。

図2に本制御装置キュービクルを示した。

（3）　川崎製鉄株式会社千葉製鉄所納可逆冷間圧延機用AGC

磁気演算増幅器によるAGC設備で，油圧々下と電動圧下の両者が選択使用できるよう考慮されている。本設備にはストリップのオンゲージ，オフゲージ長を計数するカウンターを具備している。

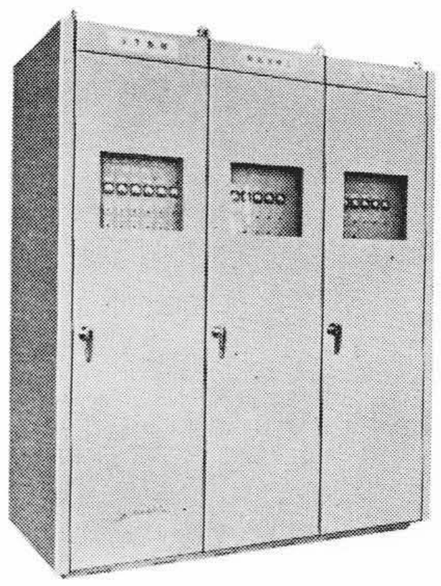


図1　東海製鉄株式会社納
自動板厚制御装置

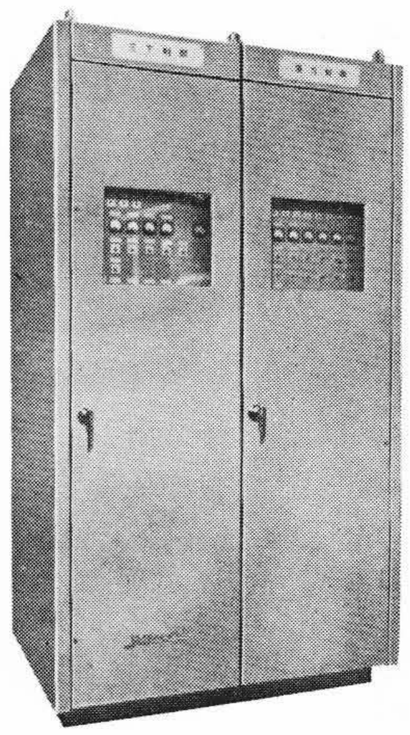


図2　富士製鐵株式会社納
自動板厚制御装置

表1　自動プログラム運転装置納入実績一覧表

納入先	圧延機	圧延主電動機	圧下精度	エッジャーアジャスト	自動運転範囲
東都製鋼株式会社（豊橋）	分塊圧延機	1,860 kW	±0.125 mm (80 mm/sec)		半自動：圧下位置，主ロール速度，テーブル連動，デスケーリング
日新製鋼株式会社（南陽）	ホットストリップミル粗圧延機	2,250 kW×2	±0.125 mm (20 mm/sec)	±0.1 mm (52 mm/sec)	全自動：圧下位置，エッジャー位置，主ロール速度，ドラフトコンペンサー，テーブル連動，デスケーリング
住友金属株式会社（和歌山）	ホットストリップミル粗圧延機	3,000 kW×2	±0.25 mm (25.8 mm/sec)	±1.0 mm (52 mm/sec)	全自動：圧下位置，エッジャー位置，主ロール速度，ドラフトコンペンサー，テーブル連動，デスケーリング
大同製鋼株式会社（知多）	分塊圧延機	2,250 kW×2	±0.25 mm (120 mm/sec)		半自動：圧下位置，主ロール速度，テーブル連動
東都製鋼株式会社（豊橋）	ワイドフランジミル	2,200 kW	水平ロール ±0.025 mm (4 mm/sec) 垂直ロール ±0.025 mm (4 mm/sec)	±0.025 mm (4 mm/sec)	半自動：水平，垂直，エッジャー圧下位置，ドラフトコンペン
富士製鉄株式会社（釜石）	ワイドフランジミル	2,240 kW	水平ロール ±0.015 mm (2 mm/sec) 垂直ロール ±0.0375 mm (6 mm/sec)	±0.025 mm (4 mm/sec)	半自動：水平，垂直，エッジャー圧下位置，サイドガード位置，ドラフトコンペン，最高速度設定
八幡製鉄株式会社（堺）	分塊圧延機	2-2,250 kW×2	±0.5 mm (200 mm/sec)		半自動：圧下位置
日本鋼管株式会社（福山）（製作中）	分塊圧延機	2×2,250 kW×2	±1 mm (250 mm/sec)	±0.5 mm (125 mm/sec)	全自動：圧下位置，エッジャーロール位置，主ロール速度，ドラフトコンペン，テーベル連動転回
造幣局（東京支局）（製作中）	熱間2H圧延機	225 kW	±0.025 mm (3.34 mm/sec)		全自動：圧下位置，主ロール速度，転回，テーブル連動

■　新しい集中管理用電子式計器の完成

最近の石油化学その他の化学工業においては，高度のプラント計装のため，使用される計器の数が急速に増加してきた。そしてこれら多数の計器を一個所の計器室に集め，プラントの運転状態のは握を容易にする集中管理方式が盛んに採用されている。以下に述べるものは，この目的に沿って設計製作された一連の電子式の計器である。

（1）　VI_{81}-E形PID指示調節計

この調節計は，指示設定機構部，PID演算部，電源部，サーボ増幅部，警報部などの互換性あるユニットから構成されている。各ユニットはSiトランジスタ，Siダイオードなどを使用して完全にソリッドステイト化されている。特にPID演算部に，演算回路の高出力インピーダンスと整合をとるため，直流変換器として低ドリフトのSiトランジスタチョッパを使用したこと，直流-交流突合せ方式による独得の直流的入出力絶縁などは大きな特色である。

表面は168×82 mmの小形縦長で，中央水平方向に固定された緑色のベルトが設定点を示し，指示計部分の赤色の指針がこれを中心にして上下に振れる構造になっている。すなわち制御量が設定点にうまく制御されている場合，赤い指針は緑色の設定ベルトの下にかくれて見えず，制御量に偏差があるときのみ，上または下に指針が振れて見える。多数のこのような調節計を，水平方向に密着して計器盤に配置することにより，各点の制御状態が一目で監視でき，小形計器の密着した配置により計器盤も節減できる利点がある。設定点の変更を手動で行なうもののほかに，サーボ機構を内蔵して自動的に行なうものも製品化された。カスケード制御そのほか，計算機からの信号で設定点を変更する場合などに使用され，サーボ機構を使用しているため計算機などの故障時にも，設定点をそのまま保持することができる。さらに付加機能として警報装置を内蔵させることもできる。

（2）　ラック取付形の計器

前述のように，計器盤に配置される計器が小形化された結果，計器盤も小さくなり，その裏面を最も有効に利用できるラック取付形構造をもったETR-22形温度伝送器，VC-22R形開平算演器，X-EVS-302形電源箱などが製品化された。これらの電気的な仕様は従来のそれぞれのものと同一であるが，取付，配線，その後の保守などのすべての操作が前面からできる構造となっている。これは計器盤裏などの狭い空間に多数のこの種計器を設置するのに非常に有利である。さらにこれらの温度伝送器，開平演算器などに使用している各プリント板ユニットは，従来のそれぞれのものに使用してきた実績あるものをそのまま使用したため，従来のものとの間の互換性もある。

以上の一連の新しい計器を，丸善石油化学株式会社（千葉県五井町）その他に数多く納入されている。

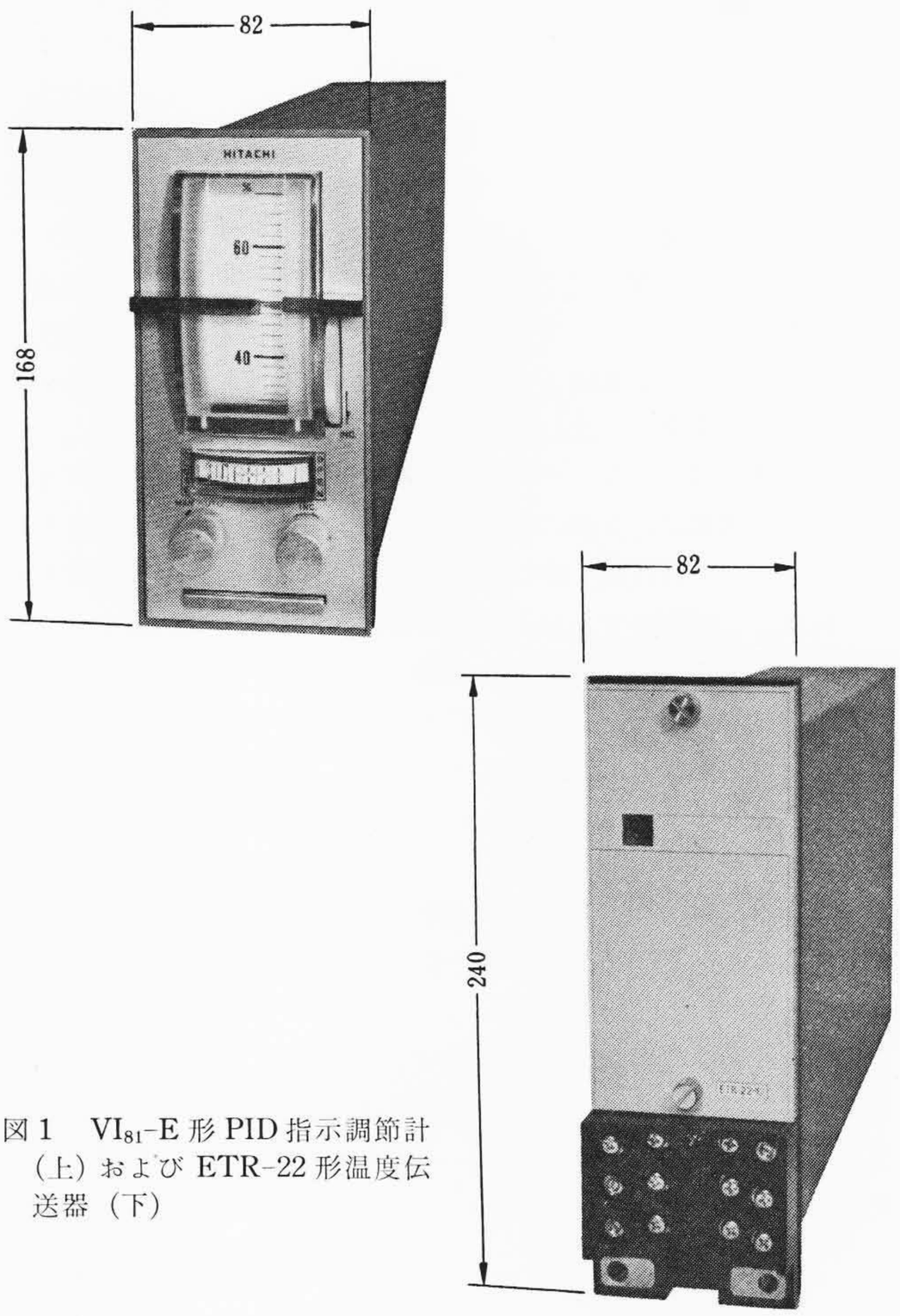


図1　VI_{81}-E形PID指示調節計（上）およびETR-22形温度伝送器（下）

■　伝送器シリーズの拡大

流量，圧力，液面などのプロセス変数を検出して，統一された伝送信号に変換し，記録計や調節計へ伝送する伝送器群は，計測するプラントの種類や，運転の条件によって，いろいろな機種が要求される。これらの市場の要請に基づいて，新品種が開発された。

