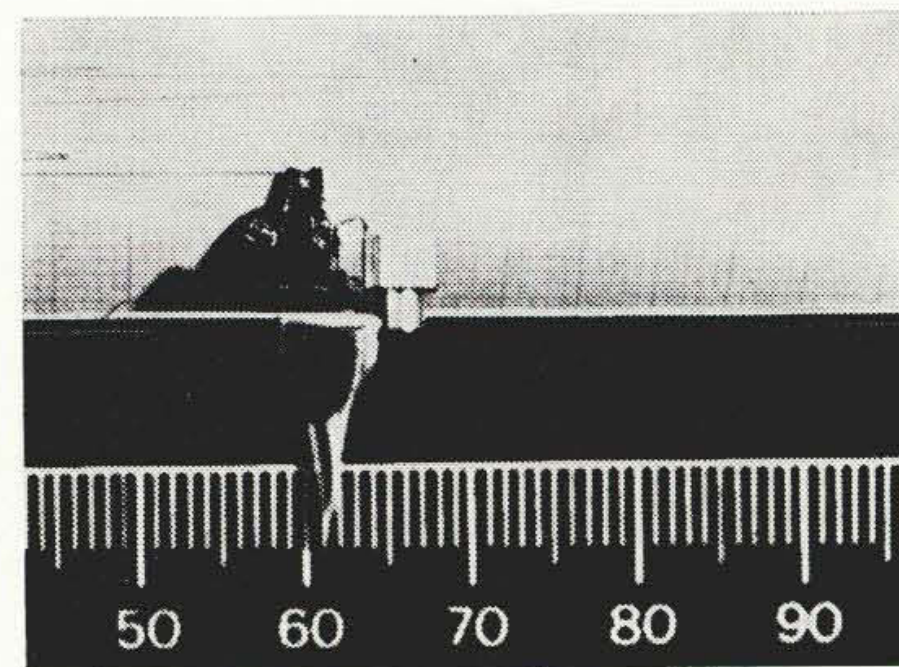


7

計測機器
理化学機器

Measuring and Scientific Instruments



総説

継電器部門においては半導体技術の向上により保護継電器の分野も誘導形から半導体形に大きく移行し、より複雑な線路の保護が可能になった。

計器および計装に関連しては世界的な技術水準を誇る日本の鉄鋼技術の陰の立役者として、コンピュータと結合されたデジタル設定方式の一連の放射線計器シリーズを完成し、また原子力発電プラント用に高速ナトリウム方式用のセンサーとして液体ナトリウム・カリウム (NaK) を用いた伝送器を開発した。

計装部門ではプロセス工業のプラントが大形化され、計算機の導入が盛んになり個々の計器もさることながら全プラントをいかにシステムライズするかといった取りまとめ技術が重視されるようになり、この点においても日立的総合技術がいかに発揮された。

日立的総合技術をさらに発揮したものとしては、超精密技術と重電機製作の大形技術を結集したイオン軌道 37 m, 重量 25 t, 測定精度 10^{-9} という世界一の大形マスマススペクトロメータを製作した。研究室における省力化の一つとしては A-1600A シグナル平均化分析装置を開発し、データ分析などに広く利用された。また、イギリス中央電力局へ納入した 1,000 kV 超高圧電子顕微鏡は日本の電子顕微鏡製作技術の高さを示すものとして高く評価された。

金属分析用として開発された取り扱いの簡単な 207 原子吸光分光光度計は、特殊知識や熟練を必要とせずに、従来多くの時間と人手を要した微量分析に威力を発揮した。

また独立して走査できる 2 個の分光器を組み合わせた 356 二波長分光光度計の完成により、従来不可能であった混濁試料の分光測光も可能になった。

製薬業界から囑望されていた 037 アンプルチェッカーが完成し、医薬品の製造工程の全自動化が可能となった。

高速度カメラとしては理工学、化学、医学方面での運動解析に使用される毎秒 10,000 コマまで撮影可能な 16 HS 高速度カメラを開発した。

医療機器部門においては、輸出向けとして国際規格に合致した 150 kVp, 125 kVp, 100 kVp の新しい X 線高電圧装置のシリーズを完成した。

さらに心電および心音信号をアナログ量のまま処理できる心電心音自動処理装置を開発したが、本装置は中央の大形計算機に接続することにより病歴管理やカルテ作成の自動化を可能とした。

また人体に投与した RI の体内臓器における蓄積分布の状態、各器管内の移動の状況などを機械的な走査をしないで大直径のシンチレータにより直接観測できる RC-IC-1105 シンチレーションカメラを開発した。

■ 系統脱調分離継電装置用主継電器

超高压送電系統の脱調分離を行なう継電装置用の主継電器を開発した。一般に脱調検出には、インピーダンス特性とオーム特性による3領域検出方式が用いられているが、系統が多機系になると、脱調軌跡が複雑となり、また比較的速く変化するため、検出が困難となる場合がある。

この装置はリアクタンス継電器(四辺形特性)とオーム継電器との組合せによる3領域検出方式に、新たにインピーダンス変化率継電器を組合わせて、正確に脱調の高速検出をして系統分離を行なうものである。インピーダンス変化率継電器は交流1サイクルごとの系統インピーダンスを比較し、その変化率により脱調を検出するもので、この継電器の回路にはIC(半導体集積回路)を採用して性能向上と小形化に成功した。またこの装置では継電器の多機能化を図ると同時に、常時監視、自動点検を行なうようにして信頼度向上にじゅうぶん考慮をはらった。

