

9. 理化学器械および放射線装置

PRECISE SCIENTIFIC INSTRUMENTS AND RADIANT-RAY APPARATUS

36年度は理化学機器としても生産形態における一大飛躍の記念されるべき年であった。日立製作所では従来は多賀工場製品の一部として生産されてきたが、36年3月那珂工場として計測器専門の近代的建屋と設備を建設し、独立した態勢に入った。理化学機器として日進月歩のすう勢に遅れぬよう試作課の確立、電子装置光学装置両設計課の分離、製作課の整備増強、さらに従来行なわれてきた電子顕微鏡の輸出実績増大に鑑み光学装置およびそのほかの理化学分析機器の市場を世界に拡大するためアメリカ Perkin Elmer 社との技術提携による日立パーキンエルマー社の誕生を見、ここに今後の日立理化学機器発展の基礎が確立されたものといえる。

このような内外ともに多忙な中において新製品の開拓も強力に推進し、電子装置としては微少部X線分析装置、電子顕微鏡用各種付属装置の改良、磁気共鳴装置の整備、光学装置として簡易赤外自記分光光度計、光学分散子としてのプリズムに代る回折格子の完成、原子共鳴吸光法による微量分析用付属装置、高感度ガスクロマトグラフ、アミノ酸分析計などの完成がある。

一方放射装置としては市場需要面の不安定の中において、一般の測定器は共通各部をユニット化する方式をとりながら現在までに日立独自で開発してきた各種モニタ類の整備に主力を注ぎ、また炉計装装置を完成した。

今後の理化学機器としては、すべての努力を集中して新製品の開発、製品安定化、生産技術の確立の方針のもとに世界市場に送り出す考えである。

9.1 電子装置

電子顕微鏡は各種付属装置の改良開発によって一段と多能性、信頼性が高まり、さらに需要が伸びた。このため那珂工場新設を機に生産態勢を改め、レールおよび台車上で組立調整を行なう流れ作業を採用して増産と品質均一化をはかることになった。

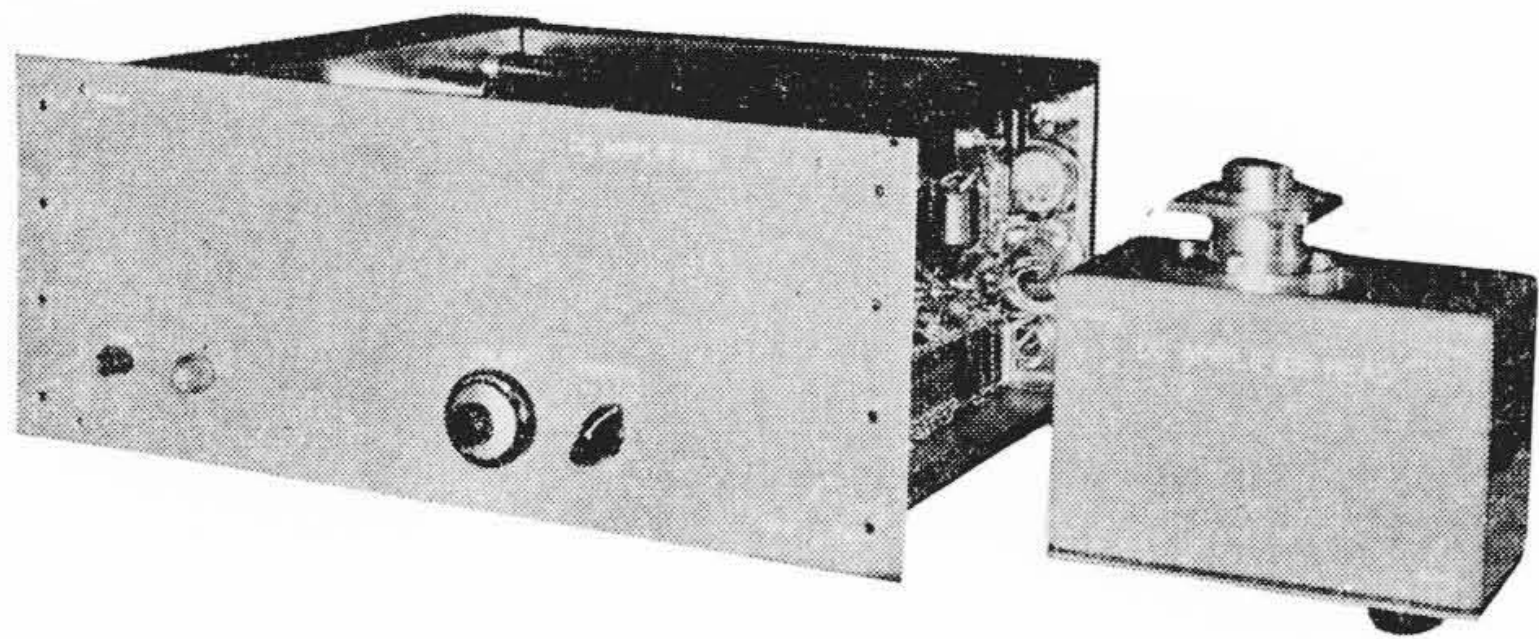
質量分析計は従来用いていた直結形直流増幅器の代りに、380 c/s の振動容量変換器を用いた AU-12 形直流増幅器を完成採用し、オープン導入系の改良完成と相まってまったく安定なものとなった。第1図は AU-12 形増幅器の外観である。

磁気共鳴分析計は準ビッター形電磁石の完成によって耐振性、絶縁性が高まり、積分器や各種空洞類の開発が進んで需要もしいに伸びてきたため、ユニット仕込によって増産態勢を整備した。

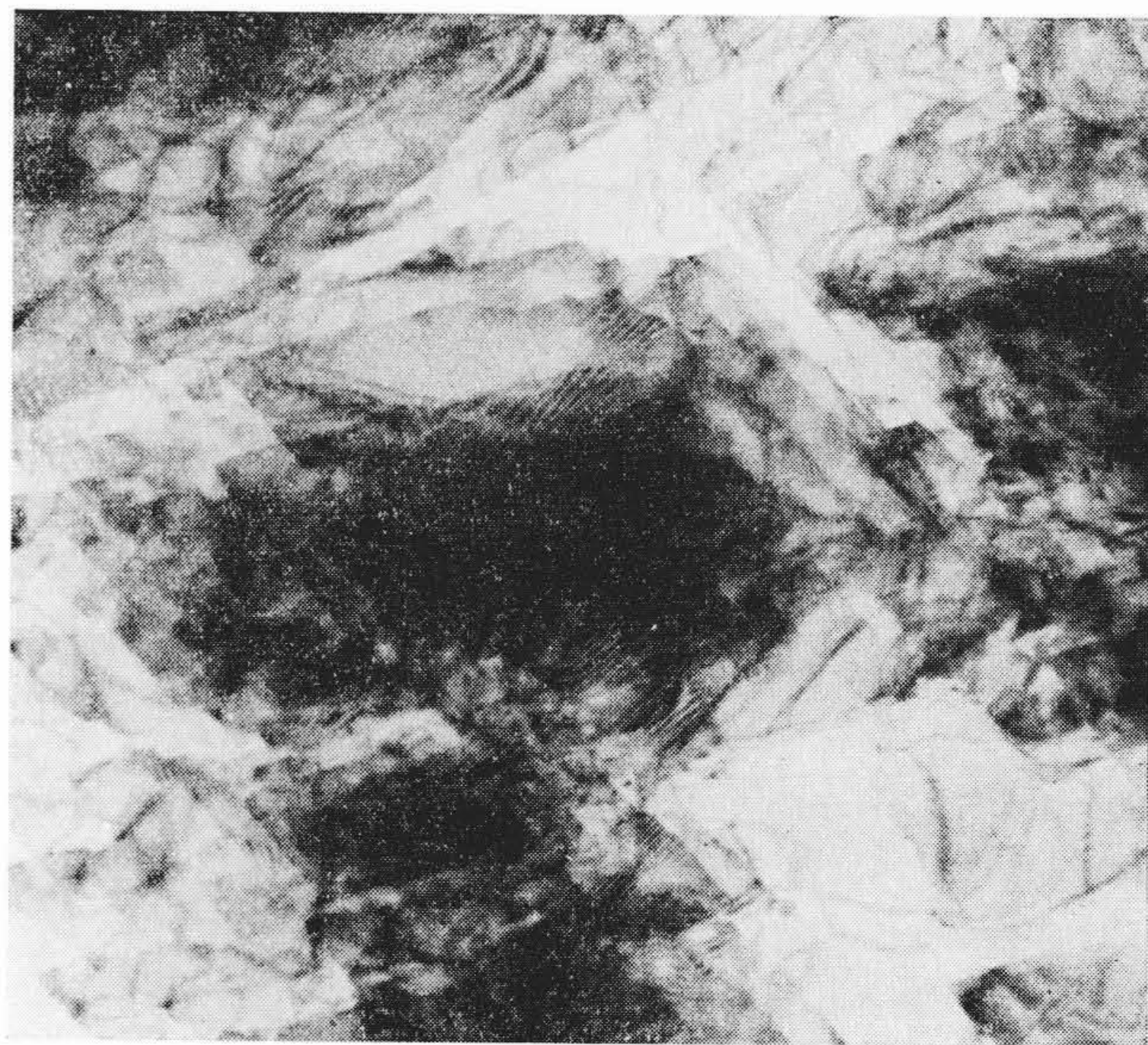
X線微小部分分析装置は試作中より多くの需要に応接いとまない有様であったが、各部に改良を加えたりモニタ装置を開発するなど、さらに高性能化を図り、いよいよ増産態勢を固めてこれら需要に対処することになった。

9.1.1 電子顕微鏡用付属装置

電子顕微鏡の需要が増すに従い、応用の範囲も拡大されてきた。



第1図 AU-12 形直流増幅器



試料温度: -80°C , (HU-11 形電子顕微鏡使用)

第2図 ポリエチレンマーレックスの干渉縞 (倍率 30,000 倍)

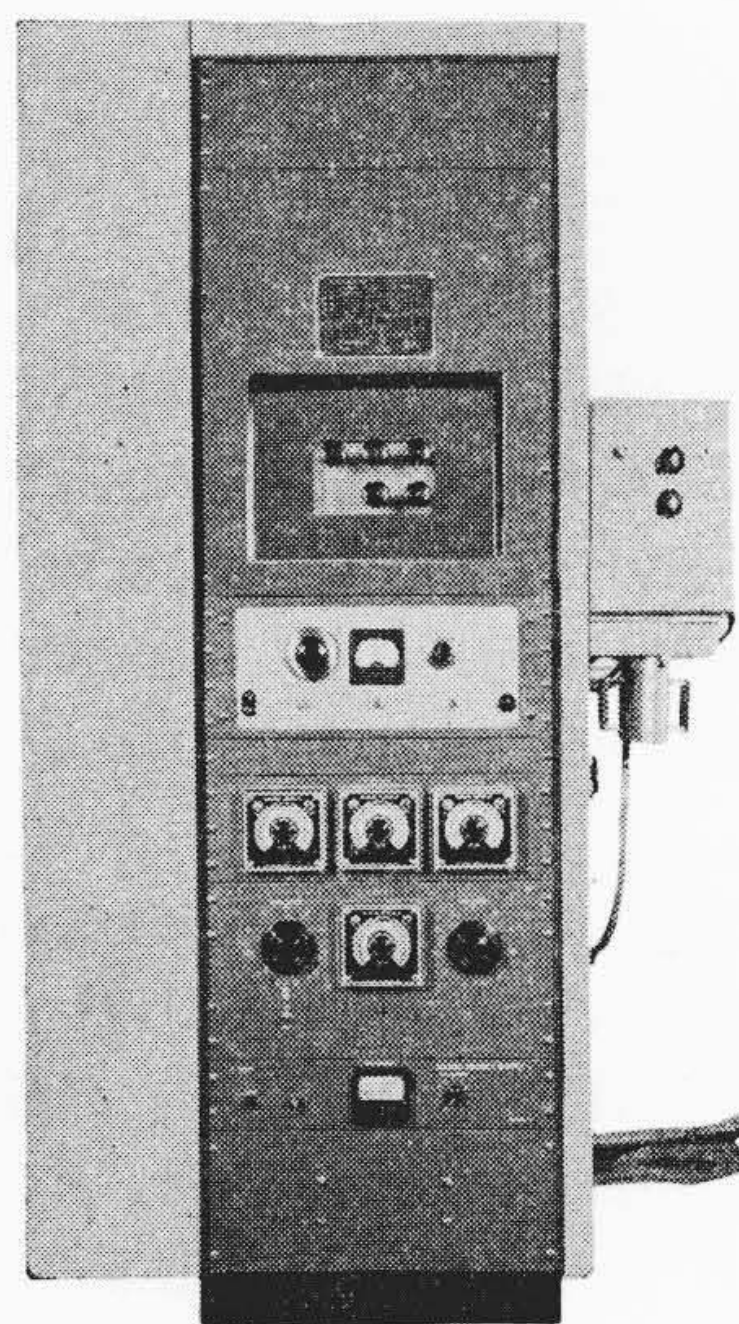
当然の動向として研究目的に応じた試料の保持装置が要求され、日立製作所においてもすでに10種以上の特殊付属装置が発表されている。この中から最近発売された試料加熱装置、試料冷却装置について述べる。

(1) 試料加熱装置

この装置は HU-11 形高性能電子顕微鏡に取付け、加熱時における試料の透過電子顕微鏡像、制限視野回折像を観察し、試料の熱的性質の研究に利用される。従来の加熱装置は試料の支持機構上、温度上昇に伴って試料が動くのを十分には防ぎ得なかった。本装置は加熱炉の中心に試料を置き、熱的な膨脹収縮や振動に対して平衡を保つように設計されているため、加熱時、あるいは加熱過程における試料の動きをきわめて少なくすることができた。加熱炉体にはモリブデンを、発熱体にはタングステンを使用して特殊断熱がい子に組み込んであるため、少ない電力で高温に保つことができる。本装置の連続使用温度は 800°C を保証しているが、1時間以内の断続使用ならば $1,000^{\circ}\text{C}$ までは可能である。加熱時の保証分解能は $50\text{\AA}$ である。

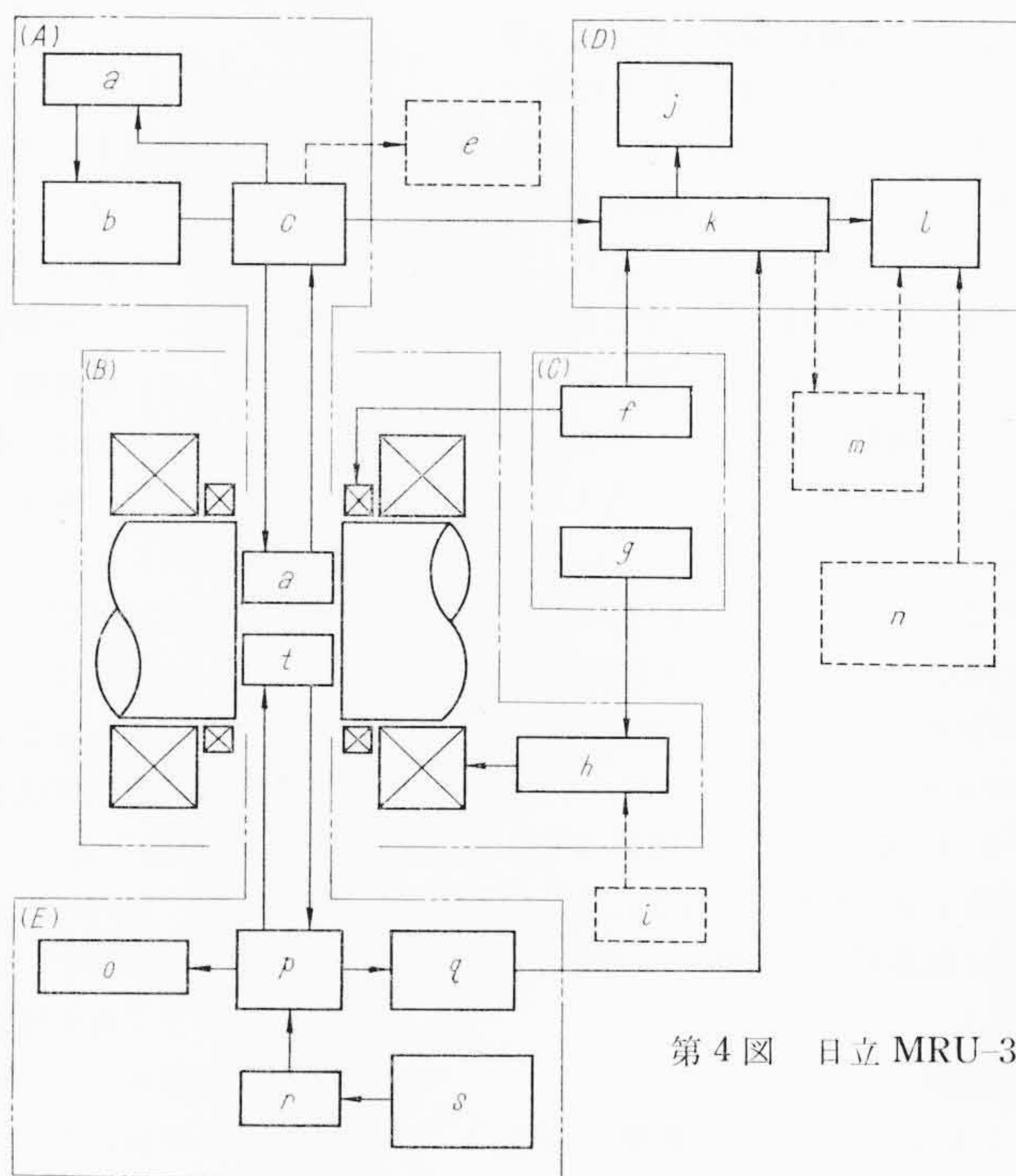
(2) 試料冷却装置

この装置は冷却槽と試料支持部との間を屈曲自由な熱伝導体で連絡した日立独特の構造によるもので、従来困難とされていた冷却時における高分解能を実現しえたものである。冷却剤としては通常液体窒素または液体酸素を使用しているが、気化熱を利用して冷却しているために気化の際の突沸が振動源となり、冷却時の高分解能が得られなかった。本装置では振動源となる冷却槽と試料支持部分とを分離し、その間を柔軟な熱伝導体で連結して振動の伝達を防止するようにしたもので、 -170°C において $12.6\text{\AA}$ (Cu-Phthalocyanine 格子) の撮影に成功している。また熱伝導体の容量を加減することにより温度調節が容易で、小さい加熱炉を併用して室温から -150°C の任意の温度に保つことができる。第2図は本装置の使用例で熱に弱いとされているポリエチレンマーレックスの結晶を -80°C に保ちながら撮影したものである。冷却装置を使用しない場合は、電子線衝撃による温度上昇により、