空気式伝送器では，受圧要素にベローズを使用した従来のBPR-2形差圧伝送器に加えて，ダイアフラムを使用したFPR-7形差圧伝送器が製品化された。これによりベローズ方式では困難であった粘稠性流体やスラリーの多い流体にも使用できるようになり，また後述の各種耐食性金属のダイアフラムの使用で使用範囲が著しく拡大した。差圧に対応する変位を圧力容器としての受圧部から，独得の0リングシール方式で外部の空気圧変換部へ伝達する機構および，脈動する流量の制御に有効な減衰装置は，この伝送器の大きな特長となっている。

電子式伝送器では，受圧要素にダイアフラムを使用したEDR-11形差圧伝送器が量産にはいったが，この伝送器はストレインゲージの採用，有効なダンプナー，トランジスタチョッパを使用した増幅器など，すぐれた特長を持っている。特に増幅器はEPR-2形圧力伝送器やENR-2形液面伝送器などと共通に使用できるもので，防爆を要するふん囲気でも簡単に零点の点検，調整ができる便利さがあり，低い事故率で実績をあげている。またELR-2形液面伝送器は，測定流体中に電極を浸し，液面変化に対応する容量変化を電流の伝送信号に変換するもので，可動部がないため長寿命であること，耐食性構造を採り得ることなどの特長があり，従来フロート式で測定困難であった分野で稼動実績をあげつつある。

一方，石油化学工業，一般化学工業の急速な進歩に伴い，各種の腐食性流体を計測する場合が増してきた。このため必要に応じて耐食性金属材料を使用しなければならないが，標準のSUS-33以外に，タンタル，チタン，モネルメタル，ハステロイCなどのダイアフラムの特殊成形法に成功し，伝送器，置換器など製作できるようになった。

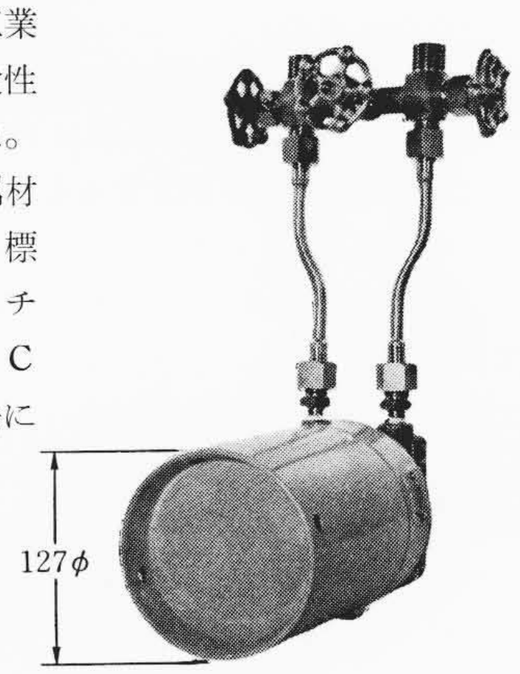


図1　FPR-7形空気式差圧伝送器

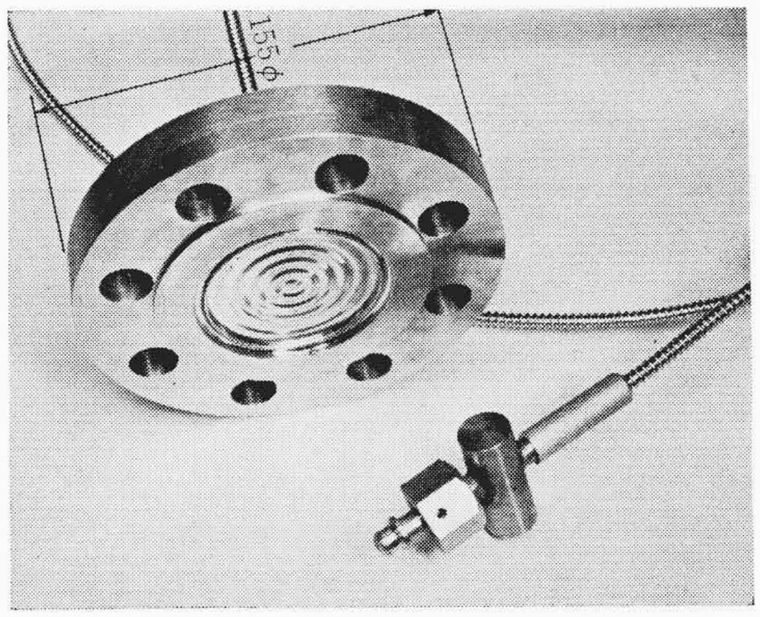


図2　耐食性ダイアフラム置換器（圧力計用）

■ 電気式調節計(オンオフ形)シリーズの拡張

大規模計装のマイナーループ制御，あるいは中小企業の計装活発化にともない，オンオフ出力の調節計が再認識され，その制御結果向上のための研究も各所の大学，研究所において盛んに行なわれている。これらの需要に応じて昨年度発表したEOI-2形指示調節計は，順調に伸びつづけ，プラスチック加工機や化学工場で多数使用されている。これを基礎として，昭和40年度もオンオフ調節計シリーズの機器の開発が行なわれた。

VP 81-A，VB 81-Aシリーズ無指示調節器は，コンパクトにまとめられた調節器で，計測の経験の少ない現場でも使用できるように複雑さをできるだけ取り除いてある。すなわち外部抵抗調整不要で，配線して設定ツマミを希望値にセットするだけで，温度コントロールを始める。表示ランプの点滅はコントロールの状況を示し，また，温度が何度であるかは設定ダイヤルより知ることができる。温度検出は，熱電対，測温抵抗体，サーミスタなどから，DC mA入力まで広範囲に及び，制御動作も2値，3値，時間比例をそろえてある。したがってコントロールモートルを操作端として使用することができ，バーナ制御，ダンパ制御などに応用できるので，その納入先も住友化学工業株式会社，三菱油化株式会社などをはじめきわめて広範囲に及んでいる。

VP51-E形精密調節計は，信頼度の高いオンオフ出力の調節計で，各種炉用温度調節計，上下水用流量調節計として使用することができる。検出に熱電対，操作端にコントロールモートルを使用すれば重油炉の精密温度制御を行なうことができるが，このような使用例でも，制御系統には機械的接点がまったくない。すなわち，入力回路部にはトランジスタチョッパを使用し，出力部にはリレーを用いずSCR(シリコン制御整流素子)を使用している。コントロールモートルの回転角に比例した電圧をフィードバックして独特の方式でPID演算を行なっている。コントロールモートルの開度はPID演算を施した不定位となるため，制御結果にはオフセットがなく高度のコントロールを確保できるものである。大阪市水道局大庭浄水場に納入された制御系統は，原水と薬液の流量比率制御で，コントロールモートルにバルブを組み合わせ，PI動作で添加薬液注入の制御を行ない，すぐれた結果を得ることができた。

MCS-10形多点精密制御装置は，オンオフ制御の持ち味を生かして，1台で10個所の温度を同時にコントロールし，各制御点に上下限共通警報をセットし，限界を越えた場合にはランプ表示と警報を発することができる。制御動作はオンオフならびに時間比例で，プラスチック押出機のヒータ制御に好適である。積水化学工業株式会社における実装運転の結果も良好で，その後化学工業各社からも引合い注文を受けている。簡単に記録計を付加できることは，他社に見られない特長で，監視にもきわめて便利である。

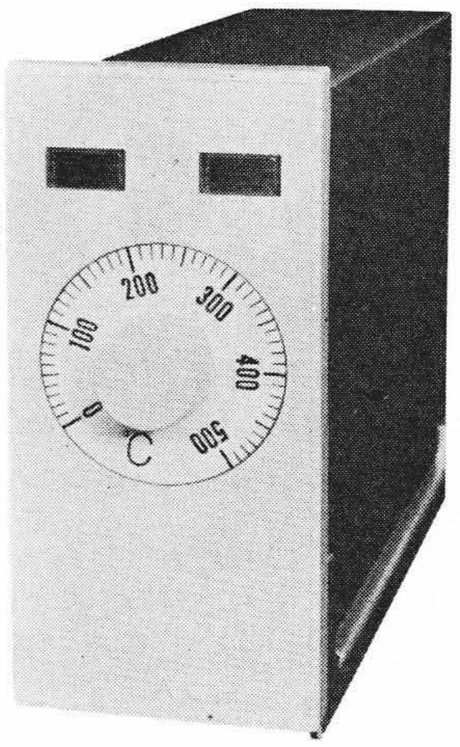


図1　VP81-A形無指示調節器

■ 溶存酸素計の開発

最近の火力プラントにおいては，出力の増大と設備の近代化にともない，ボイラ用水の溶存酸素量の制限値がきびしくなり，各種のボイラによって，7～10 ppb以下におさえなければならなくなってきた。従来，ボイラ用水管理用の溶存酸素計として，熱伝導検出方式のものが多用されていたが，この方式のものは，最小測定範囲，0～200 ppb程度であって，要求される制限値はすでにその測定可能限界より，はるかに小さくなっている。さらに原理的には，被検水より抽出された，溶存全種類のガス量を総括的に測定することになり，ヒドラジンなどの薬注後，誤差を生ずる可能性がある。これらの諸問題に対処するため，

(1)　測定範囲，0～20 ppb以上の感度を有すること。

(2)　薬注後も溶存酸素のみの真値を示すこと。

を目標として，ガルバニ電池を検出器に使用する溶存酸素計を日立研究所および那珂工場の共同で開発した。以下，本計器の技術的主眼点を記す。

(1)　検　出　器

流通形構造のガルバニ電池を採用したことにより，応答速度が速く，溶存量の急変に対してほとんど5分以内に定常値に達する。同時にフルスケール0～20 ppb以下の測定が可能であり，十分満足すべき結果が得られている。ガルバニ電池は本質的に酸素ガスに特有の電気化学反応を利用した一種のガス電池であって，酸素ガスのみに反応するのでヒドラジン薬注の影響を受けない特長を有する。

(2)　ガス抽出器

被検水中の溶存酸素ガスを純水素ガスを流して抽出することができるが，抽出効率を上げるため，多数羽根かくはん形抽出器を用いた。この形は従来のジェット方式と異なり80%以上の抽出効率が得られ，被検水と水素ガスの1回の流通の抽出のみで十分の感度を提出する。したがって上述の流通形検出器による応答速度の向上にも効果を有することがわかる。

(3)　その他の機構

検出器の零調整や感度校正の操作は，実用計器で必要なことである。そのためガス流路の切換機構を備えなければならないが，本計器では複数個のY字状管路を組み合わせておき，この管系内に水銀をためて，これにピストンを出入させることによって水銀液面を上下させ，Y字状管部を開閉させる方式を用いる。この切換バルブは水素ガスリークがきわめて小さいこと，外部よりの遠隔操作が可能であることによって，ガスを取り扱う分析計として有効である。

以上が新しい溶存酸素計の概要である。従来この形の溶存酸素計は輸入にまつほかなかったので，この開発は最初の国産化という意味のみならず，溶存酸素計の利用度をも拡大したものと考えられる。すなわち火力ボイラ用水のほか，純水を使用する各種プラントにおいても，被検水温度を適当に選定することによって，この溶存酸素計の適用が計画されつつある。

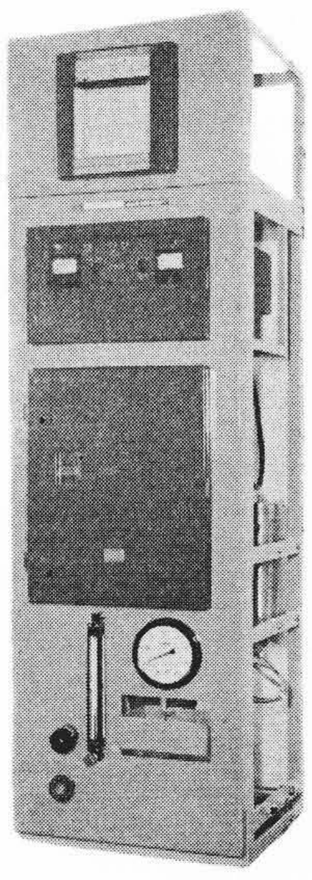


図1　AE-702形溶存酸素計

■　積算電力計の開発

（1）　新 JIS Y-11 形単相積算電力計

40年初め，積算電力計 JIS の全面的改正が行なわれ，定格の 300 % までの広範囲保証および長寿命化が明文化されたが，これに対応して Y-11 形積算電力計を開発し 40 年 4 月型式第 321 号として承認された。本計器は新 JIS を優に満足するはもちろん，次のような新機構をもつものである。

