

## 9. 理化学機械および放射線装置

### PRECISE SCIENTIFIC INSTRUMENTS AND RADIANT-RAY APPARATUS

電子顕微鏡の輸出は一昨年より急速に伸長を続けており、昨年はさらに海外の要望を採り入れた HU-11 形が量産段階に入った。また光電光度計、チセリウス装置などが輸出線上に登場したことは日立技術が海外にまで広く認識されてきたためといえよう。

放射線測定器の活用法が次第に普及するにつれ、監視用、研究用など各種装置を新たに完成した。また質量分析計の需要も急激に増大し、ウラン同位体用、一般同位体用、一般ガス分析用を新たに開発改良した。特に比較的低エネルギー域にまで使える  $\gamma$  線スペクトロメータ、ウラン-235 存在比測定用質量分析計が、国内最初で外国品よりすぐれた性能を示したことは注目すべきであろう。

国内での新しい機器分析は逐年盛んとなり、日立製作所はたえずその要望にこたえてきた。特に分析の自動化は先進諸国でさえ不十分の感があるが、日立製作所では34年度に数種の自動分析計を完成し、試料採取から定量結果の数値表示までをいっさい連続自動化して1台でよく数十人を節し得た。

放射線装置においては自動制御式の大形 X 線装置をはじめ円軌道回転式の断層装置、コンデンサ装置など新構想の数機種を完成、工業用 X 線装置としては非破壊検査用で需要の多い可搬形 160kV、すえ置形 300kV の各装置を完成した。アイソトープ利用機器においても医療用のコバルト照射装置、気送式コバルト撮影装置、大容量の各種コバルト照射装置、などを相ついで完成、33年度に引続いて飛躍的進歩を示している。

