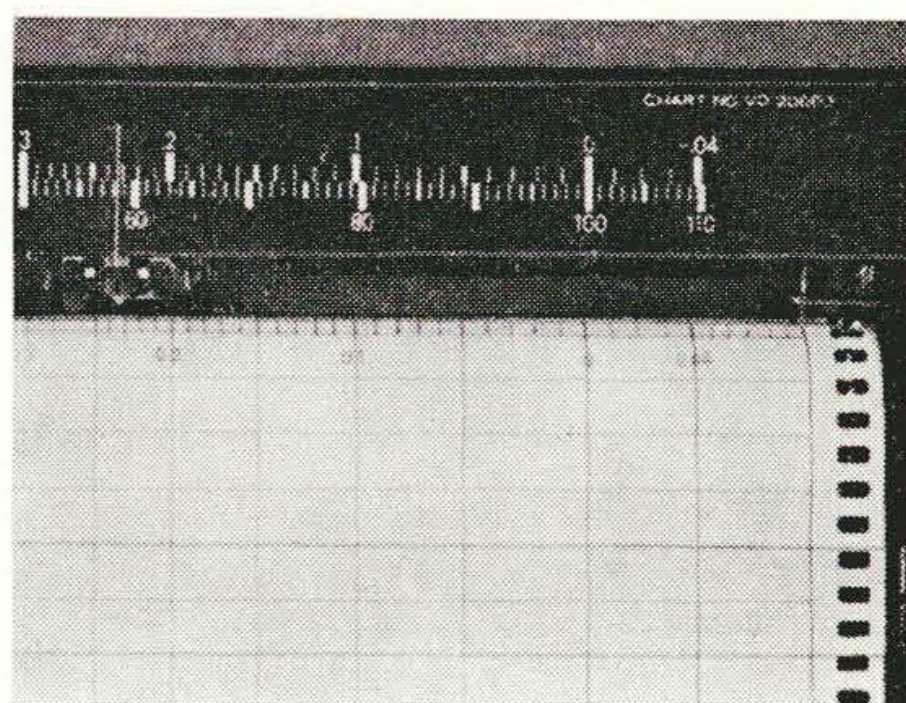


7

計測機器
理化学機器

Measuring and Scientific Instruments



総説

産業界の急速な技術革新の一翼をになって計測器も機能、品質など時代の要求に応じた製品が開発された。

計器およびリレー部門：自動制御回路用として半導体を用いた SA 90 形無接点リレーをはじめ、A90 形ミゼットリレー、A70 形パワーリレーなどを新たに加え、日立オートメーションリレーのシリーズ化を完成した。QPD 形卓上記録計では高感度高入力インピーダンス化に成功、一方、生産技術面において積算電力計の部品加工の自動化をはじめ合理化が促進され品質、生産効率向上などの成果をあげた。

石油化学、鉄鋼、繊維など生産工程の集中管理方式の発達に伴い工業計器の進歩も著しい。AGH-2 形プロセスガスクロマトグラフもその一つである。本器は生産ライン中のガスあるいは液の組成を連続的に測定する自動分析計で、多成分を個別に定量分析する在来の製品に比べ、取り扱い保守が簡易化し、信頼度も著しく向上し計算機制御の検出端としても使用されている。また「日立ユニtrol」の名前で親しまれている電子式計器(伝送器、調節計、積算計、演算器など)および中形の記録計 VKX₃₅ 形など使いやすさ、機能向上の面で改良が加えられ、一連の空気圧式計器の充実とあいまって需要の拡大が図られた。

理化学機器：有機化学の著しい進歩に伴い化合物の構造解析に高性能の質量分析計が要望されてきたが、日立製作所ではこれにこたえ、分解能力 10 万(質量数の 1/100,000 の差まで識別可能)の世界最高の分解能力をもつ RMH-2 形高性能質量分析計を開発した。そのほか使いやすさをねらった普及形 RMS-4 形質量分析計、LP ガス分析用の 043 形ポータブルガスクロマトグラフを完成、市場の拡大に成功した。

電子顕微鏡は最高印加電圧 650 kV の超高圧電子顕微鏡を西ドイツマックスプランク研究所に納入したのをはじめ、100 kV クラスでは最高の分解能をもつ HU-11 E 形、取り扱いの簡易化された普及形 50 kV の HS-8 形などの電子顕微鏡を完成した。

光学装置関係では分光光度計などの心臓部である回折格子の国産化に成功した。性能、価格面においても輸入品にまさるもので、国内のメーカーはじめユーザーからの引き合いも活発である。

医療機器：ラジオアイソトープは以前から治療面で用いられていたが、最近では診断面の利用が著しく発達し核医学として臨床部門で大きな位置を占めてきている。新製品としてこのほど千葉大学に納入された RSW-IIA-520 形ホールボディスキャンナもその一つで、今後この種の機器の需要が急速に伸びると考えられる。一般の X 線装置部門では X 線テレビを中心として透視撮影台の操作の自動化、機能向上、診断の効率化など各種の改良が進められた。

■ 記録計高入力インピーダンス化

今回 QPD 形 (165 形) 記録計のシリーズとして高入力インピーダンス化した単一レンジ, 多レンジ製品を開発したが, 本記録計は不平衡入力インピーダンス $200\text{ k}\Omega$ 以上の高入力インピーダンスを有し, 単一レンジ品で許容信号源インピーダンス $30\text{ k}\Omega$, 多レンジ品で全レンジ $10\text{ k}\Omega$ を保証している。また定格入力電圧 1 mV でかつ基準電源としてツェナー電源を使用している。本器の特長とするところは高感度, 高入力インピーダンスにもかかわらず, AC コモンモード雑音除去能力 140 dB , DC コモンモード雑音除去能力 160 dB を有している点である。

高入力インピーダンス化するにあたって, まず第一に問題になるのは増幅器内の雑音である。低入力インピーダンスの場合には入力トランスにより増幅器内の電圧性雑音は大幅に改善されるが, 高入力インピーダンス化に伴い入力トランスによる電圧性雑音の改善度合は悪くなってくる。したがって, 低入力インピーダンスの場合における入力トランスによる電圧性雑音の改善度合からの低下を補償するよう入力回路部のシールドリングの増大およびチョップ自身から発生する雑音の低減が要求され, これら雑音を極力落とす必要が生じてくる。そのほか雑音源としては基準電源部より流入する基本波成分雑音がある。この基本波成分雑音を低下させるにはツェナー電源部の操作電源との結合を小にしなければならない。

高入力インピーダンス化することにより新しく出てくる問題は入力回路部における各部品の絶縁抵抗である。もしこれら部品にじゅうぶんな考慮が払われていないならば, 高入力インピーダンス化に伴って入力回路部のコンデンサを含む放電回路の放電時定数が増大し, 使用部品の絶縁抵抗の平衡がとれていない場合, その絶縁抵抗の低い部分を通して放電し, あたかもドリフトの様相を呈する。したがって入力回路部の各使用部品の絶縁抵抗の平衡は重要な問題となる。

以上, 高入力インピーダンス化するにあたっての問題点を記述したが, 本器の特長とする AC および DC コモンモード雑音除去能力を増すためにガード方式を採用している。したがって記録計内部の基準ポテンシャルをガード端子におき, 測定形式により測定端子とガード端子の切り換えを行ないコモンモード雑音除去能力の増大を図っている。

