

8. 理化学機器および放射線装置

PRECISE SCIENTIFIC INSTRUMENTS AND RADIANT-RAY APPARATUS

日立製作所の理化学機器技術は二大快報を昭和38年の回顧として読者諸彦に贈ることができる。その一つは電子顕微鏡の性能の決定的要素たる分解能が日立製作所において世界的飛躍を遂げ、日立HU-11A形電子顕微鏡をもって $2.35\text{ \AA}$ が得られたことである。その二は日立139形分光光電光度計が、従来本機種が輸入一方の片貿易品であった殻を破って、パーキンエルマ社の販売ルートに乗り、アメリカをはじめ全世界に向かって大量輸出の実をあげはじめたことである(38年10月より国内販売を始めている)。電子顕微鏡の発展とその普及は鏡体自体の操作性の向上と付属品類の整備とによって一步一步需要者の要望にこたえているが、分解能の向上は電子顕微鏡一切の基底であって電子顕微鏡の進歩に大きな目標を与えたものといえることができ、その意義は大きい。また分光光電光度計は約20年前アメリカBeckman社のDU形の出現によりその利用度の大きなことが認識され、各国ともその製造に努めてきたのであるが、なおアメリカは一日の長を保有し、わが国から大量の輸出を実現することはできなかった。かかる情勢下に日立製作所の139形分光光電光度計が完成し、大量輸出が望まれていることは意義深いものである。

次にここ数年間学界をにぎわしているレーザについては日立製作所はルビーレーザおよびガスレーザを昭和38年に完成した。レーザの研究は内外を通じてその応用の開発に向けられており、そのための発振源としてのレーザ装置を世に提供する責任を負うに至った。

医療用機器ならびに放射線装置は、成人病検診用装置の改良・開発および輸出適格品の開発を重点とし、透視撮影台・X線テレビの新機種を製品化し、また一般開業医向装置の性能を改良し新製品を完成した。工業用放射線装置は、特殊品として線量計の校正用X線装置を完成した。また、肉厚の厚いものの検査用として、線源容量の大きい遠隔操作形の工業用コバルト装置を製品化した。

8.1 電子装置

電子顕微鏡HU-11A形の分解能は、 $3\text{ \AA}$ またはそれ以上にまで到達可能であることが実証されたが、他面、付属装置の開発もまた活発に進められ、全方位傾斜装置HK-2A形および電子顕微鏡用輝度増倍装置の完成を見た。

高分解能核磁気共鳴装置は、所期の目標 1×10^{-8} を越える分解能を得るに至ったので、製品化に踏み切った。

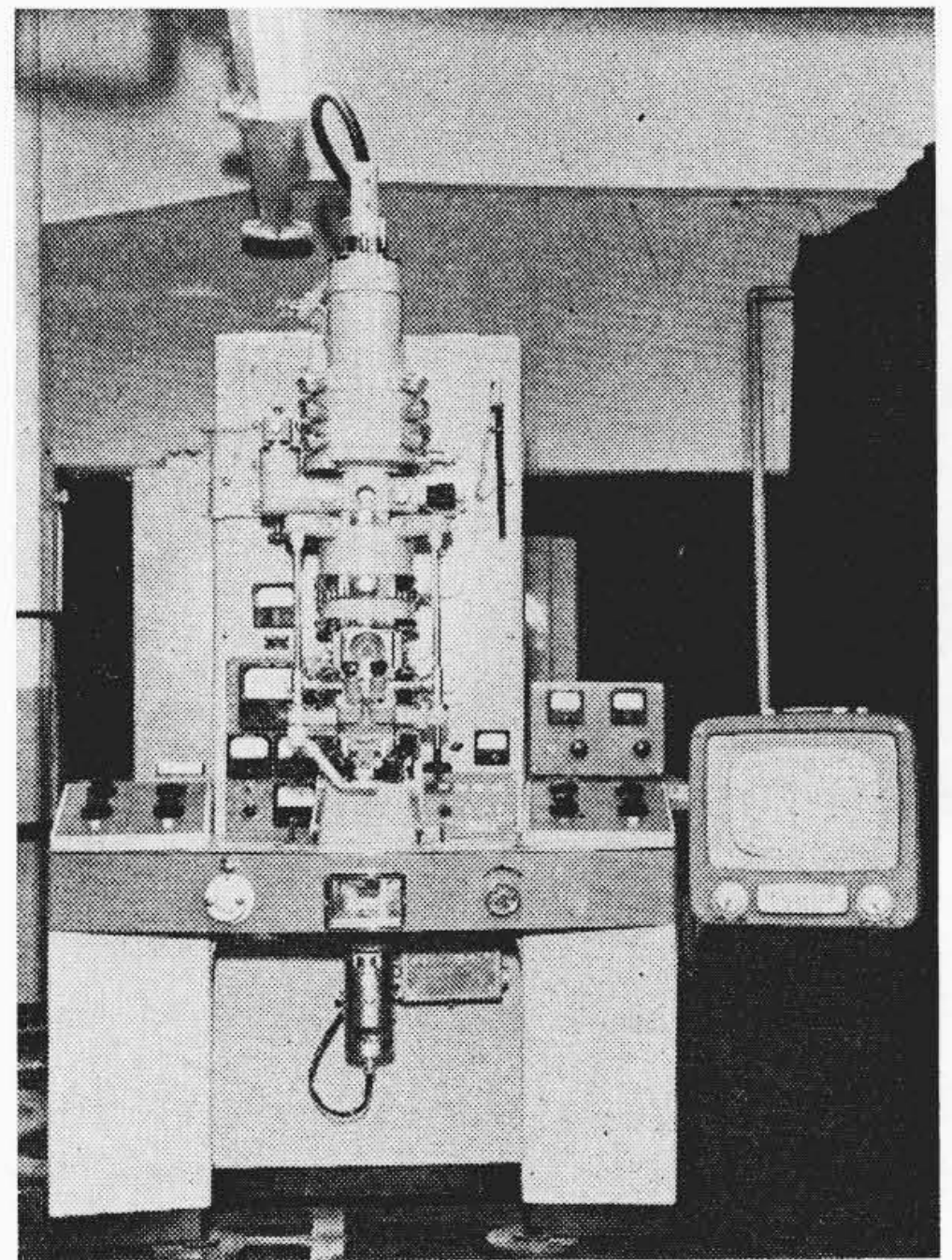
質量分析計は、RMU-6A形を高分子化合物研究に適するものとするため、さらに分解能その他の性能を向上するとともに、付属装置の整備をはかりつつあり、昭和39年3月末目標で、RMU-6D形の完成を目指している。なおこの形は、将来、静電分析部との結合により、二重収れん質量分析計とすることができるよう構造を持っていて、39年度における輸出の飛躍的増加が期待されている。

8.1.1 電子顕微鏡用輝度増倍装置

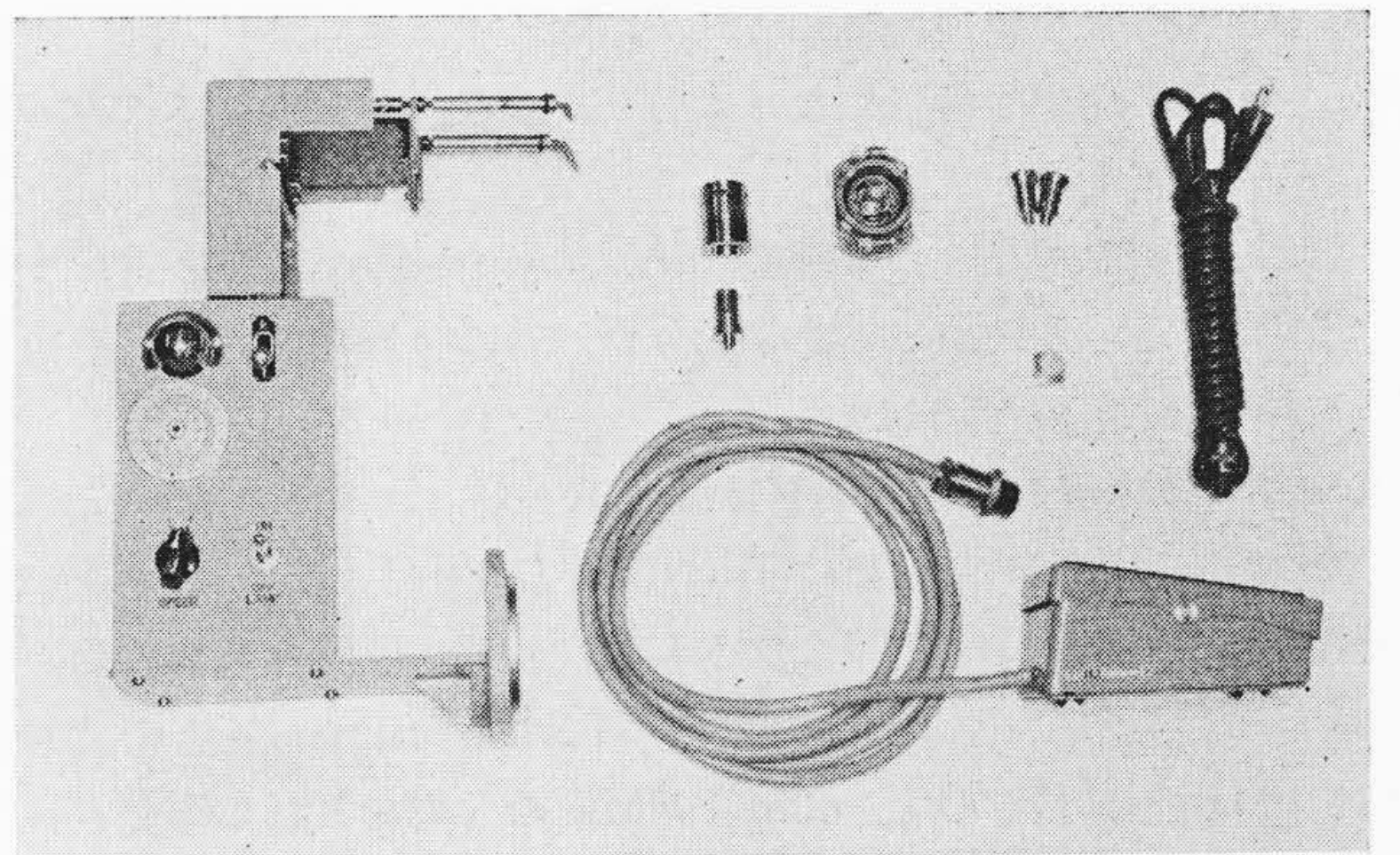
電子顕微鏡の映像を電子衝撃導電膜ターゲットを介して、テレビ信号に変換し、テレビのブラウン管で観察する電子顕微鏡用輝度増倍装置を完成した。

電顕像をテレビ映像化することにより、従来の観察用蛍光板による像の直視にくらべ電子流密度を2けた程度低くしても十分に判別し得る映像が得られ、高い輝度増倍効果が発揮される。