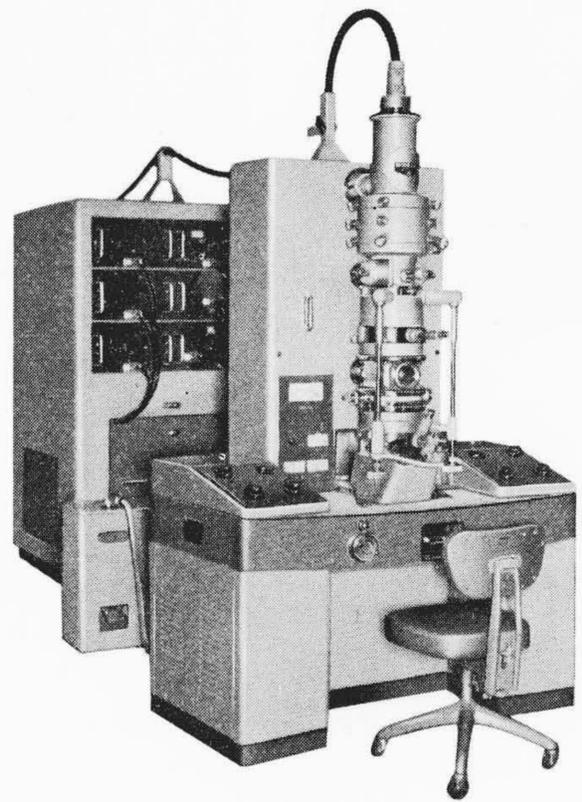
#### 9.1 電子装置

##### 9.1.1 電子顕微鏡

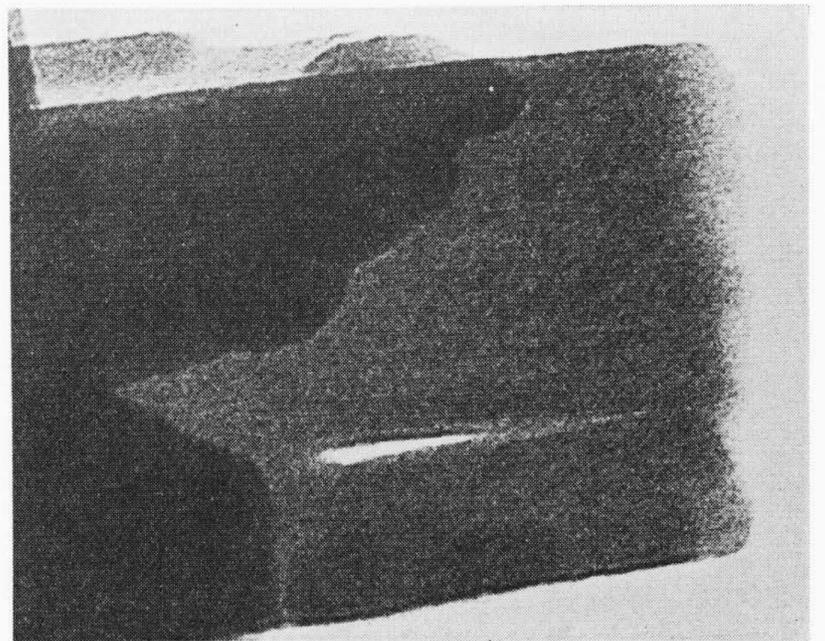
日立製作所は過去2年間 HU-10 形電子顕微鏡を20台近くアメリカおよびヨーロッパに輸出し、ますますその性能が認められてきた。昨年度は新たに HU-11 形を設計し、広く海外需要者の声を織り込み、すでにアメリカに数台の出荷を見た。第1図に HU-11 形の外觀写真を示すが、従来の HU-10 形にくらべておもな特長は次のとおりである。

- (1) Filament 各レンズおよびレンズ絞りを鏡体を分解せずに取り出し交換できること。
- (2) 電子照射系の軸調整が正面にすわったままそれぞれ2個のつまみで水平、傾斜調整ができる。
- (3) 試料室の内部の大きさを大きくして試料加熱、冷却など応用面でやりやすくなった。
- (4) 観察室ののぞき窓蛍光板を従来より大きくして終像を非常に見やすくした。
- (5) 乾板の大きさを従来より大きくして60mm×80mm視野の広範囲が撮影されるようになった。
- (6) 鏡体を強固にし安定性を増し新形試料微動方式を採用し平均性能を一段と高めた。
- (7) 明るい電子銃を採用しさらにレンズ、磁路などの設計、材質を改良し性能を向上(8~10 Å)するとともに倍率範囲をさらに広くした(直接倍率×400~×300,000)。

HS-6 形電子顕微鏡は保守点検の簡易、操作の容易という点で好評を得、国内はもちろん輸出も行いブラッセル国際博覧会においてはグランプリを獲得したが、その後レンズの設計、材質などの改良により性能の面で一段と向上し銅フタロシアニンの12.5Åの結晶格子の撮影が可能となった。第2図にはその撮影例を示す。