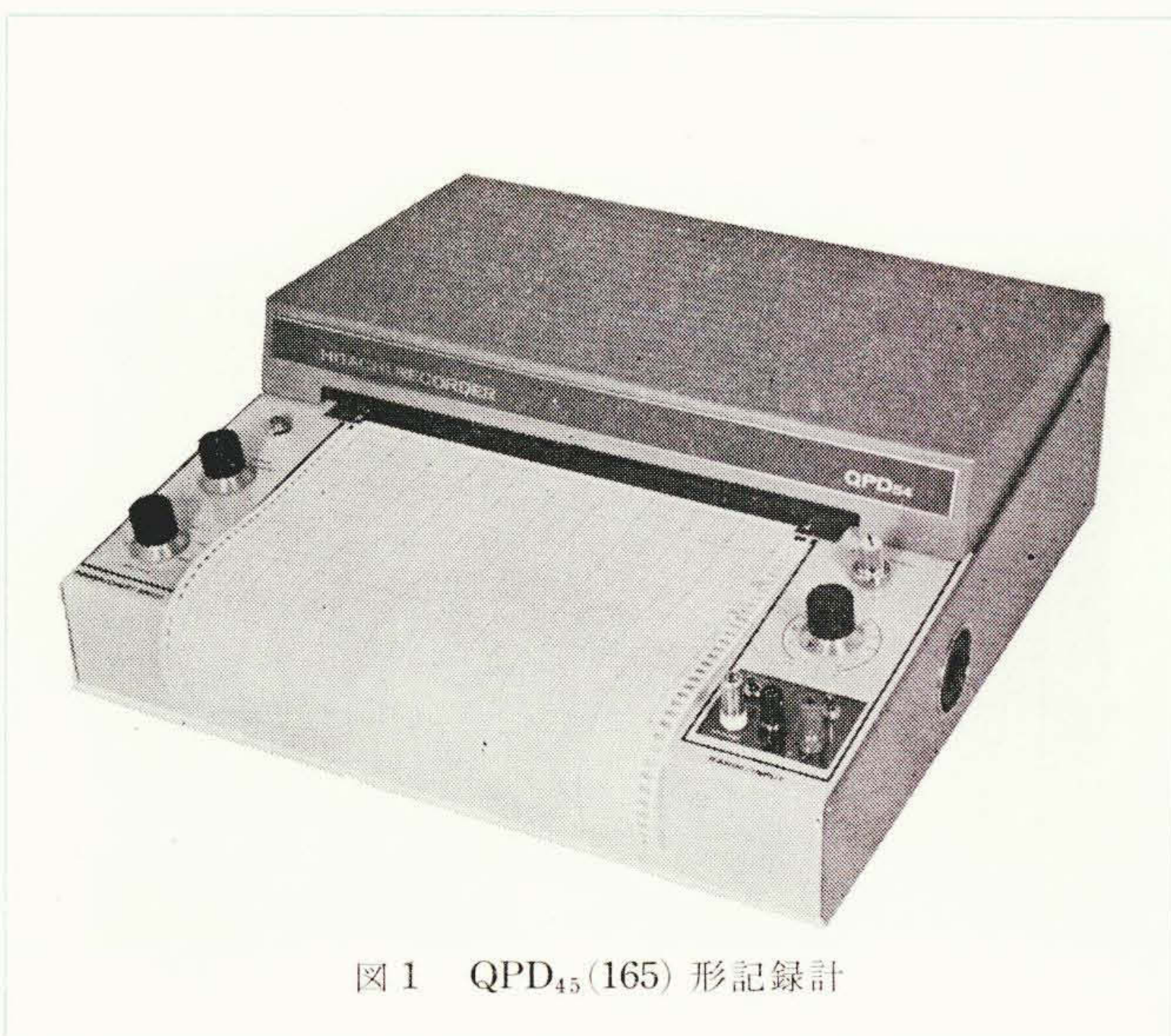


図1 QPD₄₅(165)形記録計

■ AGH-2 形プロセスガスクロマトグラフ

プロセスガスクロマトグラフは装置工業のプロセス成分の自動濃度測定装置であって, 多成分・多プロセスの同時分析の可能性およびすぐれた選択性と適応性を備えた工業分析装置である。

ここに開発した装置は従来の AGT 形を改良してデスクタイプ・三機能分離構造としたもので, 取扱保守の簡易化と応用性の多様化を主眼とし, 性能的にも高度のレベルアップを行なっている。

その特長とするところは,

- (1) デスクタイプとして安定感を増し, 操作監視部の位置に考慮を払った。
- (2) 分析部, 電気回路部, 流量調整部と機能的に三分割し, 機能ごとに操作保守を可能として, 作業の簡易化と迅速化を図った。
- (3) 恒温槽は従来の $50\sim 100^{\circ}\text{C}$ に対し, $35\sim 200^{\circ}\text{C}$ を可能とし, SCR 移相制御-1 ヒータシステムによって Warm up time の短縮 (従来の $1/2\sim 1/3$) と安定度の高度化 ($\pm 0.05\text{ deg}$) を行なった。
- (4) タングステン線検出器を導入し, H_2 , A, N_2 キャリヤガスの使用を可能にし, 運転維持費を下げた。
- (5) 各種付属ユニットの装着, 結合を容易にしたので, 5分以下の高速分析システム, PPM オーダの微量分析および液体試料の分析への適用が可能となった。
- (6) クロマトグラムピーク値の高速スキャンシステムにより, プロセスコンピュータとの結合がきわめて容易となった。

本装置はすでに日産化学工業株式会社などに納入し順調な稼働を続けている。昭和電工株式会社, 三菱化成工業株式会社などからも総計 30 台以上の受注をしている。

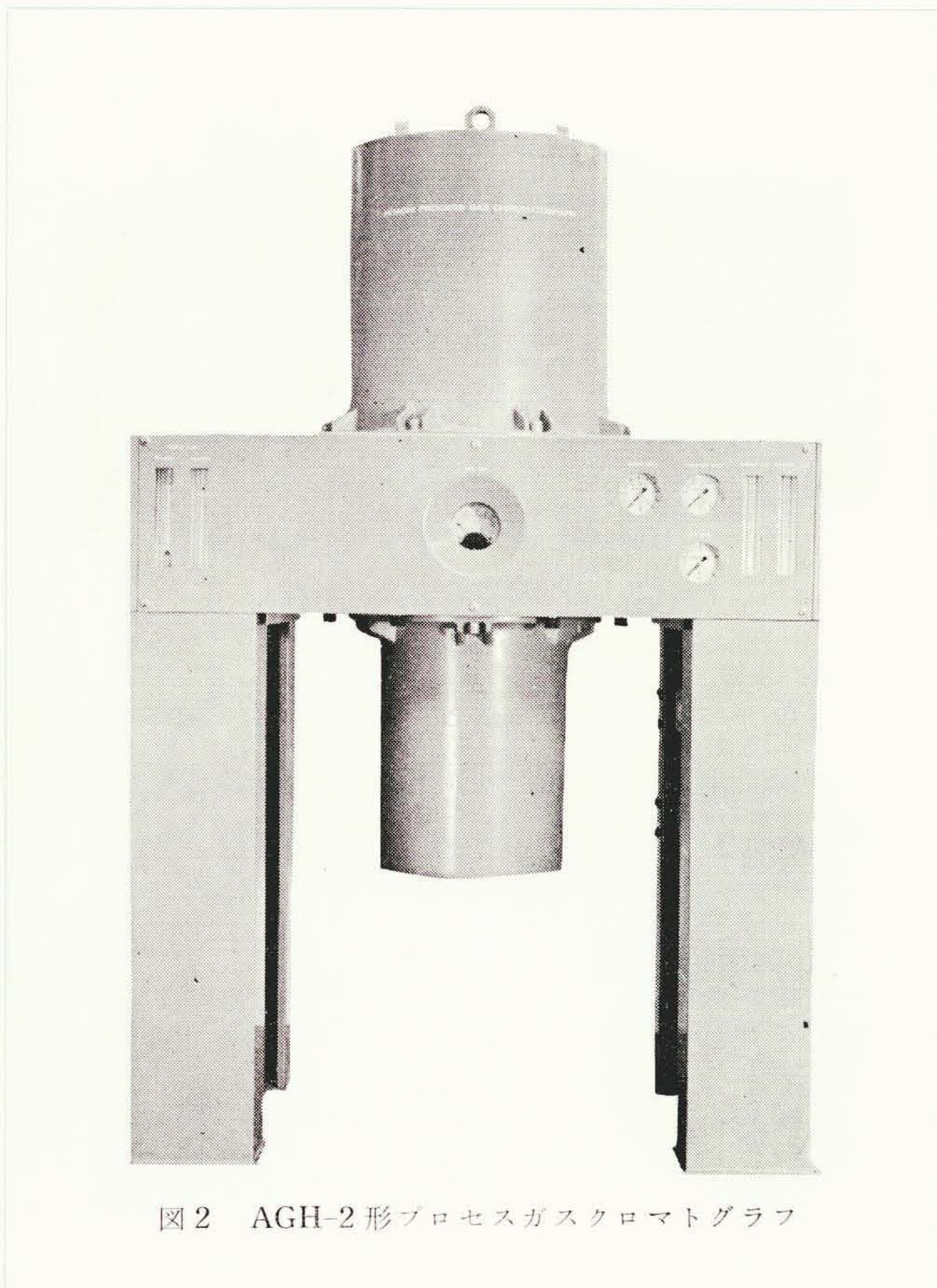


図2 AGH-2 形プロセスガスクロマトグラフ

有機化合物構造解析用 RMH-2 形質量分析計

質量分析法が有機化合物の構造解析の分野に応用されるに及んで、ますます分解能の高い装置が要望されるようになった。日立製作所では現在、RMU-7 二重収斂(れん)形質量分析計(公称分解能 20,000)を高分解能の装置として販売しているが、上述のごとき情勢に対処すべく、常用分解能 50,000 の二重収斂形質量分析計(Nier-Johnson 形)を試作し、引き続き製品化を行なった。この装置の磁場半径は 40 cm、その偏向角 70 度(RMU-7 では 20 cm、90 度)、電場半径 50 cm、70 度(25 cm、45 度)で操作性、準安定イオンの測定なども考慮してイオン光学系の設計がなされている。従来製品より 1 けた以上明るいイオン源および利得(10^6 以上)二次電子増倍管も同時に開発した。電源部は高電高圧部の一部を除いてはすべて半導体化されており、信頼性の向上、保守の容易化とともに電力の節減がなされている。