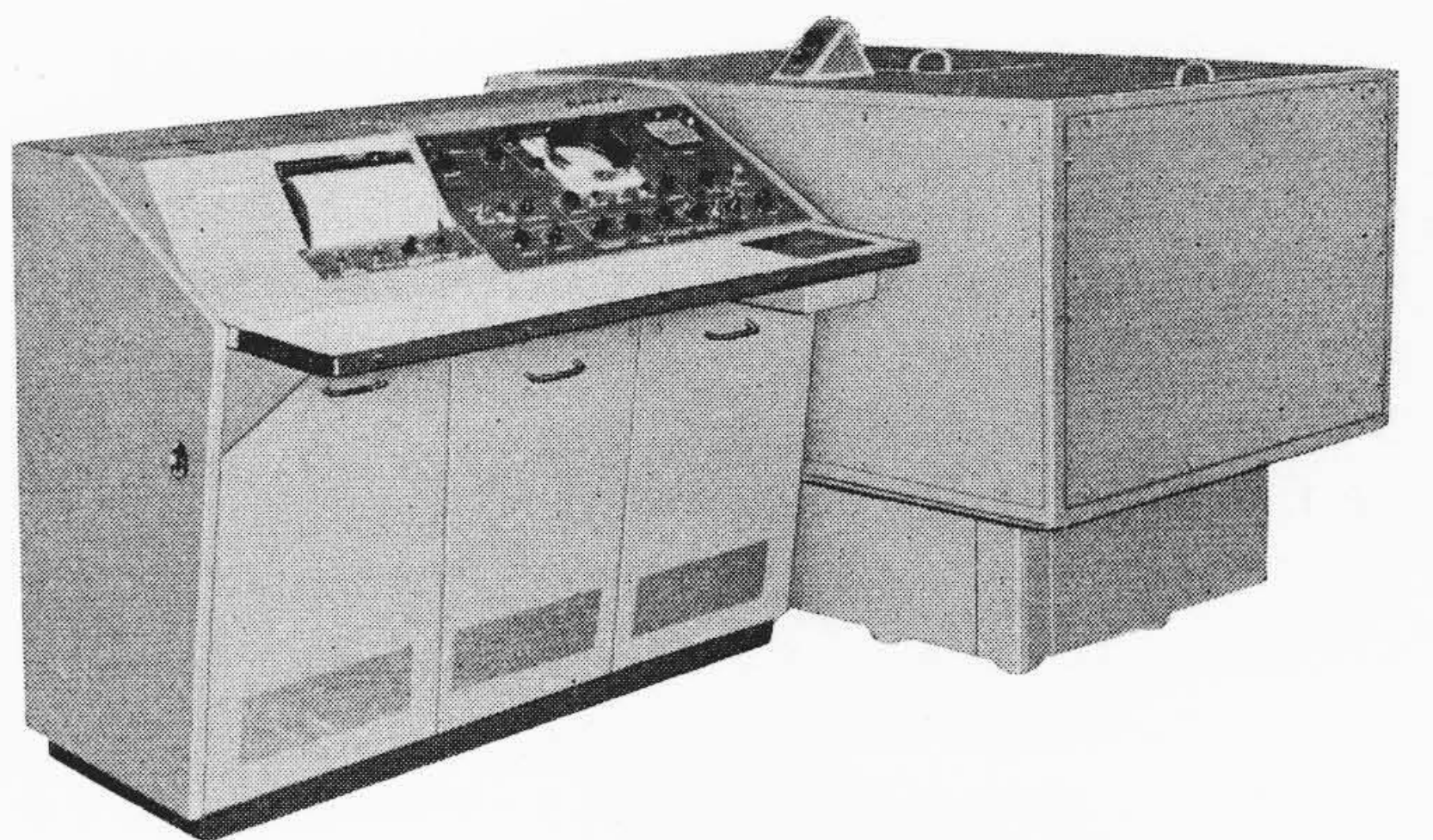
この輝度増倍効果により、大きな電子線密度では破壊または構造



第1図 電子顕微鏡用輝度増倍装置

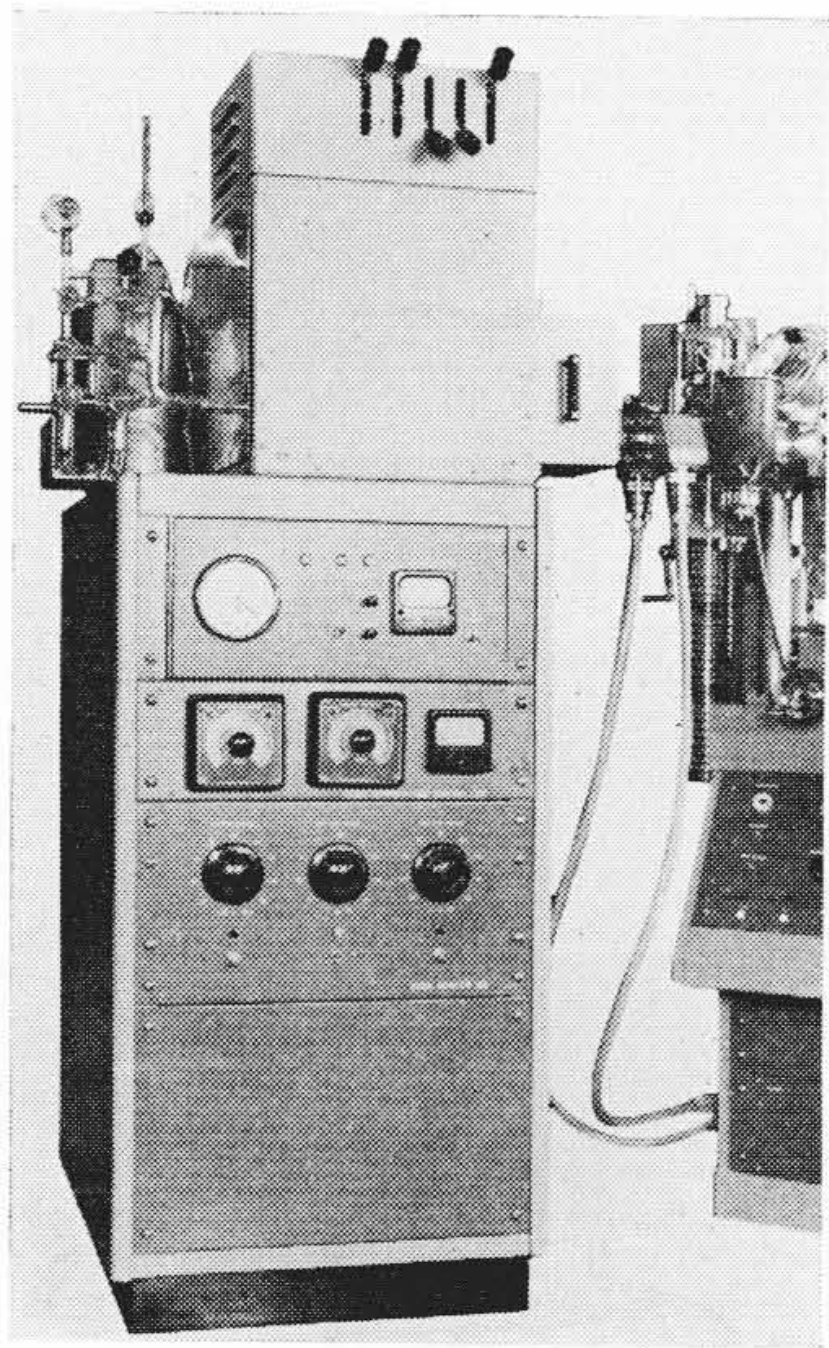


第2図 電子顕微鏡付属HK-2A形全方位傾斜装置



第3図 H-60形 高分解能核磁気共鳴装置

変化を受ける高分子化合物などの観察も容易となり、また輝度増倍により電顕像の焦点合わせも楽になる。同時にシネカメラ撮影、テレビ放送、および電子顕微鏡の超高压化によるX線被曝防護としての遠隔操作の可能性なども見いだされた。以上のように電子顕微鏡の新しい分野を開拓して行くうえに大いに期待される場所大なるものがある。



第4図 試料導入装置

8.1.2 電子顕微鏡用 HK-2A 形試料全方位傾斜装置

本装置は透過電子顕微鏡像，電子回折像の観察中に試料を回転せずに光軸に対し任意の方位において $\pm 10^\circ$ の範囲で，任意の角度に試料を傾斜させるもので，在来 of ステレオ装置 HK-1S または全方向傾斜装置 HK-1A と比較し応用範囲，精度，使用の難易などの点で数段に改良されたものである。すなわち鏡体外に設置されたモータにより伝導軸を介して駆動され，足踏スイッチにより方位，傾斜角とも任意に選べる構造になっており，この種のものでは世界的新たなものと言える。

また，分解能が高く（分解能 $15\text{\AA}$ ）試料汚染防止装置と併用することができる。本装置は結晶学的分野，殊に金属の理，工学的研究には不可欠のものといえよう。

8.1.3 高分解能核磁気共鳴装置 H-60 形

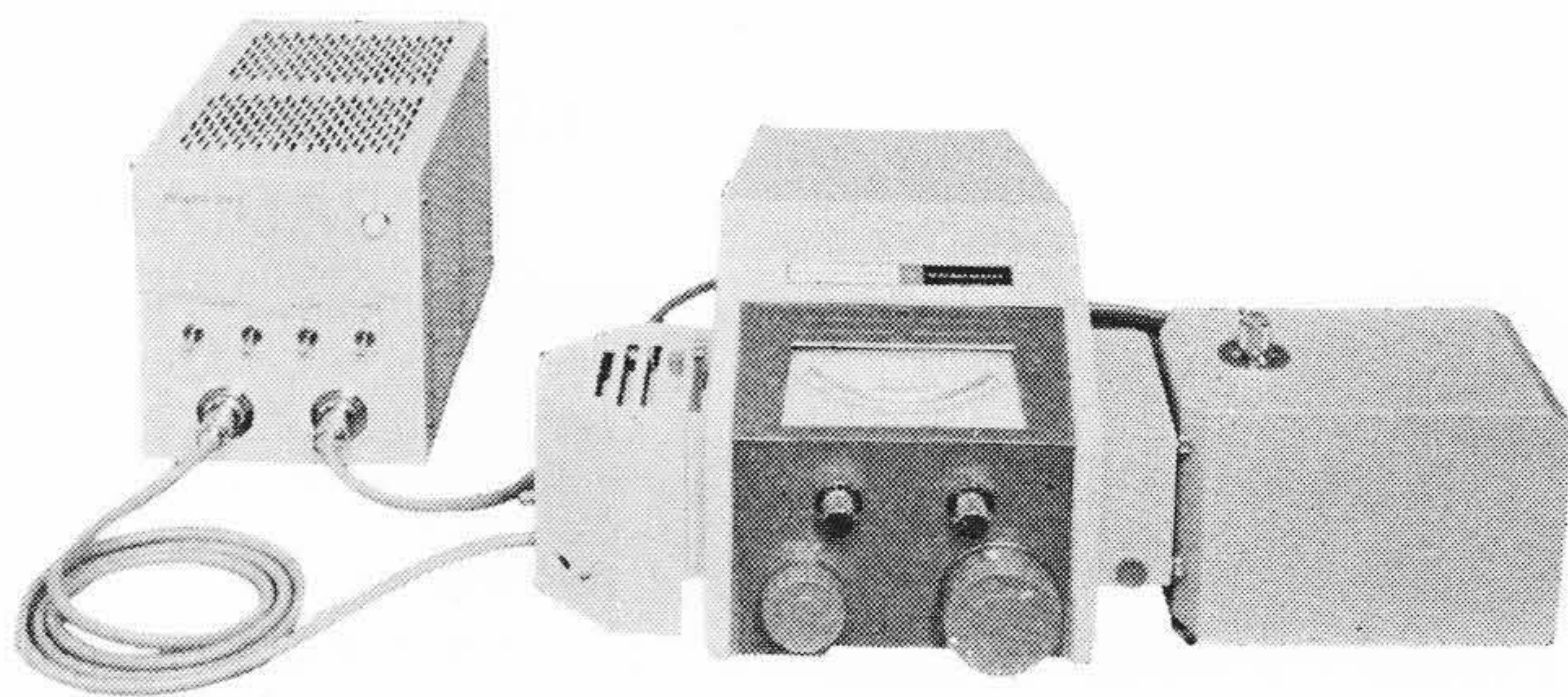
高分解能核磁気共鳴装置は HRNMR とも呼ばれる。この数年物理学者の手より化学者の手に移されてより分析機器としての重要性が増しつつある。日立 H-60 形は，Perkin Elmer 社との技術提携により生まれたもので，40MC. NMR の技術を入れて開発された 60MC. NMR である。装置は電子回路部と磁石部に大別されるが，14100 ガウスを発生する永久磁石および高安定水晶発振器を使用しているのが最大の特長である。両者ともに日立製作所によって開発された国産最初のものである。永久磁石は，恒温槽で保温されているので磁界は 10^{-8} のけたに安定化され測定スペクトラムの分解能は 1×10^{-8} である。再現性は非常によい。永久磁石を使用しているので消費電力は 750 W で小さい。本装置の設置場所は特に空調を必要としないのも特長の一つである。パネルは化学者対象にしているのでツマミ配置表示に苦心した。