第1図 HU-11 形電子顕微鏡外觀写真

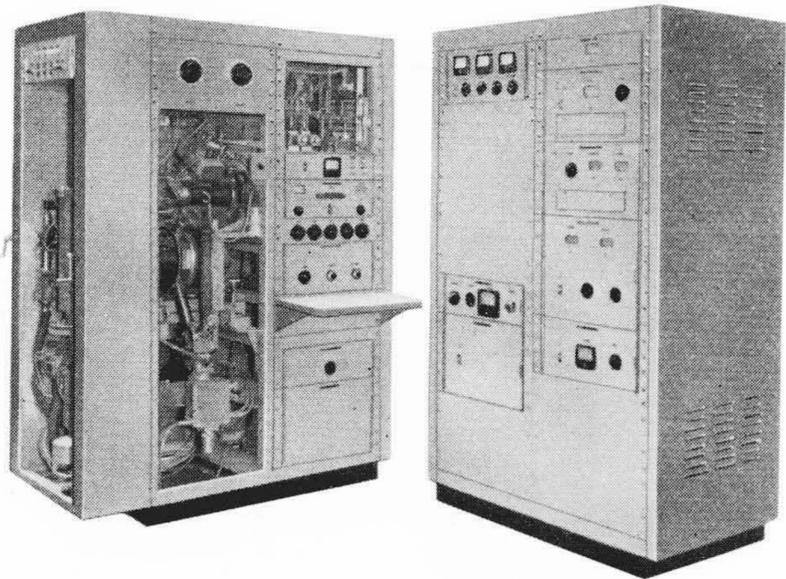


第2図 HS-6 形電子顕微鏡による銅フタロシアニンの撮影例

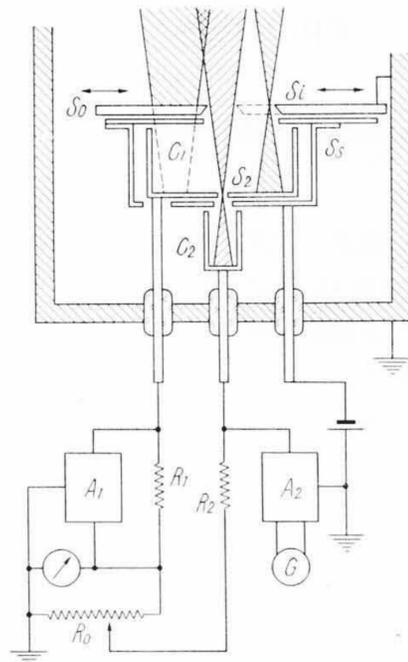
##### 9.1.2 質量分析計

近年原子炉用材料における同位元素の存在比測定が重要な課題となっており、放射性を持たない安定同位体の精密定量には質量分析計がほとんど唯一の測定器である。日立製作所ではこの目的に合致するものとして、従来から種々の質量分析計を製作しているが、昨年は新たに次のような新機種を開発あるいは改良した。

RMI-2 形はイオン軌道半径 15 cm  $M/\Delta M=14\sim 46$  (場合により 80) の一般同位体存在比を  $10^{-5}$  の精度で直読する質量分析計で、理化学研究所その他に納入された。本機は従来の RMI-1 形の排気系を全金属化し、第4図のようなコレクタ系を採用したものである。このコレクタは同位体の種類(分散度)と濃度(イオン強度)に応じて第1スリットの中心位置と幅とを任意にかつ独立に調節できる日立製作所独自の方式で、第1コレクタの底穴が第2コレクタの入射スリットを兼ね、第2コレクタに常に微弱なイオンを受けること



第 3 図 RMI-2 形質量分析計の全景



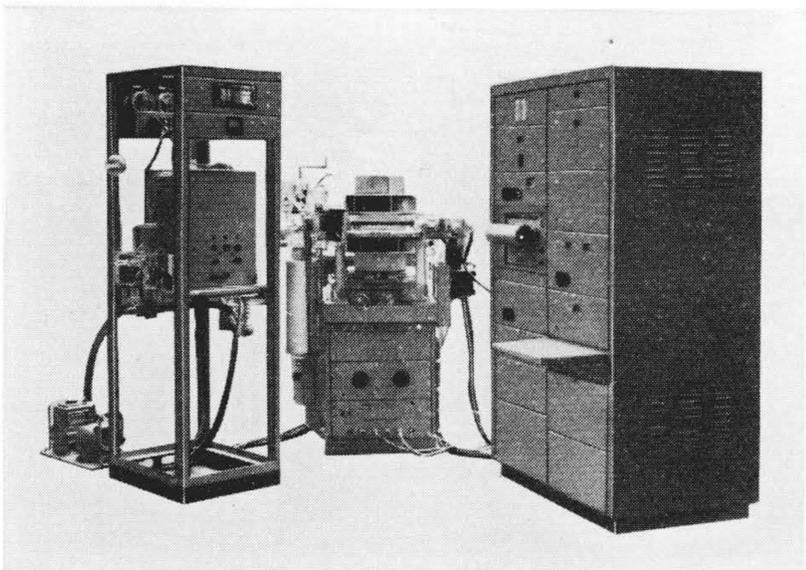
- Si: 内側スリット
- So: 外側スリット
- S<sub>2</sub>: 第 2 スリット
- S<sub>s</sub>: 二次電子サブプレッサ
- C<sub>1</sub>: 第 1 コレクタ
- C<sub>2</sub>: 第 2 コレクタ
- A<sub>1</sub>: 高直線性増幅器
- A<sub>2</sub>: 低雑音増幅器
- R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>: 入力高抵抗
- R<sub>0</sub>: ポテンショメータ
- M: 電 流 計
- G: 検 流 計