マイクロメータおよびサブオープンを増設した状態を示す。

第3図 全金属製MG-221形試料導入系



第4図 日立MRU-3形磁気共鳴分析計構成図

写真に見られるような干渉縞の撮影は困難である。

9.1.2 質量分析計導入系の高温化

最近石油化学の急速な発展に伴い、質量分析計を用いて C_6 以上の炭化水素の分析を行なう要望が高まってきた。これらの試料は主に液体または固体の状態で存在するもので、常温で得られる蒸気圧が低く、また吸着性も強いので、導入系を高温に加熱する必要がある。われわれはこれらの要望にこたえて第3図に示したような全金属製MG-221形試料導入系を完成した。本装置は日立RMU-5B形および5G形質量分析計に組み合わせられるように設計したもので、アルミニウムガasketを用い、コックに銀球と不銹鋼テープ穴方式を採用した全金属製で、主要コック群とリザーバはオープン内に収納され、マイクロメータも内部に装着可能になっている。オープン内は 150°C の一定温度に高精度で保持されている。一般ガス体の導入部、および蒸気圧が高く常温で導入可能な液体試料用の水銀オリフィス方式の液体試料導入装置が装備されていることは従来とほぼ同じであるが、蒸気圧の低い試料を導入するための 150°C に加熱可能なサブオープンが装備されるようになっている。

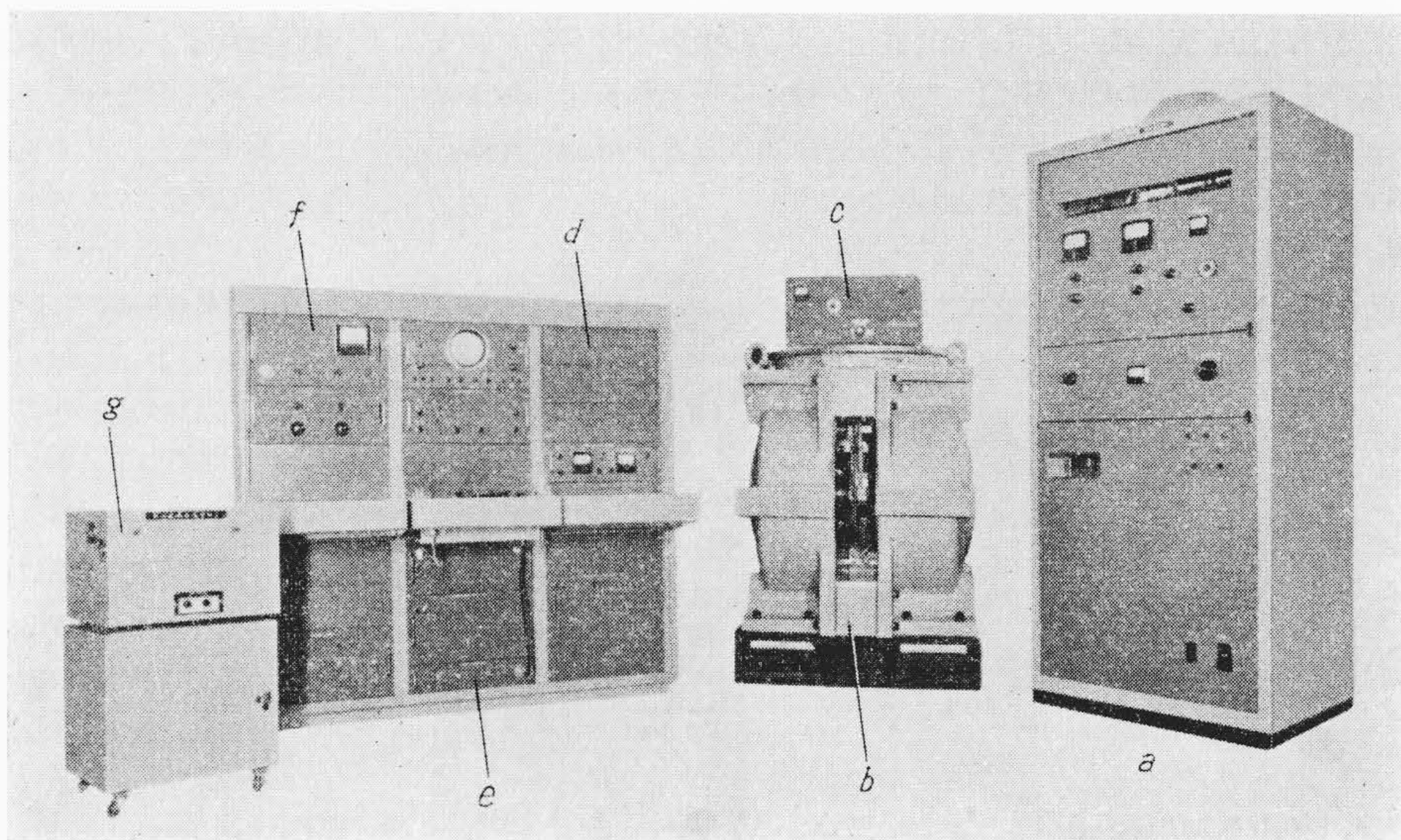
9.1.3 MRU-3形磁気共鳴分析計

35年度までのMPU-2形の経験を活かしてMRU-3形を生み出した。その構成は第4図のとおりESR(電子スピン共鳴)NMR(核磁気共鳴)の両分光部を含み、検出指示部が両者共通に使用でき、そのほかいっそう操作容易になった。また新しくE302およびE202電磁石を開発し、種々の組み合わせにより顧客の要求に副えるようになった。まずESRは単体ではMPU-3形と呼称し、第4図(A)+(B)+(C)+(D)より構成され、周波数は約9,400 Mc、スピン感度 5×10^{12} spin ΔH ($\Delta H = 1$ Gauss) で測定が可能である。ESRの対象は当初 Mn^{++} , Cu^{++} , Fe^{+++} , Cr^{+++} など遷移元素を含む常磁性塩に限

られていたが、近年非常に範囲が広がられた。化学反応の中間段階でよく現われる遊離基は不対電子を持っていてこれがESRの対象となり、セミキノンの研究例がある。また東京大学の赤松研究室では有機半導体と遊離基との関連性に着目してESRによる研究が進められている。そのほか結晶の格子欠陥(たとえばアルカリハライドのF-中心)や半導体中の不純物、放射線照射効果(ダイヤモンド、水晶、Si、高分子物質)なども盛んに研究されるに至った。また生体物理研究への応用が注目されており、たとえば血液中のFe酵素反応、光合成反応、ガン細胞の研究などがその例である。

以上のような種々の測定にこたえるべく、温度可変 ($-170 \sim +300^{\circ}\text{C}$) 紫外線照射用ほか各種空胴、積分器、磁場マーカーなどを改良開発し、100 kc 磁場変調装置も $\sim 10^{11}$ spin ΔH のデータを得ている。

NMRは単体でMNB-3形と呼称し、広い吸収幅を持った固体の構造解析に向かいいわゆるブロードライン用である。構成は第4図(B)+(C)+(D)+(E)で、最高周波数30 Mc、検出感度 $\sim 10^{19}$



a: 励磁電源
b: 電磁石
c: XバンドESRブリッジ

d: ESR分光部
e: 共通分光部
f: NMR分光部

g: コペンレコーダ
はかにNMRブリッジ(電磁石上に置く)あり

第5図 MRU-3B日立磁気共鳴装置外観図

proton ΔH ($\Delta H=1$ Gauss) の性能を持つ。各種の相互作用により吸収線はなだらかな広い曲線となるため、信号の強度が非常に弱くなって高い S/N 比を要求される。本装置では小池のブリッジ回路を採用して従来の検出法の数倍の S/N を得ている。機種の中ではプロトンの信号が最も強く、ポリエチレン、ポリプロピレンなどのプロトン共鳴曲線の形よりその結晶度の知識が得られ、また穀物やコンクリートの吸収度の測定も可能である。近來窯業への応用が注目されており、ポルトランドセメントの凝結作用に大きな影響を持つアルミナ化合物の特性追求に有益な情報をもたらすと考えられている。

上記 ESR, NMR 測定のためには、安定度および均一度のすぐれた磁石を必要とするので、新たに変形 Bitter 形の E302 (磁極径 300 mm) および E202 (磁極径 200 mm) を開発し、それぞれ最大磁場 14 kG および 11 kG (空けき 50 mm のとき)、均一度 10^{-6} 程度、安定度 $10^{-6}/\text{min}$ 程度のデータを得ている。以上 MRU-3 形を中心にしてざっと磁気共鳴の応用分野を展望したが、今後はさらに拡大する需要にこたえるべく、各種付属装置の改良開発に力を注いでゆく計画である。

9.1.4 XMA-4 形 微少部 X 線分析装置

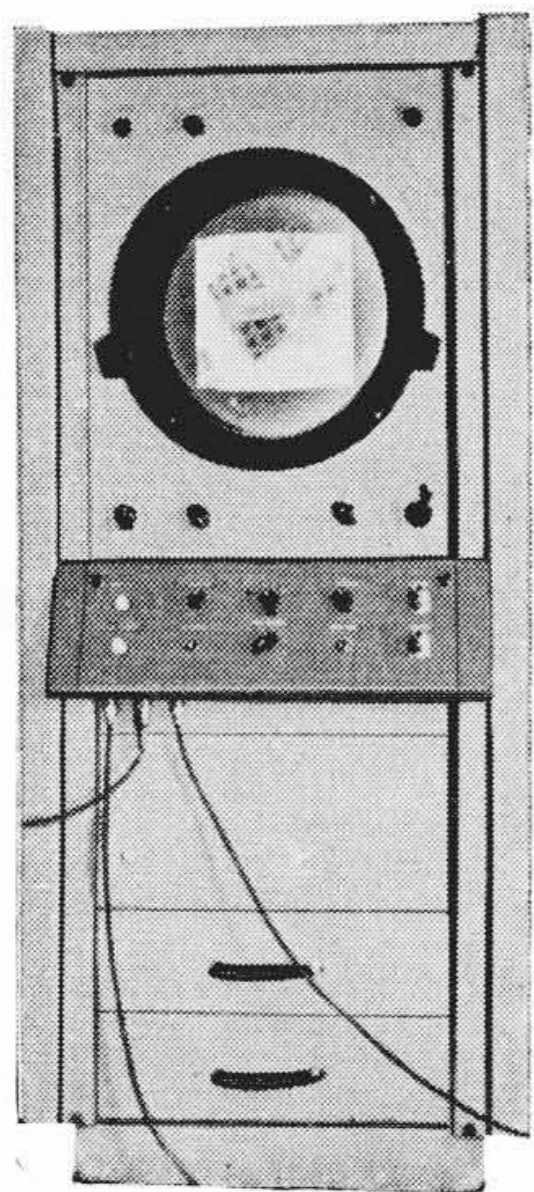
原子番号 12~92 の元素を含有する未知物質に電子を衝撃し、発生した特性 X 線を分光器、検出器を通して記録することにより非破壊的に物質の構成元素を知ることができる。

XMA-4 形装置では、検出 X 線量を表わす記録データの曲線から、誤った分析を避けるために、この種の装置としては世界で最初のモニタ装置を取り付けている。すなわち試料上の任意のある一直線上の分析を行なうとき、記録データの曲線の凹凸が (1) 含有元素からのものか、(2) 電子流の変動によるものか、(3) 試料の凹凸によるものかなどの判定に困難を覚える場合がある。CdS 単結晶を封入したモニタ球への入射光 (X 線と反射電子を光に変えたものの総量) の変化を記録すれば、実測データと比較して、上記の (1) によるものか、(2)(3) によるものかの判断が容易である。これは 2 物質間の境界線を横切って分析する場合に特に有効である。

旧形に対する改良点の他の一つは、試料からの X 線出力が小さいとき、試料を傾斜させて分析することにより、この難点のある程度解決できるようにしたことである。

次にスキャンニング・イメージ観察装置に触れる。これは標準試料によって分光器系を知りたいと思う特定元素の波長に合わせておき、試料面上を細く絞った電子線で走査し、その出力をブラウン管上で観察しうる構成にしておく。ブラウン管上に現われる像から未知試料中の特定元素の分布状態を拡大図的に知ることが可能となる。

第 6 図は同装置の外観と観察状態を示す。管上の像は、銅と白金のメッシュを重ね合わせたもののイメージである。



第 6 図 YS-1 形 スキャンニング
像観察装置
(XMA-4 形用付属装置)

9.2 光 学 装 置

赤外分光光度計 EPI-S 形は生産が完全に軌道に乗り、受注も急速に伸びているが、さらに飛躍をはかるため他社に例のない透過率拡大装置を装備して威力を増大させた。また付属装置としては複光束赤外偏光装置、マイクロ錠剤装置、防湿処理 KCl 窓板など特長ある製品を完成し、さらに反射セル、試料加熱セル、冷却セルなどを整備中である。EPI-2 形は一般的需要は固定したが、IM-2P 形赤外顕微鏡の性能が好評で、微少試料の測定に不可欠な装置としてこの方面に強い関心が持たれている。

自記分光光度計 EPS-2 形は主流製品として安定した生産を持続しているが、36 年度はさらに波長範囲の紫外域への拡張を計画し、熔融石英プリズムと分光器内室素置換を装備した $185\text{ m}\mu$ から測定可能な EPS-2U 形を完成し、応用範囲がますます広がった。

EPR-2 形自記分光光度計、AI-1 形三色刺激値自動計算器も特長ある製品として国内市場をほとんど独占している。

分光光電光度計 EPU-2A 形は従来以上に各種付属装置が整備されたためますます有用性を増した。すなわち 36 年度は RA-1 形原子吸光付属装置および SR-1 形自動記録装置が完成され、納入台数も 2,500 台を突破した。さらに GPO-2 形の製作経験を基に、回折格子を使用した EPU-2A 形相当品の EUG 形を試作中である。

フィルタ光度計は吸光分析用として FPO-3 形、EPO-B 形、FPW-4 形の 3 種、蛍光分析用として FPF-2 形、FPF-2A 形の 2 種、蛍光分析用として FPL-2 形を引き続き製作しているが、特に臨床方面への蛍光分析の普及と相まって FPF 形の進出が目覚ましい。また三色刺激値用フィルタが完成したので新たに光電反射計 ERF-1 形を完成した。

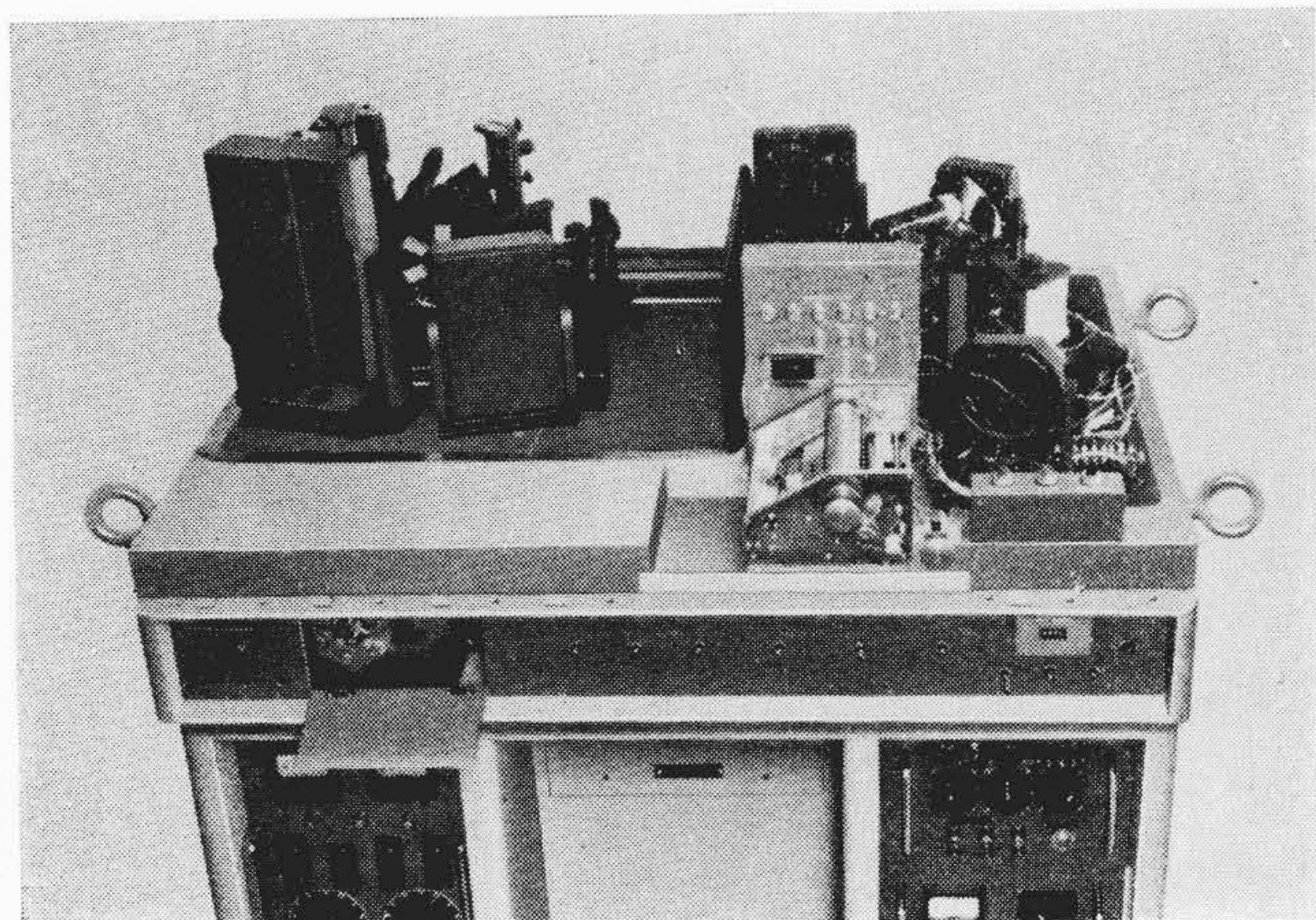
さらに紫外域で任意の波長の単色光が得られる干渉フィルタを完成したので、紫外域の吸光分析や蛍光分析用のフィルタ光度計を開発中である。