8.1.4 質量分析計用ガラス製高温試料導入系

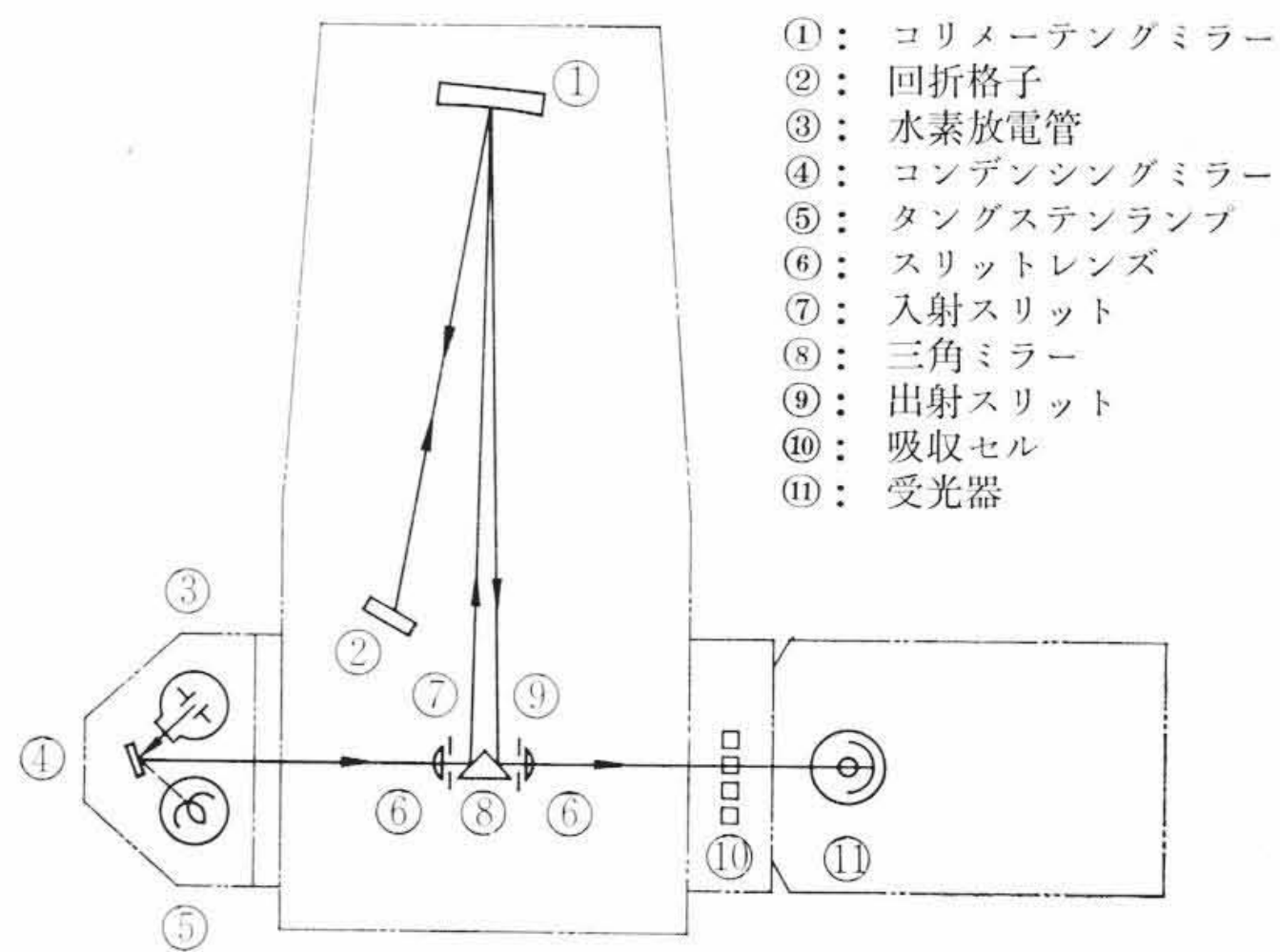
従来の金属製試料導入装置は，金属の触媒作用のため試料によっては分解しやすいものがあつた。これを解決するため，グリースレスガラスバルブを用いて試料入口からイオン源入口までの全系統をガラス製とし， 250°C まで加熱できるガラス製試料導入装置を完成した。

グリースレスガラスバルブは，2 個のガラスの面を研磨しその一方に鉄片を封入し，これをガラス管に封じ込んだものである。試料瓶はガラス管の一端を封じ，他端を標準テーパ透明すりにして，試料瓶着脱がきわめて容易にできるようになっている。これらのガラスバルブと試料瓶は，それぞれ 2 個の小形電気炉中に組み込まれており， $\pm 2^\circ\text{C}$ に温度制御することができる。

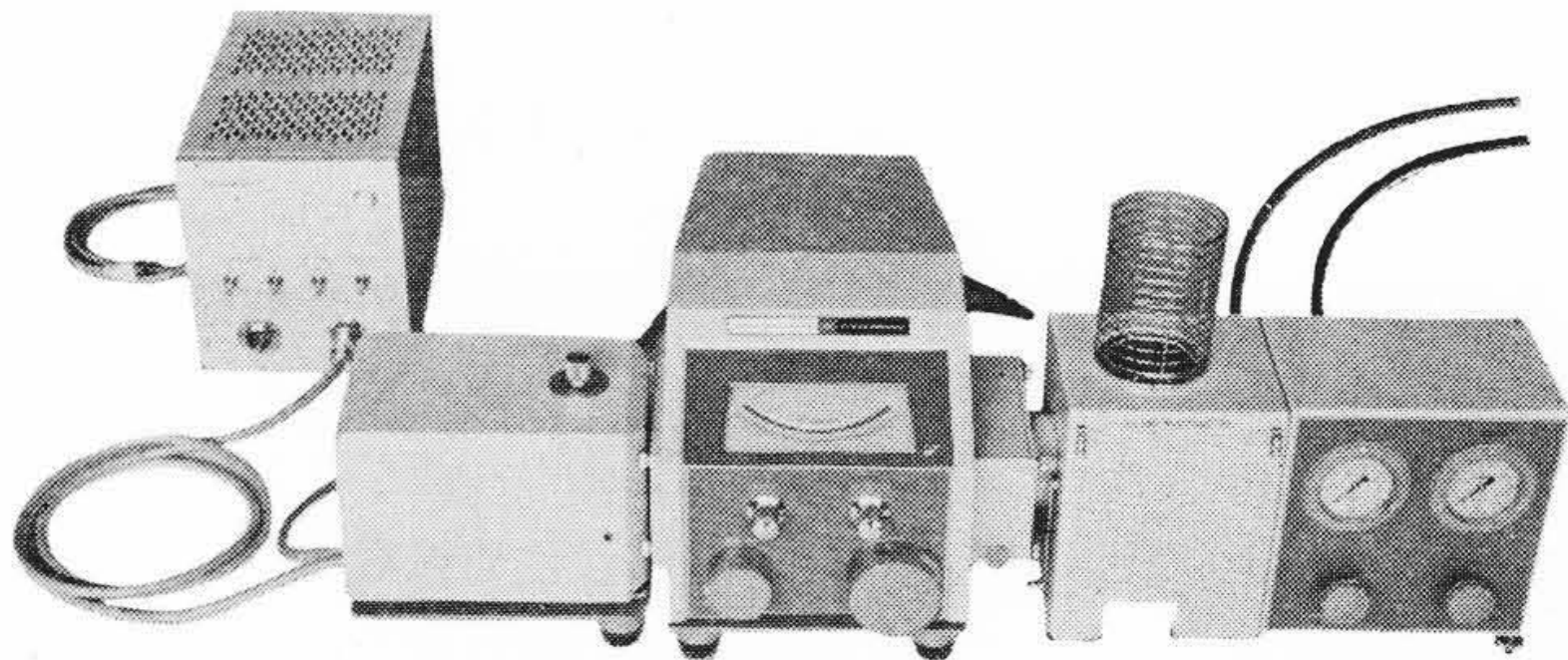
このガラス試料導入系の開発によって，金属との接触反応はなく



第5図 139 形 分 光 光 電 光 度 計



第6図 光 学 系



第7図 蛍光分析用分光光電光度計

なり，従来より高温に加熱することができ，また操作も簡単になった。

8.2 光 学 装 置

昭和 36 年アメリカのパーキンエルマ社と理化学器械についての技術提携を行ない，技術，販売面ともに緊密な関係をとることになった。今回初めてこの提携による日立製輸出製品として従来の EP U 形を改良した 139 形分光光電光度計を製作し，今春以来アメリカおよび欧州方面に数百台出荷し好評を博しており，今後の海外市場への飛躍が期待される。なお 1960 年メイマン氏により全く新しい機構による光源レーザが発明され光学，通信，精密加工など多方面への応用が期待されている。日立製作所中央研究所においても，この開発に力を注ぎ，昭和 37 年ルビーレーザおよびガスレーザの発光に成功した。引き続きこの成果を取り入れ，取り扱い容易なレーザ装置の製品化を行ない，すでに数台を光学，通信方面の研究分野に納入した。

8.2.1 139 形分光光電光度計

139 形分光光電光度計は世界に散在する Perkin Elmer 社の販売網を利用して輸出するために開発されたもので，1963 年 3 月 PITT-SUBURGH CONFERENCE に展示し好評を博した。

本光度計は一般の化学分析で最も使用ひん度の高い $195\text{ m}\mu$ より $800\text{ m}\mu$ までの波長域を測定の対象とし、分光器、光源、試料室、受光増幅器、電源で構成されている。