第 4 図 RMI-2 形のコレクタ系

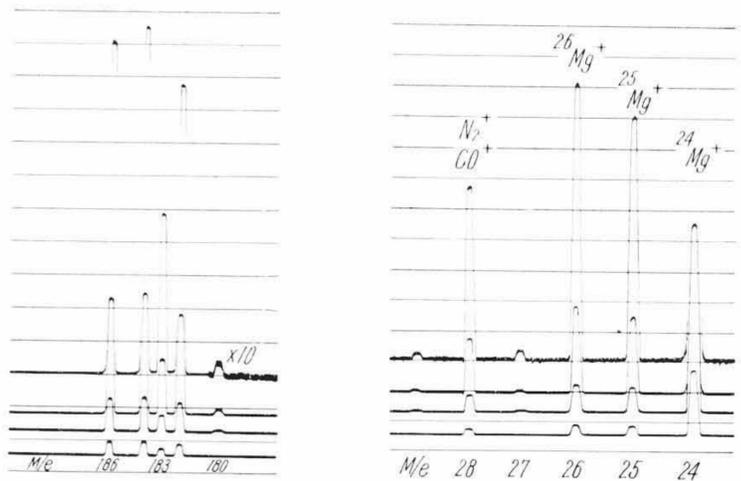
によって非対称複合形増幅器の接続逆転が不要となった。

RMU-5B形は M/e 500 以下のイオンをコレクタに捕捉しうる磁場走査方式の一般質量分析計で、分解能は M/e 200, 分析精度(再現性)は 1%以内である。本機は従来の RMU-5 形の基本寸法(イオン軌道半径 20 cm)を変えずに、加速電圧、磁場強度を高め、操作性を向上させたもので、標準品はオープン入りの金属製導入系を備

え、住友原子力研究所その他に納入された。第 6 図は一般のガス記録パタンの一例である。また本機には固体分析装置、比率直読装置などを増設することができる。固体分析装置はアルカリ、アルカリアースをはじめ種類の固体(金属)の同位体存在比を測定するための表面電離形、リペラ加熱形両種のイオンソースを含み、たとえば第 7 図のようなパターンが得られる。