得られた限界分解能は 130,000、また信号対雑音比 1 に相当するイオン電流を得るに必要なコレステロール(分子イオン)の流量(感度)は 5×10^{-13} gr/s でこれらは世界最高の性能である。精密質量測定は電子計算機と組み合わせることにより容易かつ迅速に行なうことができ、その精度は $(M/e=1,000) \pm 1$ ppm を目標としている(一部開発実験中)。

なお、本装置の試作はアメリカ Purdue 大学(現在 Cornell 大学に移籍) Dr. McLafferty 教授と共同研究で行なったもので、本年末までには Purdue, Cornell 両大学に納入される予定である。国内では名城大学に近く納入される。本装置の受注の見通しも明るく、近く 1 台/2 ヶ月の生産態勢が整えられることになろう。

図 3 は装置の外観、図 4 は 1/89,100 の相対質量差をもつキセノン、トリクロルエチレン混合試料で得られたスペクトルを示す。

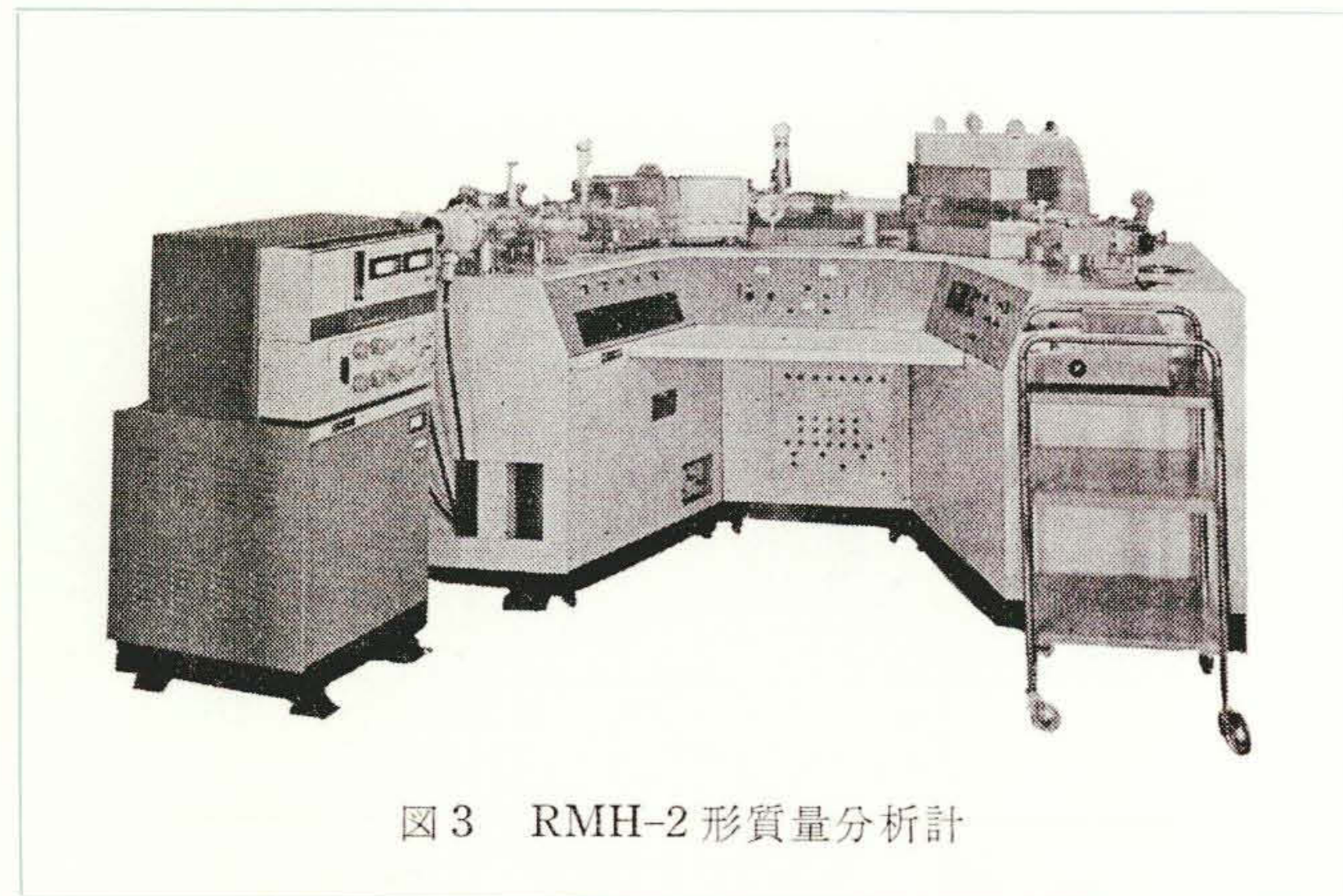


図 3 RMH-2 形質量分析計

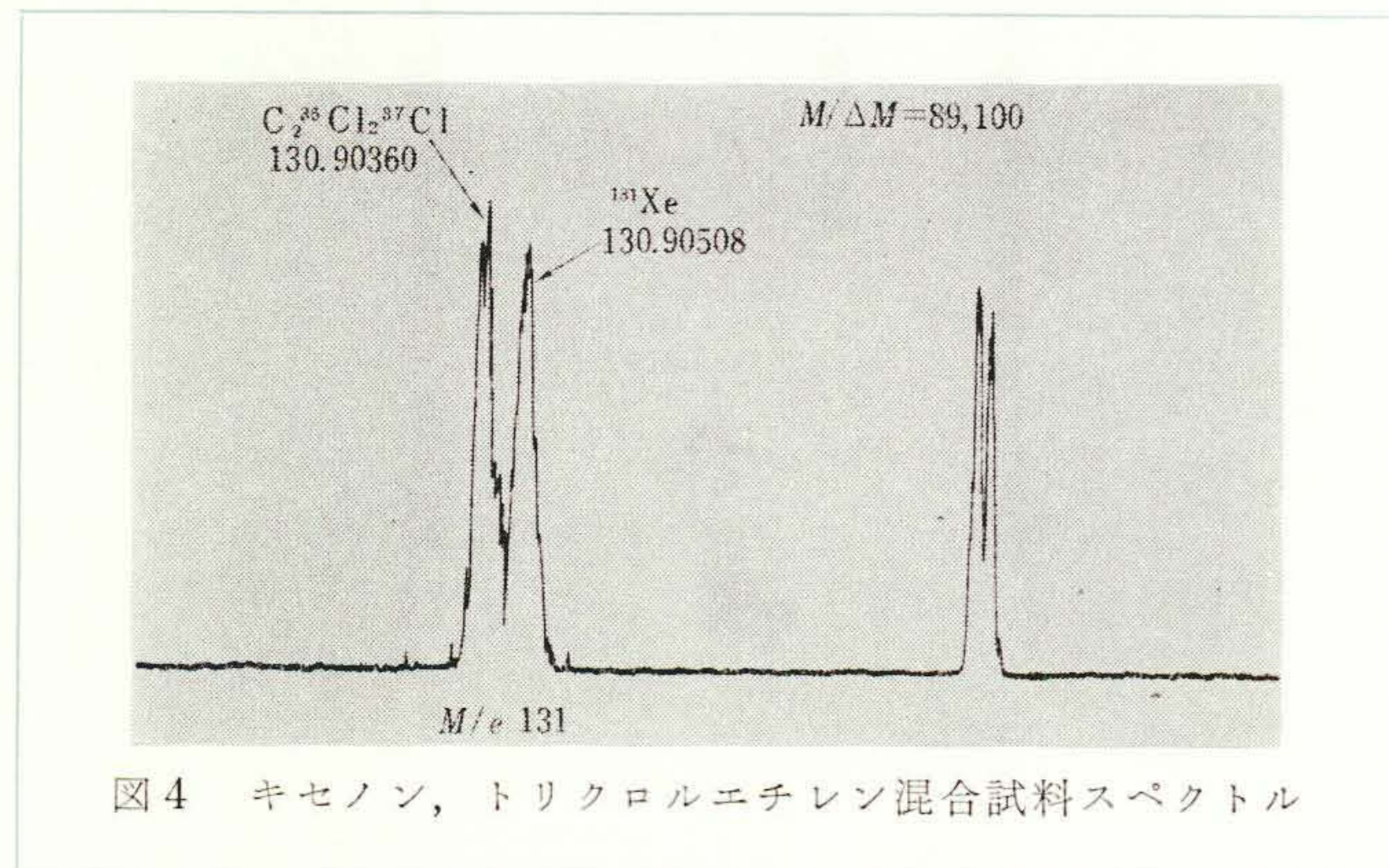


図 4 キセノン、トリクロルエチレン混合試料スペクトル

ガスクロマト法による CHN 同時分析計

有機化合物中の炭素、水素および窒素に関する元素分析は、有機化合物の構造決定あるいは化学工場における品質管理など各分野で需要度の高い分析法である。しかし従来広く用いられてきた炭水素分析に対する Pregl 法、窒素分析に対する Dumas 法では、燃料操作あるいは吸収管の秤量などに高度の技術と熟練を要し、また 1 個の試料で 3 元素を同時に分析することは不可能である。これらの点を改善し、分析操作を簡易迅速化するため、ガスクロマト法を応用した CHN 元素分析装置を開発した。ガスクロマト法を適用する場合の問題点は試料の燃焼法と生成ガスの分離法である。燃焼生成ガスを効果的に分離するためには、試料を完全燃焼させると同時に生成ガスを栓型(せんがた)に分離カラムに導入する必要がある、図 5 に示すような燃焼系を用いた。He キャリヤガスの流路系内にそう入棒の内管を通して純酸素を通気する独立した白金製の試料室を設けた。試料がそう入棒の操作により燃焼炉にそう入されると同時に純酸素が一定時間、自動的に通気される。試料は純酸素ふんい気中で燃焼すると同時に酸化銅層に送られ、さらに還元銅層を経て N_2 、 CO_2 および H_2O の混合ガスとなりガスクロマト系にはいる。生成ガスの分離用カラムとしては、長時間安定した分離性能をもつポラス・ポリマーカラムを用いた。分離された各成分ピークの面積は自動的に積分され、その値は印字記録される。

図 6 には P-Bromacetanilide, Acetone-2, 4-dinitrophenylhydrazone, Cholesterol および S-Diphenylthiourea の分析結果を示した。CHN 各成分は絶対誤差 $\pm 0.3\%$ 以内で約 6 分で測定可能である。試料の秤量操作をのぞいて、全操作がプログラマーにより自動的に行なわれるので、特殊な技術や熟練を必要としない。