（a）　計　量　装　置

Y-7 形積算電力計と同様，計量装置には，宝石軸受を採用したが，さらに，文字車，送り車をアルミ板から冷間成形法で，製作することに成功し実施した。このため，従来のスズ合金ダイカスト製のものに比べ，文字車類の全重量は 28 g から，6.4 g と軽くなり，あわせて摩擦トルクは，約 5 mg-cm のものが，約 2 mg-cm 以下に低減された。さらに大きな効果は，熱や，経年による文字車表面の突起発生，変形が皆無となり，需要家取付後，計量装置に起因するメータの不回転事故が一掃されるものと期待されている。

（b）　制動磁石と，フレームの一体化

制動磁石は，回転子軸に，ほぼ対称に，左右に配置され，横推力の減少と，発音の低減がはかられ，また個々の磁石は円板空げきをはさみ上下に分割されて，均一な動作磁束が生成されるものである。

これらの制動磁石は，機構部を支持するアルミ合金ダイカスト製フレームに一体に鋳込まれており，製造後に変位，変形がなく，磁性体の接触による減磁やさびが完全に防がれている。

また，電圧，電流，両電磁石は，このフレームの突起とはめ合って組み立てられる構造となっているので，製品の均一性が一段と向上したことはもちろん，検満時における再修理の際も，完全な復元が可能となっている。

（2）　輸出向積算電力計

計器の長寿命化のため，宝石軸受，ピボット方式に代わり，2個の永久磁石の，磁気反発力により，回軸子を支承するいわゆる磁気軸受を開発した。

永久磁石としては，バリウムフェライト磁石を用い，独特の磁気回路と，温度補償装置をもち，広範な温度変化にも安定な動作をする構造となっている。

また，39 年に引き続き，シンガポールその他各地に Y-81 形を多量に輸出したが，本計器は，イギリス規格適合品である Y-8形の制動磁石および各調整装置を，全面的に改良したものである。

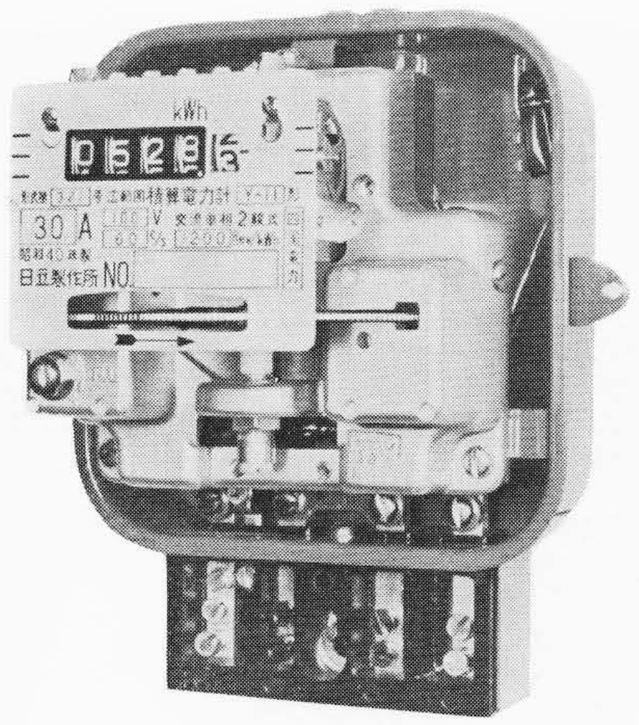


図 1　Y-11 形単相積算電力計

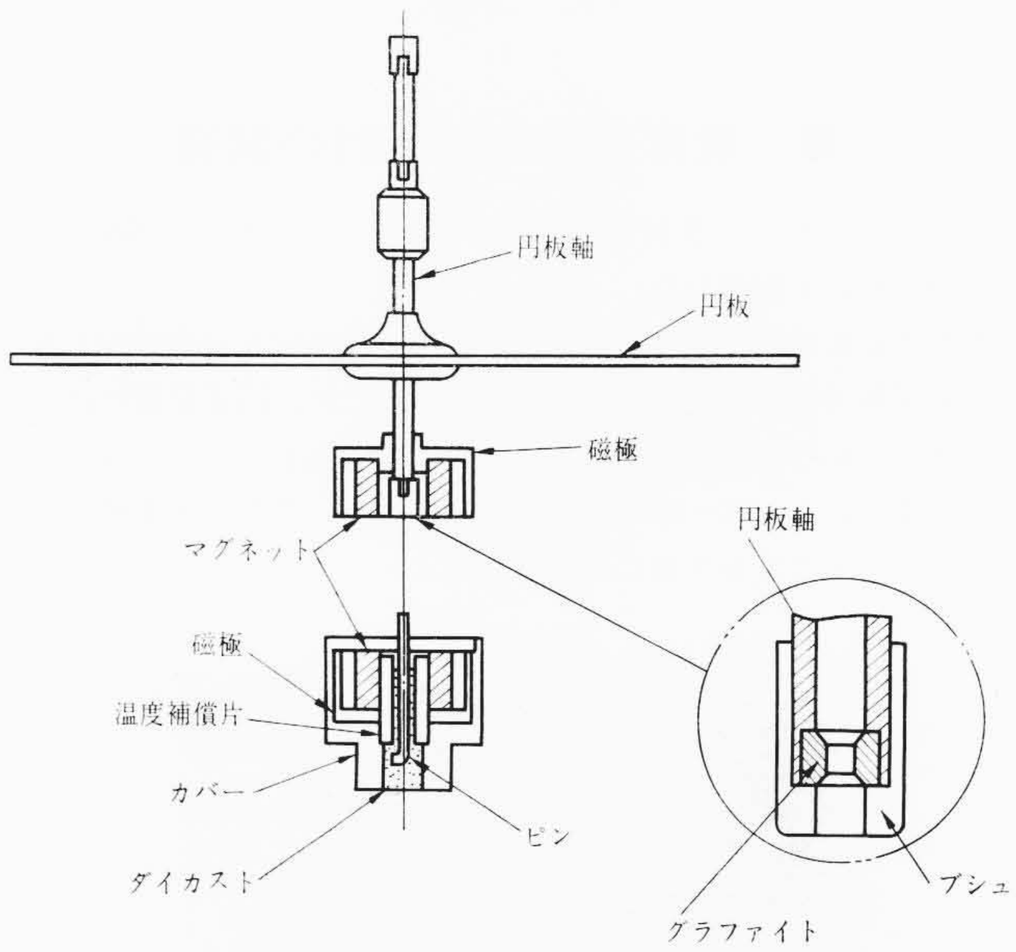


図 2　磁 気 軸 受 の 構 造

■　電圧管理計器の開発

昭和 39 年 7 月公布の電気事業法により，一般電気事業者はその供給する電気の電圧を一定の値に維持するよう定められ，各電力会社において電圧管理が進められている。今後，本器による電圧管理が推進されるものと思われる。

（1）　K-1 形 電圧管理計

全電子式により，瞬時値が上下限値をはずれた時間を積算する積算機構部と，15 分平均値の測定期間中の最大，最小値を記録する平均値電圧記録計部よりなる。

（2）　K-2 形 電圧表示計

誘導円板形電圧継電器を簡易化した電圧検出部と，瞬時値が上下限値を一定時間連続はずれた場合に 1 カウントする度数表示部よりなる。

（3）　JRE 形 平均値電圧記録計

切換えスイッチにより 15 分または 30 分間の電圧の平均値をデジタル印字する記録計である。図 3 に示すように，被測定電圧を変圧整流しパルス発生回路に加え，被測定電圧に比例したパルス周波数に変換する。これを周波数逓減回路に加え，この出力パルスでもって印字用文字車を駆動する。一定時限経過すると信号がはいり，その文字車の数字を印字記録するとともに文字車の零払いを行ない上記動作の繰り返しを行なう。以上により一定時間ごとに電圧平均値を印字記録できる。