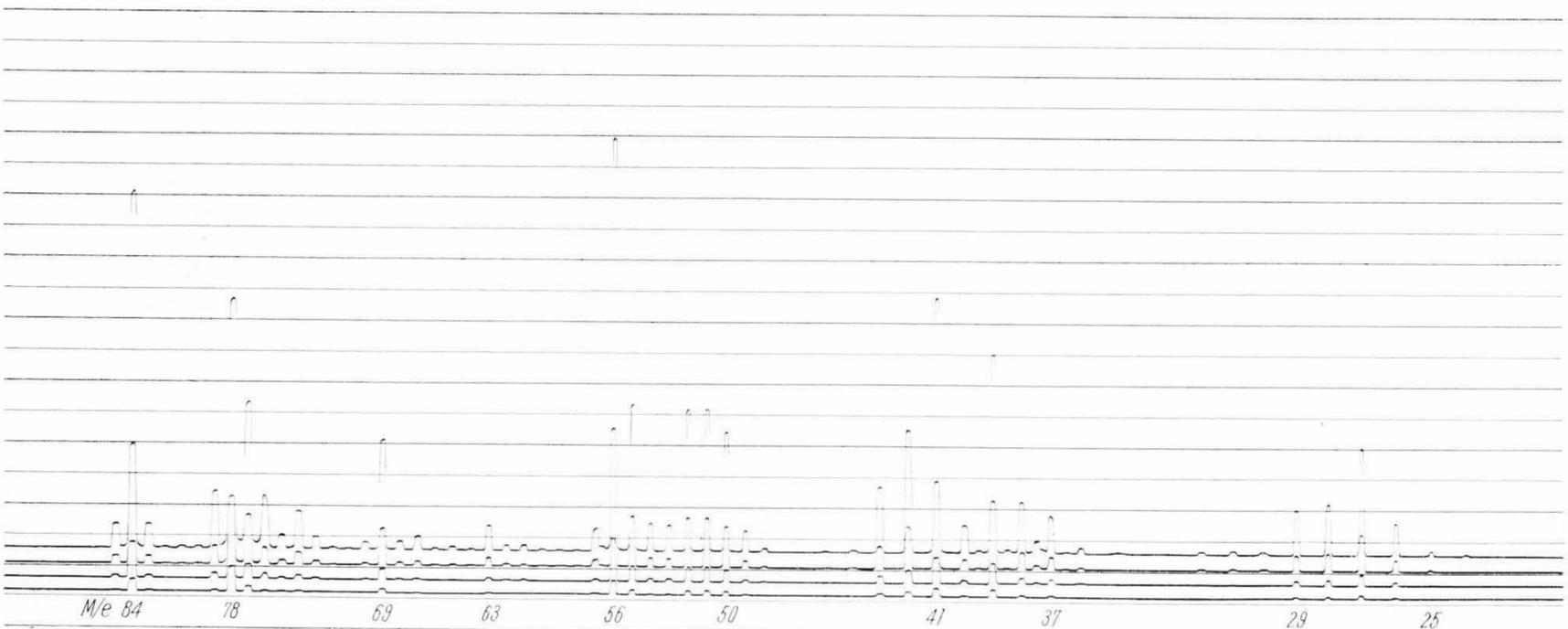


第 5 図 RMU-5 B 形質量分析計の全景

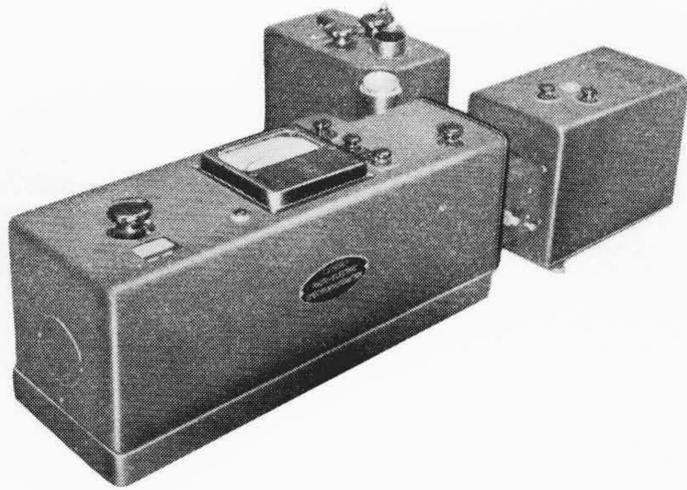


(a) タングステン: 表面電離法 (b) マグネシウム: リペラ加熱法

第 7 図 固体試料パタンの例



試料: ベンゼン C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>+シクロヘキサン C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>  
第 6 図 RMU-5 B 形による記録パタンの一例