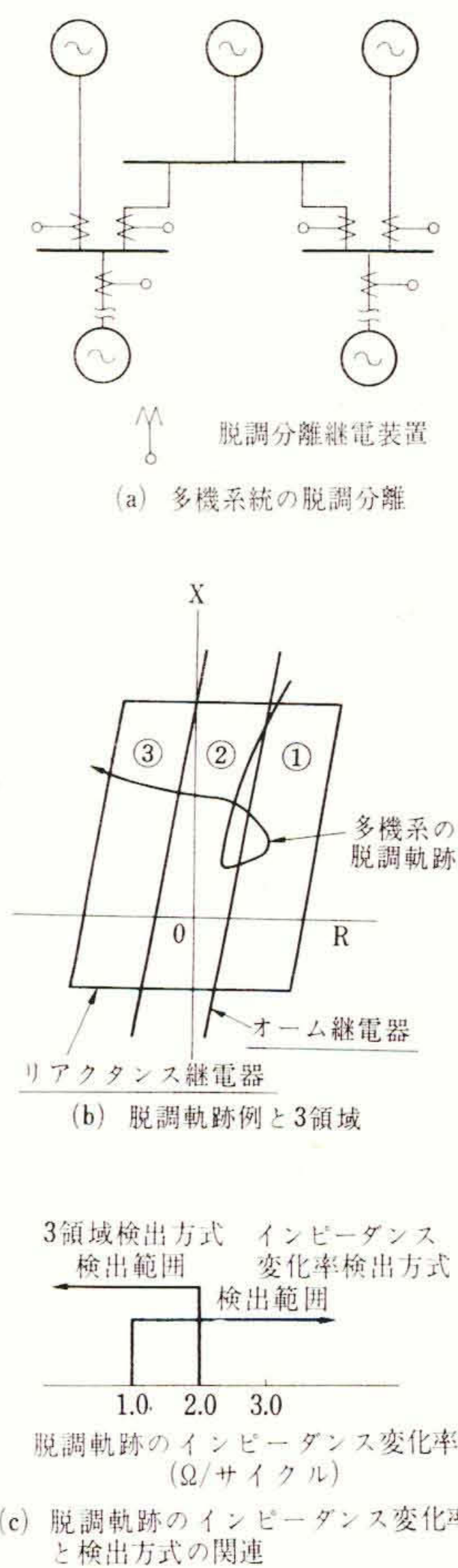


図1 多機系統の脱調とその検出法

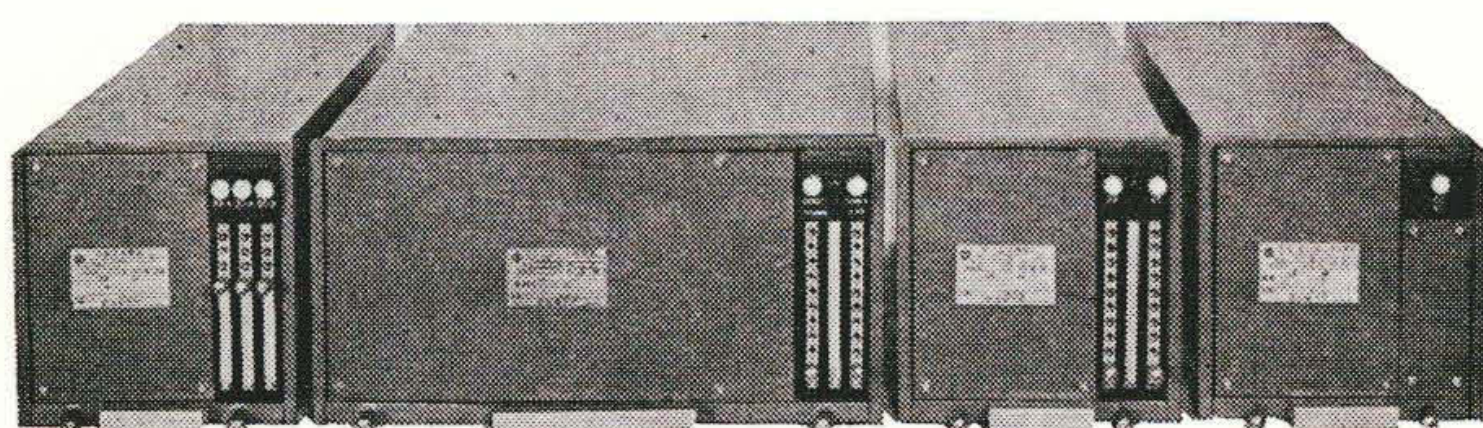


図2 左より過電流継電器、リアクタンス継電器、オーム継電器、インピーダンス変化率継電器

■ 放射線計器

鉄鋼関係の自動化・設備合理化の波に乗って鉄鋼用放射線計器が飛躍的進歩をとげ、厚さ計、水分計などの品種の拡充と標準化が行なわれた。圧延機用厚さ計は鋼板厚さ70mmまで測定できる熱間圧延用のものから、0.1mm以下まで測定できる冷間圧延用のものまで、いずれもコンピュータと結合できるデジタル設定方式のシリーズである。炉内の鋼塊位置を時定数0.1秒前後で検出する γ 線スイッチも新しい利用分野として注目される。

新製品としてはRLG-S形レベルスイッチが発売されたが、これは γ 線の吸収を利用してタンクやホップ内のレベル検出用に使用されるもので、検出器内にリレーまで内蔵している。したがって、従来製品のように特殊ケーブルや電子回路部を取り付けるパネルが不要となり、一般の工業計器と大差ない価格で設置できるので、今後、化学・鉄鋼などの広範な分野での需要増大が期待される。

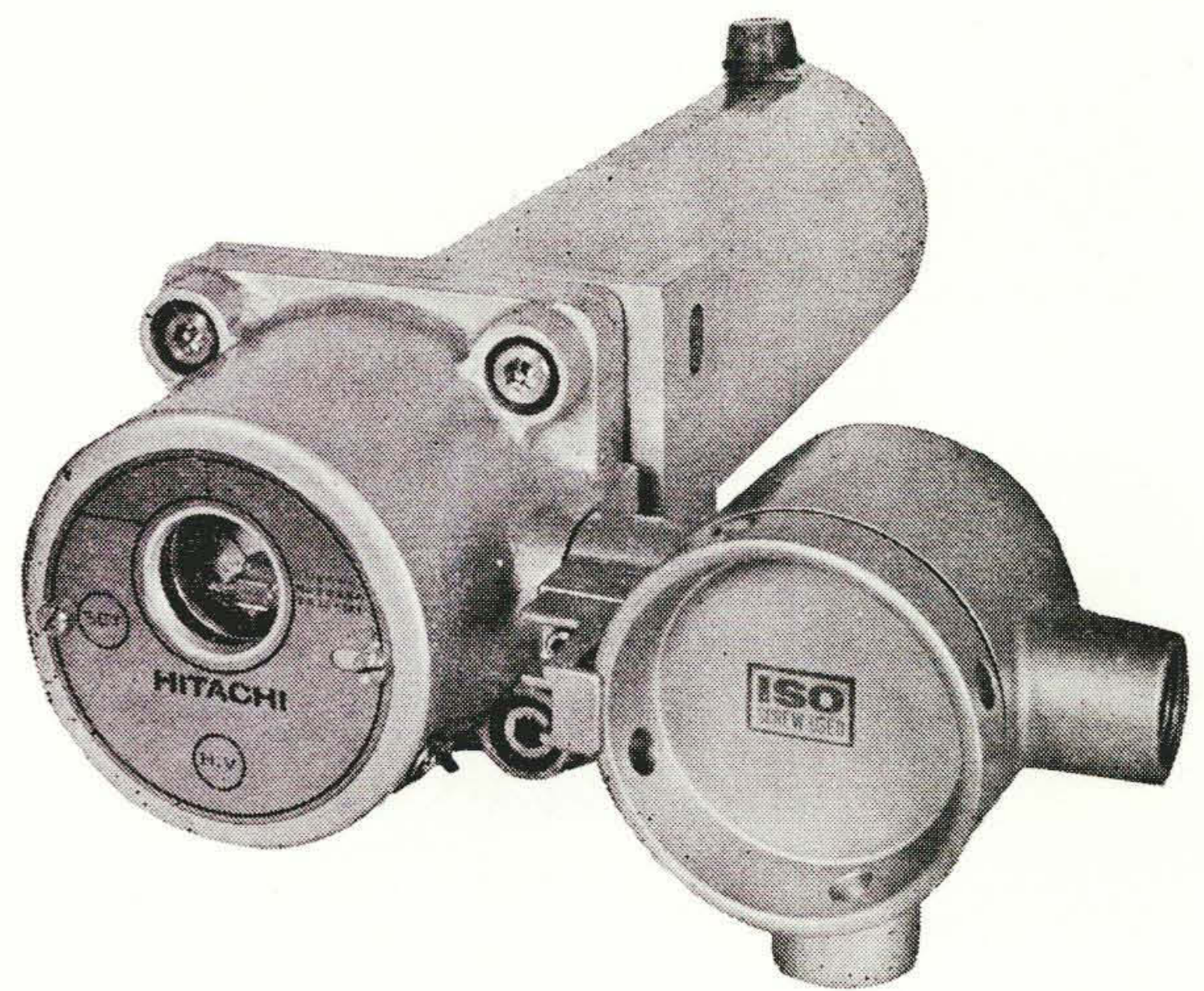


図3 RLG-S形レベルスイッチ

■ 液体金属(NaK)封入式伝送器

流量や液面、圧力などを測定する伝送器類は、工業計器の主要製品で、電子式、空気式の伝送器には、種々の応用機種が製品化され特殊なプロセスの計装に日立独特の性能を発揮している。