9.2.1 遠赤外分光光度計

赤外分光器は近年大いに伸展し、プリズム分光器としては NaCl ($15\text{ }\mu$ まで)、LiF ($6\text{ }\mu$ まで)、CaF₂ ($9\text{ }\mu$ まで) および KBr ($25\text{ }\mu$ まで) のプリズムを用いた分光器がすでに広く普及している。

遠赤外領域の定義としてはこれらプリズム分光器の使用できない $25\text{ }\mu$ 以上、光として測定できる数ミリメートルまでの波長領域を通常遠赤外領域と呼んでいる。この領域では分散子として回折格子が用いられるが、回折格子で分光する際に高次の短波長光が所要のスペクトルに重なってくるために、これらを除くためのフィルタが必要となる。フィルタとしてはアルカリハライド結晶の反射特性を利用したレストストローレンフィルタ、回折格子フィルタ、透過フィルタおよび NaCl または KBr のチョップによるフィルタなどがある。遠赤外領域では光源のエネルギーがきわめて弱く、さらにフィルタなどによって弱められるので、検知器に入るエネルギーをいかに高めるかが遠赤外分光器の性能を支配する。光源としては約 $100\text{ }\mu$ までは熱輻射、それより長波長は高圧水銀灯が使用され、検知器は一般に Golay セルが用いられる。

現在試作中の FIS-1 形遠赤外分光光度計は複光束、光学的零位法を採用し、波数領域 500 cm^{-1} ($20\text{ }\mu$) ~ 80 cm^{-1} ($125\text{ }\mu$) を 3 種の回折格子でカバーする。回折格子は Baush & Lomb 社製のレプリカで、有効面積 $64\times 64(\text{mm}^2)$ 、ブレイズ角 $26^\circ 45'$ 、 30 l/mm 、 20 l/mm および 8 l/mm をそれぞれ 1 次で使用する。フィルタはレストストローレンを 2 個 1 組にして 6 種類用い、入射面が直角になるように配置することにより、除去すべき短波長光を偏光角で入射させ、フィルタとして最大の効果を得ている。さらにアルカリハライド粉末を利用した透過フィルタを併用する。光源は $500\sim 116.5\text{ cm}^{-1}$ の領



第7図 日立 FIS-1 形遠赤外分光光度計

域をグローバ、 $116.5 \sim 80 \text{ cm}^{-1}$ の領域を高圧水銀灯を用い、検知器は受光面積 $3 \text{ mm}\phi$ のダイヤモンド窓をもつ Golay セルを使用する。遠赤外領域では水蒸気の吸収が非常に強いのでこれを除去するために全光学系を 10^{-2} mmHg 程度まで排気できるようになっている。波数駆動は等波数記録で、その駆動速度は広範囲に切り替えることができ、全波数領域を自働駆動できる。操作はきわめて簡単で、回折格子、レストストラーレンおよび光源が自動的に交換されるから、ボタンを押すだけで所要の記録が得られる。

この開発によって、従来のプリズム赤外領域では得られない分子の振動および回転スペクトルの測定による分子の定性、分子構造の解明などその応用分野が広まり、さらに波長領域を広げれば、結晶の格子振動の測定、半導体の不純物測定、超電導体の測定など固体の物性論的研究にその応用分野を広げることを期待できる。

9.2.2 EPS-2 形分光光度計の改良

分光光度計による $200 \text{ m}\mu$ より短波長側の吸収スペクトルの測定は空気中の酸素のために不可能であったが、EPS-2 形分光光度計で光路の一番長いモノクロメータの部分に窒素ガスを封入することによって $185 \text{ m}\mu$ までの測定を可能にした。なおセル室の空気は窒素で置換しなくても、また光電子増倍管 (1P28) の前方に蛍光増感剤を置かなくてもよい。第8図に methyl-ethyl ketone の吸収スペクトル ($n \rightarrow \pi^*$ 遷移) の例を示す。

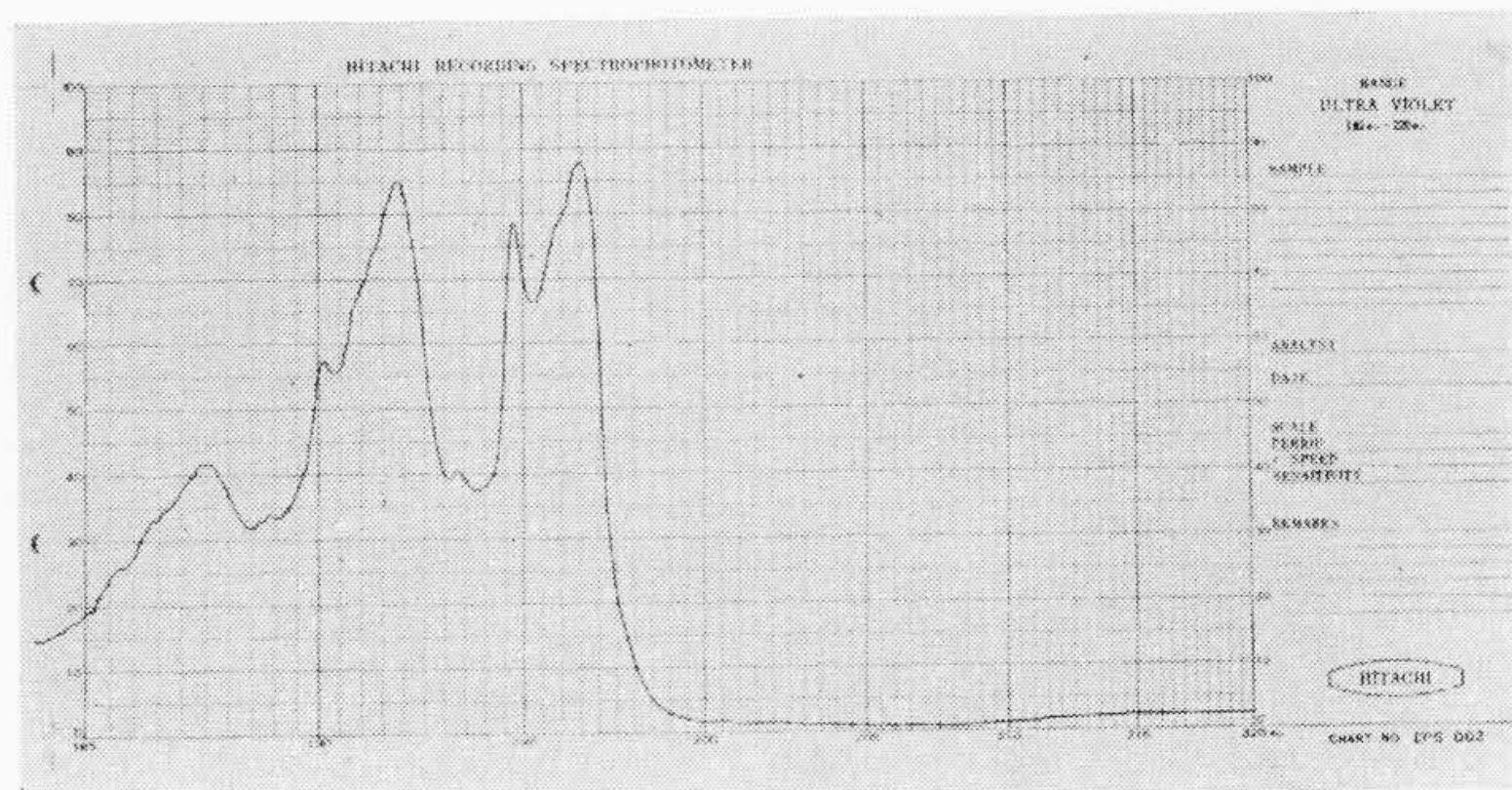
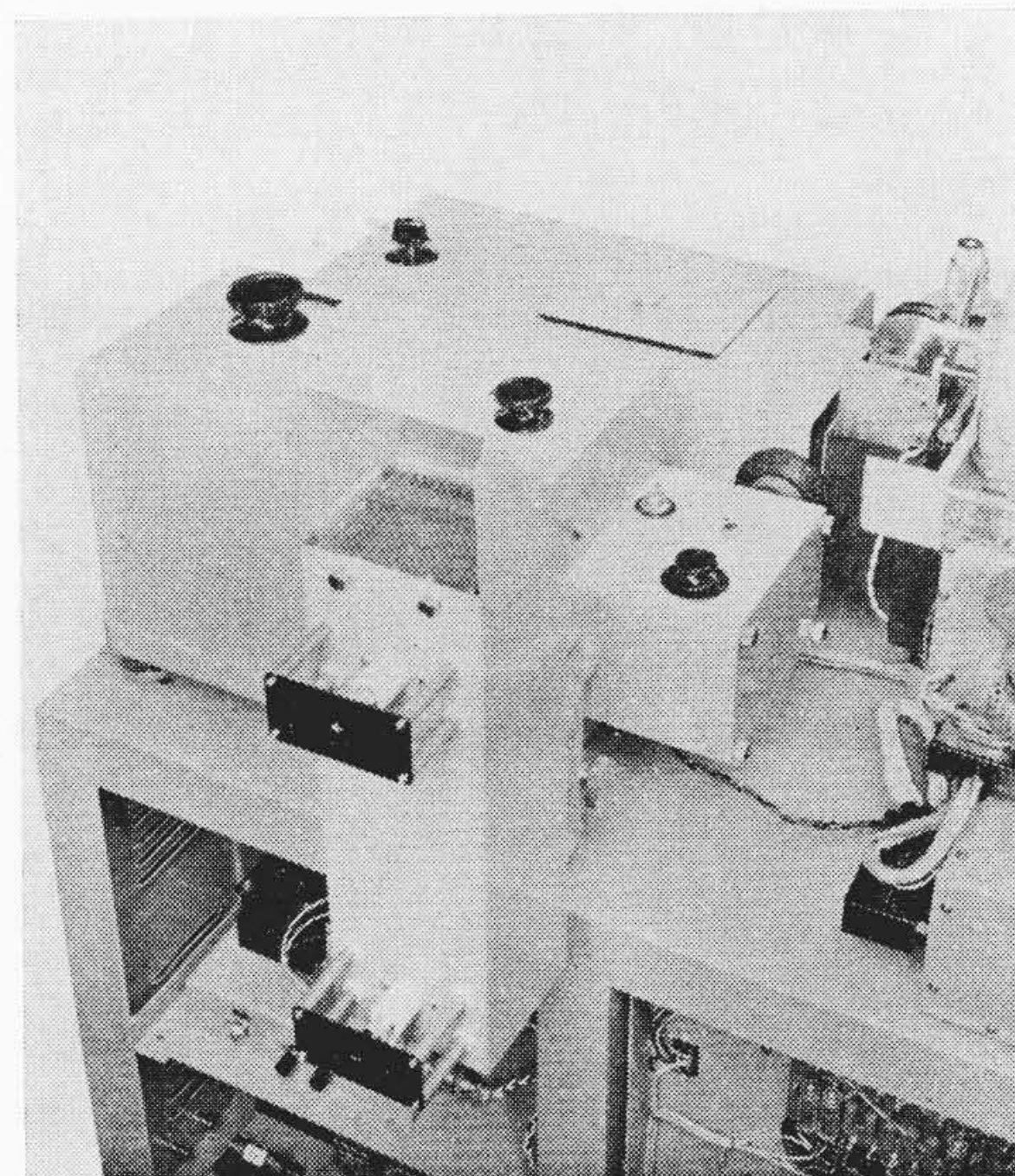
蛍光スペクトルを測定するときは刺激光源に水銀灯を用い、フィルタでこれの基線を取り出して蛍光体を励起していたが、光源に Xe ランプ (500 W) を用い、この光を明るいモノクロメータ ($F \approx 10$) で分光し、この分光した光によって蛍光体を励起するようにした。この結果 $260 \sim 650 \text{ m}\mu$ の励起光を連続的に取り出せるので、吸収スペクトルの極大値の波長で蛍光体を励起することができ、非常に効率よく蛍光の測定を行なえるようになった。またこの方法によって励起スペクトルを求めることもできるので、吸収スペクトルを測定できないような蛍・燐光体の吸収スペクトルも求めることができる。第9図に EPS-2 形分光光度計に励起用モノクロメータ (G-2) を組み合わせた写真を示す。

9.2.3 EPU 形分光光電光度計用付属装置

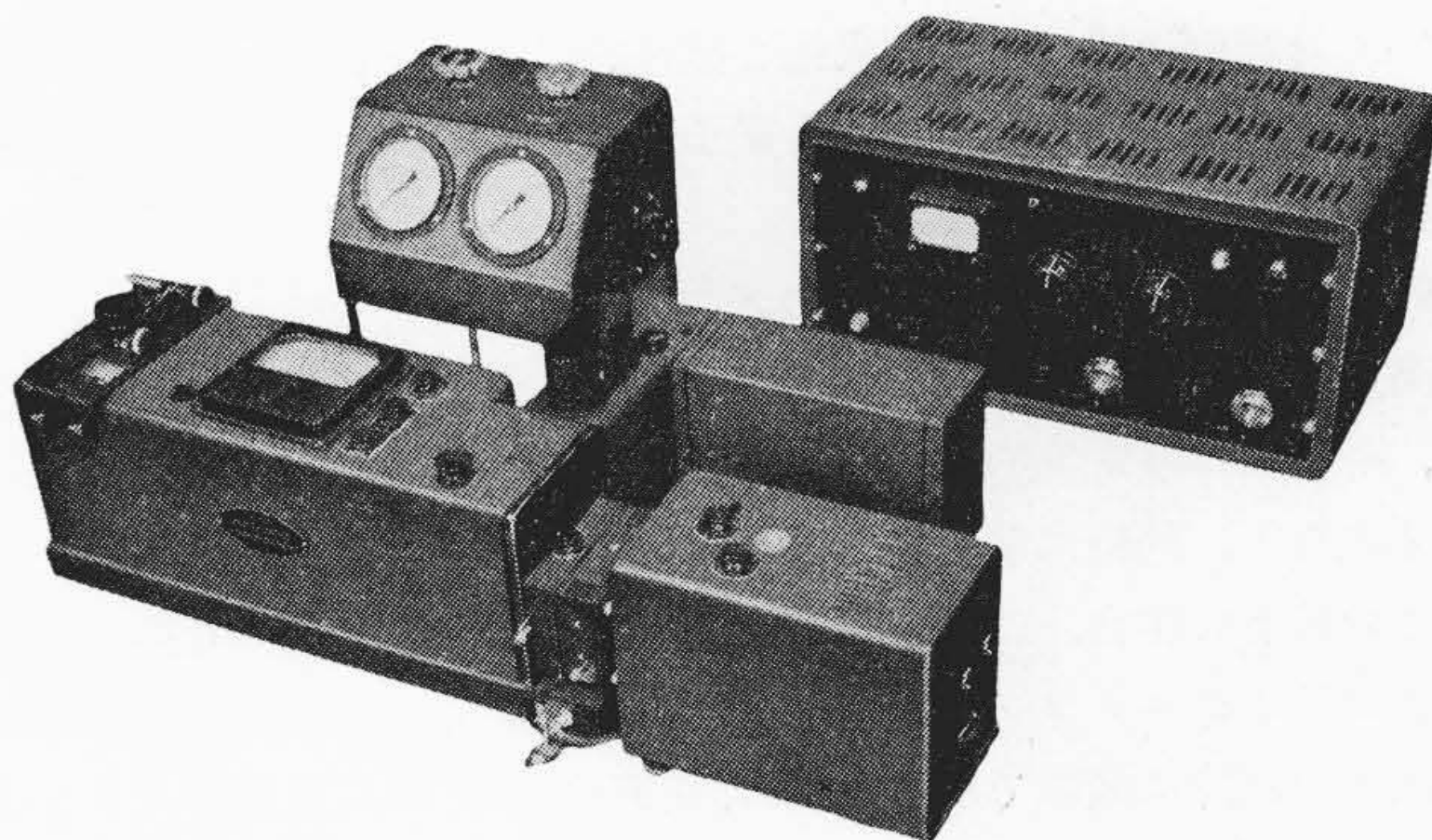
(1) RA-1 形 原子吸光付属装置

炎光分析はアルカリ金属などの分析法として広く利用されているが、共存物質の影響による干渉という厄介な問題がある。1955年 Walsh により提案された原子吸光法は、干渉が少ないことや貴金属、Mg, Zn などの分析が容易なことから、最近注目され始めた分析法で、それに順応するため EPU 形の付属装置として RA-1 形を完成した。

原子吸光法は太陽光線の Fraunhofer 線として知られている現

第8図 吸収スペクトルの一例
(Methyl-ethyl ketone 蒸気の吸収)