第8図 EPU-2A形分光光度計に装着したE-1形発光付属装置

また科学技術庁からたまたま委託を受けたウラン同位体存在比測定用質量分析計として、これらの経験を取り入れ、半径35cmの大形質量分析計を完成した(27.0.13参照)。

## 9.2 光学装置

分光光度計は吸収測定用として発足し、炎光分析、蛍光分析などの応用測定にも広く活用されるに至った。34年度は用途を発光(高圧火花)分析の分野に拡張するため試作研究を行い、実用化の域に到達した。

フィルタ光度計は引続いてEPO-B形、FPW-4形の2器種を製作しているが、さらに日常分析のため、構造、操作を簡易化したFPO-3形光電光度計を完成した。

自記分光光度計は引続き着実な需要をもっているが、EPS-2形には波長リニア形を完成して使用の便に供した。EPI-2形赤外分光光度計は各種の付属装置を整備したが、特に偏光付顕微鏡は海外にも類例をみない新製品である。また $L_1F$ 、 $C_3F_2$ プリズムを完成した。

光学的な自動分析装置として、33年度はシリカ分析計を完成したが、34年度はAFC-1形工業用比色計を完成しプラントにおける連続比色測定の用に供した。

### 9.2.1 AFC-1 工業用比色計

日立工業用比色計は、プラントの連続流の中間、あるいはプラントに設置し工業用水や化学工業における原液および処理液の品質、濃度、反応などを透過率あるいは濃度によって管理するもので、連続記録または調節計として使用できる。光源用電源は周波数補償形で周波数の変動による影響はなく、また増幅器として交流増幅方式を採用したので零点移動のうれいはなく長時間連続運転に対し安定な測定ができる。

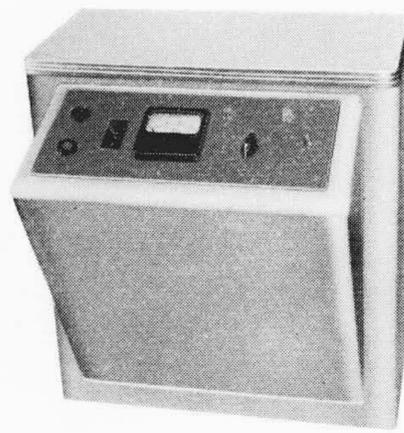
### 9.2.2 AI-1 形三色刺激値自動計算器

本器はEPR-2形自記分光光度計と組合わせて有色物体(印刷物、織物、色ガラス、染料など)の分光反射率曲線をかくと同時に、三色刺激値を自動的に算出する装置である。約2.5分で一試料の三色刺激値が指示されるから従来の手動計算器では困難であった大量試料の生産管理、品質管理が容易に実現できる。また計算方式も手動計算器のような選択座標法(近似法)をとらず、ボールアンドディスク・インテグレータによる機械的直接積分法を採用しているために計算値の正確度も必然的に向上している。

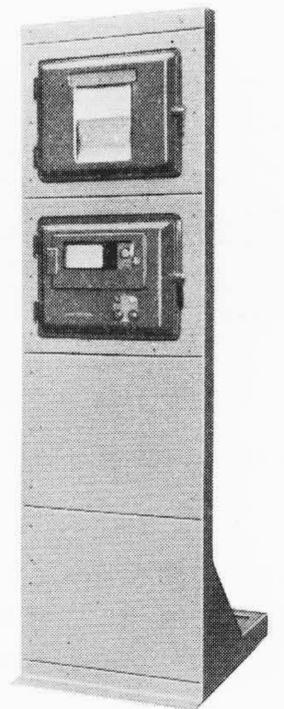
自記分光光度計との連結はセルシンモータによって行われ、標準の光に対する計数値が3個の回転計によって有効けた数5けたまで表示される。