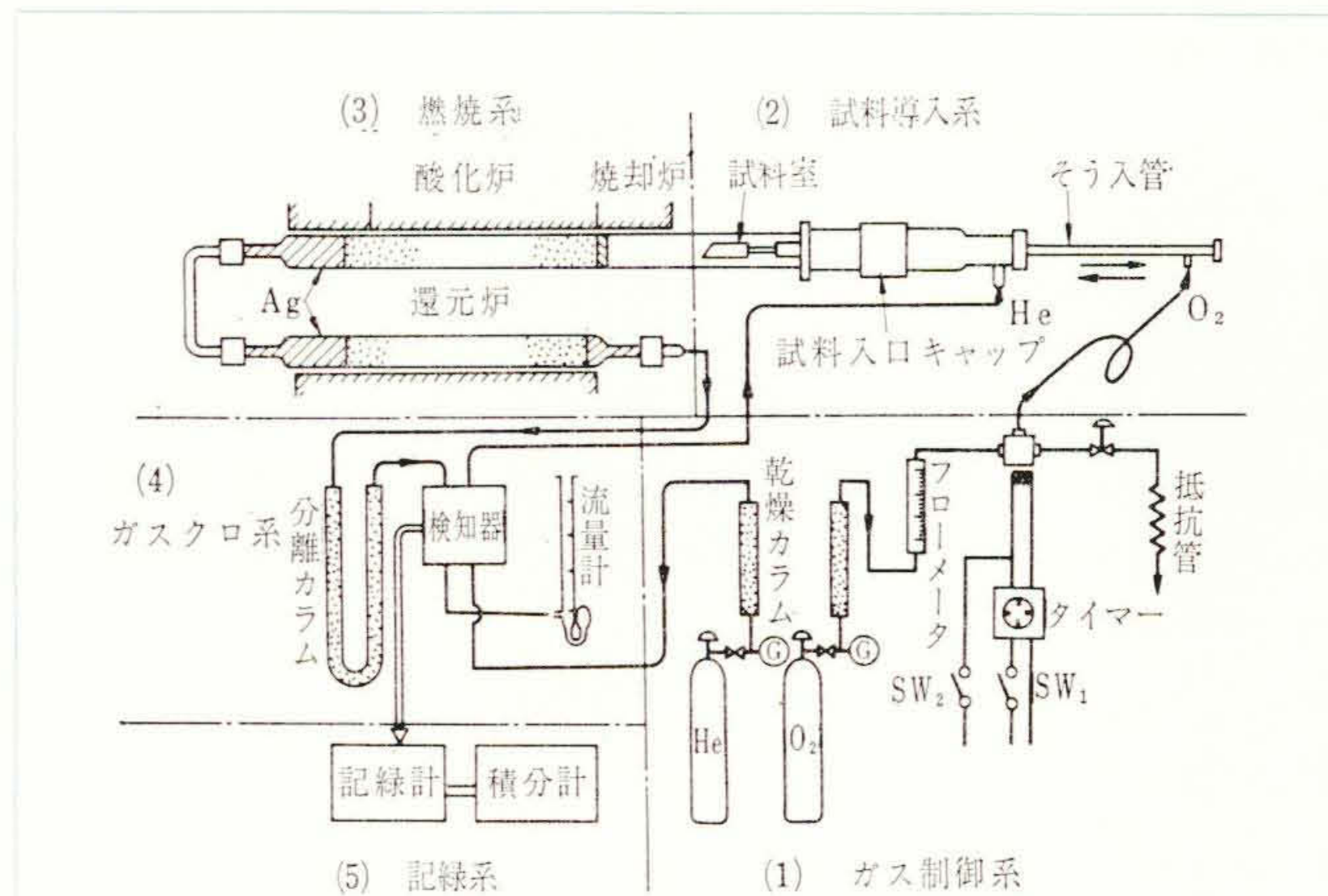


図 5 分析計の構成

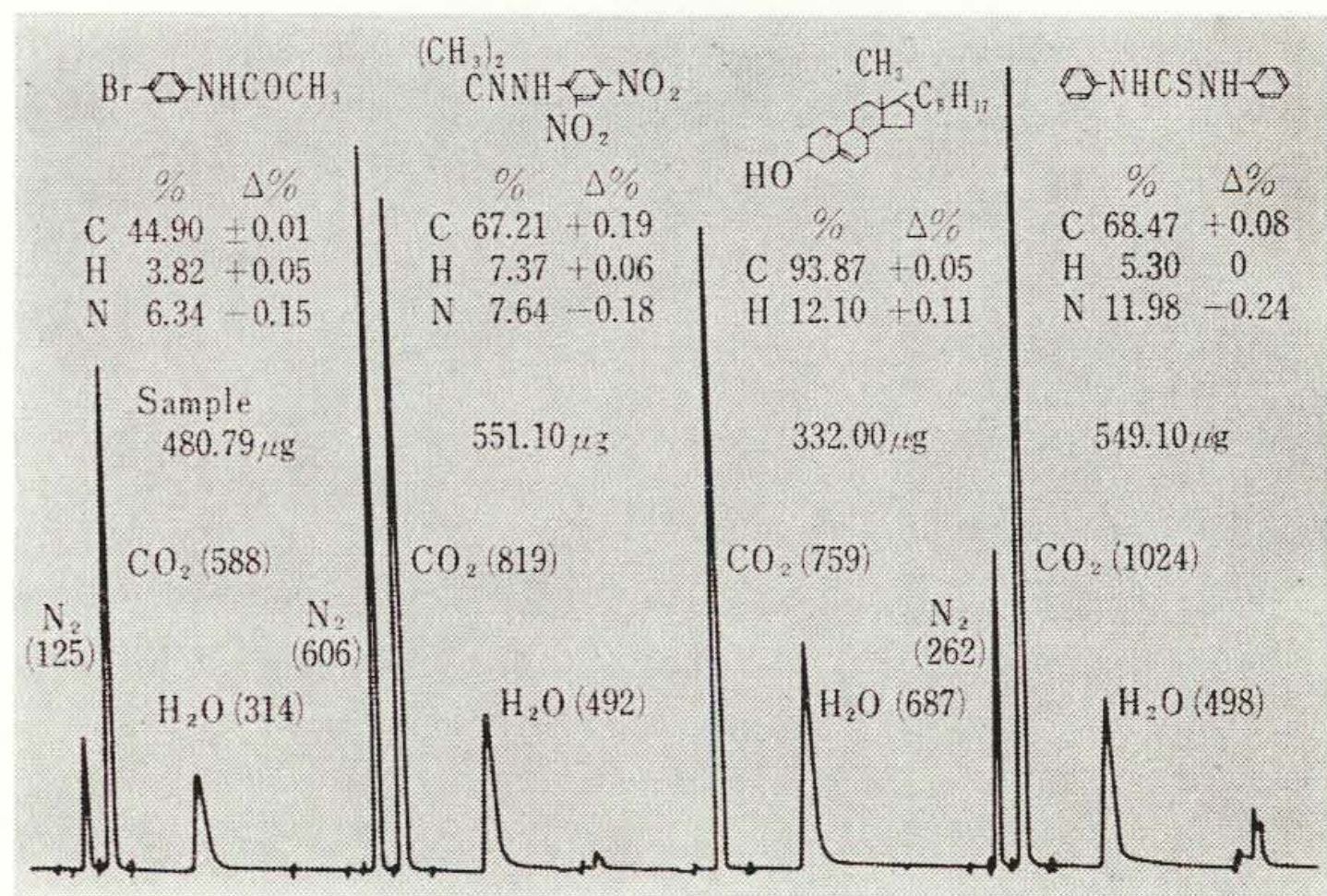


図 6 測定例

■ 加速電圧 650 kV の超高圧電子顕微鏡

西ドイツのマックスプランク研究所およびアメリカ・カリフォルニア大学納のHU-650形超高圧電子顕微鏡を製作した。加速管とコッククロフトウォルトン形高圧発生装置を高圧タンク内に収納し、フロンガスを封入して絶縁を保たせる構造を採用し、欧米で製作されている開放形のものに比べきわめてコンパクトな装置とした。また高圧回路部分を加速管に対称に配置し、またそれらを静電的にシールドすることによってこの加速電源の安定度を 6×10^{-6} /分程度とすることができた。結像レンズ系で最も重要な対物レンズの収差を極小とするため、その励磁を最適値の17,200ATとした。この強励磁条件で対物レンズを動作する場合、通常のコイルではその温度上昇の制御、ピント合わせ時の電流変化のレスポンスに難点を生ずる。コイルを分割巻きとし、それぞれを独立した電源で励磁するという独特の方式でこれを解決した。鏡体は通常の100 kV 顕微鏡よりもかなり大形化したので可動絞りの調整などすべての調整ツマミをリモートコントロール可能とし、その操作性を標準電子顕微鏡と同程度に容易なものとした。また金属試料観察時、ひん繁に行なう明視野像、暗視野像の比較、電子顕微鏡像と電子回折像の比較を容易にするためその切換スイッチを設けた。

最高倍率は3段拡大系で16万倍、制限視野電子回折のカメラ長は回折レンズにより4 mまで可変できる。高圧印加を容易としコンタミネーションを最小とするための6インチと2½インチの油拡散ポンプを直列に接続し、水冷パッフル、液体窒素トラップを併用してポンプからの油蒸気の逆流防止を図った。加速管、鏡体はそれぞれ独立した排気系をもち、連続運転時の各種安全装置が組み込まれている。到着真空度は加速管部が 1×10^{-6} Torr. 鏡体で 5×10^{-6} Torr. 以上である。