原子力発電プラントで究極の方式として有望視されている高速ナトリウム方式も、ナトリウム流体計測に特殊な技術が必要である。

ナトリウム熱媒は約600℃の高温で計測されるために、一般の伝送器では

(1) 伝送器の封入液である有機油は分解、気化してしまう。

(2) 活性の強いナトリウムに、有機油封液を用いることは危険。という理由で使用できない。

ここに完成した伝送器は、封入液に取扱のむずかしい液体ナトリウム・カリウム(NaK)を用い、これらの問題を解決した。

今後の原子力工業の発展に伴い期待の大きい製品である。



図4 NaK 封入式伝送器

大形計装

大形プラントでは、ユニットプロセスにより、計算機制御、電子式制御、空気式制御を適宜使いわけて計装することも行なわれてきている。このため同じデザイン、パネルサイズをもったユニットロール電子式Eシリーズと空気式Pシリーズを完成し、これらの混在使用を容易にした。また計算機よりの設定可能な電子式調節計をシリーズに加えた。また現場伝送器では電源線と信号線を共用する2線式伝送器シリーズを開発し、大形プラントでの配線の簡略化が行なわれるようにした。

このほか、高圧・高温でしかも応答の早いプラントに用いる、 $4,000 \text{ kg/cm}^2$ の高圧用圧力伝送器、60点の棒グラフ表示のできる温度分布監視用のCRT（ブラウン管）表示器、電子的に各種の波形を組み合わせる形のプログラム発生器を開発し、これらの計器による計装を行なっている。



図5 ユニトリール電子式、空気式シリーズを混在させた計装パネル

大阪大学理学部、物理学教室納 二段二重収れん質量分析装置

本装置は原子質量の精密な測定を行なうもので、従来の測定精度 10^{-8} を一けた上まわる世界一の測定精度 10^{-9} をめざす新しい原子質量測定装置であり、このほどその主要部を構成する電磁石装置および静電場装置をそれぞれ2組を完成した。おもな性能仕様を表1に、電磁石装置1組の外観を図6に示す。

この質量分析装置は測定しようとする原子のイオン軌道が電場、磁場によって曲げられる量から質量を算定するものだが、本装置はこの電場、磁場の組合せを2段つなぎとしたもので、イオンが通る軌道の全長は37mを越え、重量は約25tに及ぶ画期的な大形装置である。このような大形重量物にかかわらず精密測定機器としての加工精度、組立精度が要求され、設計・製作上の困難を伴ったが各段階での検討をじゅうぶんにこなして所期の目的を達成した。

装置全体としての総合性能は大阪大学側での精密調整試験にゆだねられ、今後大きな成果が期待される。

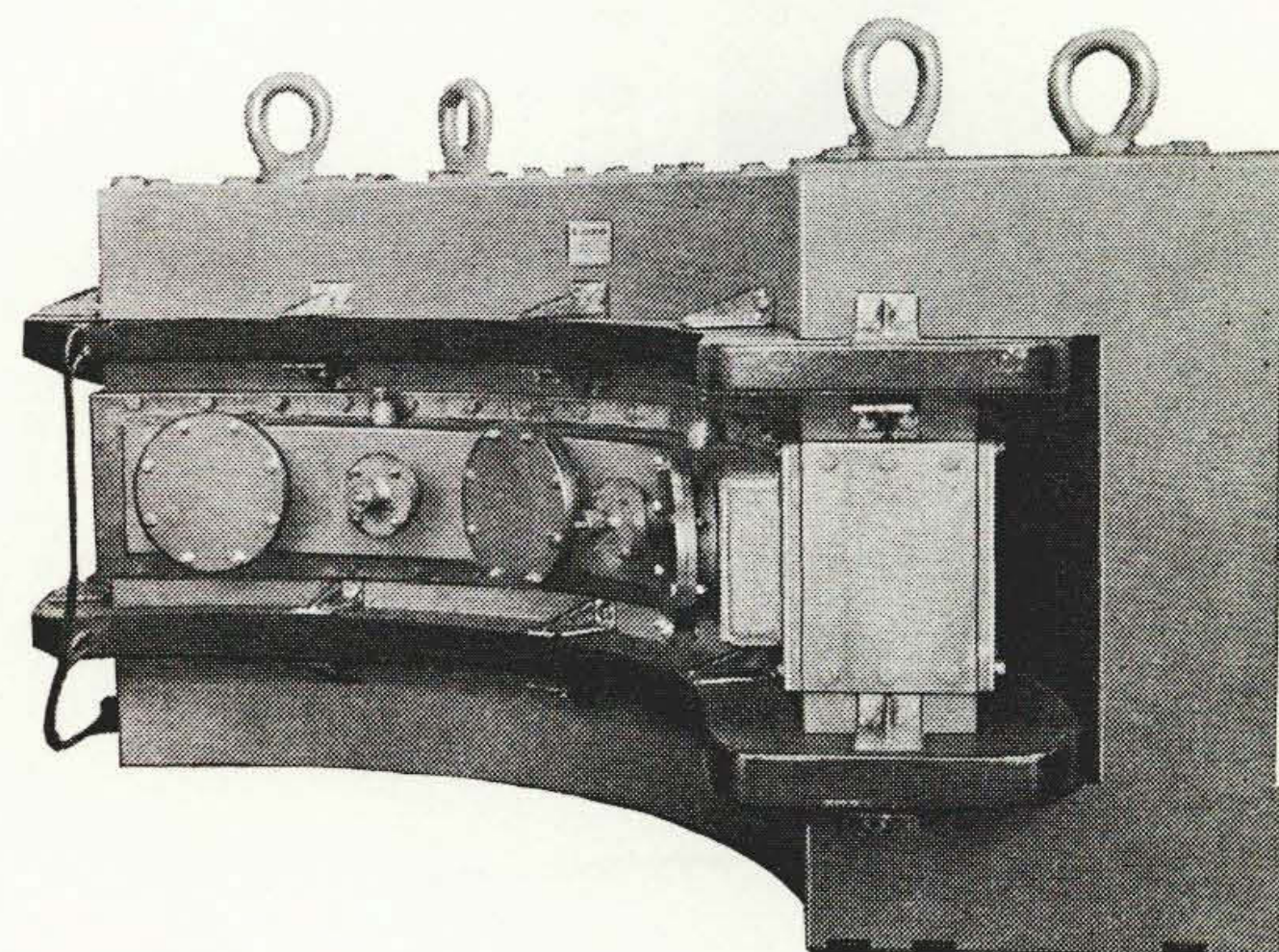


図6 二段二重収れん質量分析装置

表1 性能仕様表

(1) 電磁石装置

	第一磁場用	第二磁場用
最大磁場強度	3,000 ガウス	7,800 ガウス
磁場形状	扇形均一磁場	扇形均一磁場
ビーム曲率半径	2,600 mm	1,100 mm
ビーム偏向角	$106^{\circ}7'30''$	100°
ポール材質	純鉄	純鉄
ヨーク材質	S20C	S20C
構造	C形ギャップ部を真空容器とする	C形ギャップ部を真空容器とする
総重量	約 10.6 t	約 7.5 t

(2) 静電場装置

	第一電場用	第二電場用
電極印加電圧	$\pm 1,500 \text{ V}$	$\pm 1,500 \text{ V}$
電場形状	円筒電場	円筒電場
ビーム曲率半径	3,100 mm	3,100 mm
ビーム偏向角	$73^{\circ}52'30''$	80°
電極材質	SUS27	SUS27
絶縁物	アルミナ (Al_2O_3)	アルミナ (Al_2O_3)
構造	真空容器内に電極を絶縁して内蔵する	真空容器内に電極を絶縁して内蔵する
総重量	約 3.1 t	約 3.4 t

A-1600A シグナル平均化分析装置

本装置は、装置の90%がIC化された1600チャンネル分析装置で、データ分析のほか多くの計算機能を持っている。またIC化により記憶操作時間が、 $2\mu\text{s}$ ECに短縮され、高速のデータ解析にも使用可能になった。