### 9.2.3 EPG 形自記変角光度計

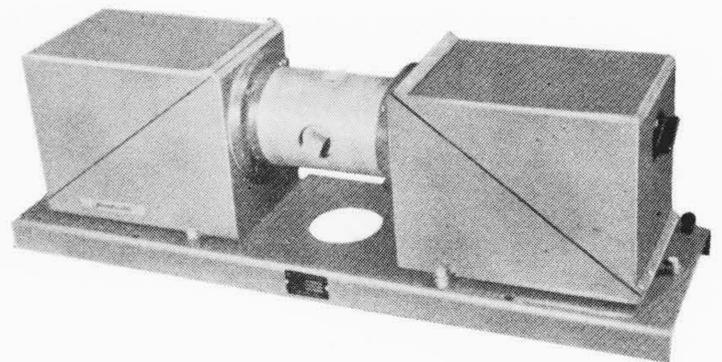
EPG形自記変角光度計は入射光線、反射光線が試料表面となす角度によって試料の反射率がいかなる値をとるか測定し、かつ自動記録する装置である。商品としての合成繊維、合成樹脂、紙など



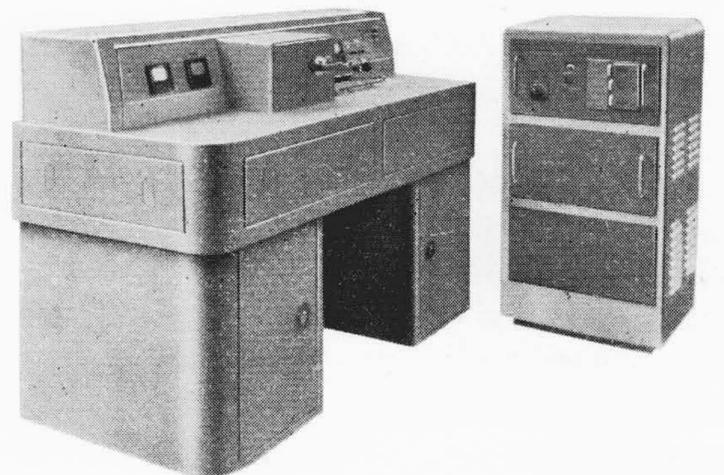
第9図 E-1形発光付属装置電源部



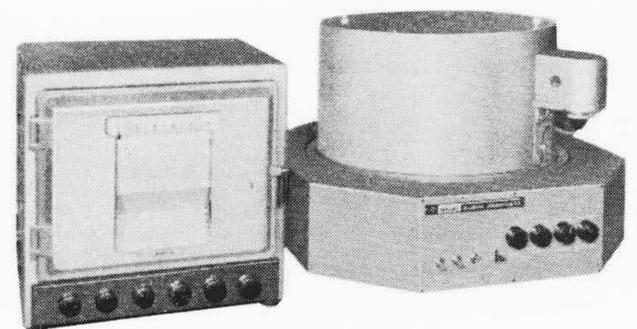
第10図 工業用比色計パネル部



第11図 工業用比色計検出部

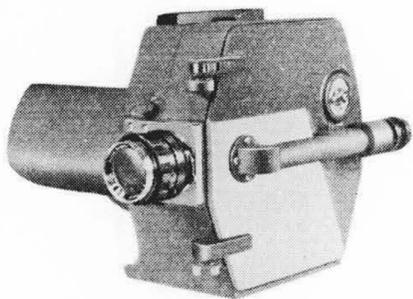


第12図 EPR-2形自記分光光度計とAI-1形三色刺激値自動計算器

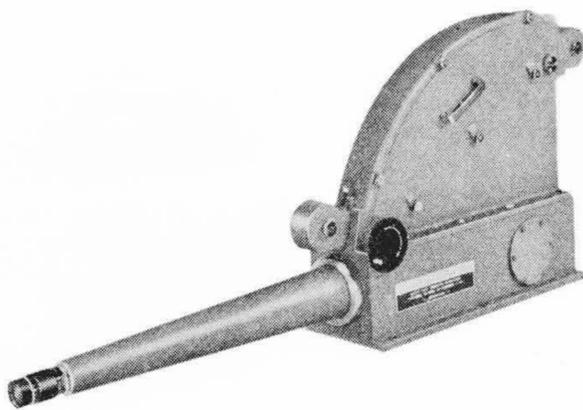


第13図 EPG形変角光度計

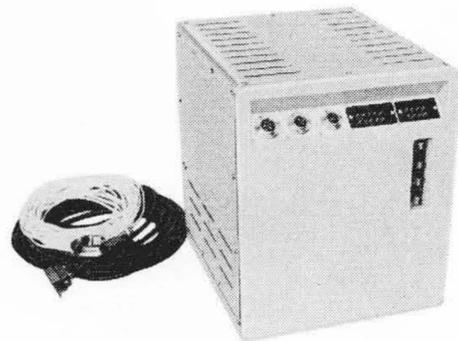
の素材が、人間の目にいかなる印象を与えるかは、色彩はもちろんながらその光沢によっても大きく左右される。本装置による測定によってこれらの素材の性質を定量かつ定性的にはあくし、各種素材の商品価値の増進を図ったり、視覚と光沢に関する心理的現象の解明に寄与することができる。



第14図 16H形高速度カメラ



第15図 超高速流し写真撮影装置



第16図 制御部本体

#### 9.2.4 16H形高速度カメラ

最近、機械、電気、物理、化学、造船、航空などの各分野において、高速度現象の解析手段として、高速度カメラが、さかんに使われるようになってきた。本機は回転プリズム方式で、この種カメラでは、類のない撮影速度 10,000 PPS (Picture Per Second) をうる性能をもち、フィルムには 16mm×30m を使用する。高速度カメラでは、撮影時間が短いので、現象と撮影を同期することがむずかしいのであるが、このカメラでは、独特の構造で、電氣的に完全に同期を行うことができるので、撮影は容易である。カメラを確実に動作させて安全に撮影するために、コントローラを使用し、電源には低い撮影速度のときは AC 100 V、高いときは AC 200 V を用いる。