分光器はリトロ形で、光学系は第6図に示すように縦形に配置されている。分散子には格子常数 $1,440/\text{mm}$ 、ブレイズ波長 $200\text{ m}\mu$ のエジェレット形回折格子が使用されており、コリメーティングミラーの焦点距離は 400 mm で、入射側と出射側は対称になっている。

水素放電管（紫外域用）と白熱電球（可視域用）は同一光源室に取り付けられており、コンデンシングミラーの向きを変えることにより光源の切り替えが行なわれる。

試料室は4本のねじで分光器に取り付けられており、セルホルダは液層 $5, 10, 20\text{ mm}$ の吸収セルを使用できる。

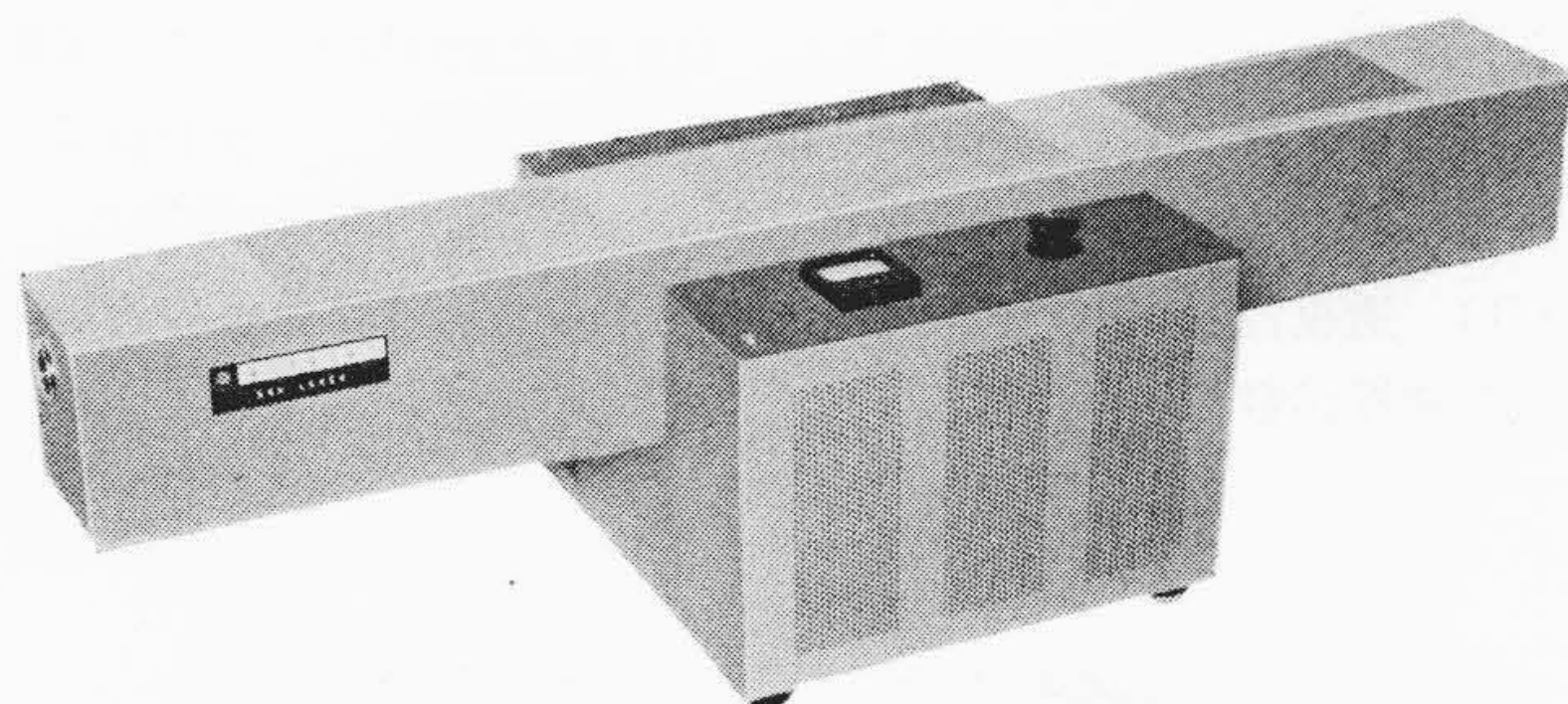
試料を透過した光を電気的信号に変換する受光器には日立製作所独自の広波長域光電管が使用されており、振動容量形交流増幅器により増幅され指示計器を振らせるが、プリント配線の採用と相まって測光値の再現性、信頼性を高めている。

光源および増幅器に安定な電圧または電流を供給する電源はトランジスタ化されているので、電灯線の電圧や周波数の変動に対してきわめて安定である。

分光光度計の応用分野を拡大するためすでにホトマル受光増幅器、長吸収セル、マイクロセル、炎光、蛍光、反射、滴定、エネルギー記録の各種付属装置が完成しており、引き続き他の付属装置を開発中なのでよりいっそうの輸出増大が期待できる。

8.2.2 レーザ

誘導放射の現象を利用したレーザのうち、ルビーレーザとガスレーザの製品化に成功した。特に可視光ガスレーザは国内で最初に製品化することができた。第8図に日立ガスレーザのヘッド部を示した。これに採用した方式は外部ミラー、共焦点形無極放電方式であって、 $6328\text{ \AA}$ の赤色光を発光するが、ミラー交換により 1.15μ の近赤外光も発光できる。第9図は日立ルビーレーザのヘッド部である。



第8図 ガスレーザヘッド部



第9図 ルビーレーザヘッド部

8.3 分離分析装置

分析の自動化は最近の一般的傾向であるが、昭和37年度は特に医学生化学における応用が著しく発達し、分離分析装置の需要が増大した。

たとえばガスクロマトにおいては脂肪酸、ステロイドなど生態試料の分析がブームを呈したが、このすう勢に応じ昭和37年度は従来の KGL-2A 形を高温化した KGL-2B 形と昇温ガスクロ F-6 形を完成するとともに各種ゴーレイカラム、充てん剤を開発し応用分野を広げた。

アミノ酸分析計では KLA-2 形の性能が安定したので需要が着実に伸び、分析用超遠心分離機 UCA-1 も昭和37年に比し倍加した。付属装置では KLA-2 形用分取付属装置が国内最初の装置として注目を浴び、また UCA-1 形用紫外吸収装置、マルチセルなども完成した。

輸出面では昭和38年7月ソ連国際見本市に各装置を出品販売し輸出の端緒を開いた。

8.3.1 ガスクロマトグラフの進歩

(1) KGL-2B

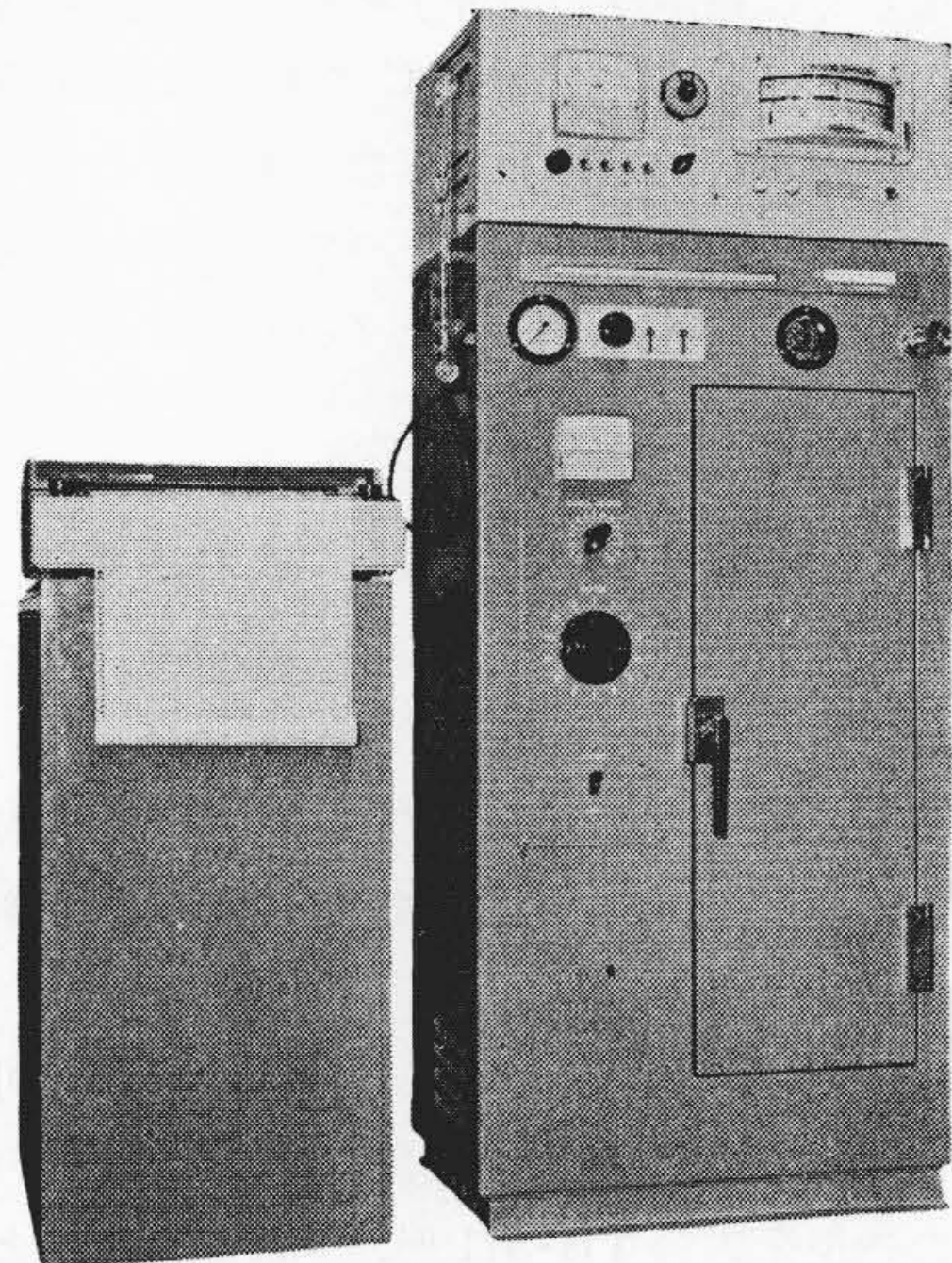
従来、製作されていた KGL-2A 形ガスクロマトグラフは、その装置の信頼度の高さと安定性の良好なことで、各界の好評を博していた。今回さらにこれに改良を加え、KGL-2B 形を完成した。改良のおもな点は、恒温槽最高許容温度を、従来の 250°C より 350°C に上げたこと、および 1 mV 高感度記録計を付属させたことである。これにより、沸点 400°C の高沸点試料の分析が可能になり、医学方面にまでこの利用が期待される。