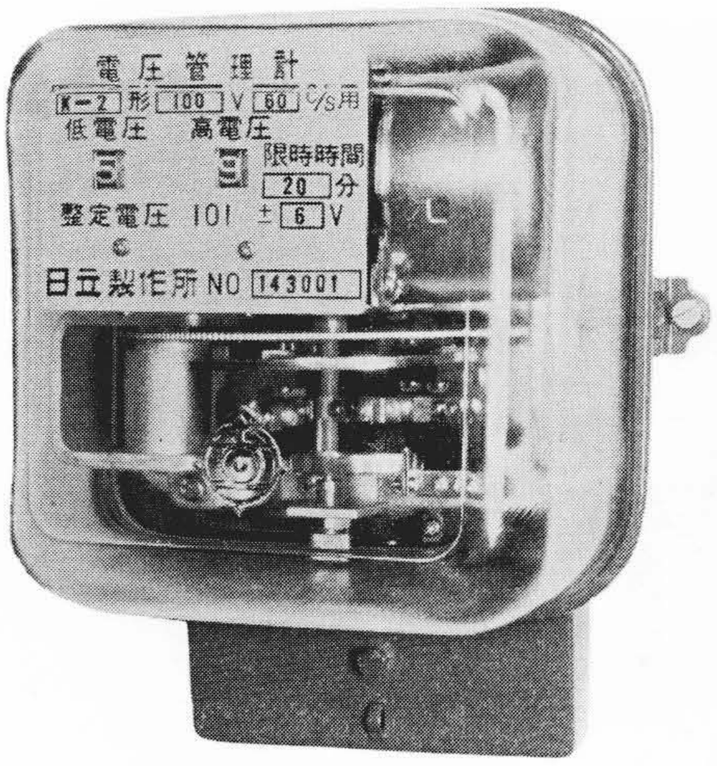


図1　K-2 形電圧管理計

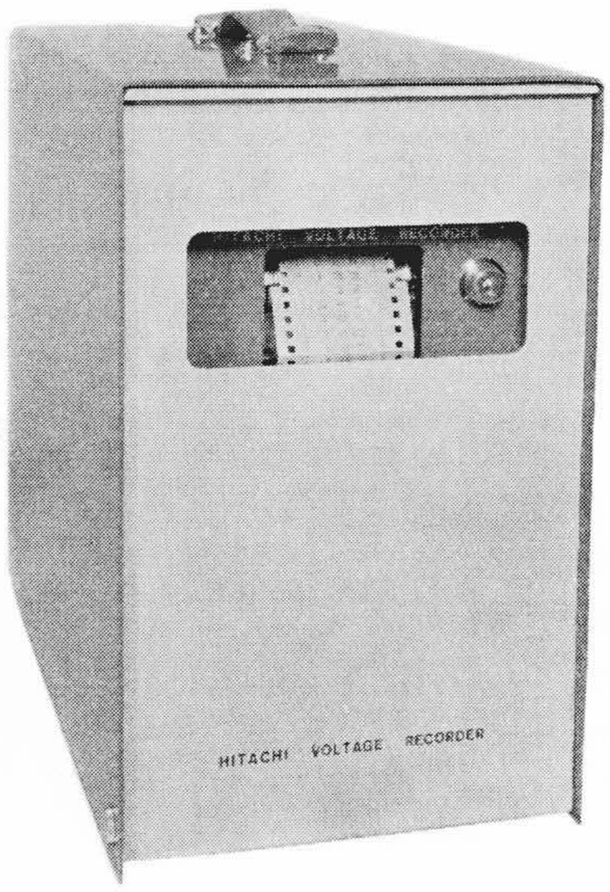


図2　JRE形平均値電圧記録計

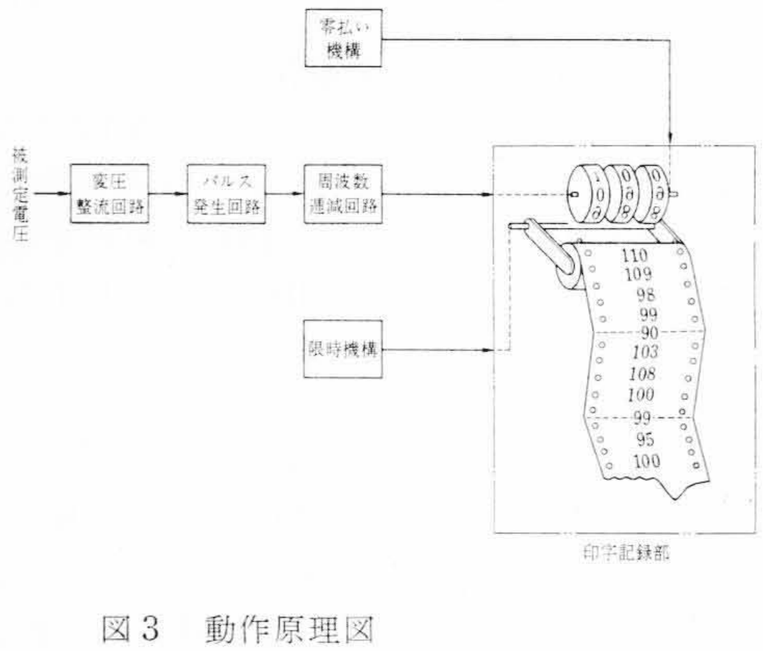


図3　動作原理図

■　新形直動式記録計の開発

記録幅が従来の記録計と同じ120mmで小形，軽量のQ_7形直動式新形記録計を開発した。

本器は直動式記録計では困難視されていた直線記録方式（記録ペンが時間軸に対し直角に動く）を採用したため，円弧記録に比べ記録の読取りが非常に便利である。また計器の駆動回転力を従来の記録計の4倍以上（50～80 g-cm）に大きくし，摩擦誤差を減少させるとともに耐久度を大幅に向上させることができた。

本器はまた保守上の取扱い面でも改良を加え，従来もっとも難点であった記録ペンのインクツボ機構については，記録ペンと一体に移動する密閉形の特殊インクツボを採用し，インクのこぼれ，蒸発によるインク消耗などの心配を解消し，取扱いもきわめて簡単になった。

またQ_7形記録計の方式を用いて電流と電圧の変化を同時に記録できるQW_7形二要素記録計も開発した。この記録計は各要素ごとの有効記録幅がそれぞれ100mmで重量は約12kgと軽量であり，主として配電線の電圧管理に使用され，計器要素に整流形方式を用い，電流，電圧とも目盛を均等にしてある。とくに電圧計は目盛を90～130Vの部分拡大目盛とし，100Vの基準電圧に対し精度±1%が保証できるものである。

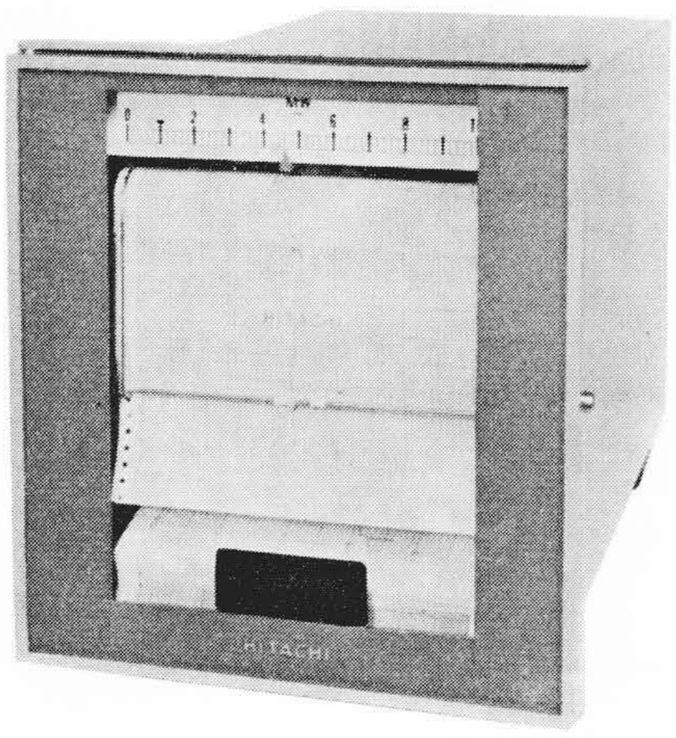


図1　Q_7形直動式記録計

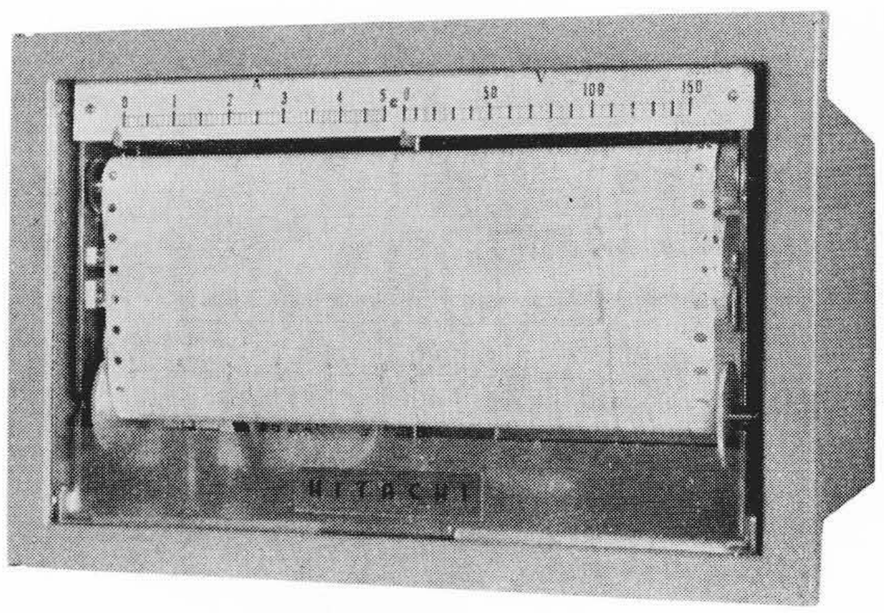


図2　QW_7形二要素記録計

■　配電線地絡保護用トランジスタ継電器の開発

都市における高圧配電線のケーブル化が進み，線路が長くなるにつれ，その対地容量が増加した。このような線路で高抵抗の地絡事故が発生すると，零相電圧および零相電流がともに低下するので，従来の電磁形継電器では故障検出ができない場合が生じた。

SHGF形R式地絡方向継電器はこれに対処して開発されたもので，シリコントランジスタを用いたパルス位相比較方式が採用され，これに限時回路を付加することにより安定した特性を得ている。図1は本継電器の感度特性を電磁形継電器の特性と比較して示したものである。電磁形継電器はワット特性のために，電圧の低い所では動作電流値が双曲線的に大きくなってしまうが，本継電器は低電圧領域で非常に高感度であり，電圧の高い所では抑制を加えて感度を落し，実際の故障時の電圧・電流特性に類似させている。たとえば6kV配電線の対地容量が1線当たり2μF（ケーブル配電線では約3kmに相当する）の線路に接地抵抗7kΩの地絡事故が発生した場合，電磁形継電器では検出不可能であるが，本継電器によると十分な余裕をもって検出できることがわかる。なお，電流感度および最大感度位相角は通常それぞれ2mA，60度であるが，系統により任

意に整定して，最適な特性とすることができる。本継電器はすでに各電力会社において実使用試験が進められており，今後，大幅に採用されることが期待される。

なお，低圧配電線用の継電器については，3相4線式400V系線路の地絡相の選別を行なうSHGP形S式地絡相選別継電器を開発した。本器は各相電圧と地絡電流の位相を比較し，地絡相の表示警報を行なうものである。また，100, 200V線路の漏電を検出するSGA形漏電警報器も完成した。これは消防法により設置が規定された製品である。これら一連の継電器は，高圧需要家用のSGF_2形継電器とともにすべてトランジスタ化され，お互いに協調をとりつつ，各種配電線の地絡保護を完全なものとしている。

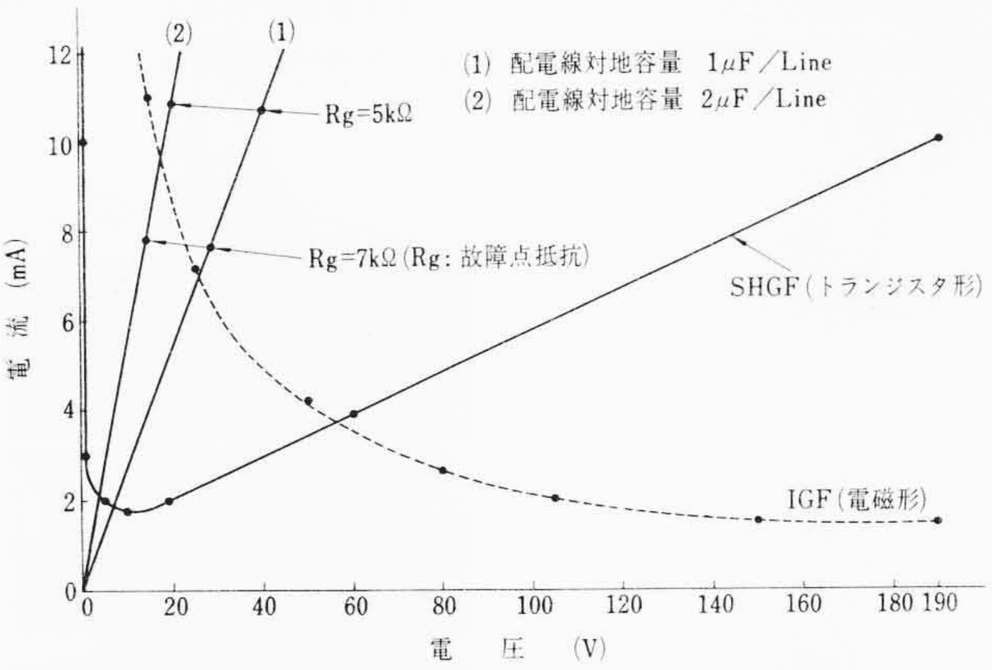


図1　SHGF形R式地絡方向継電器感度特性
(6.6kV, 50c/s配電線の場合)