第9図 EPS-2 形に増設した G-2 形蛍光測定装置



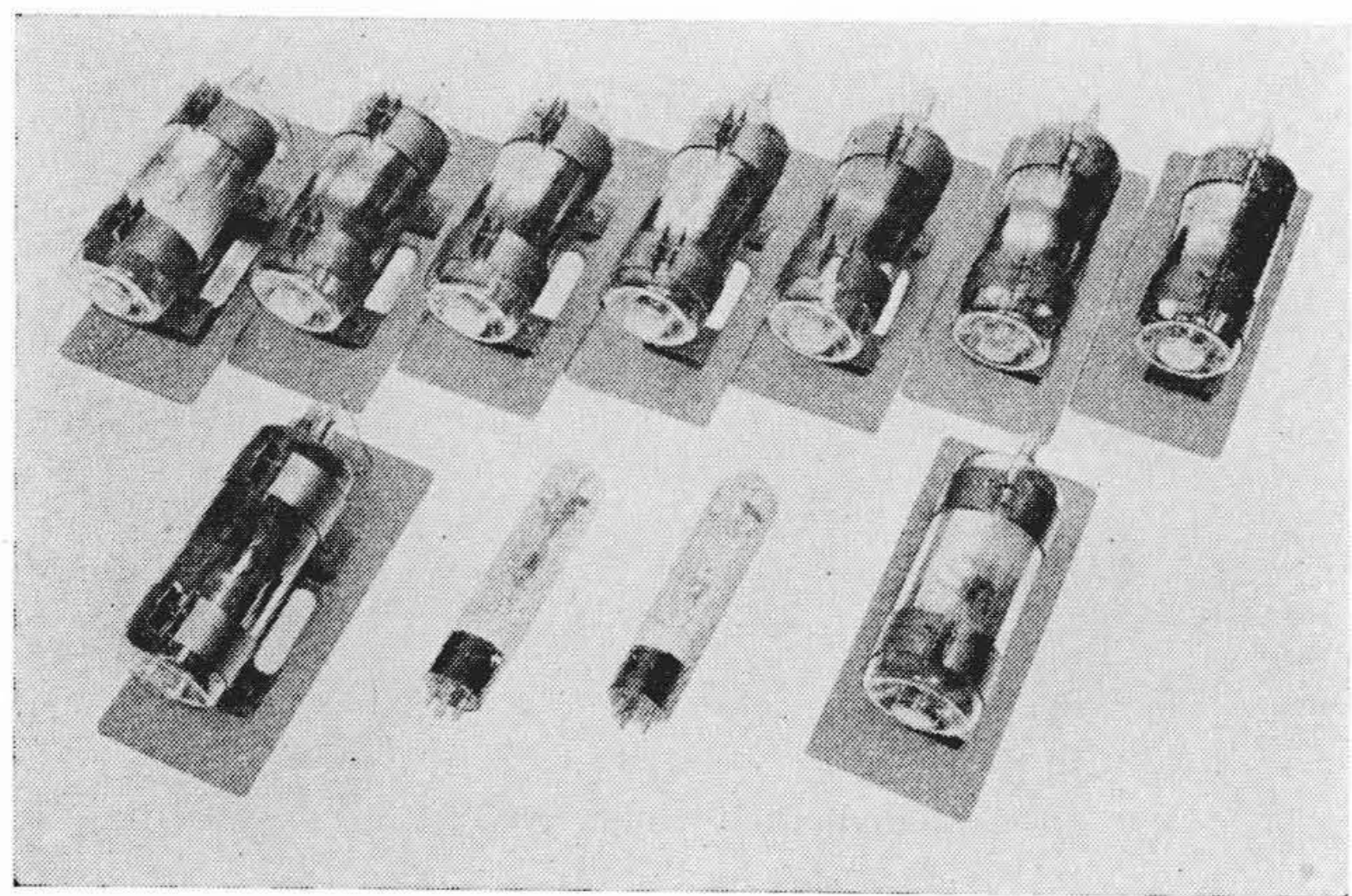
第10図 RA-1 形原子吸光付属装置を装着した EPU-2A

象を利用したもので、霧化された試料を炎光中に導いて原子の状態とし、外部からその原子のスペクトル線と同じ波長の光をあててやると原子によって吸収されるからその吸収度合を分光光電光度計で測定して定量するものである。

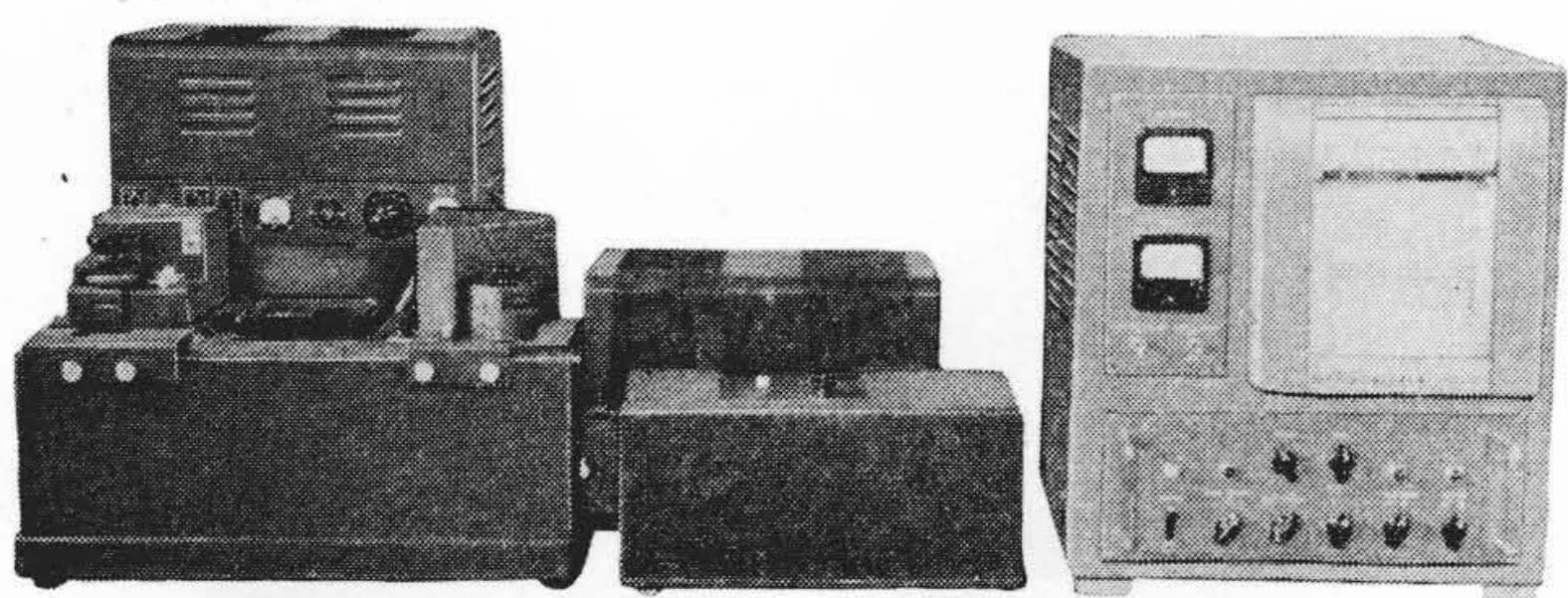
本装置は光源部と炎光部に大別されるが、光源として使用される中空陰極放電管 (Hollow Cathode Lamp) には日立中央研究所および日立研究所で共同完成した Ag, Au, Bi, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Pt, Sn, Zn 用がある。

(2) SR-1 形 自動記録装置

EPU 形分光光電光度計は波長を順次変えながら被検液の透過率を指示計器から読み取って吸収曲線を求める装置であるが、これになんら改造を加えることなく記録紙上に吸収曲線を自動的に記録させる SR-1 形記録装置を完成した。



第11図 中空陰極放電管



第12図 SR-1形自動記録装置を装着したEPU-2 A

一般に紫外、可視域を測定の対象とした自記分光光度計においては、分光器からの単色光を回転半円鏡によって対照側液槽と試料側液槽に交互に入射させ、それぞれの透過光量の比を自動的に記録させる方法が採用されている。SR-1形は既納EPU形にも簡単に装着でき、かつ取扱を容易にするため光学系には手を加えないで対照側液槽と試料側液槽を機械的に往復運動させ交互に光軸位置に導くような構造とし、電子管式自動平衡形記録計に吸収曲線が記録されるようにした。

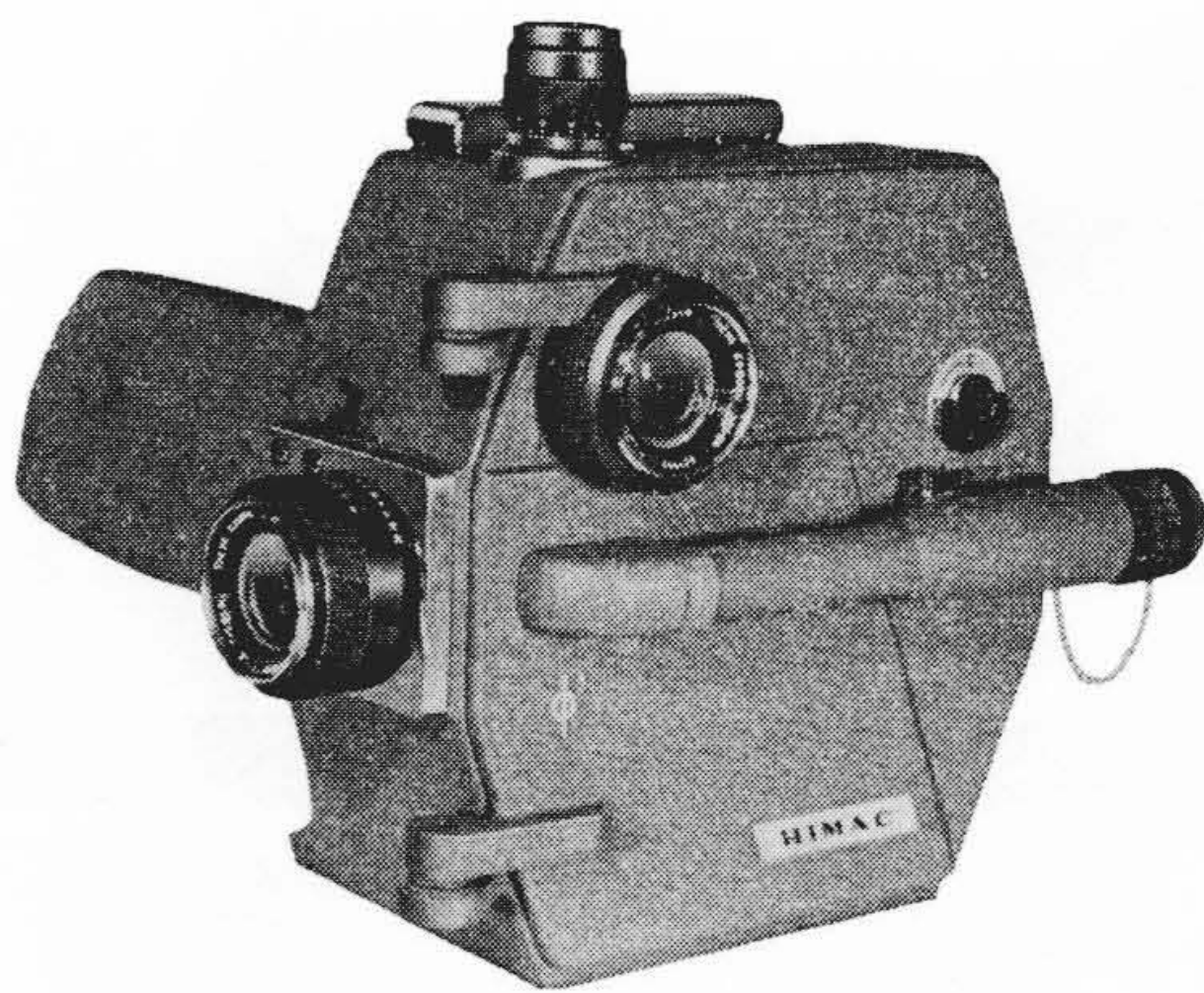
9.2.4 16HB形日立高速度カメラ

高速度現象には機械的な動きを撮影するだけで解析できるものと、それに伴う電気的な変化（電圧・電流の変動）とか振動によるひずみなど、同時に解析しなければ解決しないものがある。

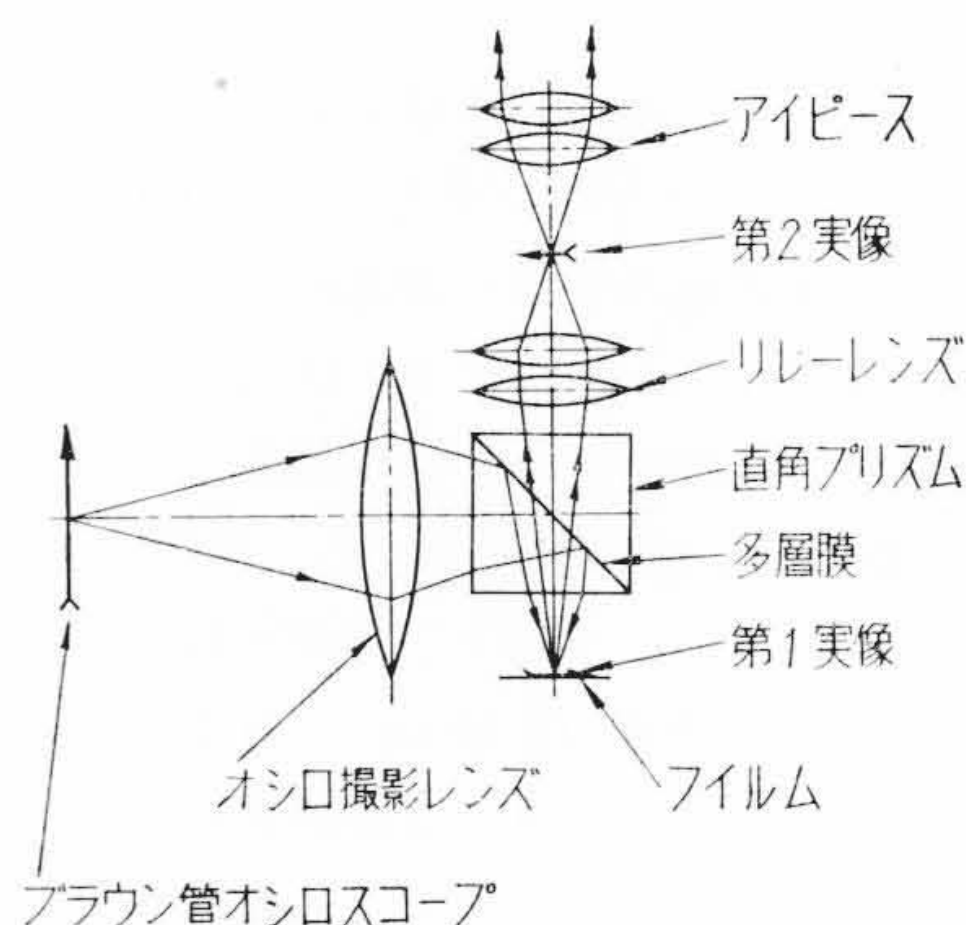
この後者の場合、これらを直接、または電気的变化に変換し、ブラウン管オシログラフに入れ、その波形をフィルム上に機械的運動の画像を同時に撮影できるように、従来の16H形高速度カメラを改造したのが、この16HB形ブラウン管オシログラフ同時撮影装置付高速度カメラである。

第14図にその光学系を示す。ブラウン管面上垂直方向に振動する輝点はカメラの側面に取り付けられたオシログラフ撮影レンズを通して、直角プリズムに蒸着された多層膜面で大部分反射され、フィルム面上に像を結ぶ。またその像の反射光の一部は多層膜を透過し、ファインダに入る。これによってピント合せを行なう。このような光学系であるからフィルムは表面から露光するわけで、アメリカ製のフィルム裏面から露光する機構に比べ鮮明なる像が得られる。

オシログラフ撮影レンズはシネ撮影用のものと同じくイグザクターマウントのものなら変換自由であり、同時撮影を行なわない場合は、これらの光学系は簡単に取りはずし可能にした。ブラウン管は高速度撮影のため高輝度を必要とするのでシンクロスコープ（第3陽極電圧8kV以上のもの）を使用しなければならない。この程度のブラウン管を使用すればフィルムは市販のものでよい。



第13図 16HB形日立高速度カメラ



第14図 光学系説明図

9.3 そのほかの分析装置

機器分析が普及して分析操作が能率化されたが、さらに分析を自動化する傾向が目立ってきた。日立製作所ではさきにプロセス用の各種比色分析装置および光度滴定装置を製作したが、36年も引き続きこれら自動分析計の需要は旺盛で、シリカ分析計プロセスコロリメータなどを生産したほか、新たに紫外線吸収を利用した紫外濃度計を完成した。実験室用自動分析計の要望も強いが、36年度は液体クロマトグラフィ溶出液の連続自動分析の専用計器としてアミノ酸分析計を完成した。

ガスクロマトグラフはガス分析および有機物の分析に必須の計器となり、熱伝導度検知方式のKGL-2形を引き続いて生産したが、36年度は放射線検知方式のKGR-2形を完成して微量試料の分析に偉力を加えることになった。Perkin Elmer社との技術提携によって、まずガスクロマトグラフの提携製品の発表を行ない、急速に進歩するガスクロマトグラフィの指導的役割を果たそうとしている。

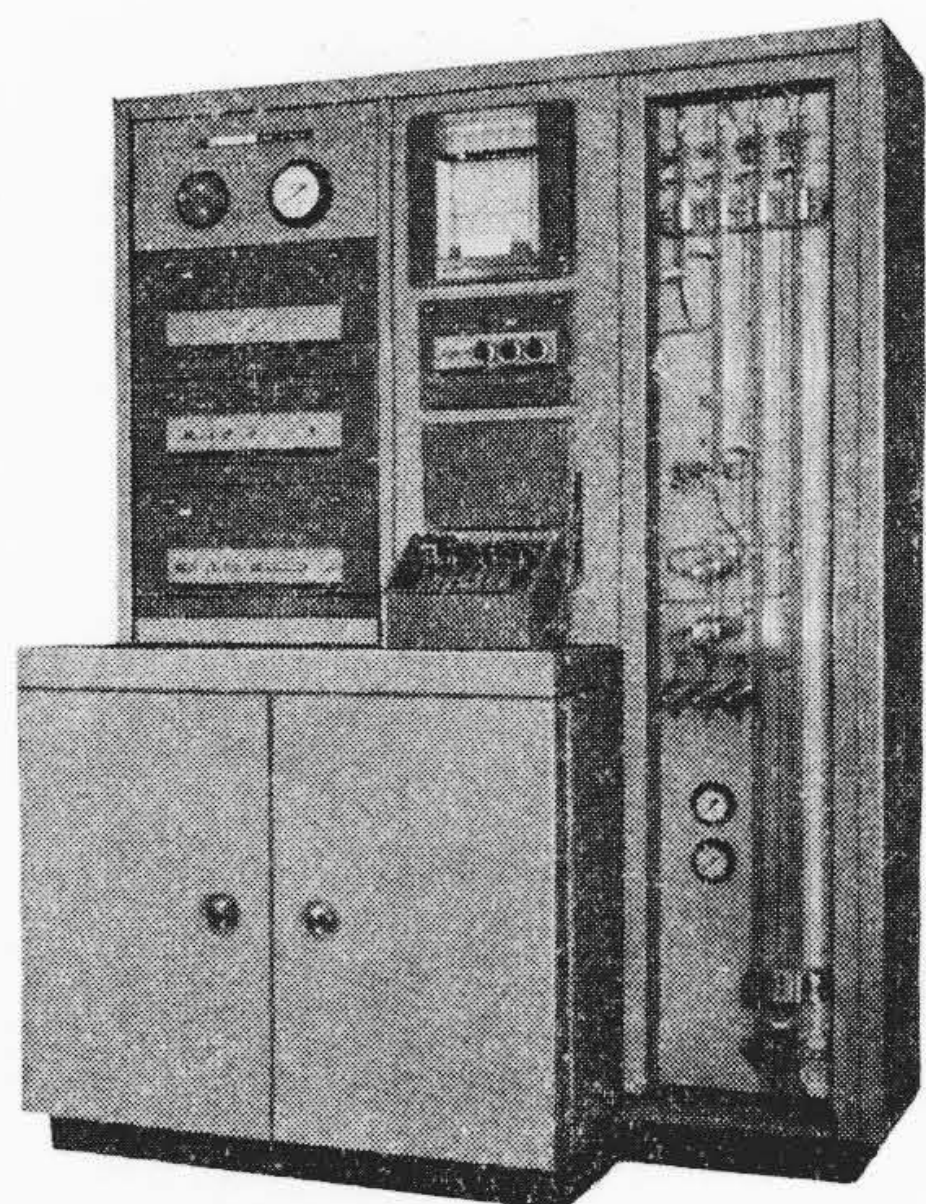
pHメータは堀場製作所と技術提携以来、M-3形、H-3形、P形、T形、H形の各種を生産しているが、36年は両者の技術を結集してM-4形を完成した。M-4形は振動容量形交直変換器を持つ安定性のすぐれたpHメータである。