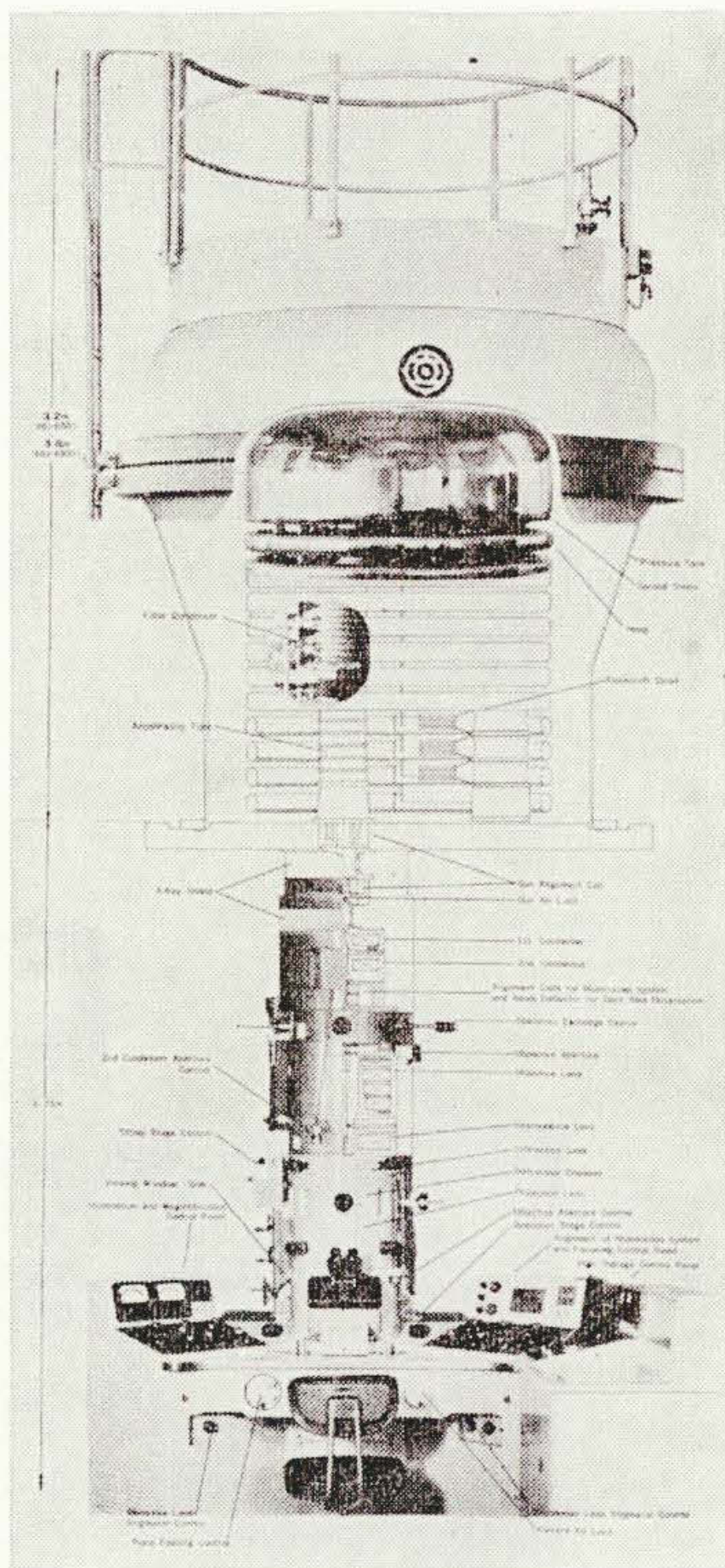


図7 650 kV 超高圧電子顕微鏡

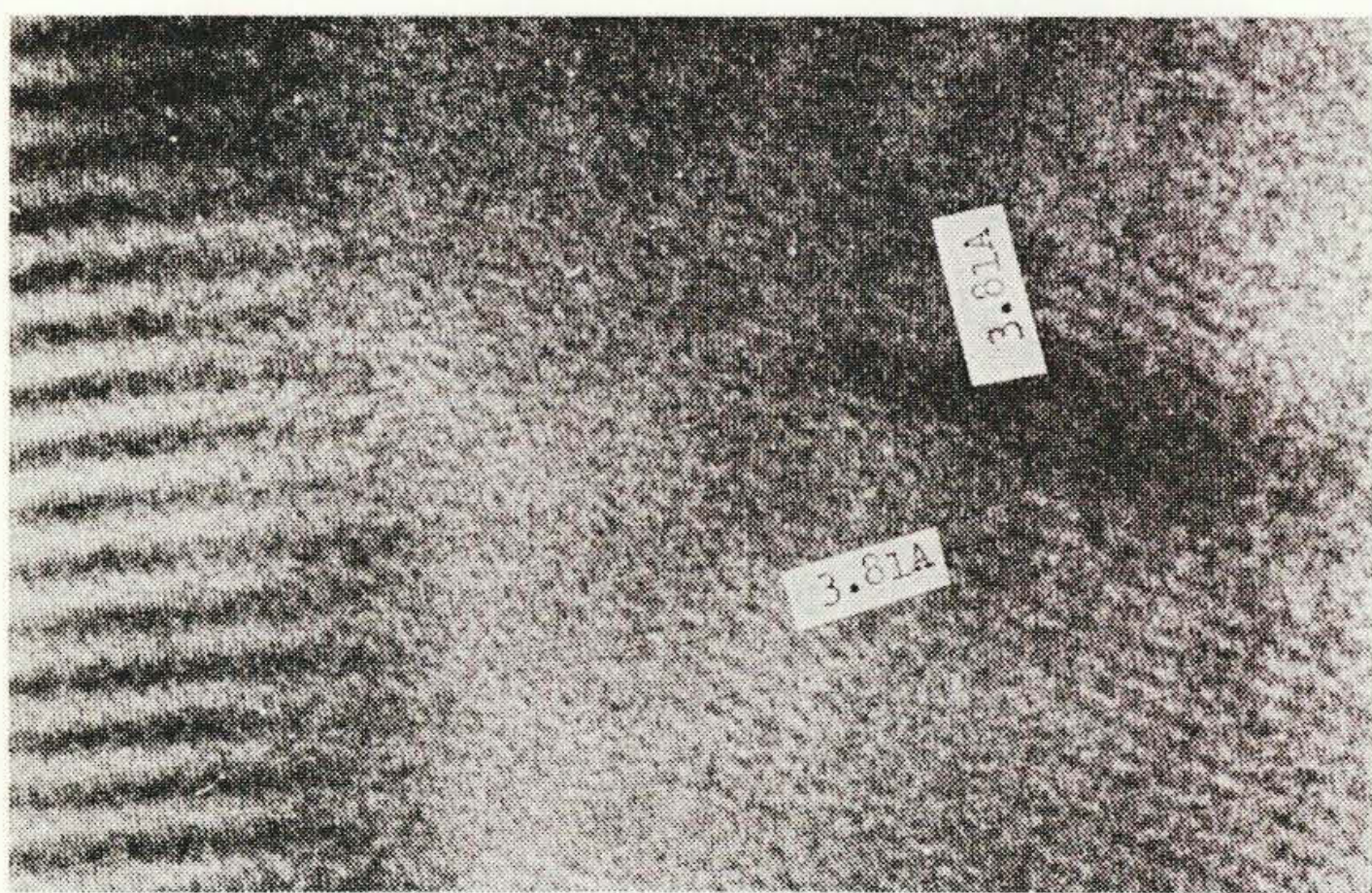


図8 酸化モリブデンの格子結晶格子

分解能テストの結果酸化モリブデンの交差した結晶格子像を撮影することができた。これは安定度の高い高圧電源、収差の少ない結像レンズ系、安定かつ精度の良い試料微動機構をもっていることの実証である。

■ 771 形電子スピン共鳴の製品化

電子スピン共鳴装置は、物理、化学、生物、医学の各基礎、応用分野で、高感度の遊離基検出器として賞用されている。最近、特に生物、医学の分野で、分光光度計と同じように手軽に使用できるような卓上形装置を開発、製品化した。

この装置は全電気回路をトランジスター化し、高性能の小形電磁石を備え、磁場強度、同掃引幅、マイクロ波電力、100 kHz 磁場変調、信号増幅度などすべての測定条件がデジタルに読み取れるようになっている。また、ホール素子を磁場強度と磁場掃引幅の両方のコントロールに用いる方式は、わが国で最初のもので、この開発に努力が集中された。卓上形ではあるが、検出感度や分解能は大形装置と同じであるほか、簡易形液体ヘリウムクライオスタットや、レンズ系付き光透過形空洞（分光光度計と組み合わせると紫外可視域のスペクトルと、ESR スペクトルとを同時に測定するためのもの）などユニークな付属装置が開発されている。

価格は従来の大形装置の約1/2で、パーキン・エルマー社を通じてアメリカへの輸出も決まっている。おもな仕様は次のとおりである。

- | | |
|-----------|------------------------|
| (1) 信号周波数 | 9,400 MHz |
| (2) 磁場強度 | 最大 6,000 ガウス |
| (3) 検出感度 | 5×10^{10} スピン |
| (4) 分解能 | 1×10^{-5} |
| (5) 磁場変調 | 100 kHz 37 Gauss max |



図9 771 形電子スピン共鳴装置

■ FIS-3 形日立遠赤外分光光度計

複光束遠赤外分光光度計の性能の向上、操作の簡便さ、価格の低減などを図り、遠赤外分光光度計の広い普及を目標として FIS-3 形遠赤外分光光度計が開発された。図10は装置の外観を、図11は光学系統図を示したものである。装置は大気中の水蒸気を除去するために排気方式が用いられ、測定中は約 10^{-1} mmHg の真空度に保持される。また、測定の便宜を図るため試料室のみを乾燥空気でパージできる構造になっている。装置は通常の複光束光学的零位法、複光束複断続光学的零位法および単光束の三とおりの測光方式の一つを任意に選定することができ、種々の応用測定の便が図られている。有効な透過フィルタの開発により、湿度に弱くまた光学系を複雑にする反射形のレストストラーレンフィルタを廃棄することに成功

し、装置に多くの機能上の改善をもたらせた。波数範囲は複光束としては最長の波長まで拡大することができ、 400 cm^{-1} ($25\text{ }\mu$) $\sim 30\text{ cm}^{-1}$ ($333\text{ }\mu$) の全波数領域で高性能記録が得られる。さらに洗練された制御系が加わって、全自動操作により全波数領域を 30 分で操作することが可能となり、従来の普通赤外領域分光光度計と同様の簡便さをもたらせたので、化学分野ならびにその関連分野での遠赤外研究が広く普及されることが期待される。本装置の性能は、赤外分光器の世界の権威をもって任ずるパーキン・エルマー社がその自製の遠赤外分光光度計の製作を中止し、FIS-3 形遠赤外分光光度計をアメリカならびにヨーロッパにて販売することに決定したことによって実証された。本装置の主要仕様は次のとおりである。

波数範囲	$400\sim 30\text{ cm}^{-1}$	透過率再現性	$\pm 1\% + \text{ノイズ}$
等波数記録		測光方式 (i) 複光束	光学的零位法
分解能	$0.5\sim 1\text{ cm}^{-1}$	(ii) 複光束	複断続光学的零位法
波数精度	$\pm 0.5\text{ cm}^{-1}$	(iii) 単光束	
波数再現性	$\pm 0.3\text{ cm}^{-1}$		