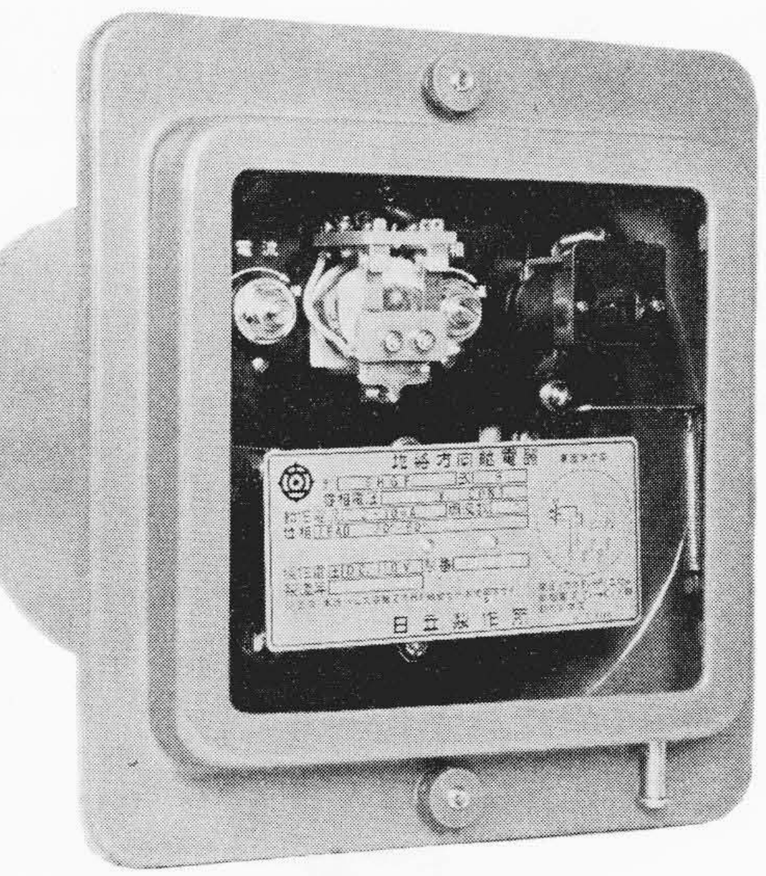


図2　SHGF形R式地絡方向継電器

■ 電子顕微鏡付属微小部X線分析装置の開発

近年，金属材料の非破壊的な分析手段として，注目されているものに，微小部X線分析装置（EPMA）がある。細く収束された電子線を未知試料に照射し，その微小部より放射される特性X線群を分光分析し，試料の成分元素を知る物理的分析法である。

今回開発製品化した電子顕微鏡付属HXA形微小部X線分析装置は，電子顕微鏡（以下電顕という）の照射系をそのまま使い，その試料室にX線分光器を装着し，分光検出されたX線を計数記録することにより，電顕の機能をそこなうことなく，成分元素分析を行なうものである。X線分光器には弯曲結晶回転方式を採用し，その回転半径は120mm，回転範囲は2θ（θ：ブラッグの回折条件を満足するX線の結晶への入射角）表示で20～80度で，分光結晶はヨハン形のマイカ結晶を，検出器にはガスフロー形の計数管を使用している。

その結果分析波長範囲は10～1Åで，その間の波長分解能（$\Delta\lambda/\lambda$）は1%以下を満足し，検出限界量はNi蒸着膜で1×10^{-13} grである。この方式によれば，像観察手段として電顕を用いるため，EPMAに比較して1μ以下の微粒体の形態観察が可能であるとともに，電子線の照射位置が監視でき，制限視野電子回折によって同一視野の結晶構造を知ることもできる。また分光器の調整が真空外より容易にでき，構造的にもきわめてコンパクトに設計されている。

対象となる試料は金属薄膜，化学工業材料などの粉体，大気中のゴミ，金属内析出物の抽出レプリカなどであり，今後の応用分野として生物切片などに含まれる金属の検出などにも大いに期待される。写真は本装置の外観および応用例を示す。

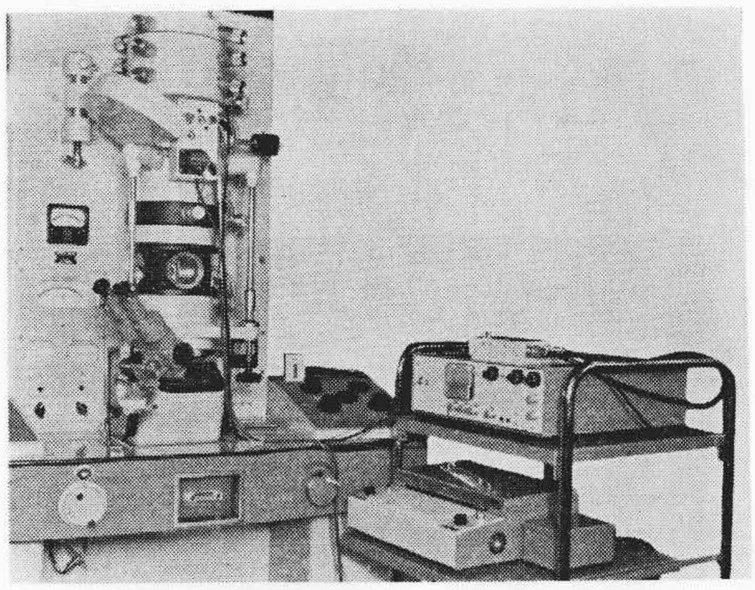
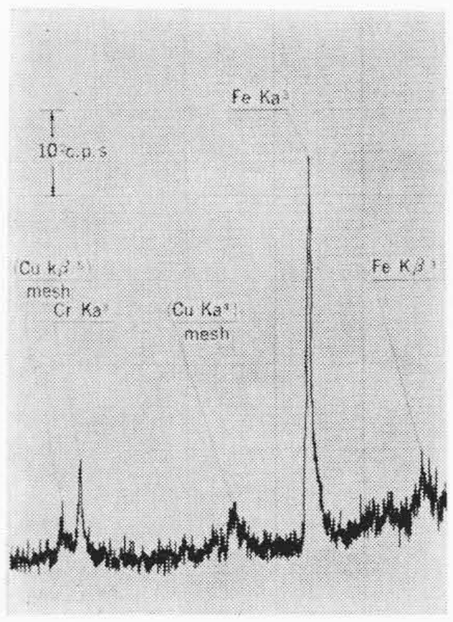
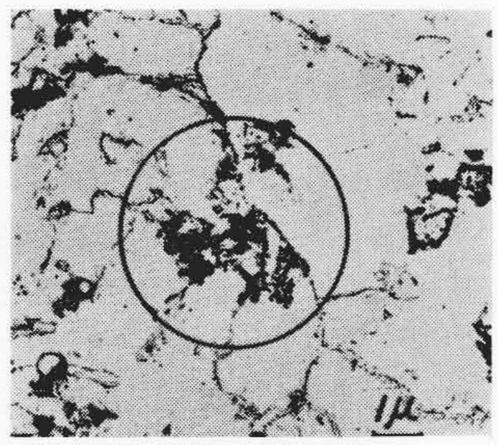


図1　電顕付属微小部X線分析装置





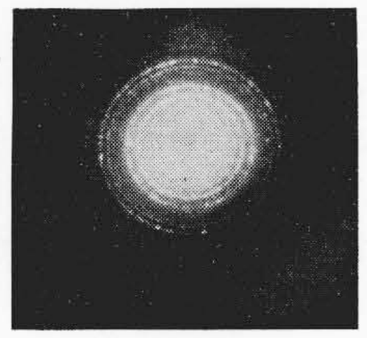


図2　付属HXAによる応用例

Specimen: Extraction Replica
(Inclusion and precipitation in steel)

E.D.& E.M: Eacc: 100kV

H.X.A
Eacc: 50kV
Is : 2×10^{-7}A
Spot: 5μφ Dia

■　きれいな薄膜を作る電子線蒸着装置

エレクトロニクスをはじめその他の理学，工学各分野で研究，応用されている薄膜は，従来一般に抵抗加熱式蒸着装置で作られていた。しかしこの方式によるものは，Ti, Ta, Zr, V などの高融点物質の蒸着ができないとか，不純物がはいりやすいなどの大きな欠点を持っていた。そこで最近になって登場したのが，電子線衝撃式のものである。

この方式ではさきの欠点はなくなるが，電子ビームを使用するので直流高圧電源や集束レンズが必要となり装置が高価となる。また蒸着物質から発する逆散乱電子による帯電で薄膜に樹技状のき裂ができたり，蒸着ムラができたりする難点があった。

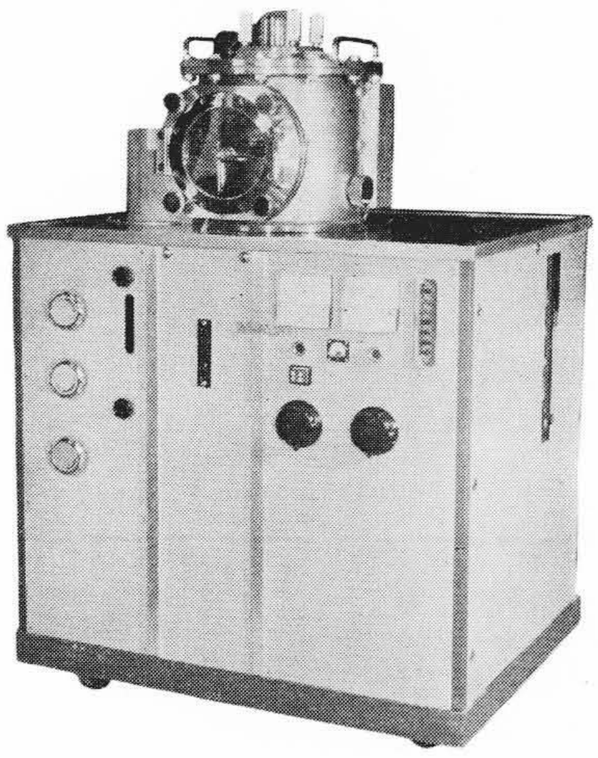


図1　EA20形電子線蒸着装置

これに対して新しく開発されたEA20形では，新考案の“ビームトラップ”により逆散乱電子の薄膜への蓄積を防止したので，非常に完全な薄膜を得ることができる。これは内外のいずれの製品にも見られない大きな特色である。

また電子ビームについては，新しい電子銃と回路方式により直流の代わりに交流半波式が可能になったので，簡易な構成となった。なおこの方法によるほうが局部加熱の点でもすぐれており，熱効率をも高めるものとなった。さらに電子銃は蒸着材料とその上下位置を相互に交換可能な構造なので，用途の拡大が期待される。

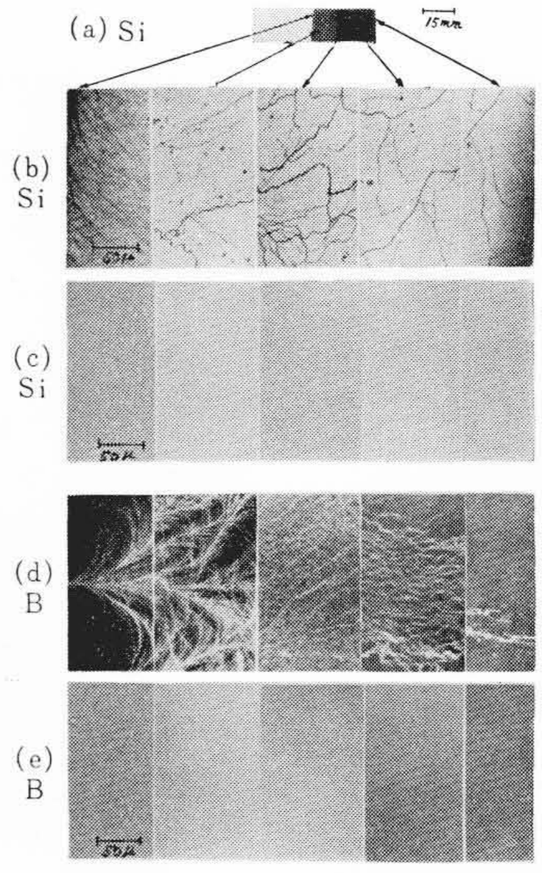


図2　SiとBの蒸着膜の光学顕微鏡写真
（b）と（d）は従来の自己加速形電子線蒸着装置によるもの
（c）と（e）はEA20によるもの。不整のない蒸着膜が得られている。