入力プラグイン形で交換することにより多くの分析に使用され、特にシグナル平均化分析は最適である。A-1600-20形ユニットを使用してのシグナル平均化は、NMRシグナルの分析にその機能がじゅうぶんに発揮され、C-13などの分析は本装置によって初めてできるようになった。

また、計算機能を利用しての干渉分光、分析のデータ処理装置としてのフェリー解析器として使用されるなど多くの用途があり、今後の交換ユニットの開発により多くの応用が期待できる。



図7 A-1600A シグナル平均化分析装置
(NMR プラグインユニット付)

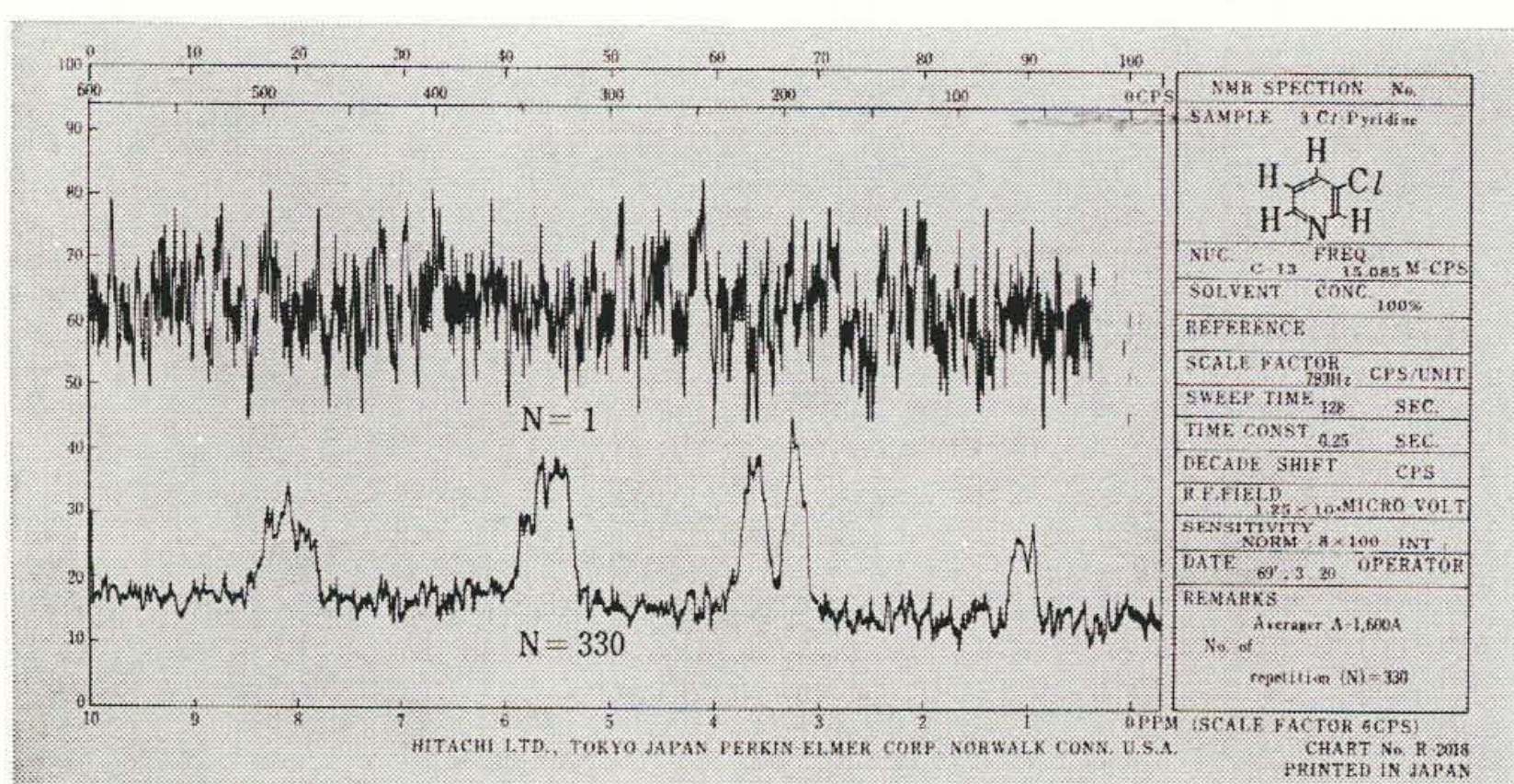


図8 C-13 NMR スペクトロメータによる3Cl-Pyridineの雑音に埋れたシグナル(上)と平均化分析(330回掃引の平均化)でS/N改善したスペクトル(下)との比較

1,000 kV 5段結像レンズ系 超高圧電子顕微鏡

加速電圧の増加により、透過能の増大、試料損傷の減少、色収差の減少、理論分解能の向上があることはよく知られている。今回は

もう一つの利点である制限視野回折の精度の向上により可能となる極微電子回折に有利な5段結像レンズ系(第1対物,第2対物,中間,回折,投射)を開発し、加速電圧百万ボルトの新形電子顕微鏡を製作した。高速電子線発生部は昭和43年製作したHU-650形と同一方式で、15段のCW回路と30段の加速管からなり、高圧安定度は高分解能保証にじゅうぶんな 10^{-6} /分が得られている。また安定な高圧印加と密接な関係のある排気系にはイオンポンプおよび全自動制御パネルを組み込み安全かつ容易に操作できる構成となっている。さらに据付建屋の工事を最小にするため、高圧タンクの基板に鏡体、操作パネル、排気系をつり下げ、この基板を防振ゴムで支持する方式を採用している。なお本装置はイギリス中央電力局納入のためすでに発送された。