(2) Golay カラムの開発

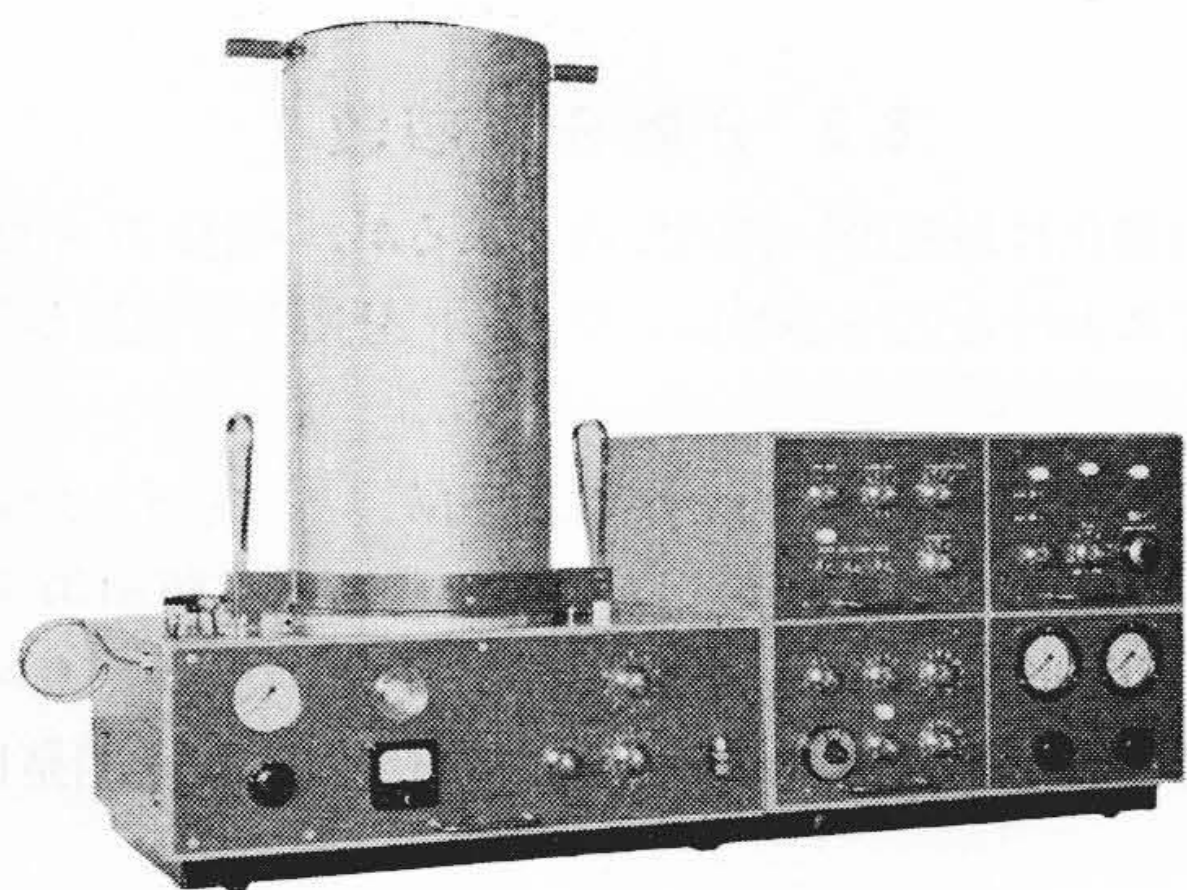
昨年に引き続き Golay カラムは、さらにその種類を加えた。すなわち脂肪酸用 BDS カラム、一般用アピエゾングリースカラム、高沸点用シリコンゴムカラム、ケトン、アルコール用 QF カラムなどがそれである。

(3) F6 ガスクロマトグラフ

最近広い沸点範囲の多成分試料を、一回の分析で行なう、いわゆる昇温ガスクロマトグラフが発達してきた。Perkin Elmer 社との技術提携の成果として、高性能、万能形の位置を占める F6 形昇温ガスクロマトグラフを完成した。この恒温槽の温度範囲は室温より 400°C までであり、恒温槽の温度を上昇させるプログラム速度は1分間、 1.25°C より 30°C までと広範囲に選べるものである。検出器としては、さきに完成したフレイムイオン検出器を



第10図 KGL-2B形ガスクロマトグラフ



第 11 図 F 6 形ガスクロマトグラフ

用い、高感度微量分析ができる特長をもっている。なお、万能形を目的としており、付属品として、KGL-2B 形の大部分が取り付けられるとともにプリンティング積分器、カラム切換装置、熱伝導検出器、などの付属品も取り付けることができる。

8.3.2 LP-2 形アミノ酸分取装置

一般に流体クロマトグラフは混合成分を破壊しないことが特質であるが、アミノ酸分析計では、カラムからの溶離成分を検出するのにニンヒドリン試薬を用いて発色させているので、この特質が生かされていない。LP-2 形アミノ酸分取装置は KLA-2 形アミノ酸分析計に付属して、分析と同時にアミノ酸の単離精製を可能にした装置である。この装置を用いると、カラムからの溶出液は二分されて、一部は比色分析系に導かれ残余はフラクションコレクタに分取される。

溶出液の分割機構は定量ポンプ、および流量制限器の組み合わせからなり、比色分析に供されるアミノ酸量を常に一定限界内におくためにクロマト条件に応じて、分割化を任意に選定できるようになっている。通常、アミノ酸分析計のカラムは内径 9 mm で試料添加量の限界は 0.1~3 μmol とされているが、この分割機構を採り入れることによって、アミノ酸の大量調製を目的とした大容量カラムの使用が可能になった。

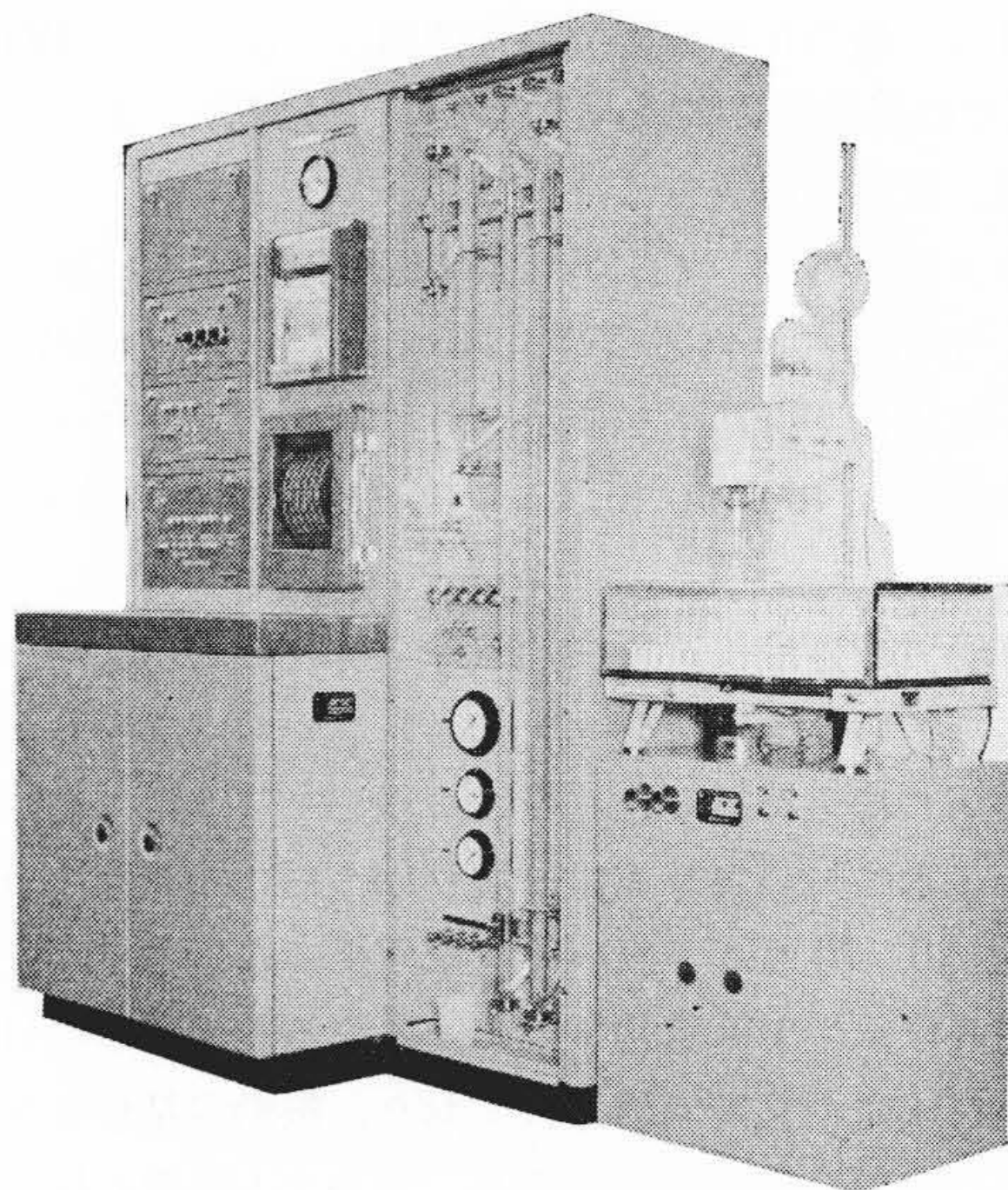
8.3.3 超遠心分析装置の進歩

「分子生物学」の進歩につれ細胞を分割して DNA (核酸) を分子レベルで測定する法が超遠心機にて行なわれはじめている。すなわち核酸の沈降状態を紫外吸収にて測定する方法である。この目的のため、キセノン・ランプと紫外フィルタとを用い、ホトマルにて受光する紫外吸収自記装置を製作した。一方、高分子化学の領域ではポリマーの分子量分布測定が必要となってきた。しかしながら常温で不溶性もしくは難溶性の高分子物質は沈降法の適用が不可能であった。このため、従来の温度 70°C の加熱温度制御装置を改良し 100°C までの測定を可能とした。また、水銀灯のスペクトルとフィルタの組み合わせにより 1 個のロータで 2 試料が測定できるマルチ・セルを完成した。これによりロータの寿命を長くかつ測定時間を短縮した。

8.4 医療用機器ならびに放射線装置

近時、成人病対策の一環として医療用 X 線装置、ラジオアイソトープおよび医療用電子機器の重要性がますます高まり、X 線装置に対する性能向上の要求も高まってきている。大病院においては被検者数の増加にともない、医師の X 線障害防止・検診能率の向上などの要求が強くなってきた。

これらの要求に応ずるものとして、ブッキー撮影を可能にした透視撮影台 TM-20 形、胃集団検診用装置の改良形としてオデルカ・カメラを装着した透視撮影台 TH-311 形、一般開業医向として容量の大きいコンデンサ・トランス両用 X 線装置 DCR-90 形などを開発