■　多目的な400チャンネル分析装置の開発

マルチチャンネル分析装置はこれまで放射線エネルギー分析を目的としていたが，最近このディジタル分析技術がランダムなアナログ量の解析や，同期信号のS/N比改善に広く応用されるようになった。今度開発した400チャンネル分析装置は，これらの需要を満すために全トランジスタ化による独自な回路構成とプラグイン方式を採用し多目的な分析機能を主眼として設計された。すなわち，分析目的に応じてアナログ—ディジタル変換器の交換を可能にし，従来のパルス波高分析器，放射能半減期測定のためのマルチスケーラ，粒子速度分析のための時間分析器，脳波や核磁気共鳴などのS/N比改善のためのサンプリング分析器として使用できる機能をもたせた。

これら種々の分析機能の中で，パルス波高分析の技術は最もむずかしく，これまでも温度変化や長時間使用での安定性が大きな問題点であった。本装置では特に安定性を左右する比例増幅器，A–D変換器，アドレススケーラを検討し，温度係数の少ない回路素子や安定な回路を用いることにより，常に1日1チャンネル以下のドリフトと，10チャンネル以下の分析限界，さらに5～35℃の広い温度範囲で確実な動作を保つすぐれた性能を得ることができた。これは今まで得られなかった高い信頼性を示すものである。また，記憶量の読出し速度は独特な2分割読出しの2進—10進変換方式によりこれまでの100倍以上の能力をもたせることができた。これは高速度のデータ処理に大きな利点を与えるもので，ほかに類をみない。

今後は，本装置のこれらの多くの機能を発揮させるために必要な付属装置の開発が大きな仕事である。たとえばマルチスケーラの機能を利用したメスバウワー分析や，サンプリング分析を使用した脳波解析など，その応用が非常に期待される。

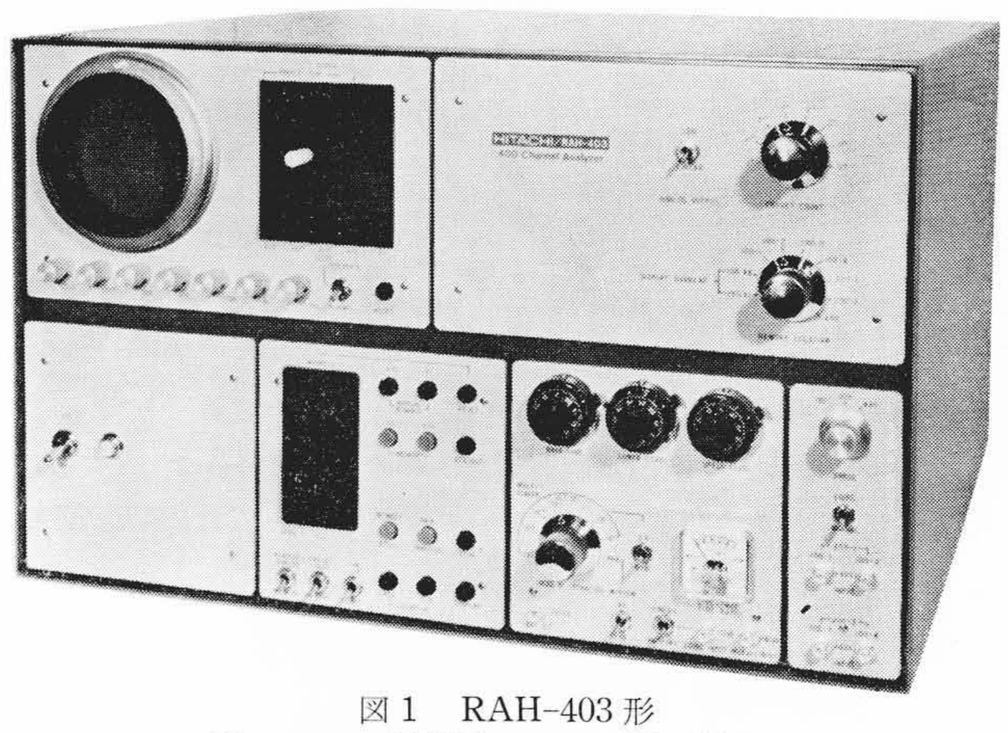


図1　RAH-403形
400チャンネル分析装置——パルス波高分析器——

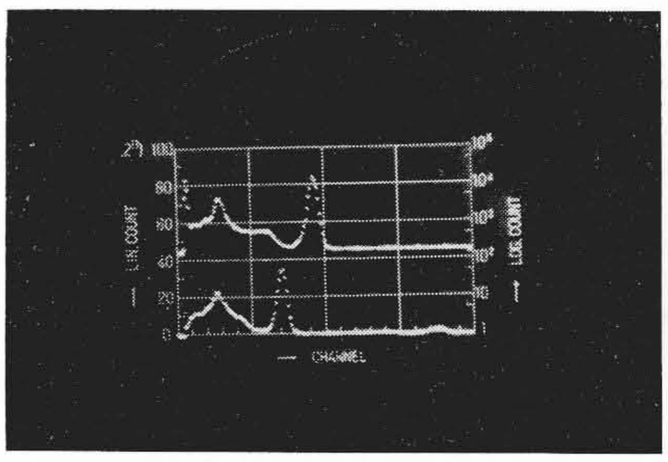


図2　200チャンネルで分析した二つのγ線スペクトルの比較

■ 紫外可視域をカバーする普及形分光光度計 Model 101

吸光分析においても他分野同様たえず新方法が開発されており，よりすぐれた方法を品質管理や臨床化学などの日常分析に活用するために，広い波長域から任意の波長をできるだけ狭い波長幅で取り出せる安価な光度計が望まれていた。

分光器から出てくる単色光の波長幅は狭いほど試料中の測定対象以外の元素による妨害を受けず，わずらわしい試料の前処置が省略できるので短時間で測定できる。したがって高級な分光器は狭い波長幅をもっているが，101 の波長幅（spectral bandpass）は，量産普及形としては国内はじめての 10 mμ であり，日常分析の要望を十分みたすものである。試料の濃度を決めるための検量線の直線性は，使用する単色光の波長幅と試料の分光吸収特性によって影響される。また波長幅が広いと吸収に鋭い変化のある波長域では正確な吸光値を指示しなくなる。図 2 は光度計の性能検査によく用いられる標準溶液（K_2CrO_4）の吸収特性を 101 でかいた結果であるが，短波長域の山で波長幅によるずれが認められるほかは，よい一致が得られている。吸光分析における紫外域の測定は可視域に劣らない重要さをもつ。したがって波長域は紫外の 220 mμ から近赤外の 900 mμ までを目標として設定し，これを実現するために日立独自で製作した，みぞ数 600 本/mm，300 mμ ブレーズの回折格子を分散素子とし，全波長域をカバーするためにアンチモン-セシウム，銀-セシウムの 2 枚の光電面を 1 本の管の中にもつ日立製広域光電管を受光器とし，光源には白熱電球と水素放電管を使用する。測定に直接あらわれる指示計器の安定性には特に留意し，簡単ながら性能のよい増幅回路を設計し，指示計器指針の振り切れ保護作用を含ませている。

101 によって紫外から近赤にわたる広い波長域において波長幅 10 mμ で測定することが安価簡便にできるようになった。今後試料操作の自動化に力を入れて，より機能的な機種へと脱皮して行きたい。

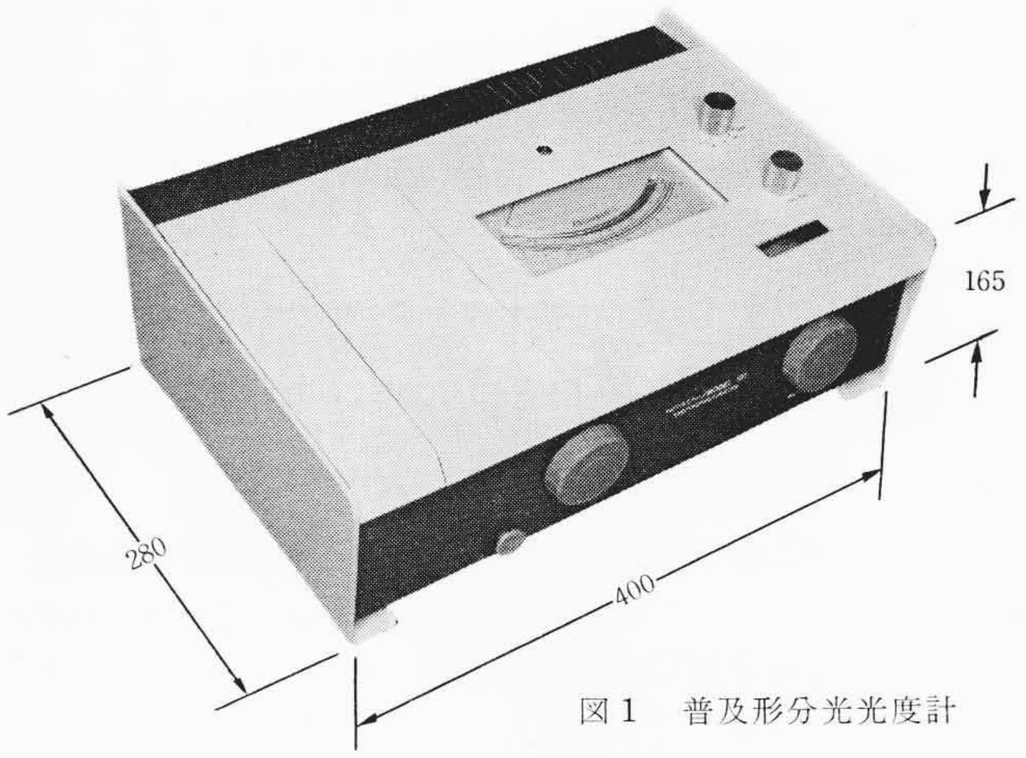


図 1　普及形分光光度計

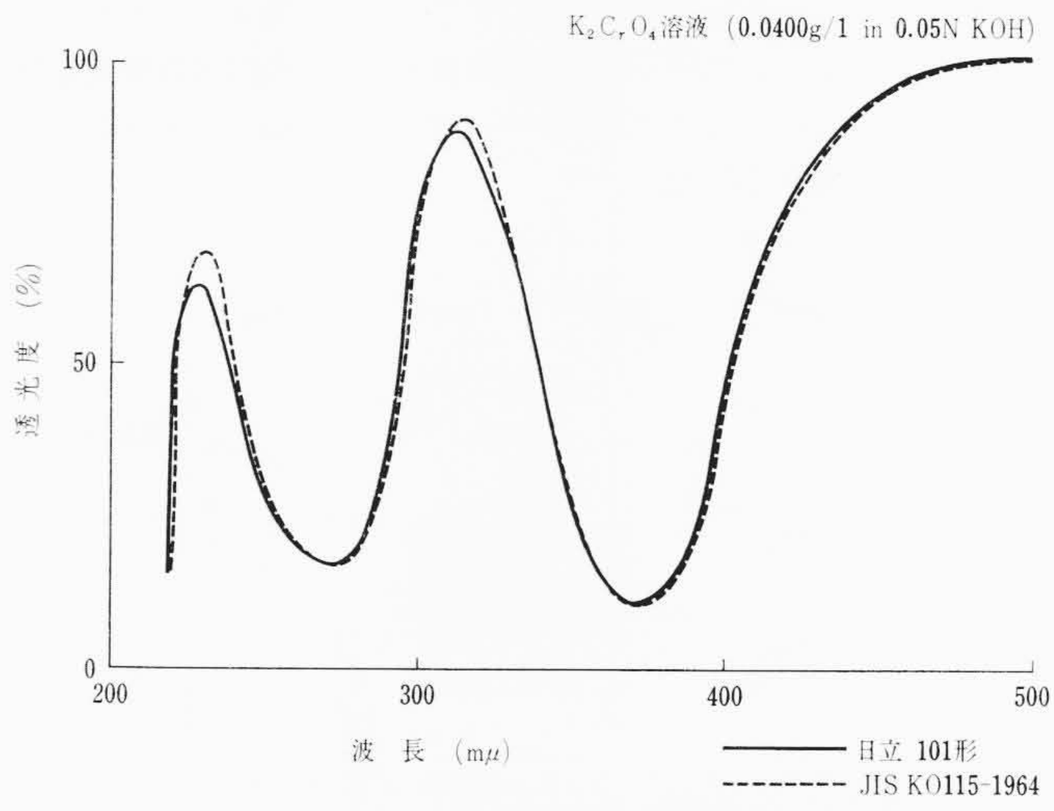


図 2　標準溶液（K_2CrO_4）の吸収特性

■ 粒度分布測定装置の製品化

粉体は工業界の広い分野と密接な関係をもっており，粉体の粒度および粒度分布が，製品の特性を決定することは明らかである。たとえば粉末冶金，セメント，セラミックス，研摩剤，医薬品，化粧品，合成樹脂，食品などすべて関係がある。近代工業の進歩，発展に伴い粉体の粒度分布の重要性が認識され，この測定にあらゆる知識と技術が導入されている。この度製品化された PSA-2 形迅速粒度分布測定装置は，日立独自の技術によるもので，現在まで市販されている製品の欠点を全面的に解決したものである。本測定法はまったく新しい測定原理の適用によるもので，液体中に粒子を懸濁させ，これをかくはんして粒子を均一に分散させる。均一に分散した粒子は時間の経過とともに Stokes の法則に従って沈降し，粒径の相異により液中に粒子の濃度分布を生ずる。そこで一定時間後に光学的にこの粒子濃度分布を測定し，その状態を光電変換により自記させる方式である。図 1 は原理構造を示す。すなわち，光源を出た光はレンズ系により収束し，スリットを通り方形ビームが平面鏡に投射される。反射光はモータと 2 乗カム，アーム，ローラにより駆動