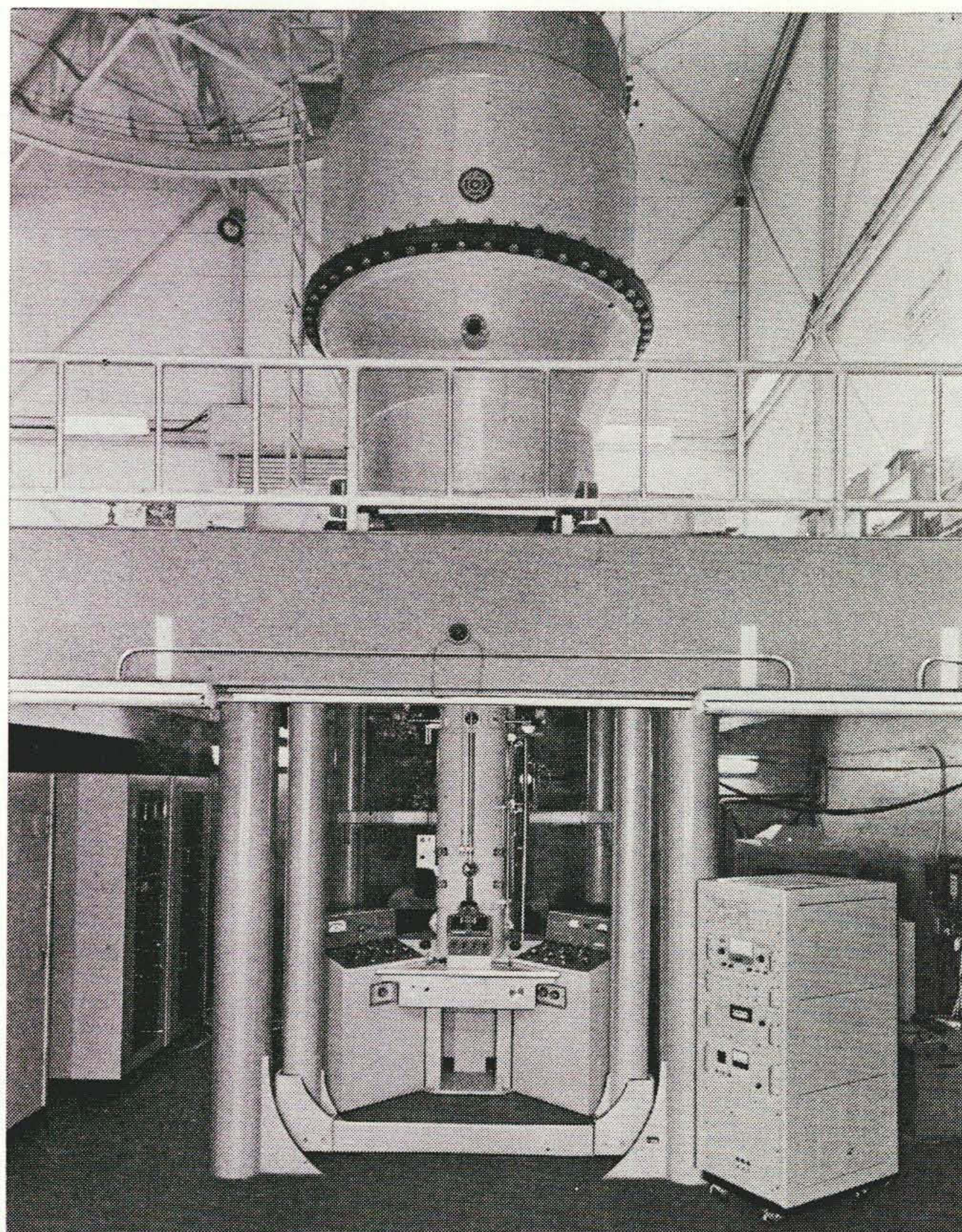


図9 日立 1,000 kV 超高圧電子顕微鏡

207 形原子吸光分光光度計

原子吸光分析法によって金属は非常に高感度で、しかも迅速に分析できることから、原子吸光分析法の導入による分析の能率向上、合理化が盛んに行なわれている。

本装置の光源としては粉末冶金による電極を使用した中空陰極放電管を採用し、濃度リニア方式、スケール拡大方式などの新技術を採用した合理的な設計により、濃度直読の思想を実現した能率的かつ合理的な装置である。

本装置は金属分析の基礎知識や熟練を必要とせず、測定元素が異なってもほとんど同一操作で分析でき、また、分析方法が確立されていないもの、わずらわしい分析、あるいは精度の点で難色を示す微量分析などに威力を発揮し、従来要した多くの時間と人手を一挙に解決した装置である。



図10 207形原子吸光分光光度計

356形二波長分光光度計

本装置は独立して走査できる2個の分光器を組み合わせて1台で次の五つの測光モードを自由に選択できる構造とした自記分光光度計である。(1) 自記分光測光……従来の自記分光光度計の機能。(2) 二波長測光……微小混濁試料の定量分析。(3) 微分スペクトル測光……微小吸収ピークの確認および定量分析。(4) 一波長固定一波長走査……標準試料の得られない試料測定。(5) 二現象測光……一つの試料に対して二種類の波長の吸収変化を同時測定。

本装置の完成により、生化学をはじめとする分野で従来不可能であった混濁試料などの分光測光を可能にした。

さらに、従来の分析法に置き代わる新しい分光測光法として多くの分野で注目されている。

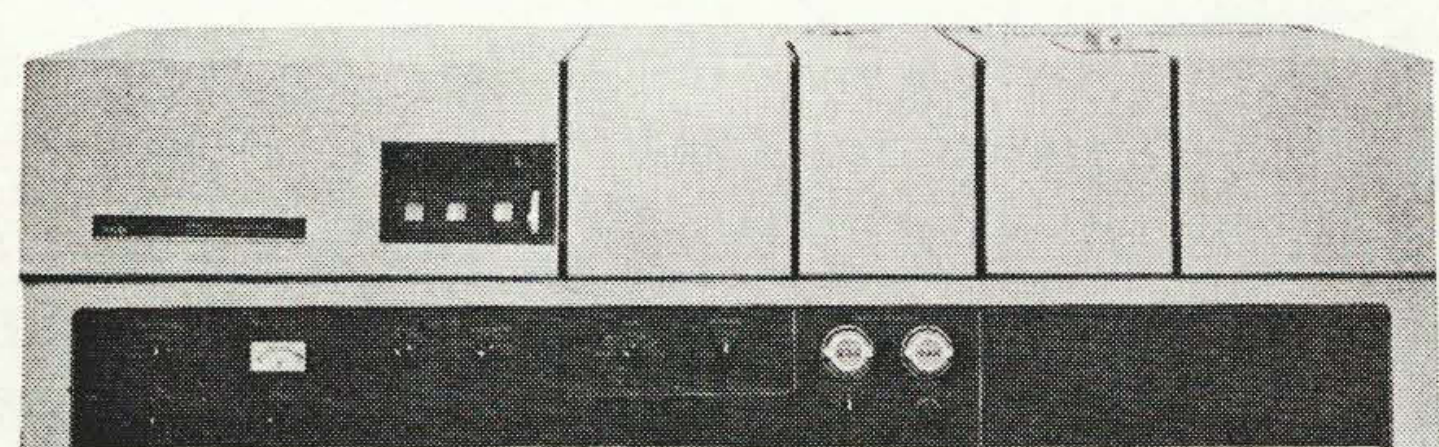


図11 356形二波長分光光度計

MODEL 037 日立アンプルチェッカー

現在医薬品の製造工程はほとんど自動化されているが、異物検査工程のみはまだ人手にたよっている。本機はこの検査工程のうちアンプル内の異物検査を自動化する試みをもって開発されたものである。本機の完成によって、(1) 工程の自動化、(2) 人員の節減、(3) 能率の向上、(4) 品質の向上、などが図られるものと期待されている。