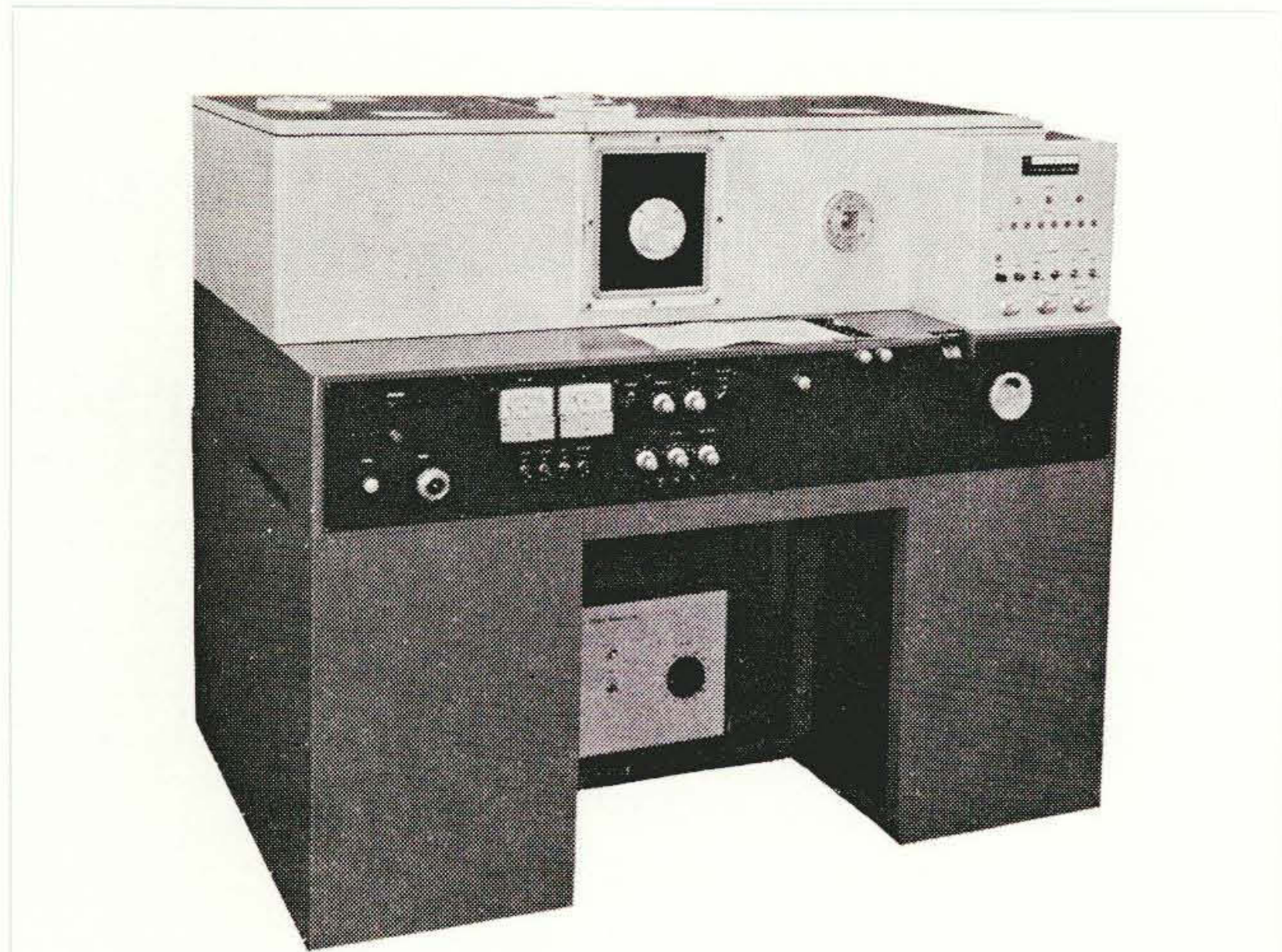


図 10 FIS-3 形日立遠赤外分光光度計

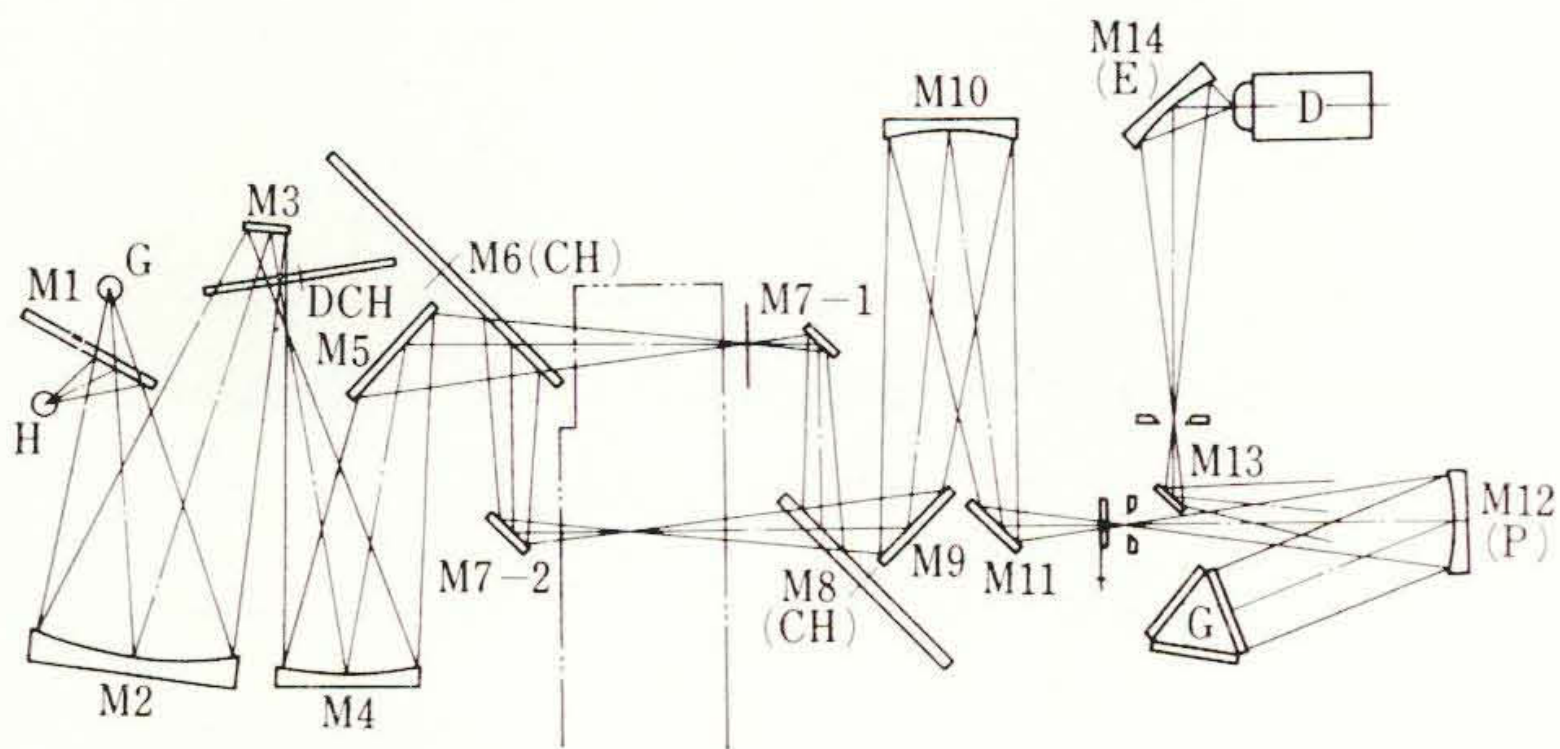


図 11 FIS-3 形日立遠赤外分光光度計の光学系統図

日立 65P 形分離用超遠心機

65P 形分離用超遠心機は、最大遠心加速度 $420,000\times g$ 最高回転数 $65,000\text{ rpm}$ の性能を有する。分離用超遠心機は、医学、生物学、農学などの研究分野で、微小粒子の分離、精製に使用されているが、最近では特にたんぱく質、酵素、核酸の研究に、より強力な遠心力の場が要求されてきた。

65P 形分離用超遠心機は、この要求に答えるために開発したもので、数多くの特長を備えた新形分離用超遠心機である。

これまでに開発された各種ロータに加えて、チタン製の高遠心力

用ロータを新たに追加し、豊富なロータの中から研究の目的に合ったロータを使用できる。

仕様は次のとおりである。

- (1) 最高回転数 $65,000\text{ rpm}$
- (2) 最大遠心加速度 $420,000\times g$
- (3) 回転精度 室温 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$ において、 $\pm 500\text{ rpm}$ 以内、ただし室温 $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ では、 $\pm 700\text{ rpm}$ 以内。
- (4) 加速時間 $0\sim 65,000\text{ rpm}$ 10 分
- (5) 減速時間 $65,000\sim 0\text{ rpm}$ 13 分
- (6) ロータの温度 回転中において、 -10°C から室温までの温度を $\pm 2^{\circ}\text{C}$ の精度で、測定および制御
- (7) 寸法 幅 $1,080\times$ 奥行 $760\times$ 高さ 880 コントロールケース高さ 290 (mm)
- (8) 電源 AC 100 V 35 A 50/60 Hz

また特長として

- (1) 自動開閉式ドアを採用し、ドアボタンを押すことにより、自動的にドアの開閉ができる。
- (2) ロータの着脱が容易であるうえに、ロータが回転軸上にないとき、誤ってスタートボタンを押しても駆動部は回転せず、駆動部を損傷することはない。