1. 光源
2. コンデンサレンズ
3. スリット
4. レンズ
5. スリット
6. 平面鏡
7. 回転凹面鏡
8. コリメーティングレンズ
9. セル
10. コリメーティングレンズ
11. 光電子増倍管
12. 記録計
13. 2 乗カム
14. アーム
15. ローラ
16. 積分球
17. 同期モータ

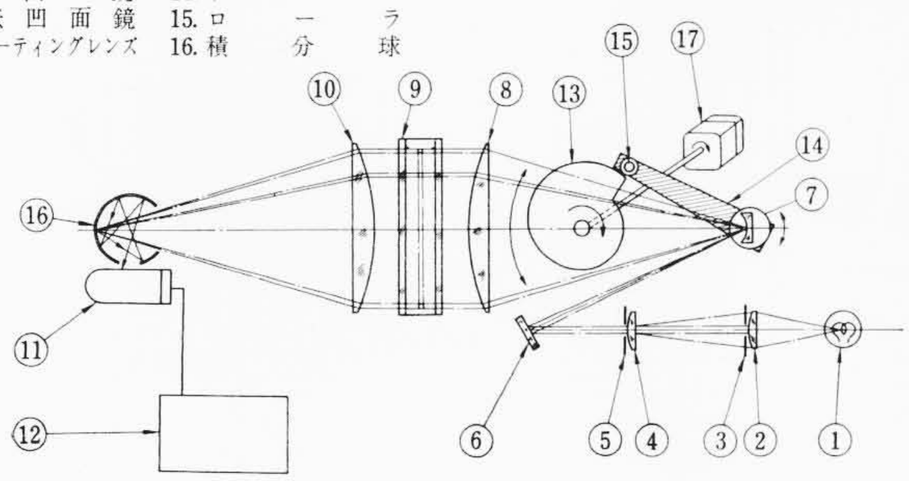


図 1　原　理　構　造　図

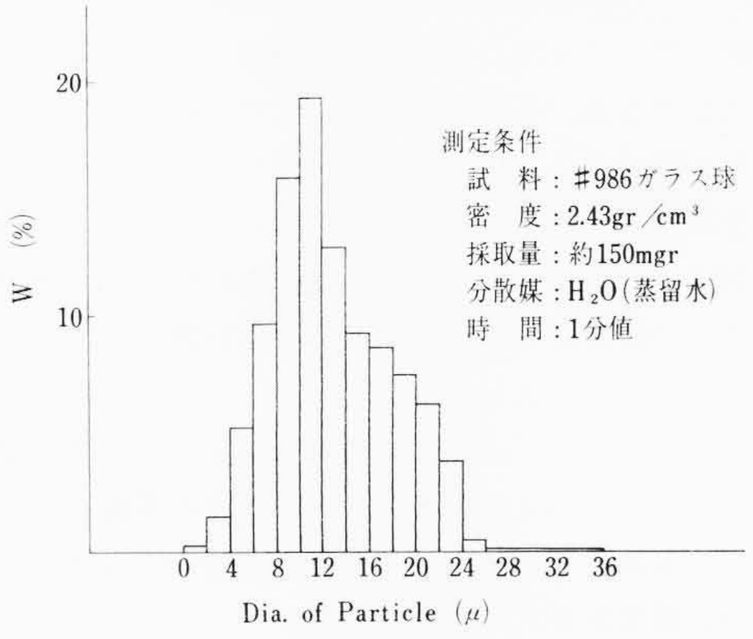


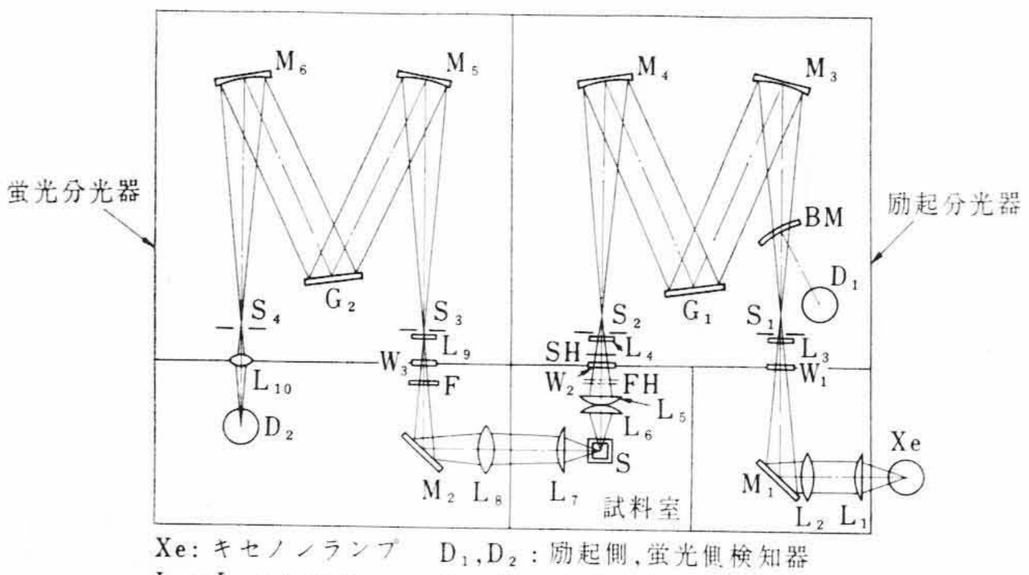
図 2　ヒストグラム式粒度分布

される回転凹面鏡の中心に入射する。凹面鏡の回転につれて反射光は上下に振れ，焦点が凹面鏡の中心になるよう設置された，コリメーテングレンズを通り懸濁液の液面に平行になる。上下の走査は，2乗カムにより，セルの高さhは2乗に走査され記録上には$\sqrt{h}$に描かれる。セルを透過した濃度光はコリメーテングレンズにより積分球の内面に焦点を結ばせ，積分球内で乱反射を起こし，ホトマルに積分光を一様に当射する。ホトマルからの出力は記録計に導かれ，濃度分布曲線を記録する。この曲線からStokes定理によりヒストグラム式の粒度分布が求められる(図2)。この測定結果は精度および再現性が非常によく，測定時間も短縮されている。

■ 分光蛍光光度計 MPF-2 の開発とその応用分野

従来輸入にのみ頼っていた分光蛍光光度計を開発した。高感度，高分解およびノイズレッスなどの特長があるため，生化学における微弱な蛍光の定性定量・分子の電子状態の測定および物性の研究に用いることができる。

光学系を図1に示す。励起側と蛍光側のFは4で明るく，また励起光を集光して小さなスポットにして当てるので効率よく光を用いることができる。したがって低濃度微量サンプルの微弱な蛍光も測定可能になった。たとえば硫酸キニーネ(0.001 ppm)，セロトニン(0.01 ppm)が検出された。



Xe：キセノンランプ　D_1,D_2：励起側，蛍光側検知器
L_1～L_{10}：レンズ　S_1～S_4：スリット
M_1,M_2：反射ミラー　BM：ビームスプリッタ
M_3～M_6：コリメーティングミラー　SH：シャッタ
G_1,G_2：クレーテング　F：フィルタ
W_1～W_3：透光板　FH：フィルタホルダ

図1　光学系統図

また励起側と蛍光側のグレーティングのブレーズは300 mμであるから短波長側でとくに感度が高い。ベンゼン(280 mμ)，ナフタリン(330 mμ)のように紫外域の蛍光スペクトルも測定できた。ナフタリンの蛍光スペクトルと励起スペクトルを図2に示す。分解能が高いので，アントラセンの0-0′バンド(375 mμ)，すなわち励起スペクトルの最も長波長のバンドと蛍光スペクトルの最も短波長のバンドの波長が一致した(図2)。

測定方式としては比記録方式を用いた。このためXeランプのふらつきを押さえることができたので，測定データからもわかるようにノイズの少ないスペクトルが得られた。この方式は2個のホトマルをつかい，蛍光のシグナルと，光源の一部分の光のシグナルとの比をとって記録させる方式である。

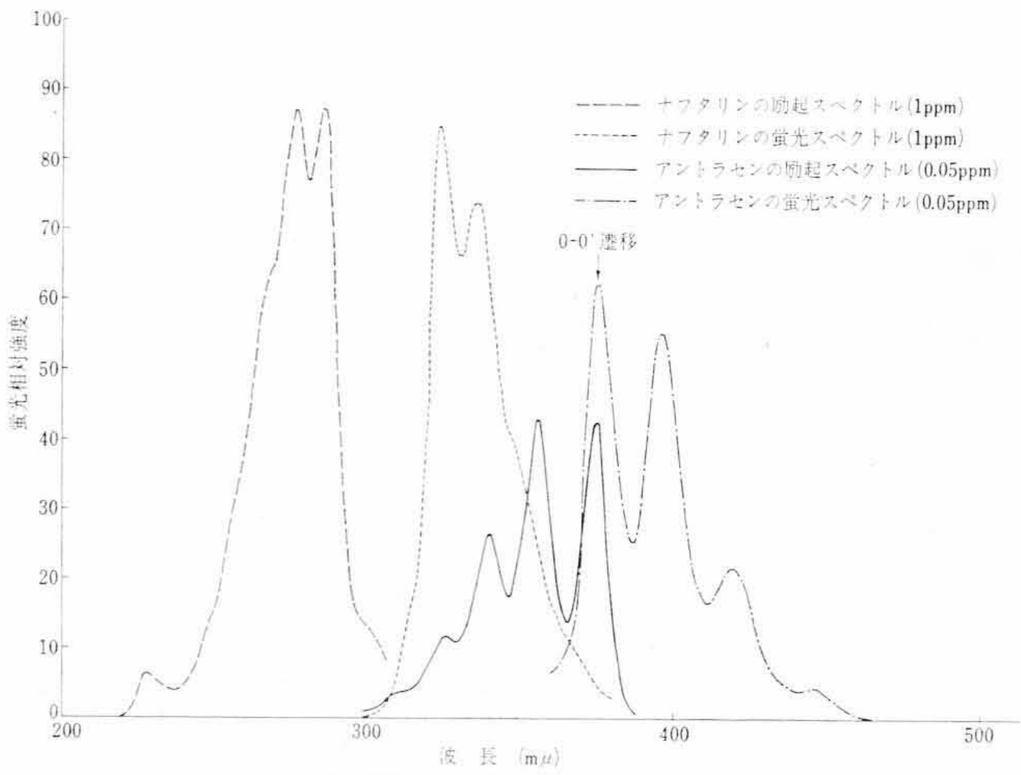


図2　ナフタリンとアントラセンの蛍光および励起スペクトル

■ 心臓血管造影撮影X線装置

近年，ガンと並んで，先天性の心臓疾患，高年令層における高血圧といった心臓や血管などの循環器系の病気による死亡率が高く，その診断の正確さの必要性が要求されている。

心臓や血管などの循環器系のように，非常に早い動きを伴う器管の診断には，その動態を適確に判断する必要があり，普通，静注法または心臓カテーテル法により心臓，血管などの循環器系内に，造影剤を注入したうえ，X線を曝射し，そのX線透過像をテレビで観察しながらシネ・カメラにより撮影したフィルムを映写し，循環器系の動態を精密に観察することと，撮影したフィルムの各コマごとの像を計測することが必要である。このためには，各コマで，対象となった像が，運動による“ぼけ”の少ない停止像に近い状態で，とらえられることが望ましい。