なお、本機はその検知感度の機械的一定性を利用して、(1) ロット管理、(2) 検査員の訓練機械、としても活用できる。

おもな仕様は次のとおりである。

- (1) 対象アンプルサイズ 1~3 ml
- (2) 処理能力 19,000 本/8h
- (3) 検知方式 パルス波高法、2段検知

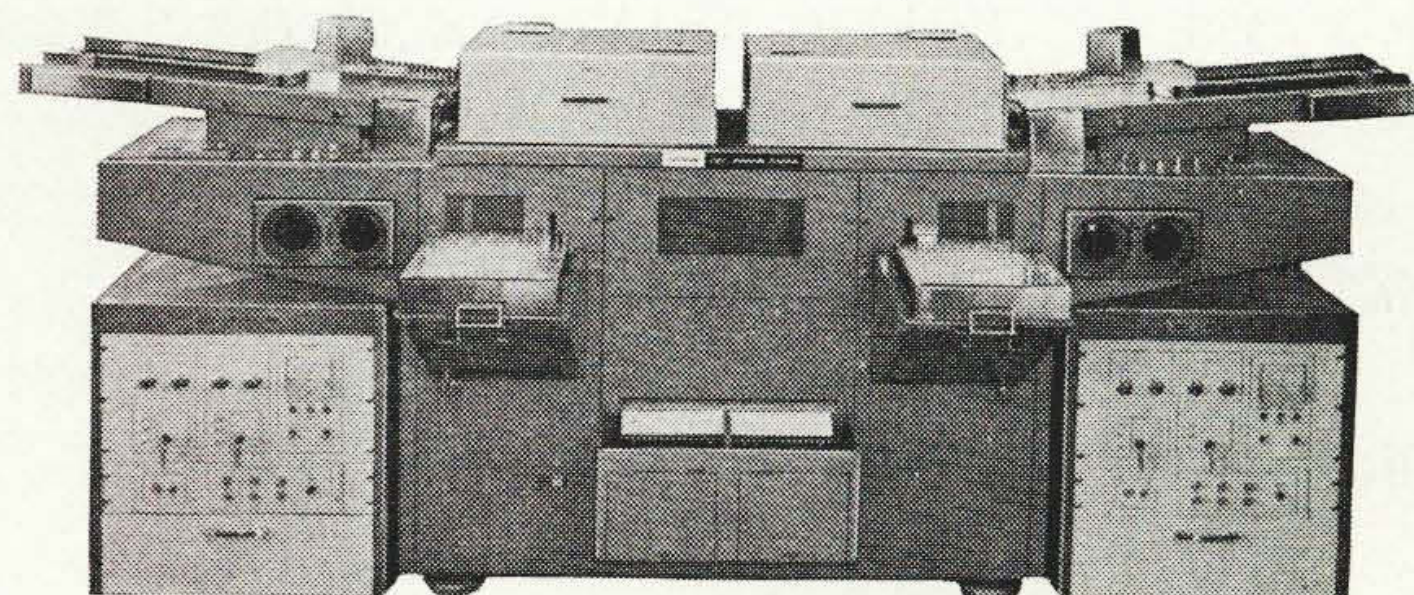


図12 MODEL 037 日立アンプルチェッカー

16 HS 形高速度カメラ

このカメラはコンパクトサイズで設置や、とう載に便利な構造をもっている。価格も低廉である。

最高撮影速度は5,000 コマ/秒であり、特別付属品を使用することによって広範囲の撮影速度(20~10,000 コマ/秒)が得られるので理工学、化学、医学方面での運動解析に便利である。

カメラ本体および付属品は、3軸方向50×gの加速度に耐えられるHigh G(耐衝撃)構造にしてあるので、自動車にとう載して衝突時におけるとう乗者の運動や、車体の変形などを記録して改良に役だたせることができる。

仕 様

- (1) 寸 法 217×230×287 mm
- (2) 重 量 7.5 kg
- (3) 撮 影 速 度 500~5,000 コマ/秒
- (4) コントローラ 内 蔵
- (5) 電 源 100~115V, 200~240V 50/60 Hz
- (6) 速 度 制 御 電子スピードコントローラ(特別付属品)により精密制御(±1%)ができる。
制御範囲 200~3,000 コマ/秒

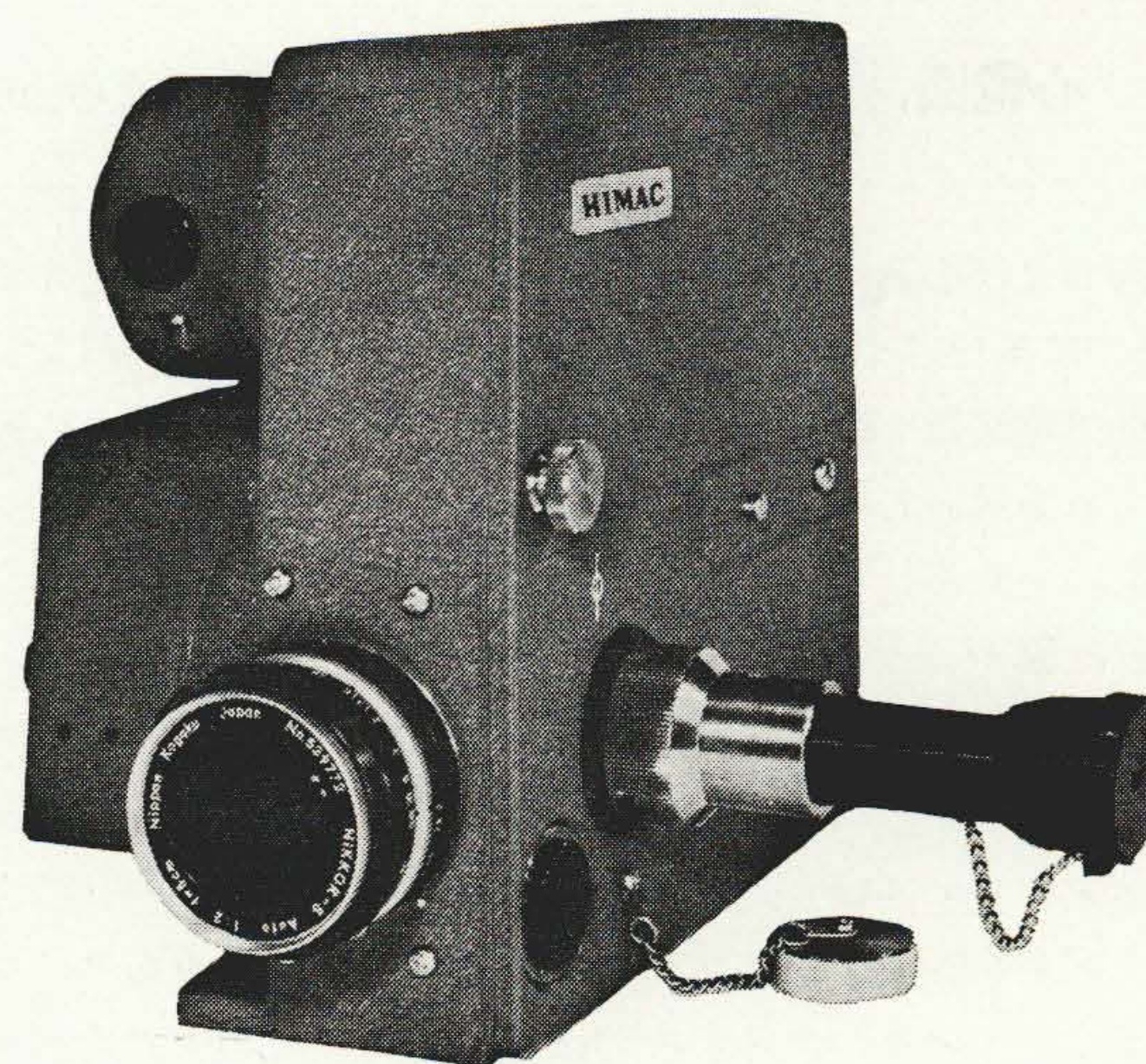


図13 16 HS 形高速度カメラ(本体)

X 線高電圧装置新形シリーズ完成

性能向上，輸出促進の要求にこたえ X 線高電圧装置（X 線制御装置，高電圧発生装置）150 kVp，125 kVp，100 kVp 級の 3 種類を開発した。主要点は次のとおりである。

- (1) 本装置の定格出力は従来装置に比較して大幅に増大，国際規格に適合したものになっている。
- (2) 高電圧発生装置は，半導体整流器（高圧シリコン整流器）の使用により寿命が半永久的である。
- (3) また，ぜん新な丸形ケースの採用により小形軽量化し，床面積も節減した。
- (4) X 線制御装置は操作器類，計器類が人間工学的に配置され，取り扱いが非常にやりやすくなっている。
- (5) 透視，撮影時の X 線管電圧，電流はそれぞれ別個に調整可能で，別個に表示され，mAs 調整は広範囲に無段階に調整できる。
- (6) 外形はデスクタイプで，しかも薄形であり，設置が容易である。