9.3.1 アミノ酸分析計

アミノ酸分析は蛋白質の研究に、アミノ酸の生体内における消長の研究に、そのほか薬品工業、食品工業、化学工業、地質、土壌などの研究に欠くべからざるものである。

1959年アメリカのH. Stein および S. Moore によってイオン交換樹脂を使用したクロマトグラフィによるアミノ酸の相互分離体系が確立され、アミノ酸分析の自動化に成功し、わずか数mgの試料を用い24時間以内で正確な分析値が得られるようになった。

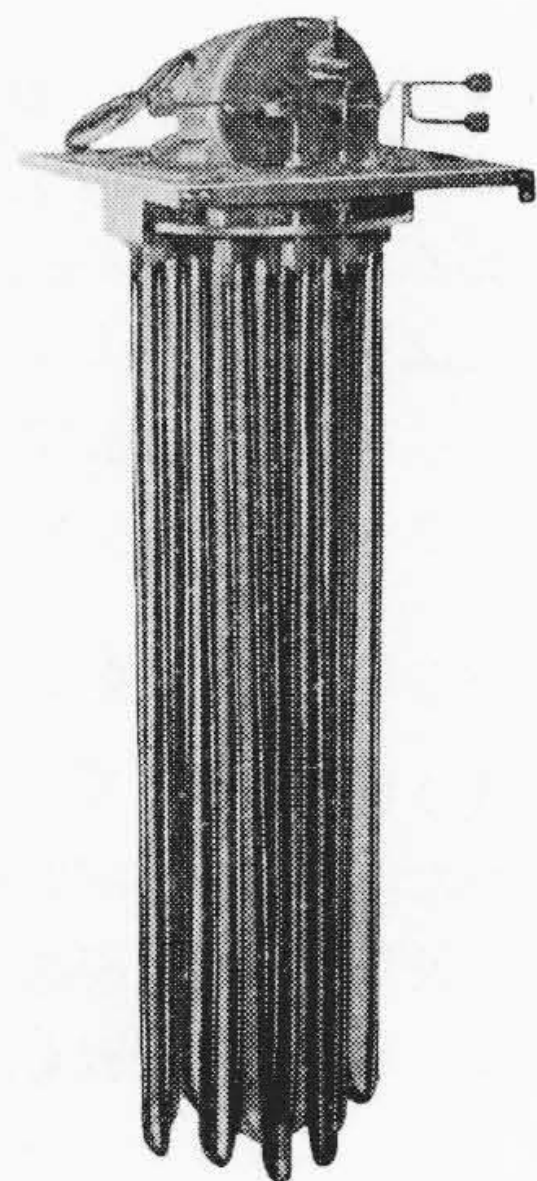
日立製作所においては本装置の製品化に35年より鋭意研究を進め



第 15 図 KLA-1 形
アミノ酸分析計



第 16 図 KGR-2 形高感度ガスクロマトグラフ



第 17 図 KGL-2 形付属放射線
電離検知器

ていたが、36年8月KLA-1形アミノ酸分析計を完成した。これは日立の総合技術と光学技術を生かした独特の設計により、下記のような特長を持っている。

- (1) 24時間の連続運転中における緩衝液の pH 切り替え、カラム温度の切り替え、ニンヒドリン試薬の注加停止、緩衝液の注加停止などを一個のドラムにまとめ適宜時間設定を行なうことができる。
- (2) 光度計は1組で、フィルタのみを(440 m μ , 570 m μ , 650 m μ の3個)切り替えて、連続的に測定することができるので、構造がきわめて簡単である。
- (3) 未知濃度の試料を測定する場合、570 m μ のフィルタで吸光度が2以上になった場合でも、570 m μ の約1/3の吸光度を示す650 m μ のフィルタにより濃度の概略を知ることができる。

9.3.2 KGR-2 形高感度ガスクロマトグラフ

放射線電離方式の検知器を用いた KGR-2 形ガスクロマトグラフを完成した(第16図)。放射線電離検知器は本質的には放射線源(RaD 約 100 μ c)を内蔵した電離箱で、カラムにより分離され溶出してくる成分を電離する。その度合は一定濃度以下では濃度に比例する。また成分によっても異なり、無機物の場合特に感度が低いが、有機物では従来の熱伝導度検知方式に比べ約 100 倍高く、ppm のけたの微量成分まで検知することができる。たとえば特級試薬品を分析すると、多くの不純物が検知される。つまり物質純度の向上に貢献できること必定である。

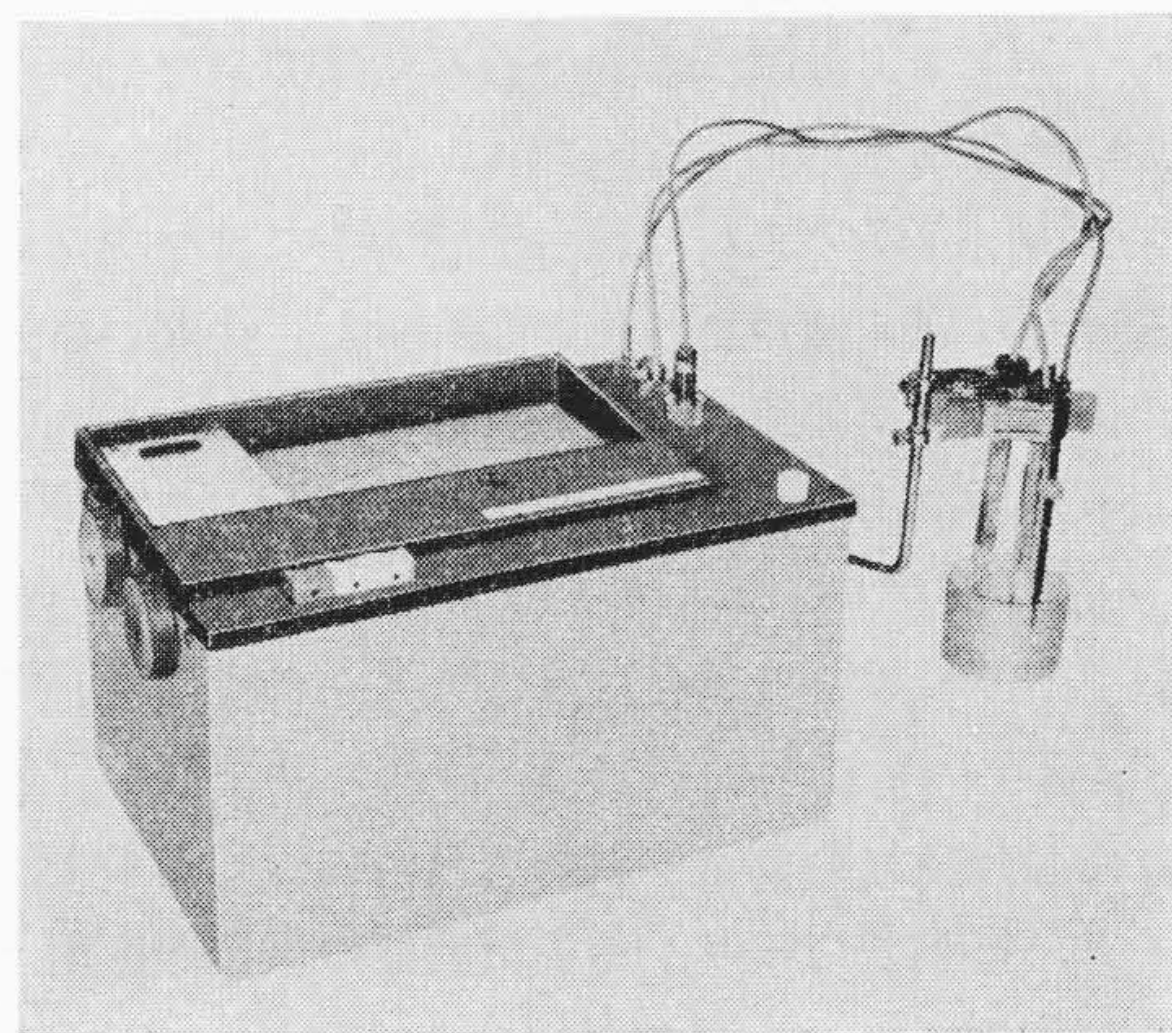
放射線検知器では特に極微量の試料の導入が必要であり、KGR-2 形では、0.1 μ l を約 10% 程度の誤差で導入できる新方式の装置を備えている。カラムの加熱は従来の空気加熱方式に代る金属ブロック加熱方式である。すなわち熱伝導の良い円筒状金属ブロックに直接カラムを巻きつけ加熱するもので温度の安定はもちろんよい。ファンレス、騒音皆無の上に取り扱もまったく容易である。卓上形ガスクロマトグラフの決定版になるものと信じている。

今後は Perkin Elmer 社との技術提携により水素炎電離検知器とキャピラリーカラムとを併用させる予定である。

なお熱伝導度検知器使用の KGL-2 形にも、すでに放射線電離検知器の併用ができるようになった。第17図は KGL-2 形付属の放射線電離検知器主部の外観である。

9.3.3 M-4 形 pH メータ

M-4 形 pH メータは日立-堀場技術提携以来初めての新品で、近代的なデザインと日立-堀場の総合技術を取り入れ完成したもので、取り扱いやすく安定性に富み、信頼性の高い pH メータである。



第 18 図 M-4 形 pH メータ

実験室用 pH メータとして最も大きな特長は交直変換器に寿命の半永久的なパイプレイティングリッドを採用して、指示の安定性を持たせたことおよび温度補償に4成分素子による経年変化の非常に少ないサーミスタを使用したことである。しかも増幅回路には十分なフィードバックを施した。これらの組み合わせにより故障の原因がほとんどなくなり、電源変動およびドリフトの心配もなく、きわめて迅速に取り扱うことができるようになった。

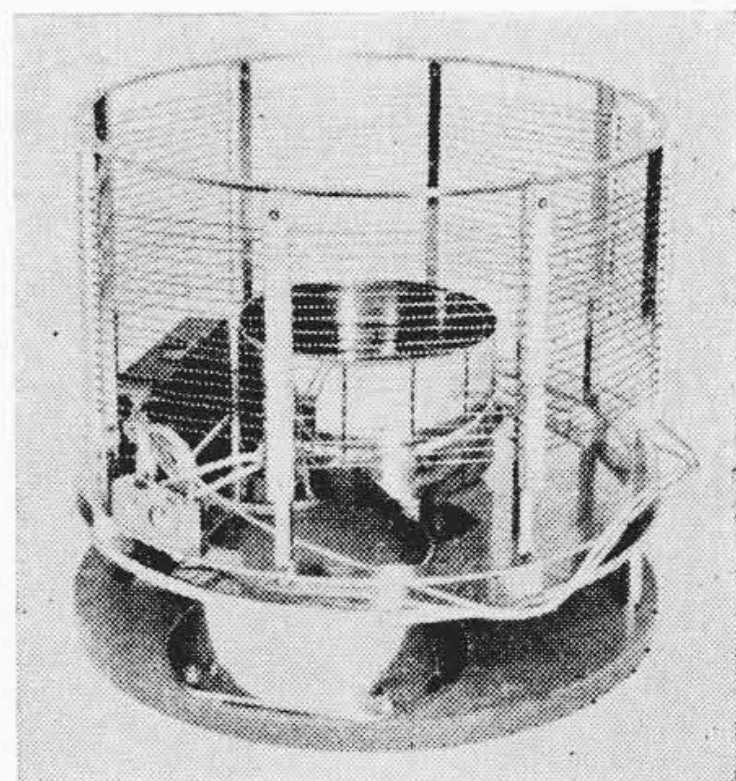
9.3.4 UCA-1 形分析用超遠心機の付属装置

UCA-1 形分析用超遠心機は高分子物質の分子量および分子量分布測定に不可欠な計測器として急速に普及しているが、多くの難溶性物質は測定の対象外であった。

ロータ加熱制御装置は常温で難溶あるいは不溶性高分子物質を完全に溶解させ、沈降測定を正確かつ容易に行なおうとするもので、本装置の完成により UCA-1 形の応用面は著しく拡大された。

本装置は従来のロータ温度測定装置を改良し、これに加熱装置および温度制御装置を付加したもので、0~70°C の温度範囲において回転中のロータの精密な温度制御を行なうものである。

一般に沈降定数を測定する際種々の補正を必要とするが、中でも温度係数は最大の補正因子



第 19 図 UCA-1 ロータ
加熱装置

である。たとえば沈降定数を $\pm 0.5\%$ の精度で求めようとするならば温度制御は $\pm 0.2^\circ\text{C}$ 、測温精度は $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 以下の精度が要求されるが、本装置では制御精度、測温精度とも $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 以下の性能を保証しているので、より正確な沈降測定を行なうことができる。

また試料の温度を上げることにより急激に粘度低下をきたすようなものに対しては本装置を併用することにより沈降測定を早めることができる。

9.4 医療用放射線装置

35年来普通診察用X線装置は主として、ガン検診を目標に種々改良された。診察時の病巣発見を容易にするため、医師が患者を透視撮影に使用する蛍光板部はほとんど2枚、4枚撮影可能な速写形となった。透視台の天板も、上下の移動ができ医師は楽な姿勢で診察できるようになった。一方X線発生装置も、管電圧の前示 mAs 式制御、X線管過負荷防止回路の取り入れにより、技師の取り扱いが容易になり、そして確実な撮影ができるようになった。

X線テレビジョンは学会の援助により非常な進歩をした。トランジスタオルシコンによれば、普通の診察には非常な効果があり、実際臨床に大いに使用されるようになった。

従来セシウム-137のガンマ線も治療場所により非常に効果があるが、線量分布が悪く使用されていなかった。今度いままでの欠点をなくした近接照射用のセシウム装置を製作した。これは線量分布が非常によく治療に大いに効果を上げている。

9.4.1 一般診察用 DR-125A 形 X 線装置

この装置は容易にガン検診のできることを目標に新しくつくられた主製品である。

ほとんど電動化されたデラックス透視台につぐもので、片手操作、天板スライド、電動多重絞り、透視板内蔵の直接撮影用カセットなどを備えている。

一方使用X線管としては2重焦点の回転陽極X線管3個を適宜に選択でき一般透視診断はもとより、125 kVp の高電圧撮影が可能である。

制御方法はX線管電圧直読式、管電流押ボタンセレクト式でその撮影条件の選択は管電圧と mAs および管電流選択の3調整式である。

制御卓子には使用するX線管に対してロードメータが使用されているので撮影条件調整中X線管の負荷状況が解り現在までのようにX線管の許容負荷図表を必要とせず操作が容易となった。

9.4.2 一般診察用 DR-93A 形 X 線装置

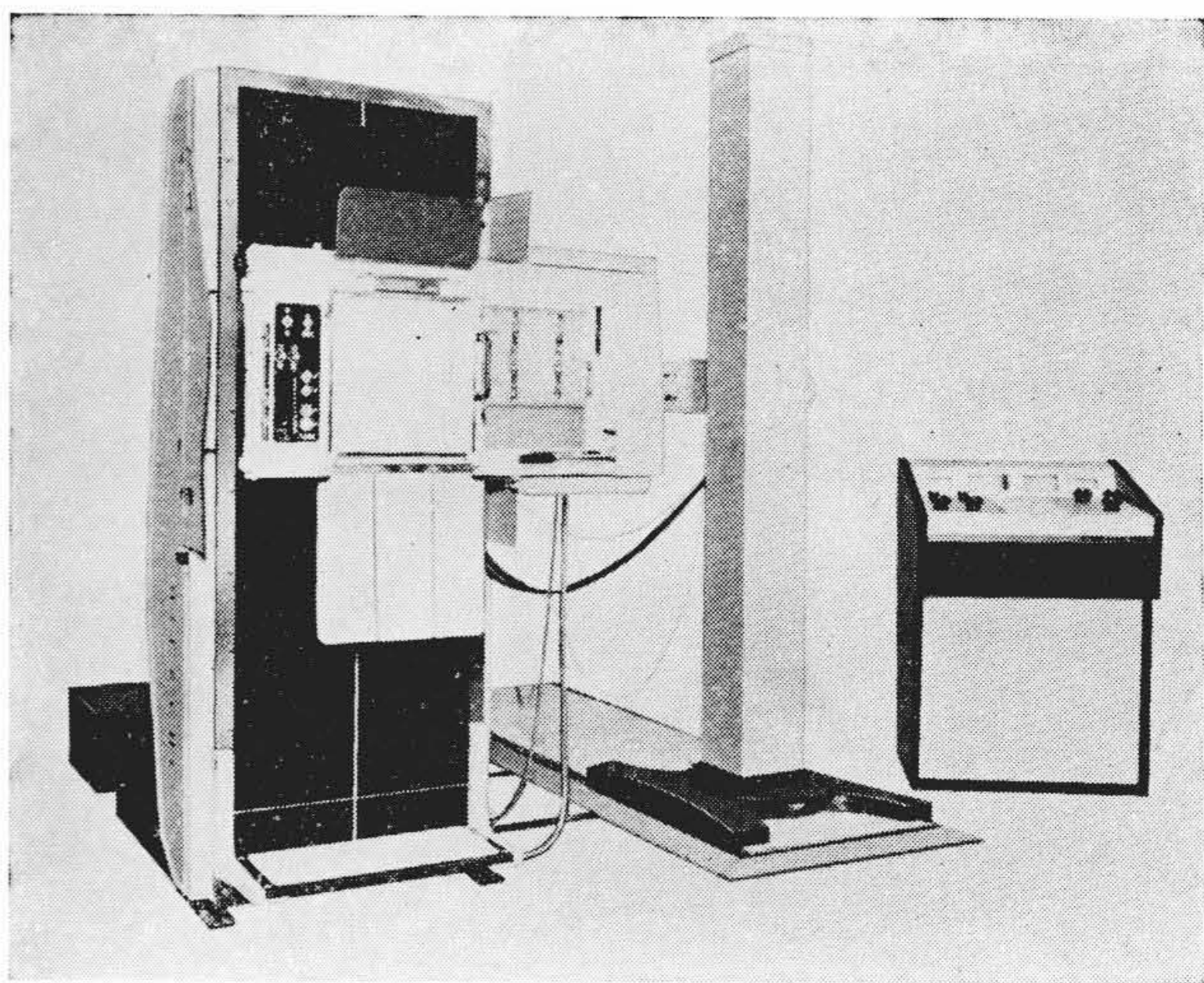
この装置は DR-125A 形と同じようにガン診察を主目的に製作されたものであり、透視台の駆動は電動により起倒し、同様に天板は300 mm スライド上昇、速写形装置である。