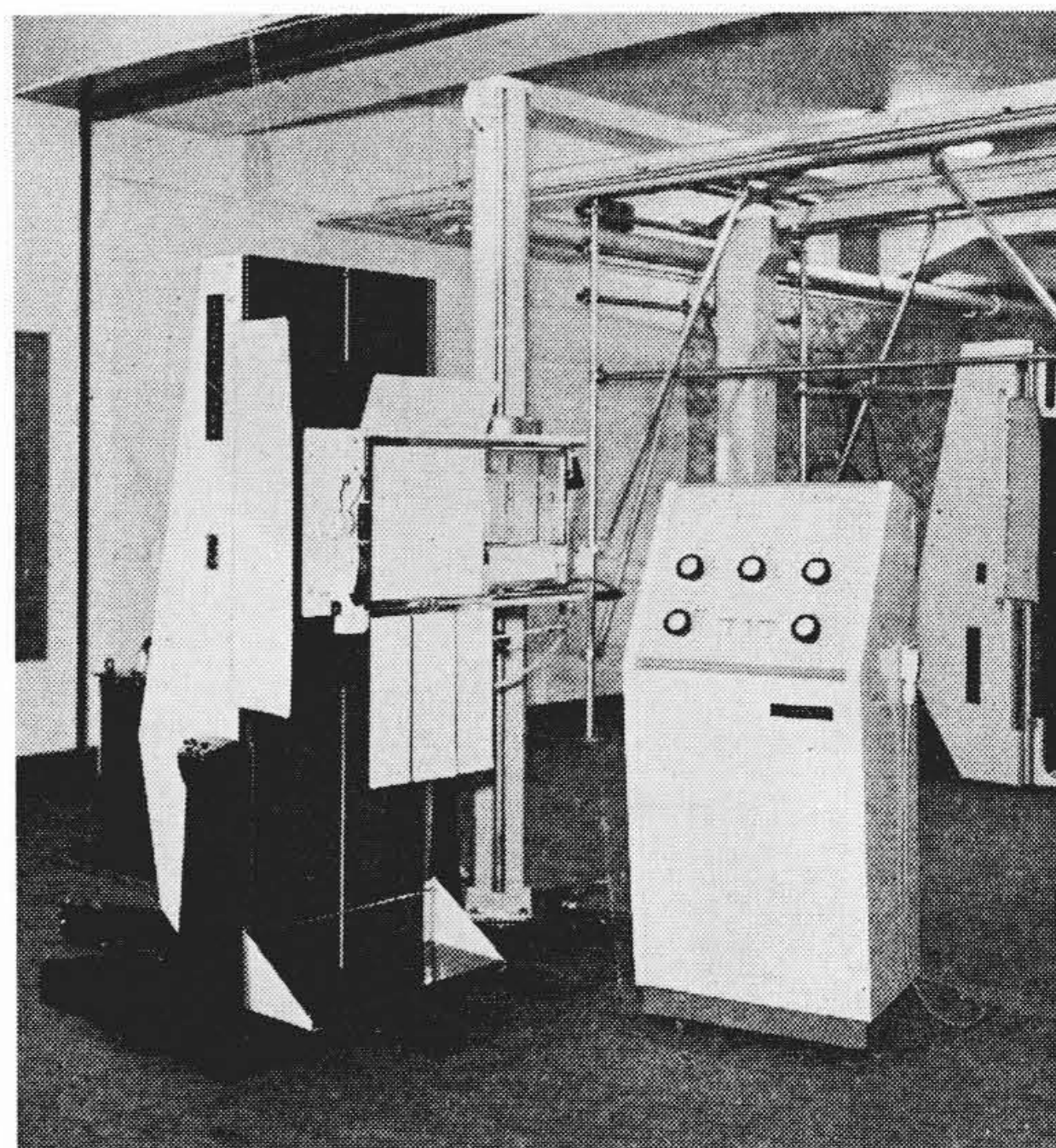
第 12 図 LP-2 形分取装置を付属した KLA-2 形アミノ酸分析計

した。なお、現在脚光を浴びているイメージ・インテンシファイヤを使用した X 線テレビの出荷が伸びている。新しい X 線テレビ方式として、蛍光板に生じる蛍光像をイメージ・オルシコン・カメラで撮影する方式の XTV-0 形を開発した。また、他社に先駆けて全トランジスタ化した心電計を開発し、性能の向上とともに小形軽量化を図った。

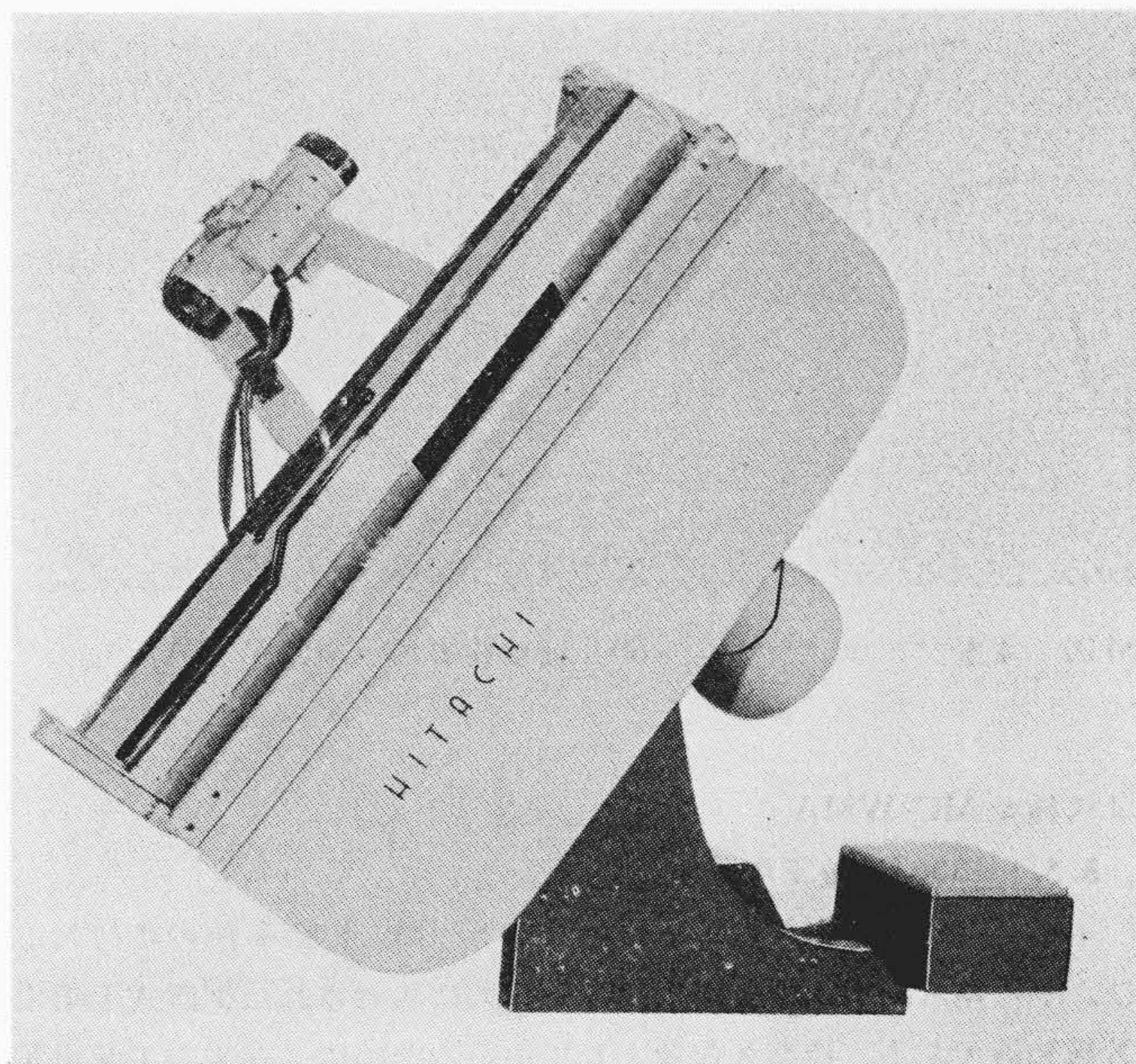
8.4.1 診療用 DCR-90 形 X 線装置

DCR-80 の性能を向上させた装置で、一般開業医はもちろん小病院でも十分機能を発揮できる性能を備えている。おもな特長は次のとおりである。

- (1) 管電圧は直読の目盛りで指示され、40~90kV まで連続調整ができ、0.75 μF のコンデンサ式と変圧器式の切り替えがワン・ハンド操作できる。
- (2) 回転陽極 3 極 X 線管 (ヒッターノード DOR-407A) を組み合わせて、コンデンサ式 25 mAs, 変圧器式 250 mAs までの撮影が可能であり、独特の mAs 制御回路により予定した放射線量を正確に制御することができる。
- (3) 透視台と専用の側軌道を組み合わせて、身体各部の透視および速写が容易に行なえる。



第 13 図 診断用 DCR-90 形 X 線装置



第 14 図 胃集団検診用 TH-311 形透視撮影台

(4) 断層撮影もまたブッキー撮影ができるほか特殊仕様にも応じられるように予備選択ボタンが設けられている。

8.4.2 TH-311 形胃集団検診用透視撮影台

本装置は胃疾患の早期発見を目的とした胃集団検診用X線透視撮影台で、胃部検診において必須条件と考えられる検診能率、検診従事者の放射線障害防止と取り扱いの簡易化、鮮鋭な写真、機動性(自動車搭載)などを考慮し、診断の目的と合致した装置を完成した。従来の同目的の機種に比べて次のような著しい特長を有している。

(1) X線撮影において胃腸は特に吸収が大きいので黒化度がつきにくい。ため、レンズカメラよりさらに明るく鮮鋭度のすぐれたミラーカメラを用い、透視しながらシャッターチャンスをとらえて速写撮影(間接)が可能な機構とした。この結果より診断価値の高い写真が得られるとともに被検者の被曝線量を減少させることができた。

(2) 胃疾患の診断に絶対不可欠とされている立位、斜位、臥位などの多元的な被検者の体位変換をスピードアップし、かつその位置を確認できる指示目盛りを付けた。この結果集団検診の能率が向上した。