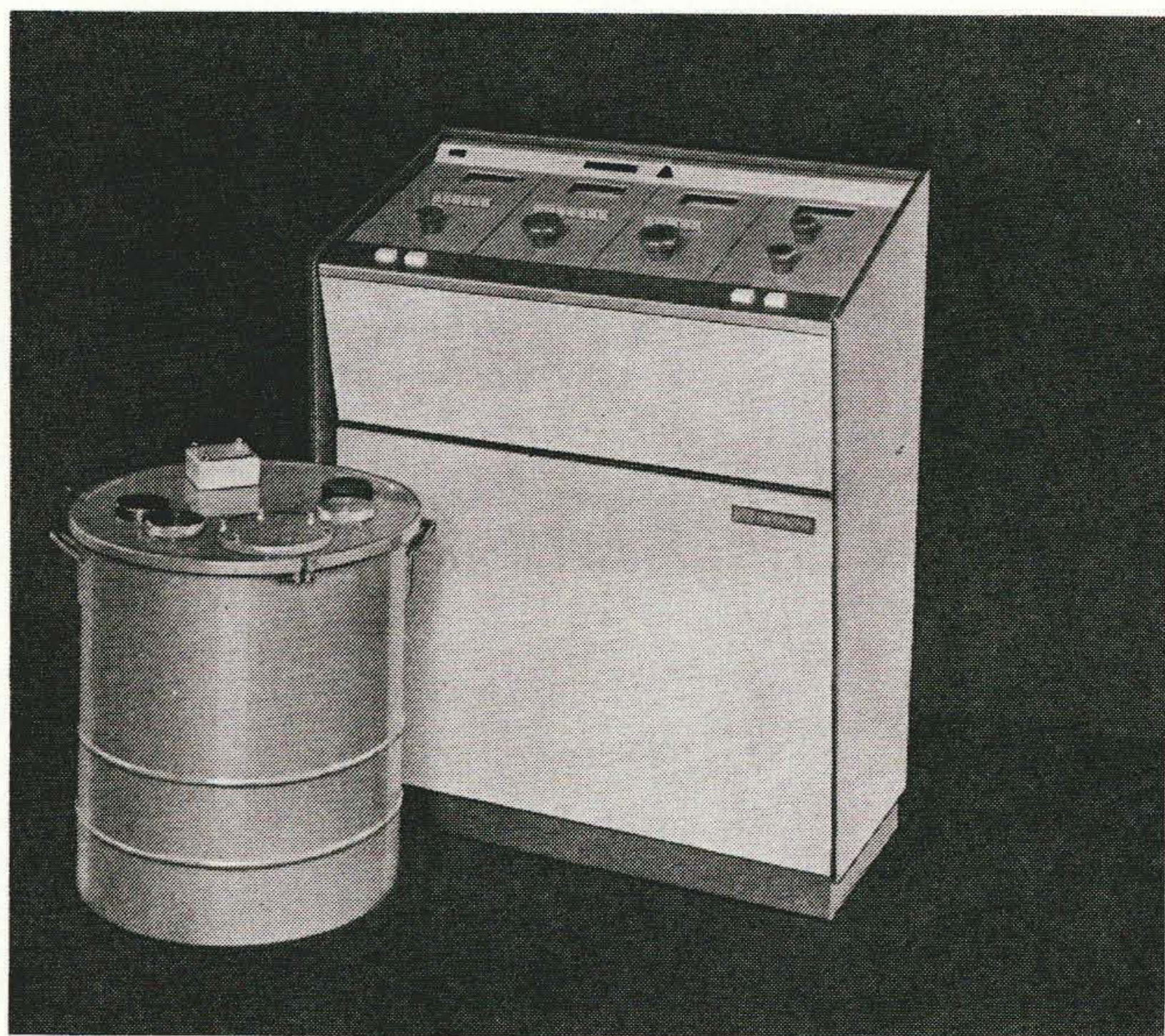


図 14 X 線高電圧装置

心電図，心音図の自動処理システムの完成

心電図および心音図をデジタル計算機を用いて判読する方法は，今までにもいくつか研究発表されてきたが，今回開発した心電，心音自動処理装置（図 15）は心電および心音信号をアナログ量のまま処理する方式としたもので，臨床上実用化したシステムとしては最初のものである。

本装置は図 16 に示すように処理装置本体，出力制御部，データタイプライタ，ペンレコーダ，データレコーダ，モニタオシロスコープおよび電源部からなり，(1) 生体から心電および心音信号を採取し適当な大きさに増幅し，(2) パターン認識をして波形の計測を行ない，(3) 病名を診断したのち，(4) その病名と計測値をタイプライタで印字することができる。そのほかに本装置を中央の大形デジタル計算機に接続し病歴管理やカルテの作成を容易にし，病院全体の自動化に大いに威力を発揮することができる。