またX線管には微小焦点 1.8×1.8 , 0.8×0.8 mm の回転陽極2重焦点を使用し、一般透視はもちろんのことX線管電圧は直読式で40~95 kVp まで制御可能で撮影は管電圧と mAs および押ボタンによる管電流選択の3調整式となっている。

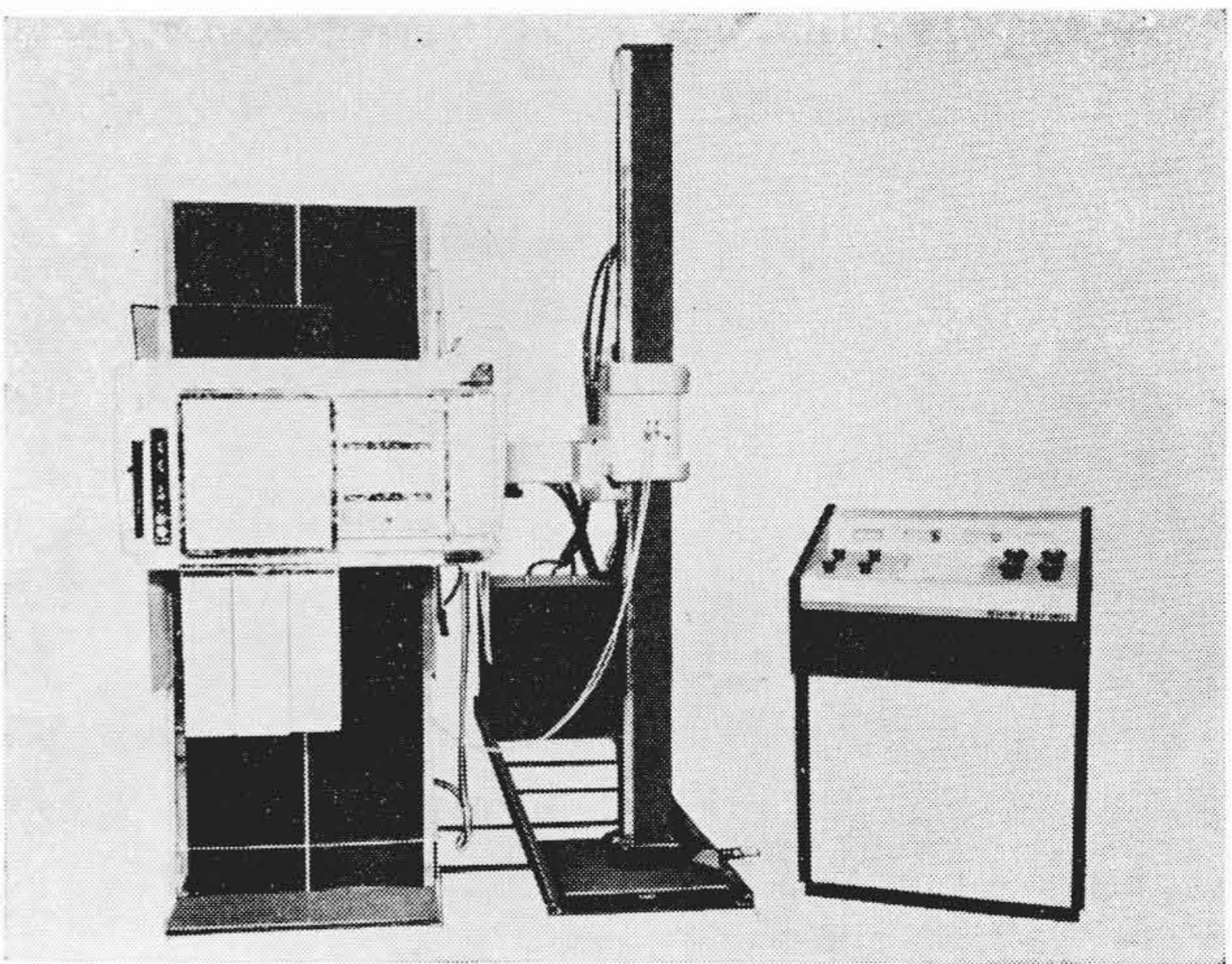
9.4.3 X線テレビジョン装置

X線テレビジョンはX線装置透視台にイメージインテンシファイヤを結合してX線像の明るさを約1,000倍に増幅しこれをオルシコンTVカメラにて取出すもので一般にXTV(X線テレビジョンの略)を使用すると

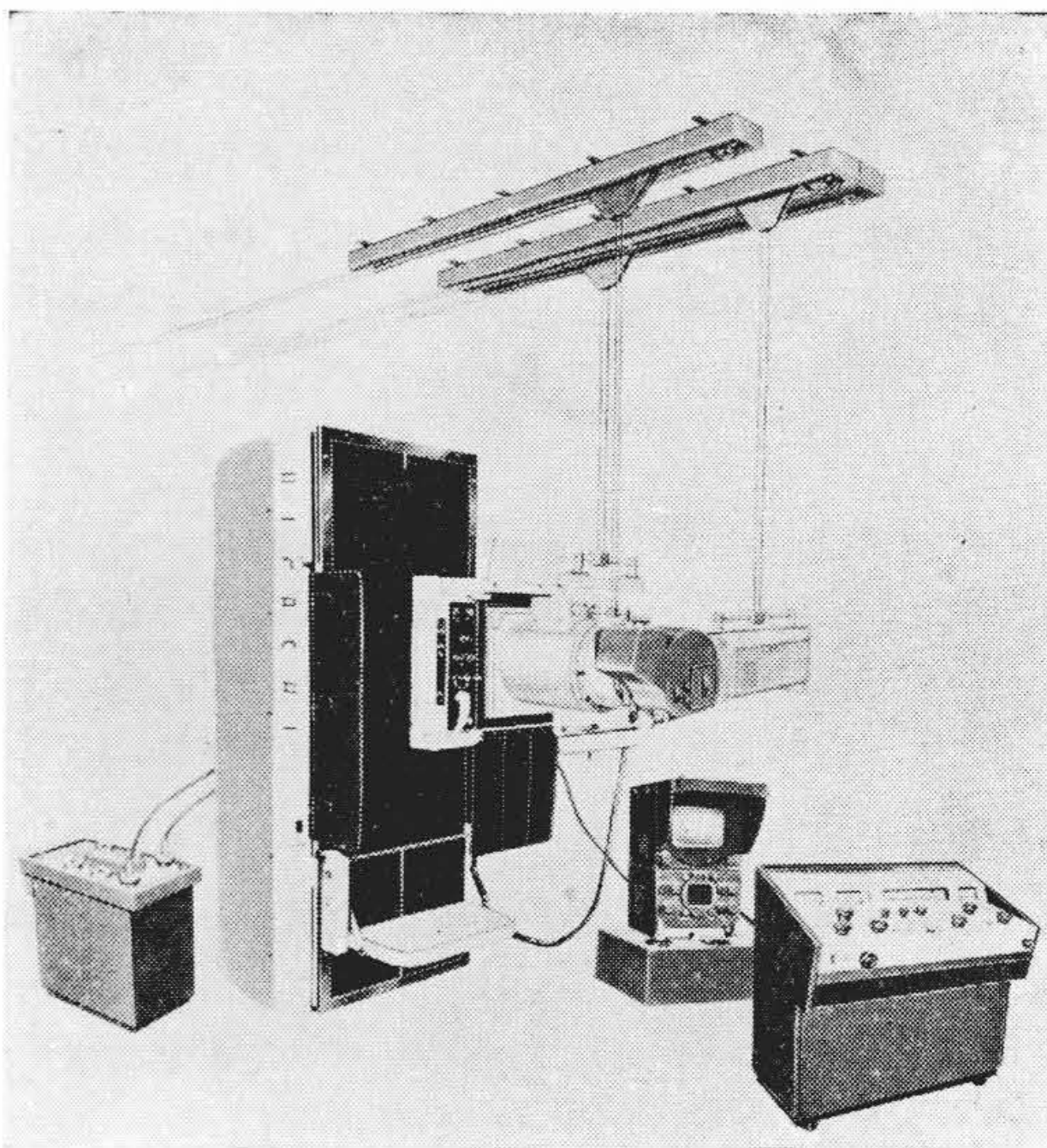
- (1) 従来の透視に比較して明るい所で見える。
- (2) 解像力、コントラストも透視より良くなる。
- (3) 被写体の被爆線量が少なくなり操作室を別にすれば操作者の被爆線量を皆無にできること。
- (4) 同時に多数の人が観察および診察ができるほか、遠方にて



第20図 一般診察用 DR-125A 形 X 線装置



第21図 一般診察用 DR-93A 形 X 線装置

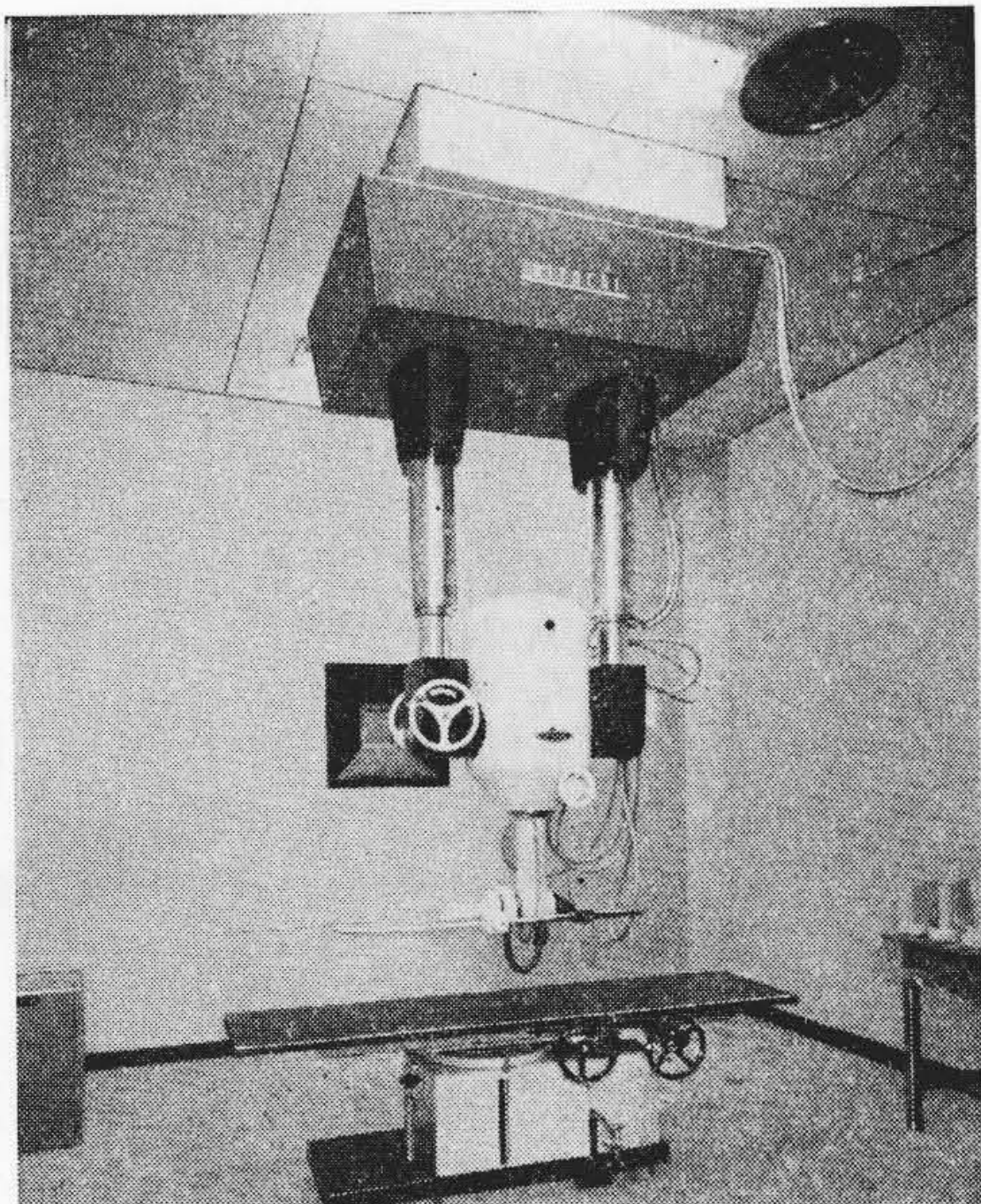


第22図 X線テレビジョン装置外観図

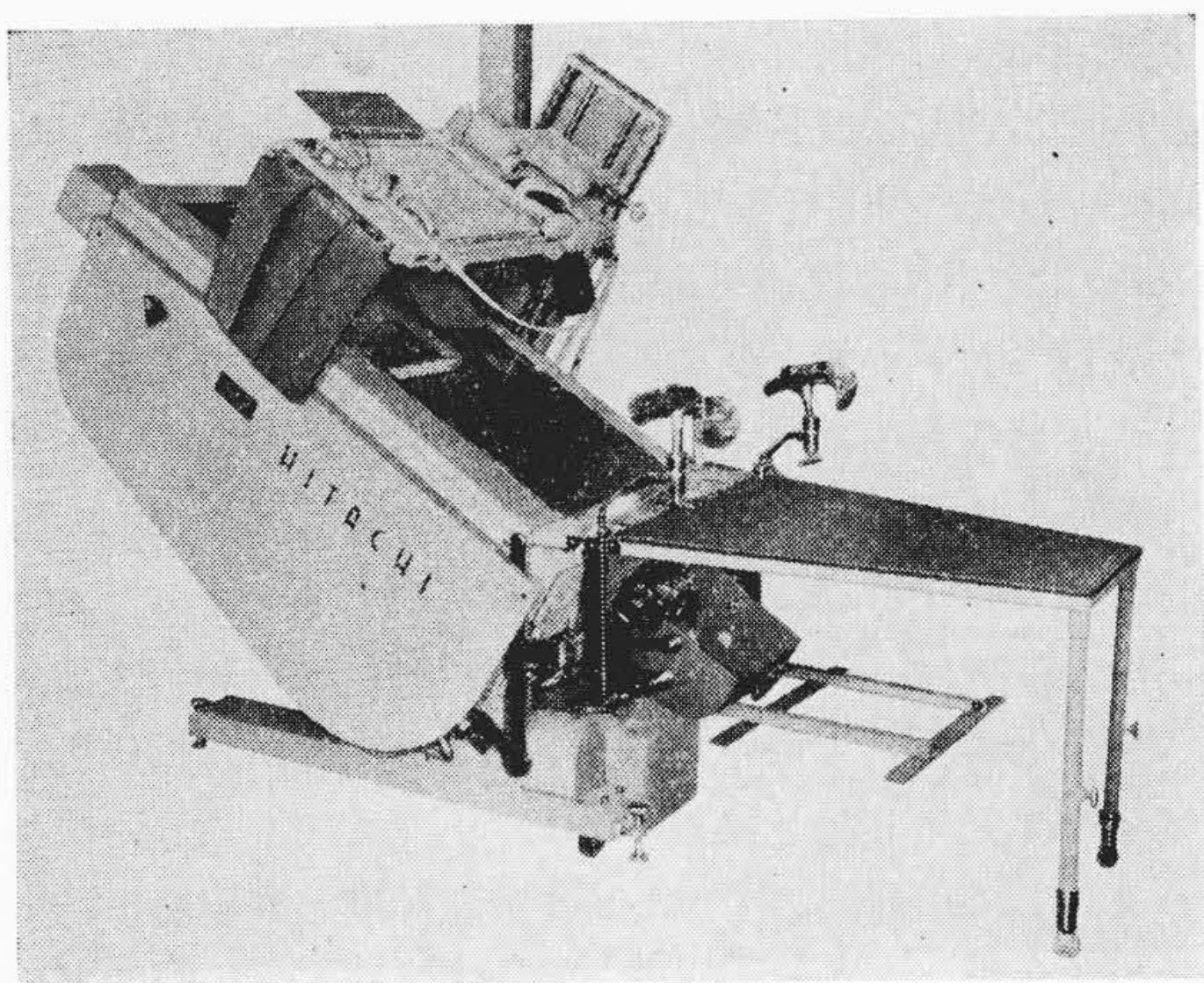
コントロールでき、また任意にビデオテープ、シネカメラにより連続して記録すれば繰返し観察ができる。