(3) 透視診断を行なう際の透視観察窓を透視台の回転中心に設けて広い別室から観察できる機構としたため、楽な姿勢で長時間の検診に従事することができる。

(4) 透視像が映る蛍光板から観察窓までの距離を短縮し途中に拡大レンズを設けて適正な大きさの像を観察できる構造とした。

8.4.3 TM-20 形透視撮影台

貿易自由化に対処するため、従来の装置に欧米の仕様を折り込んだ輸出に適格な中級透視撮影台を完成した。

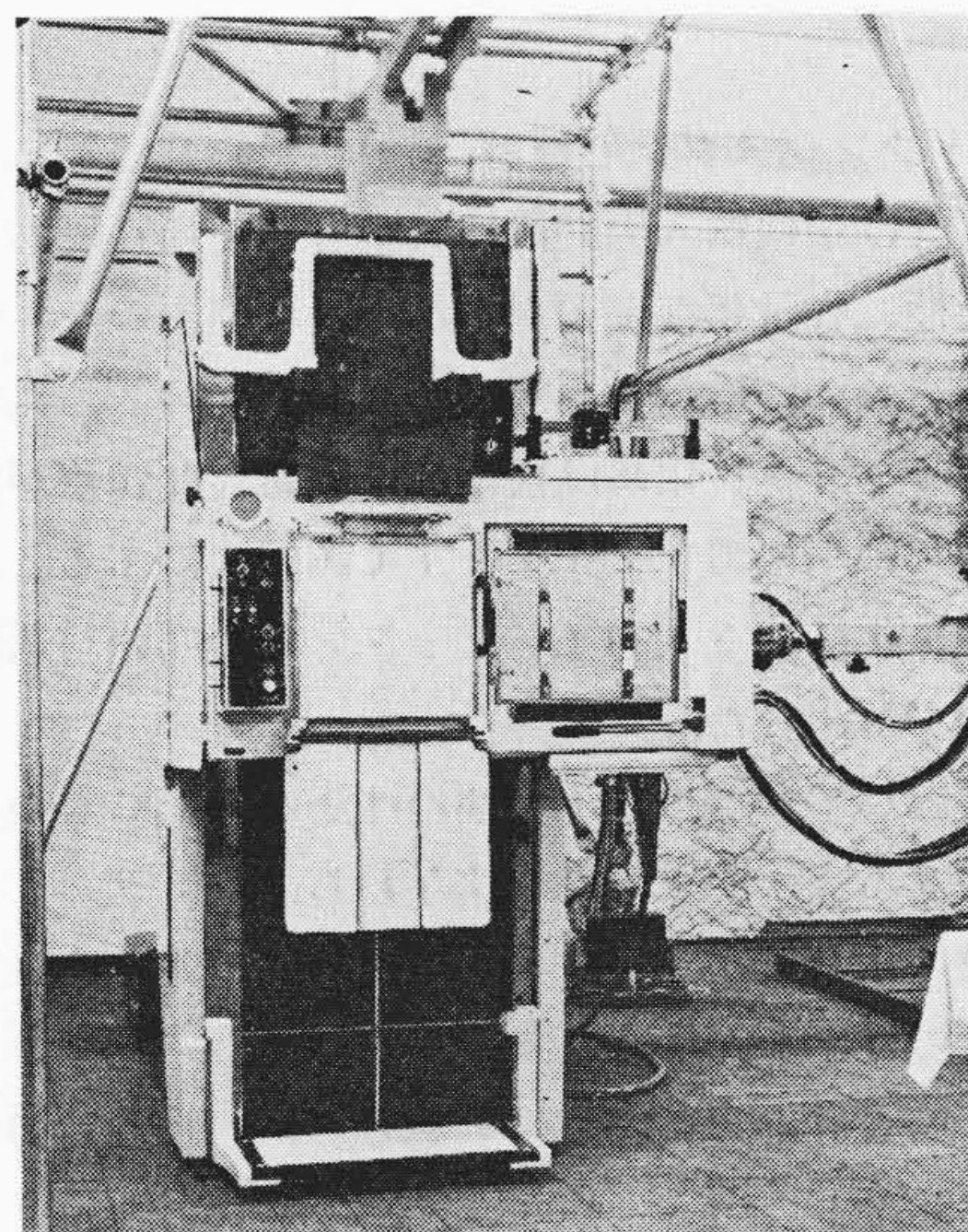
この透視台は、電動駆動で傾斜および縦移動を行なうテーブルを備えており、その裏側にブッキー撮影装置が組み込まれ、外科などのブッキー撮影ができるとともに、蛍光板部で14"×14"サイズの大形フィルムによる速写撮影も可能である。

ブッキー撮影装置は、独自にバランスされてレール上をしゅう動し、テーブルの可動とあいまって患者の任意の部位を任意の角度で撮影できる。ブッキーブレンデは自動セット形油圧駆動式で、広範囲な撮影時間の選択が可能であり、14"×17"の大形フィルムまで撮影可能である。