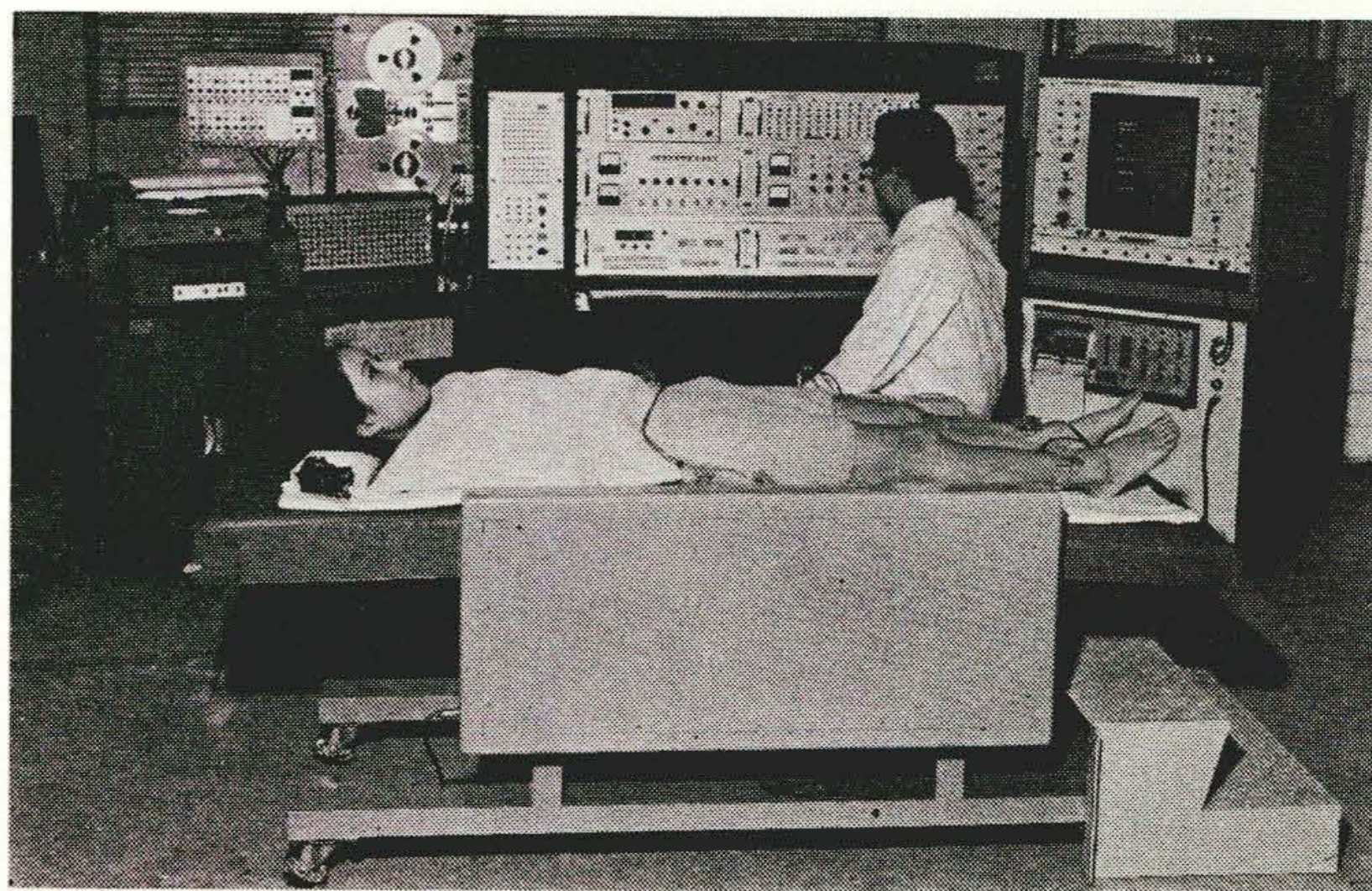


図 15 心電心音自動処理装置

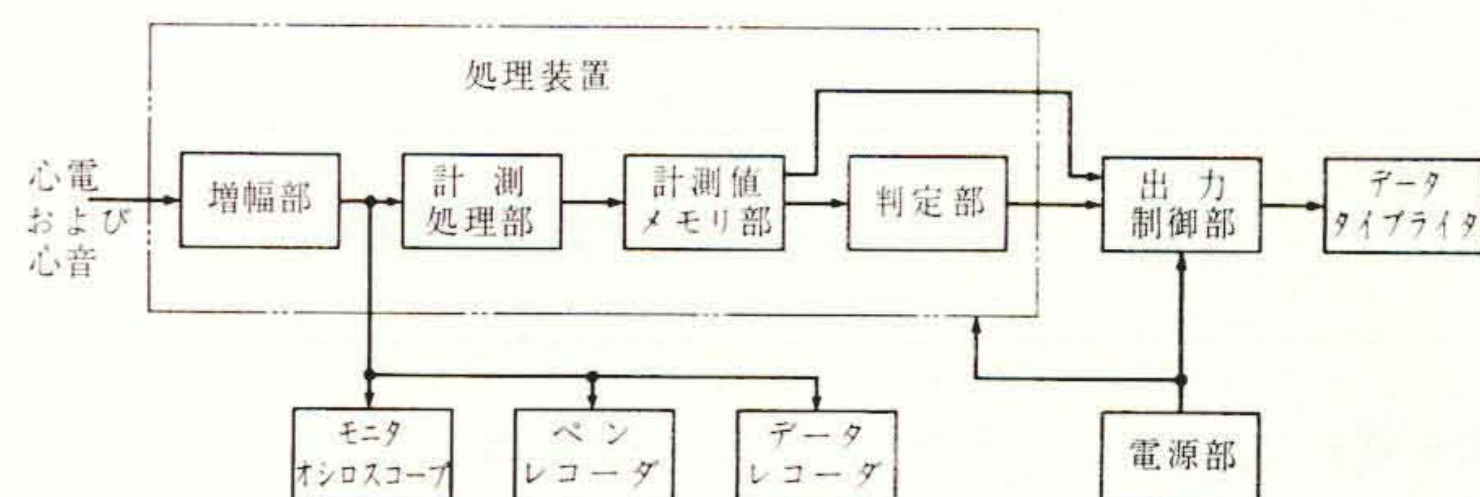


図 16 心電心音自動処理装置ブロック図

シンチレーションカメラ RC-IC-1105 形

シンチレーションカメラは人体に投与した RI の体内臓器における蓄積分布の状態，各器官内の移動の状況などを，機械的な走査をしないで大直径のシンチレータにより直接観測する静止形の RI イメージ装置である。われわれは今般，高度な機能を持ちながら，合理的で取り扱いやすい臨床検査用の実用機としてシンチレーションカメラ RC-IC-1105 形を開発した。

本装置には 29 cm の NaI (Tl) 結晶を用い，これを 19 本の光電子増倍管で受光して，複雑な電子回路の処理を行ない，ブラウン管上に結晶が受光した位置に対応した輝点を生ぜしめ，ボラロイドカメラでこれを蓄積しシンチグラムを得るものである。静止したままで像が形成されるので，短時間に像が得られ，連続的に撮影したり，スケーラによって同時にカウントすることにより，各器官の動態観察が可能である。またデジタル出力は電子計算機を中心とするデータ処理装置によって種々のデータ処理が施されるようあらかじめ用意されている。

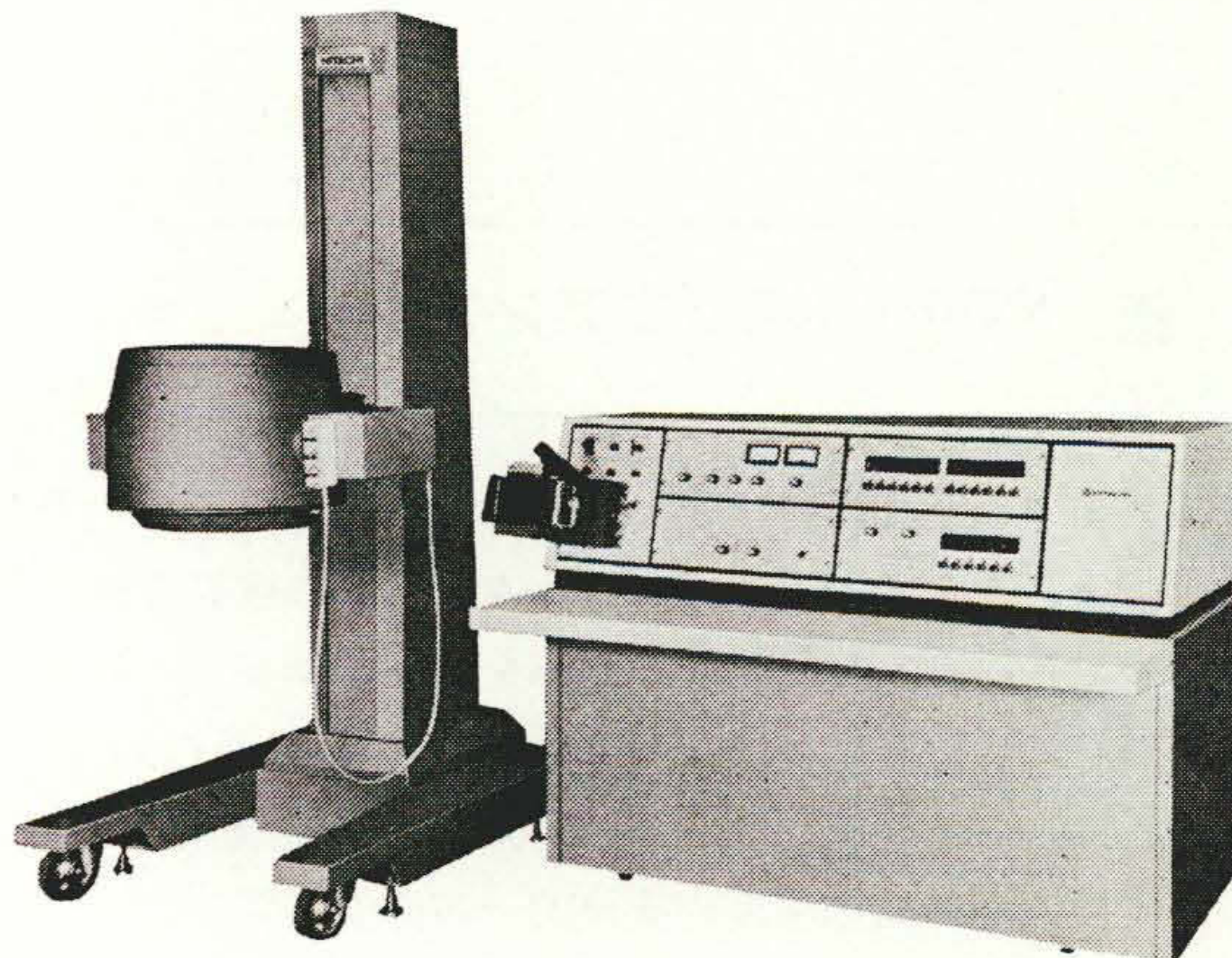


図 17 シンチレーションカメラ RC-IC-1105 形