- (5) 教育用に便利である。

オルシコンカメラとしては重量をできるだけ軽くするほうが取扱に便利となるため、今般製作したものはトランジスタオルシコンテ



第 23 図 天井吊下形 セシウム-137 治療装置



第 24 図 TM-101A 形泌尿器科用透视撮影兼治療台

レビカメラとした。その結果長崎大学における臨床実験では非常に性能がよく、一般診療に使用威力を発揮している。

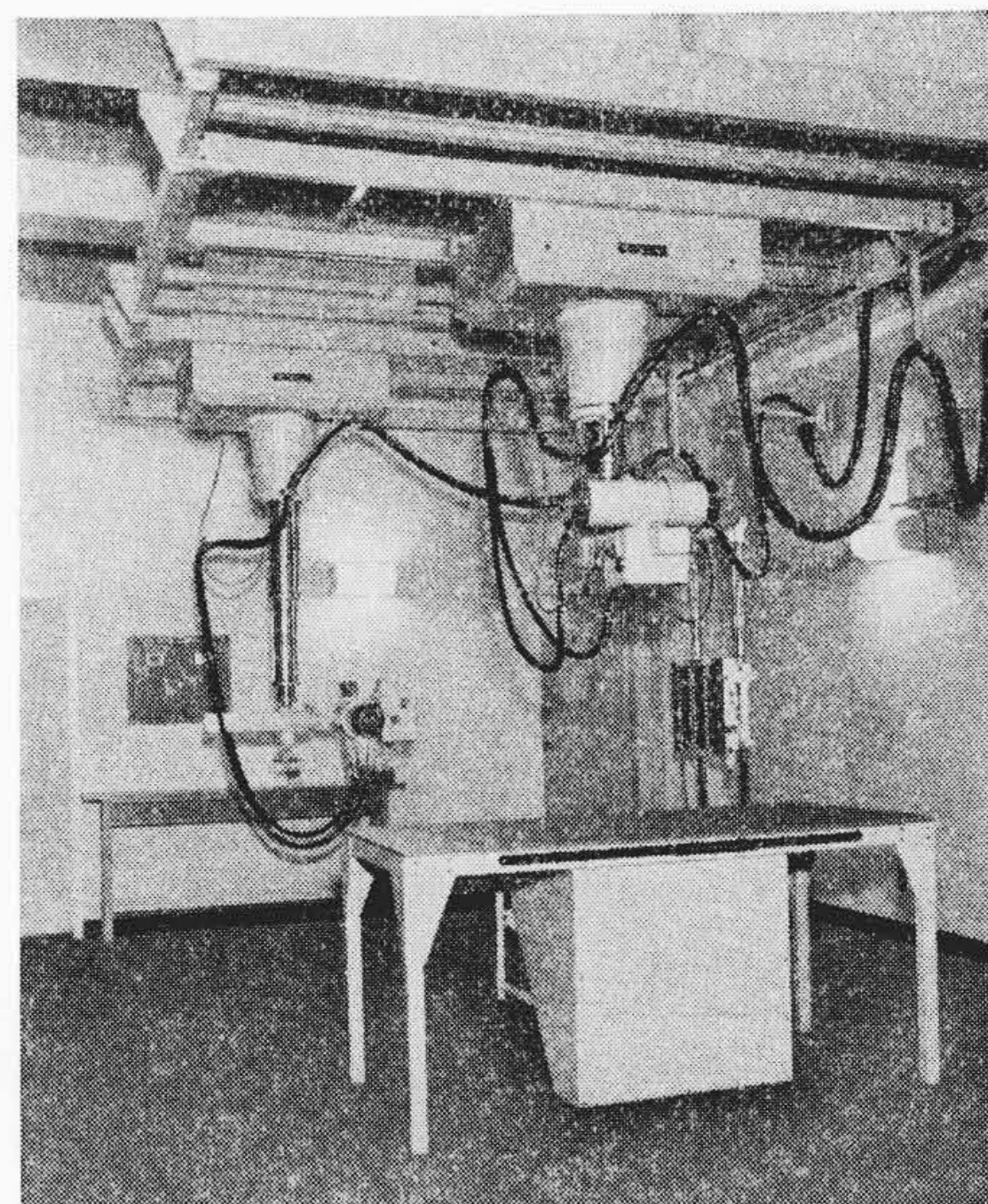
9.4.4 天井吊下形セシウム-137 治療装置

本装置は放射性同位元素セシウム-137; 2,000 キュリーを用い、同線源の特徴を十分に活かした短・中距離用の遠隔治療装置で、独得の構造・性能ともに他に類をみない画期的な製品である。装置は天井吊下形で上下動および水平回転が可能であり、広範囲にわたり線源容器の位置および方向を変えることができる。さらに手動にて垂直回転およびビーム方向回転ができ、そのほかあらゆる場合の照射に十分適している。照射の際は線源を格納容器から照射ヘッドに押し出す線源移動式を採用し、ヘッドを小形化したので、治療は著しく便利になった。照射野選択には、適当なツープスを装着して、必要な照射野を得る交換ツープス方式を採用した。また、安全装置として、照射ヘッド先端およびフロントポイントに接触防止機構や、停電時の線源自動格納機構を備えている。

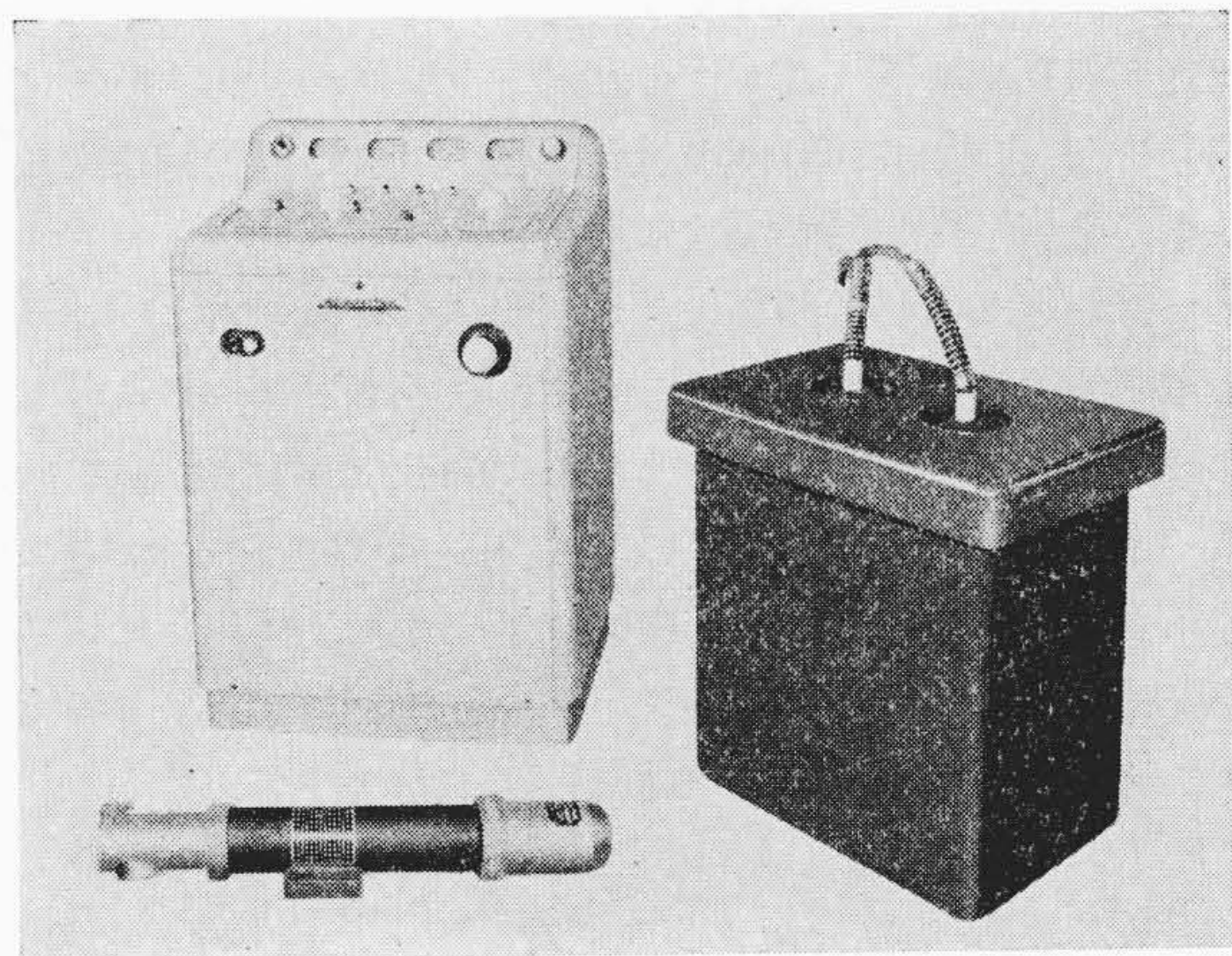
本装置第1号機は放射線医学総合研究所に納入され、各種の放射線治療にその威力を発揮している。

9.4.5 泌尿器科用透视撮影兼治療台 TM-101A

泌尿器科、婦人科の診察治療を適確に行なうために、X線透視および速写撮影、普通撮影を同時に行ないうる透視台兼治療台を完成した。分割速写撮影が可能で上下、左右、前後にX線管と連動する蛍光板部を有する透視台は電動式で逆斜位15度から正斜位30度まで起倒し、正斜位の場合には座位の形となる。また装置は軽量で



第 25 図 SAX-1A 形天井走行式 X 線管支持装置



第 26 図 照射用軟 X 線装置

自在車輪を有し移動可能である。X線管は支持装置に保持され上方からの遠距離リスホルム撮影も可能である。そのほか各種付属品を具備し診断、治療が便利になっている。

9.4.6 天井走行式 X 線管支持装置 SAX-1A の完成

各種X線撮影法の発達に伴い一組のX線装置を多くの用途に使用し、使用しないときにはX線管を退避して、診療室を立体的に有効に使用するという要求が起ってきた。この目的で本装置を製作完成した。

天井面に、直交する二方向のレールを有し、水平移動範囲は約3m四方、X線管装置は電動4段パイプ支持方式で、上下動は約1.2mである。X線管は任意の角度に回転し、リーダ・ブッキ、肺尖、普通直接撮影などで一管球により可能である。

9.5 工業用放射線装置

放射線化学の実験用としてコバルト60のガンマ線を利用した装置はあい変わらず生産されてきたが、その成果もあらわれ、実際工業生産に放射線が利用されるようになってきた。工業利用の場合大線量が要求され、その一環として軟X線が使用されるようになった。50 kVp, 50 mA のX線管は、距離10 cm で約40,000 r/min もX線を出しうる。放射線化学用の線源として非常に有効であり、大いに現在活躍している。

9.5.1 照射用軟 X 線装置

近年放射線の化学的利用には、目覚ましいものがあるが本装置はこのような部門のうち、長波長のX線、すなわち軟X線を発生する装

置として、設計製作されたもので、合成樹脂などに照射し、重合の促進、化学反応の促進、高分子物質の架橋などに広く利用されるものである。

装置は、高電圧発生装置、制御卓子、X線管装置、水量リレー装置より構成されている。X線管装置は2台から構成され、2本のX線管により、大量の軟X線(50 kVp—50mA)を連続的に放射できるものである。また使用の条件によっては、管球を任意に撰択し1本のX線管による照射も可能である。装置には各種の安全装置が備えてあり、過電圧、過電流、過熱など諸種の要因を検知し、装置を保護するため、安全かつ確実な操作が容易に行なわれる。

9.6 放射線測定器

放射線測定器の生産を開始してから満5年になるが、この間に製品化された機種は大小70を数え、真空管式装置としての基礎的な測定器はほぼ出そろった。昭和36年度は新製品の開発と同時に既製品の改良と規格統一化に力を注いだ。

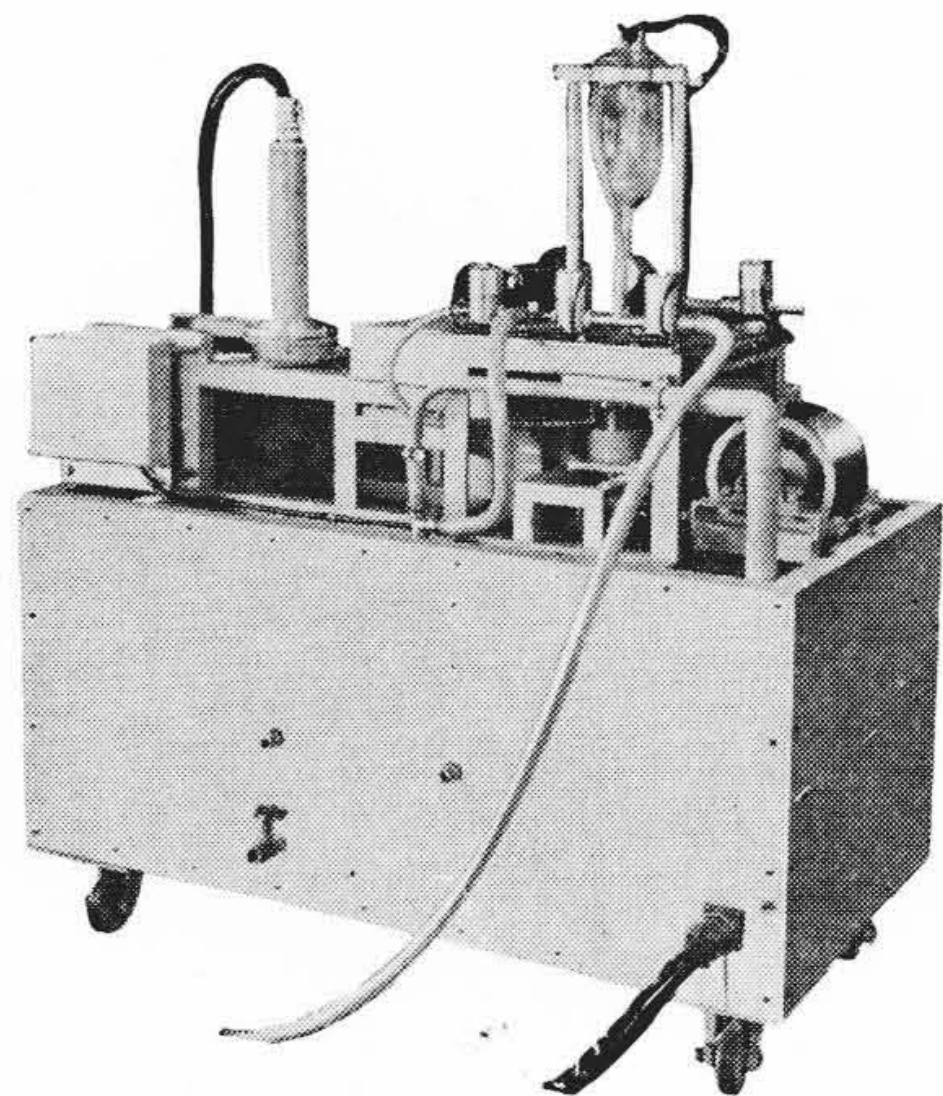
この一年間で整理改善され、また開発されたおもな装置は次のとおりである。すなわち一般理化学測定器には、 γ 線スペクトロメータの改良形RDA-4, 5, 5Aが作られ、トランジスタ化400チャンネル波高分析器、自動的に50個の試料測定ができる自動試料交換測定装置、化学分析や医学的な実験に使用されるレコーディングスペクトロメータなどが新しく開発された。サーベメータおよびモニタの分野では開発途上にあったエアモニタ、ウエストモニタ、エリアモニタが改良整備され、すでに各所の原子炉室やRI実験室で活躍している。また新たに $10^{-8}\mu\text{c/cc}$ のアルゴン41ガスを短時間に検出するアルゴンエアモニタ、 β , γ 線フロアモニタ、全トランジスタによる連続モニタ自動計数記録装置が開発され、TAIC原子炉室ほかに納入された。

次に原子炉計測装置としては新しく対数増幅-周期計、 $\mu\mu$ アンメータ、対数計数率-周期計および周期計シミュレータなどを製作し、一段と整備された。

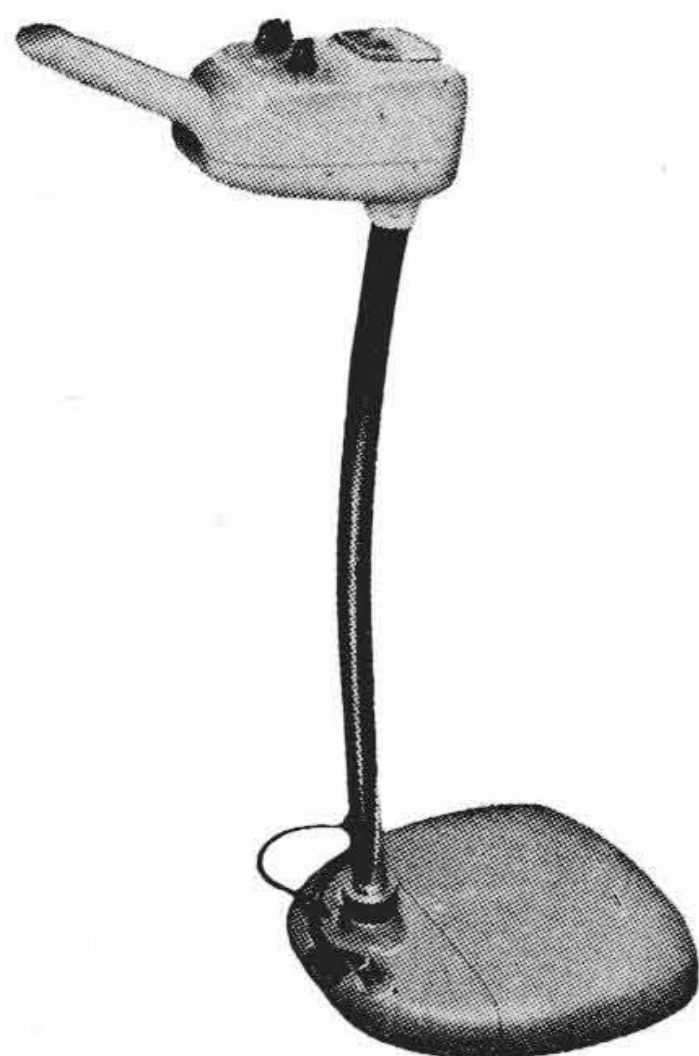
精密分析装置ならびに特殊計測装置としては、自動 γ - γ 角度相関ゴニオメータの改良を行ない、すでに原子核研究分野から好評を得ている。また、最近核物理のみならず原子炉、加速器などによる放射化分析の飛躍的発展により、精密分析器である β 線スペクトロメータが要望され、現在日立独特の二重収れん形 β 線スペクトロメータを製作中である。なお特殊品としては核燃料棒の表面汚染検出器を試作完成した。