- (3) 高真空装置を内蔵し、良好な真空が得られるので、回転中のロータの温度上昇はない。
- (4) 駆動部は高速回転用として、特別に設計されているので、長時間安定した運転ができる。
- (5) コントロールパネルは、本体より取りはずしができるので、集中管理が可能です。
- (6) 完全な防振機構により、ロータの振動はほとんどなく、分離された試料を乱してまうことはない。
- (7) 数多くの安全装置が付いているので、安心して使用できる。



図 12 日立 65P 形分離用超遠心機

ホールボディスキャンナ RSW-IIA-520

核医学はラジオアイソトープを医学に応用した最新の分野で、臨床部門に基礎医学部門において、生体活動に密接した情報を与える

診断および研究の有力な手段として急速に成長してきた。

今般、この核医学における最新鋭の RI 診断用装置として、従来のシンチスキャンナのイメージから脱皮した画期的な性能と、上下に対向する2個のディテクタを持ち、2系統の計測、記録装置を有し、人体の全身を高速でスキャンニングするホールボディシンチスキャンナを完成し、千葉大学医学部附属病院へ納入した。同装置は患者の横臥する臥台部とディテクタを走査させるスキャンニング機構が一体的に構成され、患者を動かすことなしに、最大50 cm 幅のスキャンニングを180 cm の長さにおわたって行なうことができる。上下に対向するディテクタには12.7 cm 径×5 cm 厚の NaI シンチレータを用い、31 孔 7.6 cm 焦点から265 孔 12.7 cm 焦点まで5種のハネコーン・コリメータを備えている。走査速度は最高毎分500 cm まで10段階に変えられ、走査間隔は0.2~4 cm まで8段階に変えられる。計測、記録には別の記録台が置かれ、上下2系統のスペクトロメータおよび演算制御ユニットが組み込まれている。ディテクタの走査によって検出された体内の RI 分布の状態は、サーボシステムによって完全に同期的にスキャンニングされ、2系統の打点記録装置と写真記録装置で描出される。記録は実際の大きさの1/1~1/5まで縮小することができ、また上下の信号を加算また減算して記録することができる。演算制御ユニットにはポジトロンスキャンを行なうための同時計数回路も組み込まれている。打点記録は4針のマルチドットシステムで、1~1/512の計数通減回路、バックグラウンド消去回路などを有し、写真記録では、濃度およびコントラストの強調回路を備えている。