したがって，各コマごとに，大量のX線をパルス状に曝射し，像を停止に近い形でとらえることと，パルス状のX線を，高速度で繰返し曝射し，高速度シネ・カメラにより，動態の変化を明確にとらえることが必要である。

この装置は，これらの要求にこたえるため開発したもので，つぎのような内容をもっている。

(1)　大容量グレッツ結線単相全波整流形高電圧発生器の高圧側にコンデンサをそう入して，X線管に印加する電圧を平滑化しており，大量のX線を，電源周波数に関係なく，定常的に曝射できる。

(2)　大容量回転陽極グリッド制御形X線管の開発により，X線管のグリッド電圧を制御し，X線曝射時間を，最短3/1,000秒ま

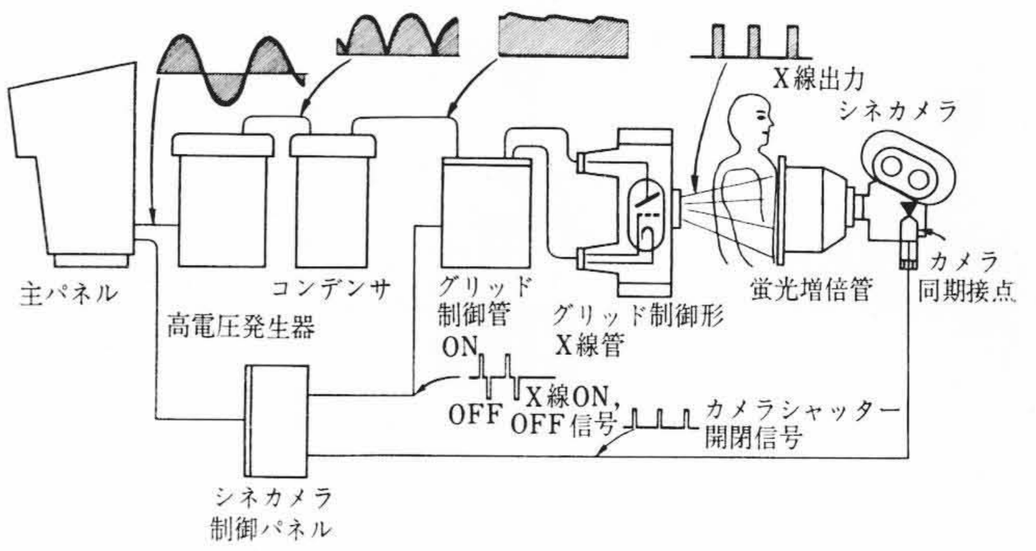


図1　心臓血管造影撮影装置原理図

で可能にした。グリッド制御器は，シネ・カメラからのシャッターの開閉に同期した信号を取り出し，フィルム各コマごとに，シャッタースピードに関係なく，最短 3/1,000 秒曝射時間内に被写体に応じた必要かつ最適量のX線をパルス状で曝射できるようにした。

（3） 高速度シネ・カメラと組み合わせることにより，最高 200 コマ／秒までの撮影ができるため，被写体のすばやい動きも，明確に撮影できる。

■ 軽合金およびプラスチック検査用工業用軟 X 線装置の開発

軽合金およびプラスチックの透過X線写真による非破壊検査専用の工業用X線装置を開発した。

軟X線装置としては，出力管電圧 20, 50 kV P の装置があるが，前者は理科学教材用であり後者は皮膚癌などの表在治療用の改造形であった。したがってともに線量，線質が小さく，工業用としては薄肉被検物の透過検査しかできず，厚肉の場合には一般鋼材検査用の装置を併用する必要があり，検査能率が悪く，保守費設備費が高くなるのであまり利用されていないのが現状である。

最近構造材として軽合金およびプラスチックが多用されるようになり，軽金属および化学工業部門より専用装置の開発が要望された。

装置の性能は，軽金属の薄板から鋳物まで（肉厚 0.5～100 mm），プラスチックの薄板から成形品まで（肉厚 1～150 mm）の透過検査を可能にするため，出力管電圧を 5～100 kV P にした。また低管電圧撮影時には管電流を 2 倍にし露出時間を短縮して検査能率を向上させた。一例として，アルミニウムに対する透過写真の撮影条件を図 1 に示す。

X線管はX線放射孔にベリリュム窓を用いて軟X線の吸収を少なくし，さらに薄物撮影時の解像力をよくするため 1×1 mm の小さい集点を用いた軟X線専用のものを開発した。一般ガラス窓X線管との出力X線線量率の比較を図 2 に示す。

構造的には，携帯式の特長をいかすため，中性点接地方式，特殊絶縁構造を採用し，小形軽量化した。

本装置は，軽金属，化学，自動車，航空機その他各方面における利用が今後期待される。

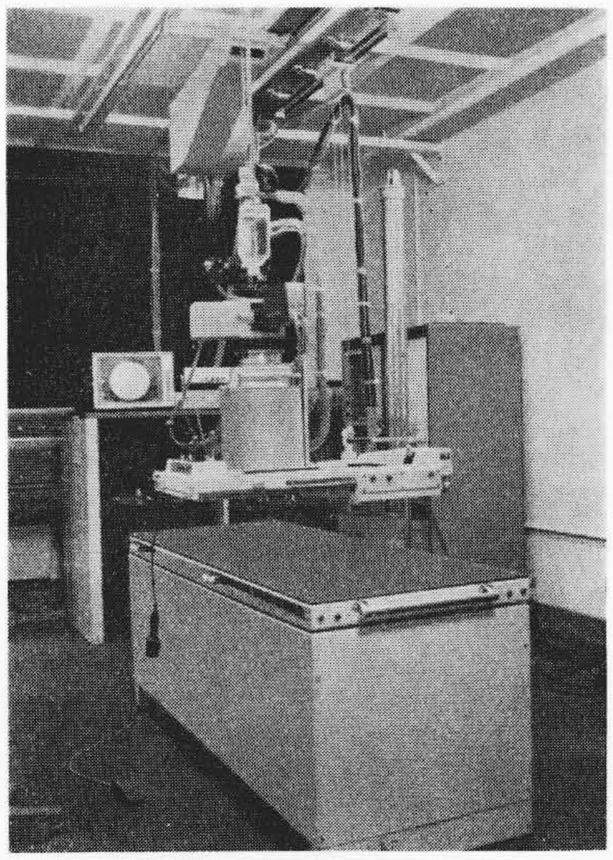


図 2　心臓血管造影撮影装置用透視撮影台

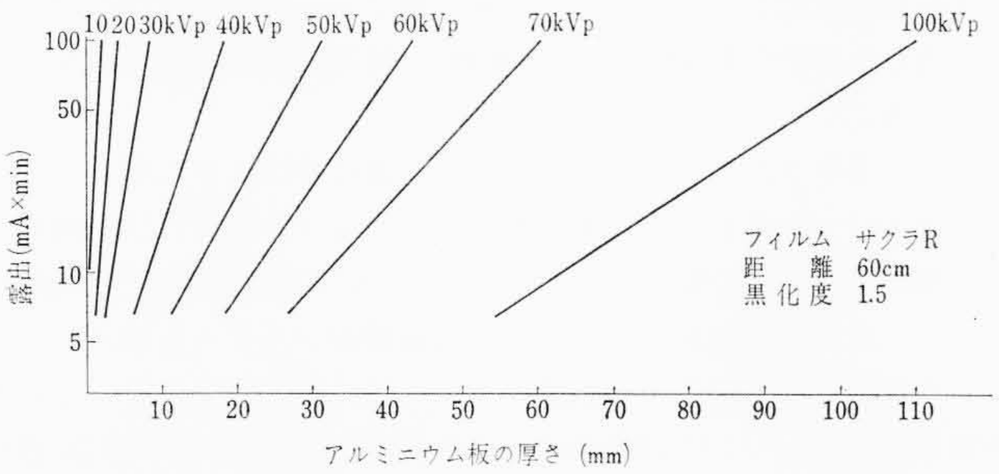


図 1　アルミニウムに対する透過写真の撮影条件参考表

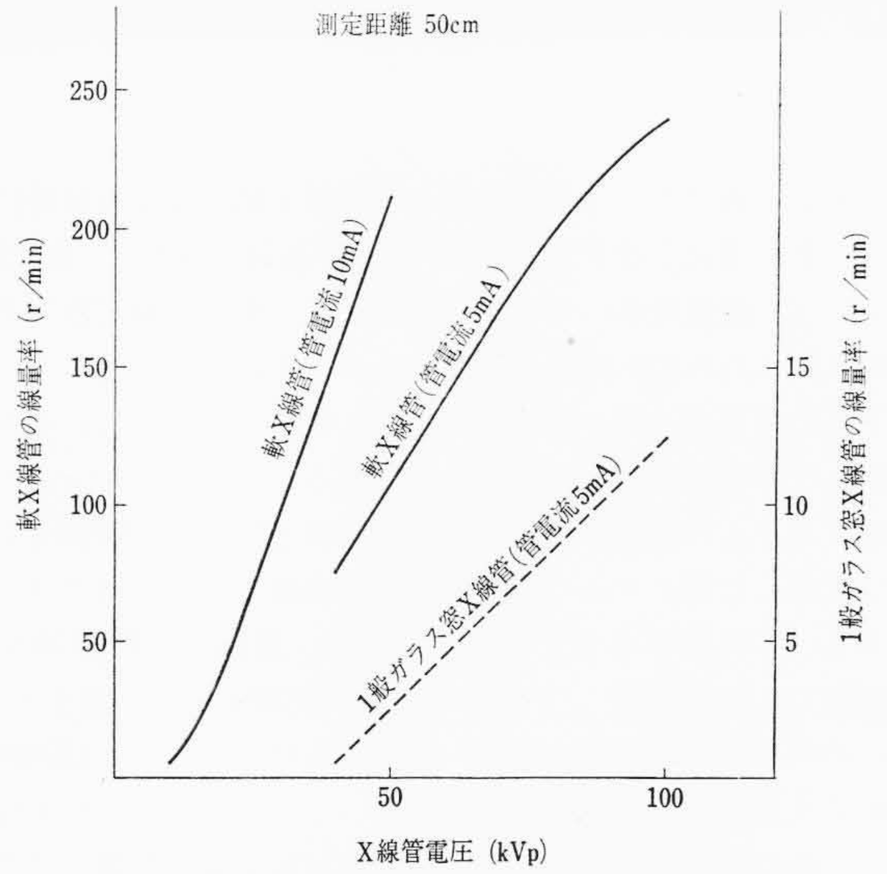


図 2　一般ガラス窓X線管とベリリュム窓軟X線管との出力X線線量率の比較