9.6.1 γ 線スペクトロメータおよびレコーディングスペクトロメータ

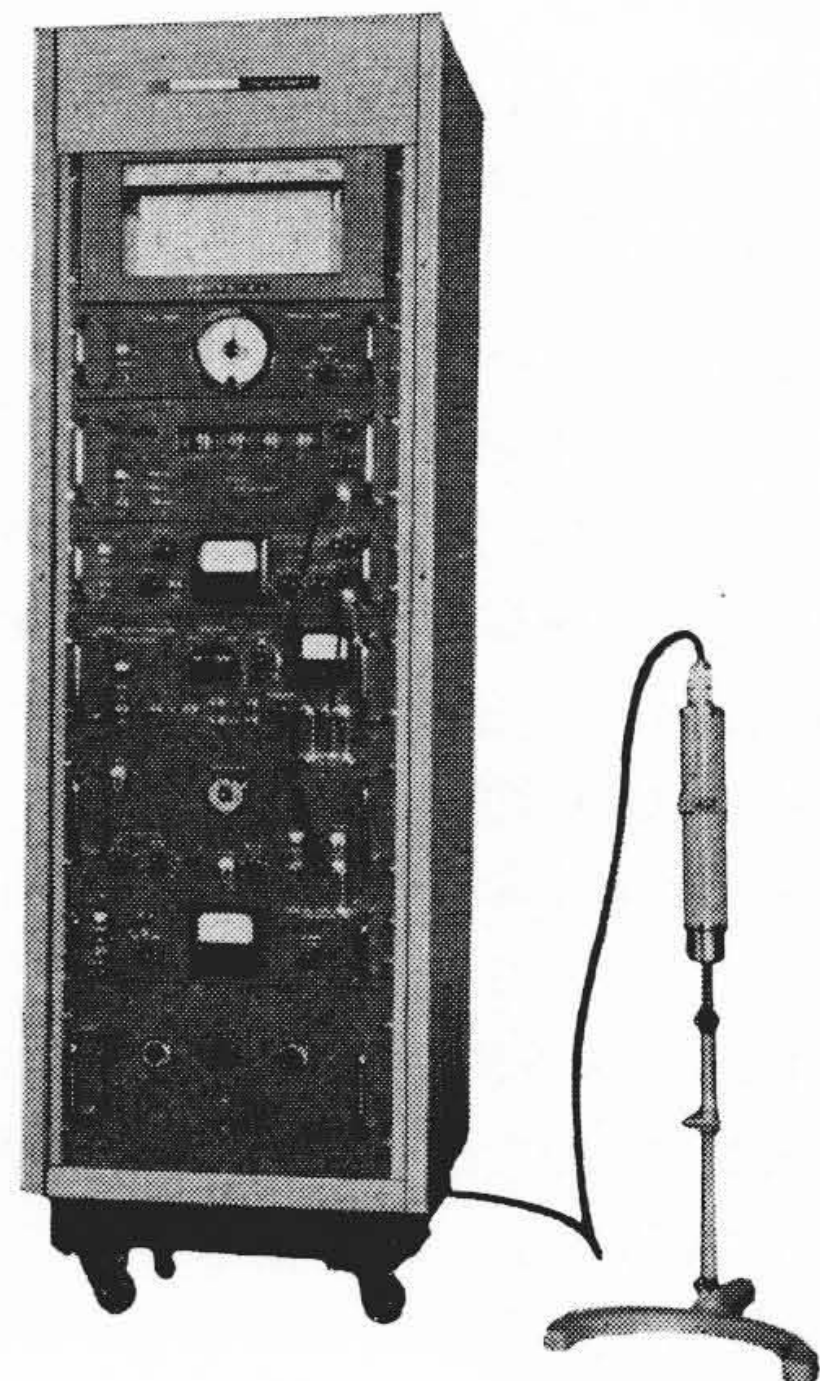
RDA-4, 5, 5A形 γ 線スペクトロメータはRDA-2形の改良形で、



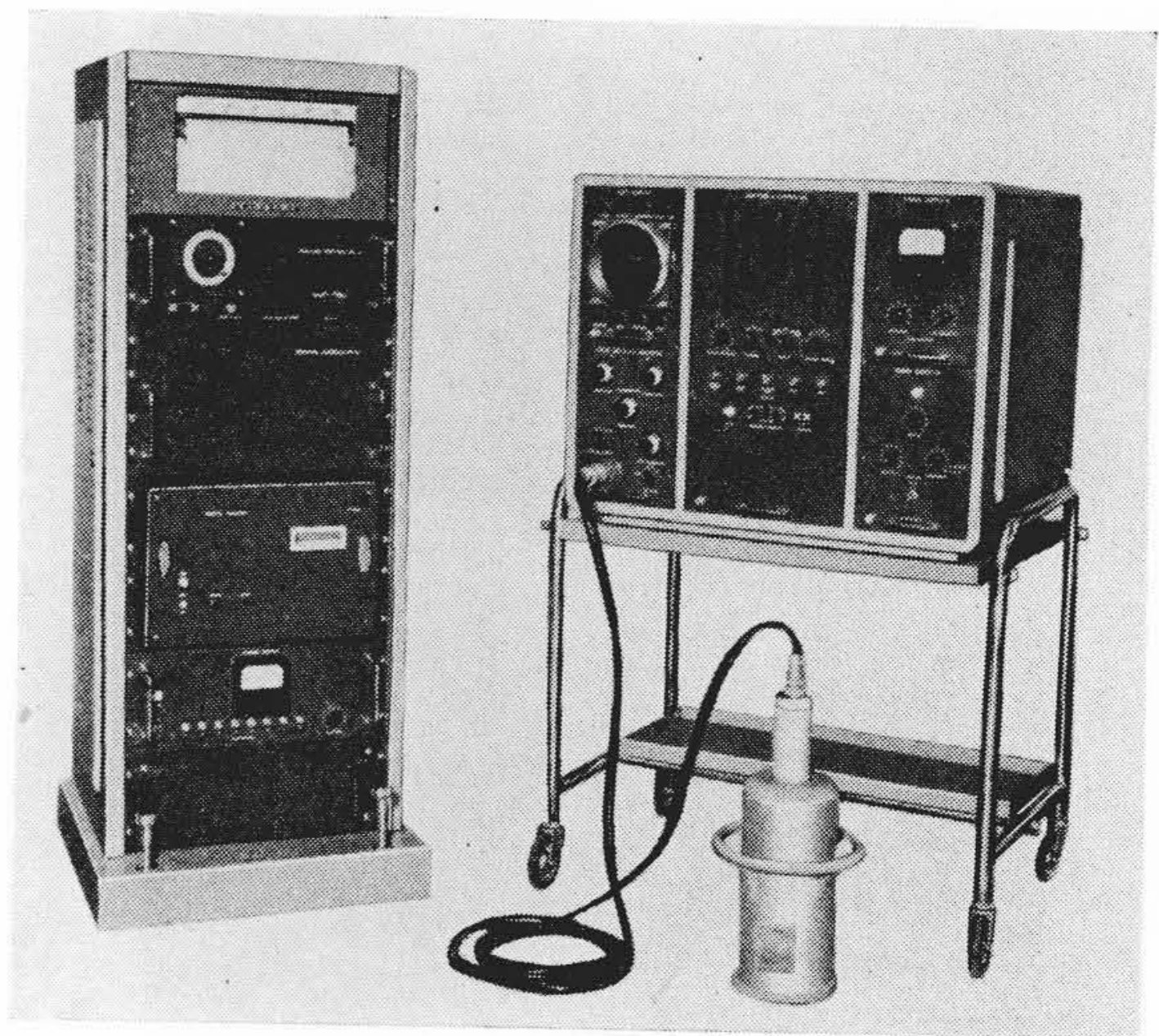
第28図 RWM-3形ウエストモニタのサンブラ部



第29図 フロアモニタ



第30図 RDA-5A形 γ 線スペクトロメータ

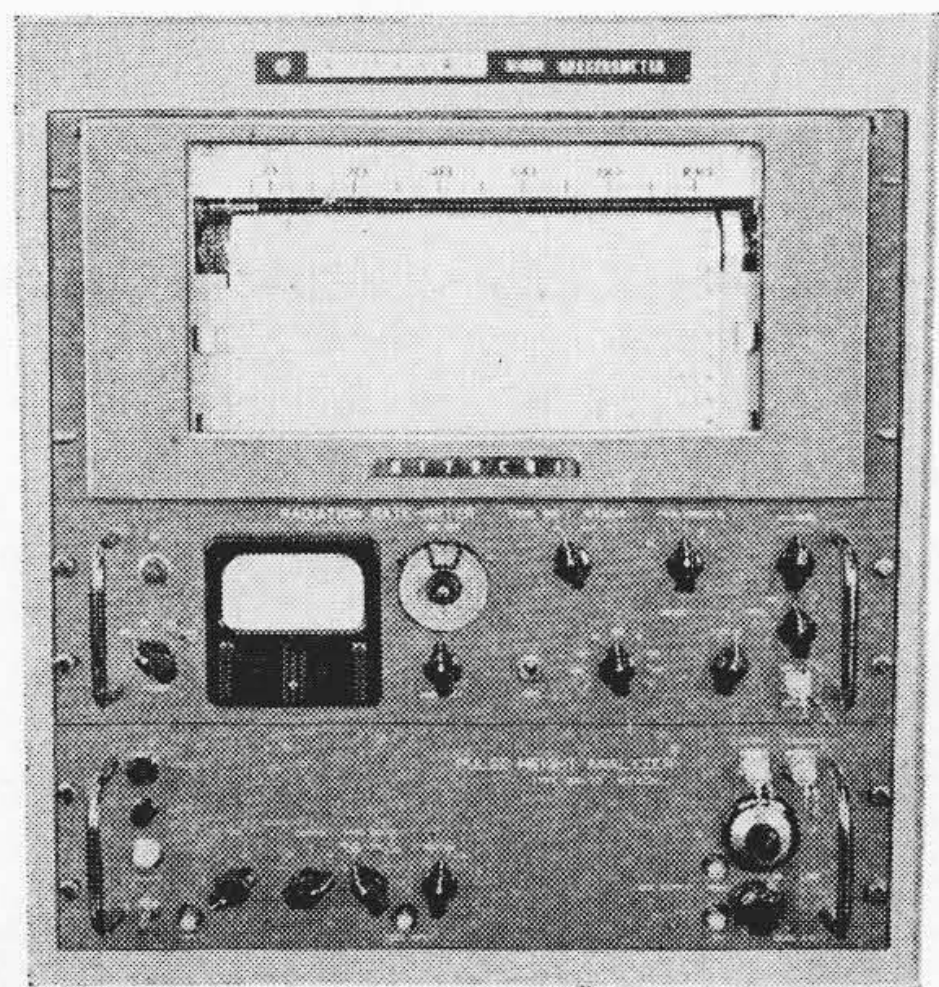


第27図 トランジスタ化400チャンネル波高分析装置

高圧電源および自記記録計をそれぞれ新形のSH-4形高圧電源とVkP₂₁形記録計に置き換え、今までの高圧電源によるトラブルの減少、再現性の改善および装置の小形化による操作の便宜を計った。SH-4高圧電源は高周波発振方式で500~1,500Vまで安定度 $\pm 0.02\%$ 以下というすぐれた性能をもっている。またRDA-4, 5, 5A形の三つの形式はスケアラおよびタイマーの付加いかんで区別されていて、ともに広範囲なエネルギー領域にわたり、ふつうのスペクトロメータで測定しうる γ 線の100倍以上の強さでもすぐれたスペクトルの得られることが特長である。またレコーディングスペクトロメータはRR-1形ラジエーションレートメータとSA-10形波高分析器およびVkP₂₁形記録計のユニットからなり、 γ 線の自動分析記録を目的とするコンパクトな γ 線スペクトロメータである。 γ 線スペクトロメータとして小形安価で、かつ十分な精度と安定度を持っているので放射化分析、トレーサ分析、臨床実験など、広範囲な用途がある。

9.6.2 連続モニタ自動計数記録装置

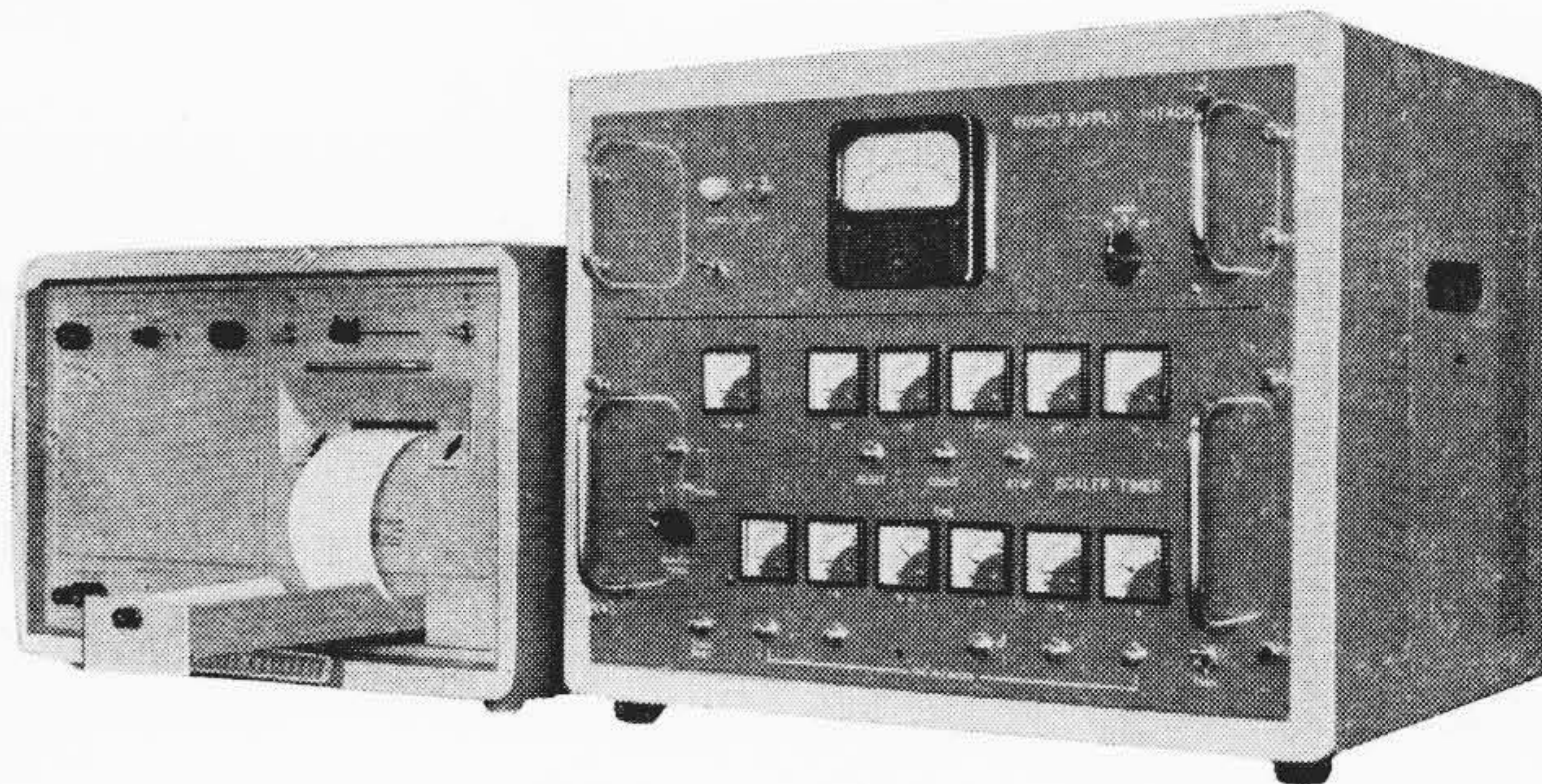
本装置は大気中の放射性ダスト、ガスおよび宇宙線などの空間放射線強度の連続監視記録を目的としている。回路はほとんどトランジスタ化され、また電源の故障や停電時も電源を自動的に電池に切り替えて連続測定しうる点が特長である。計数方式はダスト、ガス、エリア β , γ 線エリア γ 線の4チャンネルからのパルスををそれぞれ

第 31 図 γ 線レコーディングスペクトロメータ

順次に一定時間計数し、プリントすると同時に計数時の日、時、分もプリント記録する。時刻基準は水晶発振器により 10^{-5} 秒の高精度を持っている。計数方式によって統計誤差を少なくしうるので、低レベルの放射性ダスト、ガスの検出に対して特に高い精度が期待される。今後、大気汚染のモニタとしてだけでなく、多チャンネル検出器による放射線強度の時間変化を測定する精密実験装置として有望と思われる。

9.6.3 自動 γ - γ 角度相関ゴニオメータ

本器は Co^{60} などのように原子核から 2 種の γ 線または γ 線と β 線が同時に放出される場合、2 個の検出器による同時検出法により、これらの間の角度相関関係を測定して、その角度分布から輻射遷移の形を知り、核構造を決定する実験装置で、RI の精密実験や、 β 線スペクトロメータに付属して加速器による核反応の実験などに使用される。本装置の特長は自動復帰式タイマーの設定で、計数、プリント、ゴニオメータ角度設定を自動的に繰返す間けつ走査方式を採用し、長時間の連続自動測定が可能な点である。また、他の特長としては、試料取付軸の自転により試料自身のばらつきを補正し、ア



第 32 図 連続大気汚染監視装置用コントロールセット

第 33 図 γ - γ 角度相関ゴニオメータ

ルミニウム、鉑金などの非磁性材料を用いて γ 線の散乱や、磁場の影響を少なくするように設計されていることである。これらの特長は角度相関の実験が長時間と高精度を必要とするうえ、磁場内で行なう場合が多いことに対して有効で、核実験の分野から大きな期待が寄せられている。

第 24 巻 目 次 第 1 号

- ◎巻 頭 言……………三遊亭金馬
- ◎オ ー ル 国 産 の モ デ ル プ ラ ン ト
- ◎観 光 プ ー ム と 箱 根 温 泉 郷
- ◎電 線 百 話 「送 電 線 の 火 薬 切 り」
- ◎レ ン ト ゲ ン の 今 昔
- ◎日 立 ハ イ ラ イ ト 「ク ラ フ ト の 中 で 働 く 日 立 モ ー ト ル」
- ◎日 立 だ よ り
- ◎明 日 へ の 道 標 「世 界 有 数 の 大 容 量 の ペ ル ト ン 水 車」
- ◎H i F i 用 真 空 管
- ◎銀 行 と 工 業 用 テ レ ビ
- ◎新 し い 照 明 「110W 高 出 力 蛍 光 灯 に よ る 照 明」
- ◎装 置 や 機 械 と 薬 液 か ら 守 る ヒ タ フ ラ ン
- ◎マ ン モ ス 化 す る 輸 送 車 両

発 行 所 日 立 評 論 社
東京都千代田区丸の内1丁目4番地
振替口座 東京 71824 番

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
振替口座 東京 20018 番

日 立 造 船 技 報 Vol. 22 No. 3 目 次

- ◎超大形油送船の横強度に関する研究 (第2報, 実験結果の解析)
- ◎プロペラ後流の速度場について (第2報)
- ◎機械室用通風機の騒音について
- ◎YND鋼の工作および溶接に関する研究
- ◎放電加工改良の基礎的研究 (II)
——加工作用の検討(その2)——
- ◎鋼板の常温曲線加工に対するショットブラスト加工の影響について
- ◎外径研削時間算定基準の研究
- ◎ドリル穴あけ上の諸問題について
- ◎重荷重、極低速摩擦条件下における潤滑について
- ◎若戸大橋塔柱架設工事概要報告

日 立 造 船 株 式 会 社 技 術 研 究 所
大阪市此花区桜島北之町