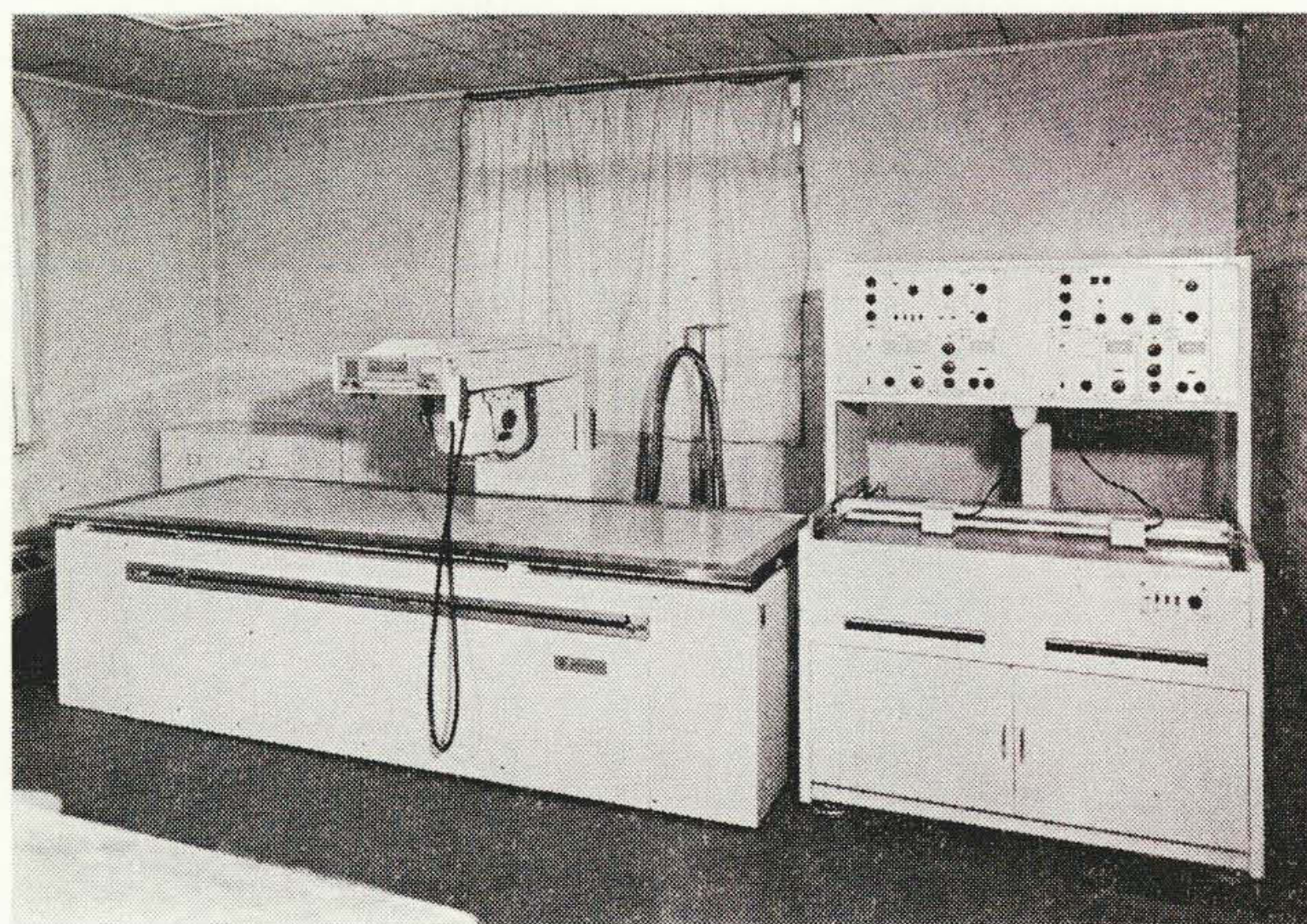


図13 ホールボディスキャンナ RSW-IIA-520

■ X線テレビ専用透視撮影台 TRD-VA の完成

本装置はX線テレビ装置と組み合わせて遠隔操作で診断を行なうことを主目的としたX線テレビ専用的高级透視撮影台である。特に早期発見を必要とするガン対策が叫ばれている現在、この種の装置は消化管の診断にかかせないものである。本装置は明るい部屋で、

医師がX線被曝なしに、かつ被検者の被曝を少なくし、能率よく精密な検査が行なえる。

またアンダーチューブ方式の採用に伴い、テーブル面を低くしてあるので近接して操作を行なう場合でも従来の透視撮影台と同様な感覚で使用できる。

本装置のおもな特長は次のとおりである。

- (1) 速写装置を被写体に常に密着させるアンダーチューブ方式であり、X線管焦点とテーブル面までの距離が55 cm であるので、常に拡大率の小さい鮮鋭度のよい写真が得られる。
- (2) 大陸判、四切判、六切判のいずれのカセットでも任意のロッカーに、任意の枚数ずつ合計10枚の装てんができ、任意の順序に選択して速写撮影が遠隔で行なえる。
- (3) 2分割撮影、4分割撮影ができる。
- (4) 電動絞りと、フィルム面の前面にある遮へい板が、撮影時に選択したフィルムの大きさに自動的に絞られ被写体からの余分な散乱線を防ぐので、かぶりのない写真が得られる。
- (5) フィルムにナンバーを1~50まで記録することができる。
- (6) 遠隔操作による圧迫が可能で、設定した圧力の範囲内で自由に停止させることができる。
- (7) 水平位のテーブル高さは84.5 cm で、テーブルは上方に120 cm、下方へ30 cm スライドするので、連続撮影装置と組み合わせを行なう心臓血管造影などの用途にも便利である。
- (8) テーブルは2段スピードで起倒動が行なえ、倒立位(逆傾斜90度ぐらい)まで移動できる。

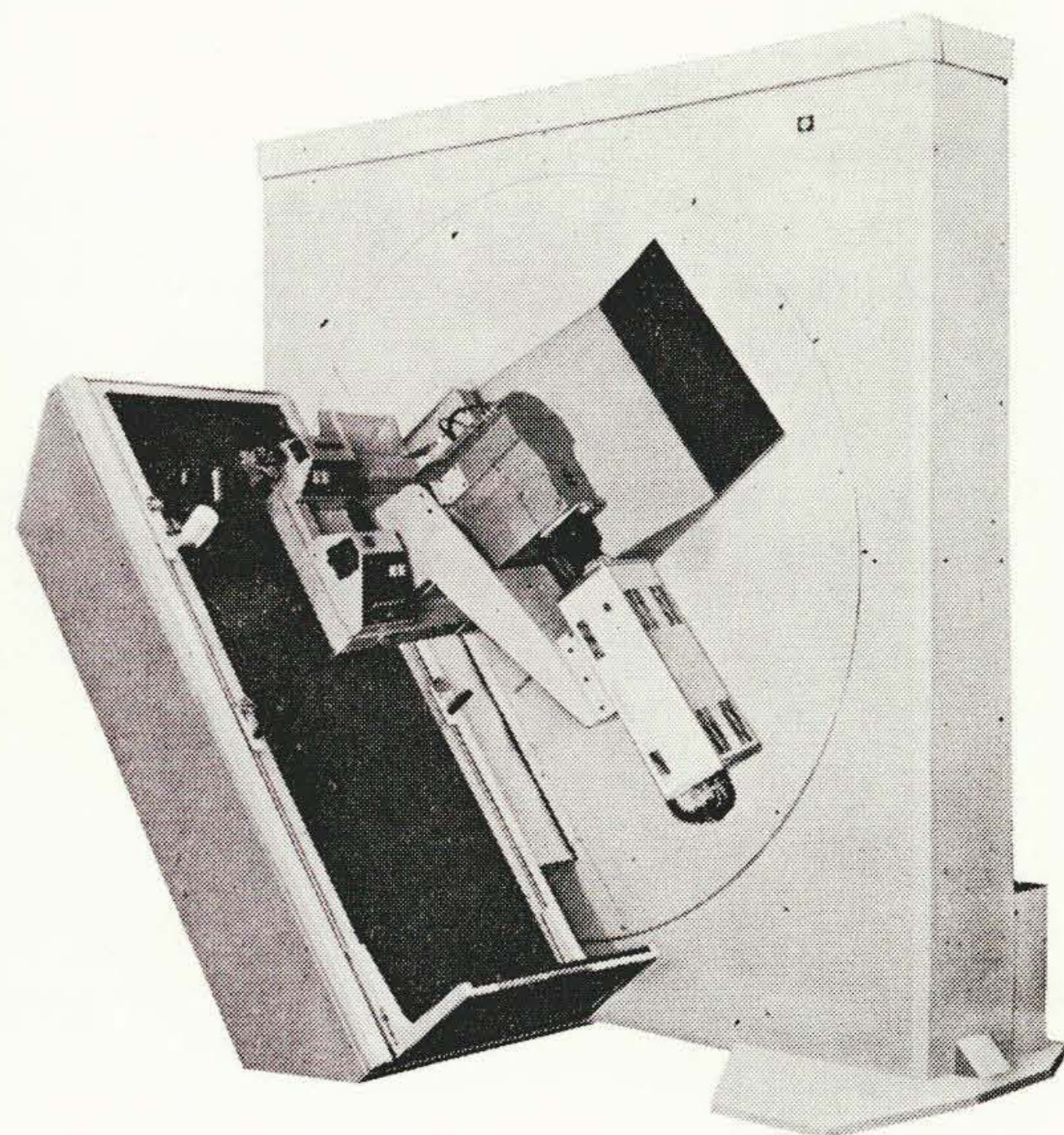


図14 X線テレビ専用透視撮影台 TRD-VA