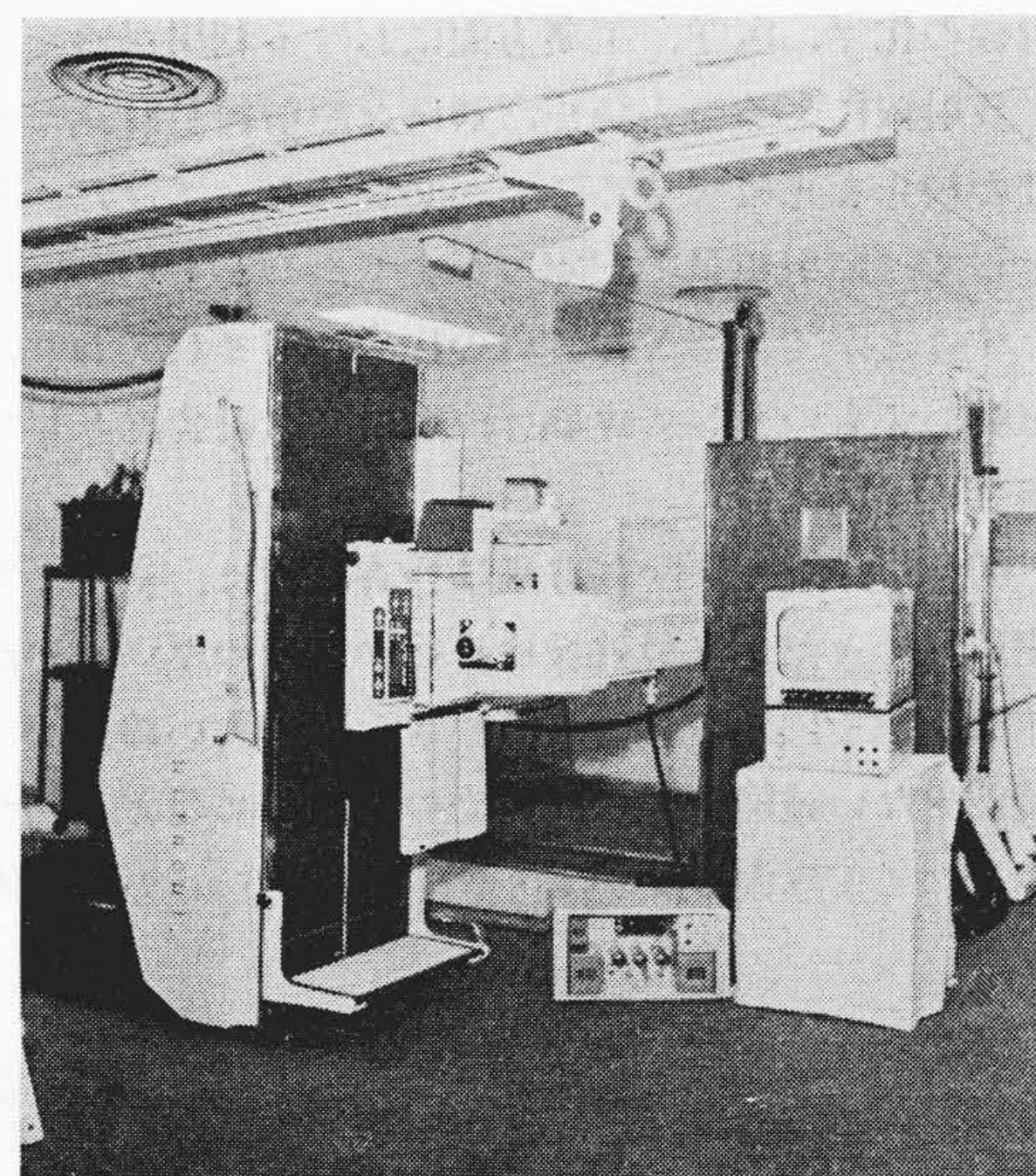
本装置は国内はもちろんのこと、イタリアへも輸出されている。



第 15 図 胃集団検診用レントゲン車



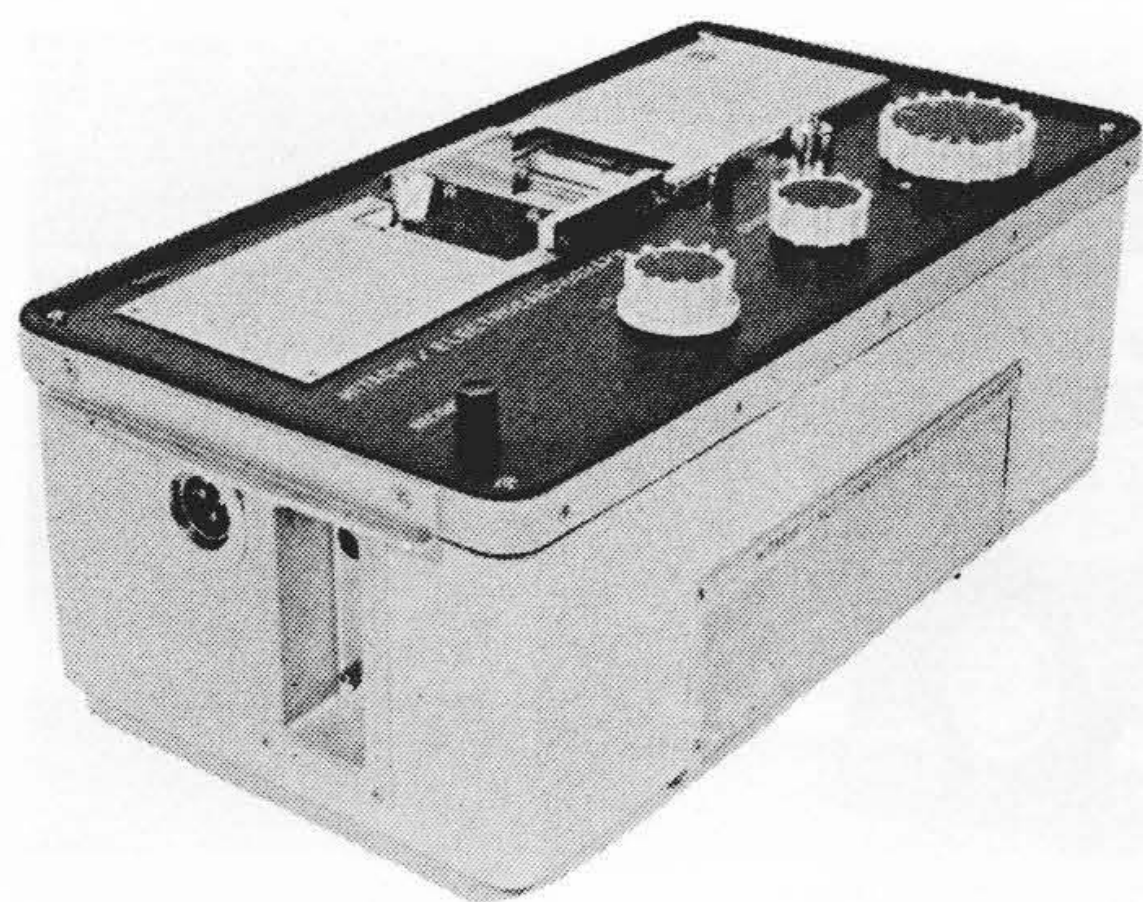
第 16 図 TM-20 形透視撮影台



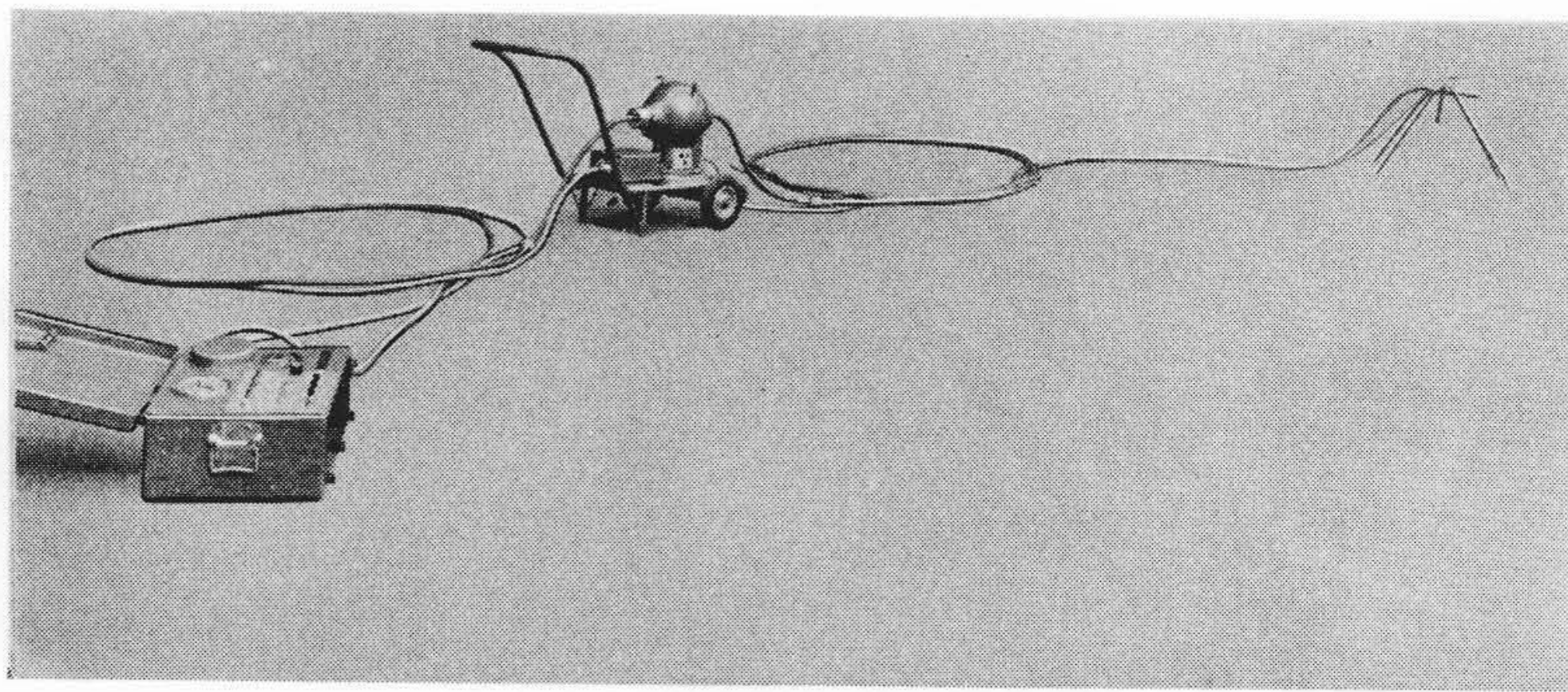
第 17 図 診断用XTV-0 形X線テレビ装置

8.4.4 診断用 XTV-0 形 X 線テレビ装置

イメージインテンシファイヤを使用せず、蛍光板を直接高感度イメージオルシコン撮像管により撮像する方式を用いた新製品 XTV-0 形X線テレビ装置を完成した。その特長としては、イメージインテンシファイヤの設備費、保守用経費が不要となり価格が安いこと、視野が普通蛍光板と同様に診断に十分な大きさに選定できること、撮像管およびレンズの移動により拡大撮影像ができること、X線テレビ専用の遠隔制御透視台と組み合わせるほか既設の透視台にも取り付けできることなどがあげられる。



第18図 全トランジスタ化心電計



第20図 電動ワイヤ式コバルト60非破壊検査器 (MC-WMA)

8.4.5 全トランジスタ化心電計

従来の心電計は増幅器入力初段に真空管を使用しており、被検者に対する安全性、軽量化などの見地から、増幅器の全トランジスタ化が強く要望されているが、高入力インピーダンス、低雑音、安定性など、全トランジスタ化には技術的に困難な問題点があった。

日立製作所では増幅器をダイオード変調方式にすることを試み、全トランジスタ化に伴う入力インピーダンスの問題、低雑音、安定性などの問題を解決した。

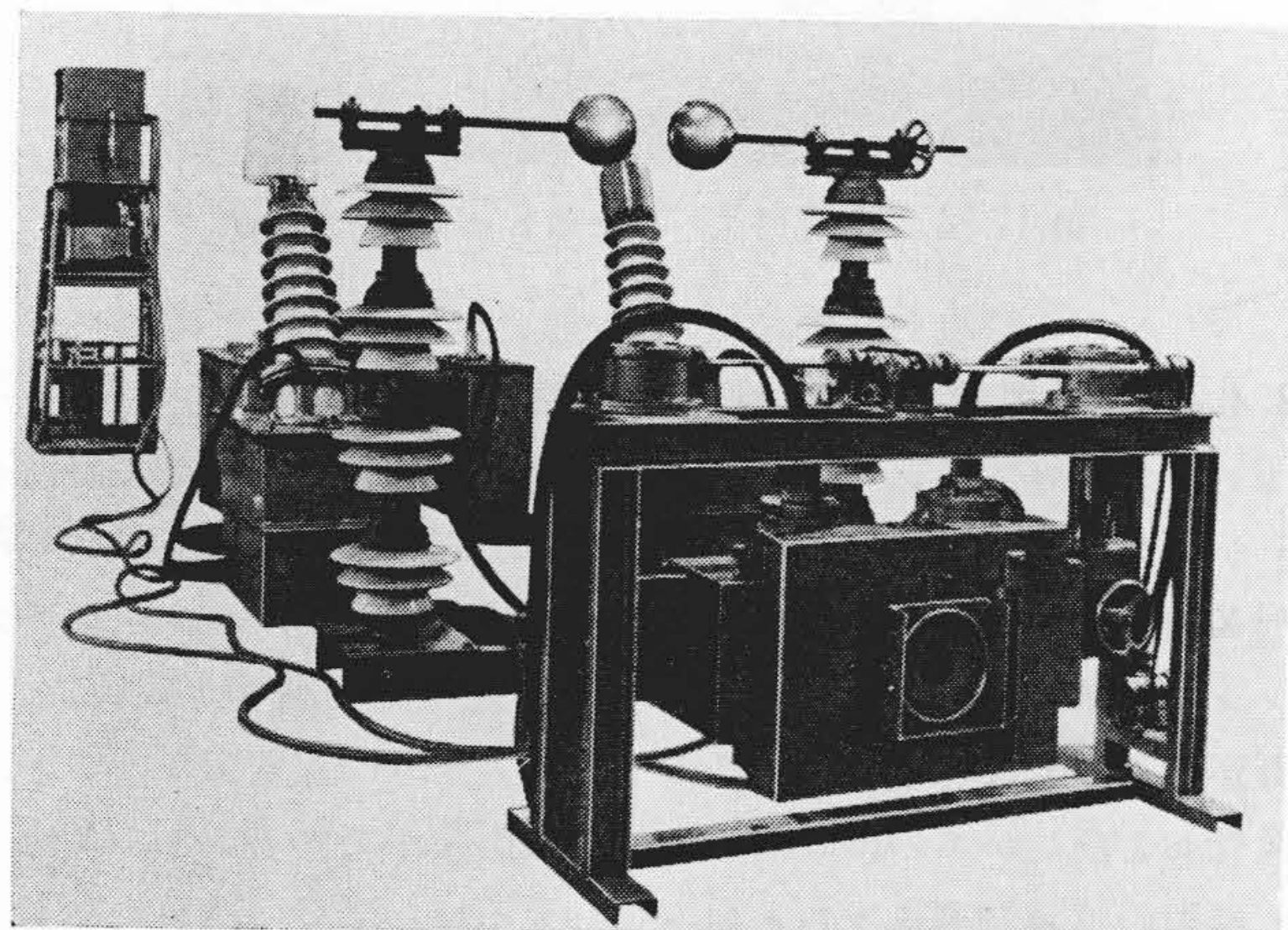
また心電計としての取扱性その他の性能の向上にもつとめ、種々の特長をもたせることができた。すなわち、全トランジスタ化によって、電源投入後装置が安定するまでの時間が非常に短く、急患などの場合にその性能が発揮される。

本装置は、心電計として全トランジスタ化された最初のものである。

8.5 工業用放射線装置

最近放射線の化学、医学、工業方面における利用が盛んになるにすぎない、放射線による傷害防止、適確な照射線量計測などの観点から線量計の校正を正確にすることが必要になってきた。そのため標準線源として、照射線量の安定度がよく、しかもいろいろな線質のX線をだすことができるX線装置の出現が望まれており、ここにその要求を満たすものとして線量計校正用の専用装置として300kV校正用X線装置が完成した。

コバルト60を用いたガンマ線非破壊検査装置は、従来1キュリまでがよく使われてきたが、最近被検査物の肉厚の厚いものが多くなり、また作業能率を向上させるため、さらに大きい線源で、しかも放射線被曝の少ない遠隔自動操作可能の装置が必要となった。これらの要求にこたえて線源容量が1.5キュリ、5キュリ、15キュリの



第19図 300 kV 校正用X線装置

3機種をMC-WMAシリーズとして完成した。

8.5.1 300 kV 校正用X線装置

本装置は電離槽形線量、線量率計の照射線量標準値の維持および、その精度向上の研究に使用するために設計された据置式工業用X線装置である。標準X線源として用いるために、在来の工業用X線装置に比較して照射線量の安定度がよいこと、大線量から小線量まで出せること、広い範囲の線質が得られることなど、広範囲の使用に適する装置である。

本装置の特長は

- (1) 4倍圧平滑回路を用いることにより、最大DC 300kV 10mAの出力で連続使用が可能であり、出力側の変動をフィードバックして自動的に出力電圧を一定に保ち、照射線量を一定に保つものである。
- (2) 出力電圧調整範囲は DC 40~300 kV まで連続調整可能であり、各種のフィルタが装着できるので、広範囲のX線線質が出せる。
- (3) 電磁式自動シャッターを有し、照射線量の誤差がきわめて小さい。
- (4) グラフパネル方式なので操作が容易である。また装置の誤動作を防ぐインターロック回路および、過負荷防止の安全装置が完備している。
- (5) 漏えいX線が少ないので、測定時の散乱X線の影響が小さく、正確な測定ができる。

本装置は電気試験所に納入され、その機能を十分に発揮している。

8.5.2 電動ワイヤ式コバルト60非破壊検査装置 (MC-WMA)

放射線透過検査は、工業の発展に伴い、年々その重要性が認識されてきた。X線装置による非破壊検査に加えて、コバルト60を用いた非常に可搬性のよい小形非破壊検査装置を電動駆動方式により自動化し、かつ最大線源容量1.5キュリ、5キュリ、15キュリのMC-015WMA, MC-05WMA, MC-15WMAの3機種に系列化した。

本装置は操作をすべて電動駆動にて行なうため、完全な遠隔操作ができ、操作時の放射線障害の心配が全くない。

操作盤には、操作器具として、電源スイッチ、線源照射格納スイッチ、照射時間規制用のタイマーがあり、電源、照射準備完了、シャッター開閉、線源の露出、格納などの表示灯、線源移動距離計などが設けられ、操作の簡易、確実化が図られている。シャッターの開閉、線源の移動は線源露出格納スイッチを操作するだけで、すべて自動的に連系して行なわれるとともに、撮影が完了すれば線源が自動的に格納されるなど検査作業の能率向上が十分考慮されている。

停電時または電源導入の困難な所での操作には、手動によっても完全な検査作業ができる手動への切替機構を備えている。