##### (1) 超高速写真撮影装置

核融合反応、爆発などの非常に早い現象の解析にはいっそう高い撮影速度をもっている超高速映画撮影装置、超高速流し写真撮影装置が広く用いられている。

超高速映画撮影装置は最高 100,000 PPS の撮影速度をもち、連続 200 こま撮影できる独特の構造をもった高性能カメラである。

超高速流し写真撮影装置は、超高速映画撮影装置と併用される場合が多いが、もちろん単独でもその価値を十分発揮するもので、掃引速度最高 4 mm/μs の高性能機である。

##### (2) 高速駆動部とその自動制御装置

超遠心分離機の高速駆動部とその速度制御装置は、超遠心分離機用のほかに各種実験装置などにも利用できる。たとえば高温高速回転試験機、中性子チョップ、超高速疲労試験機などにはすでに応用済みである。本装置は超遠心分離機の高速駆動部と自動制御装置を分離独立させたもので高速駆動部駆動モータとしては直巻整流子モータを、速度発電機としては他励式直流発電機または永久磁石式のスイッチジェネレータの2種類を使用しており、自動制御回路には可飽和リアクトルを使用したものまたは熱陰極格子制御放電管を使用したものが準備されている。これらは被制御対象そのほかの条件により、それぞれ適当に組合わせて用いられる。第16図は本装置の主要部をなす制御部本体の外観であり、高速駆動部駆動用モータおよび速度発電機はこれらとキャプタイヤケーブルにより接続運転される。

### 9.3 その他の分析装置

高性能 pH 計として信用を博している電位差計式の pH 計はさらに電氣的な安定性が改良され EHP-2 形として出現した。実験室形 pH 計としては交流増幅回路にバイブレーショングリップを採用した EHM-2 形が完成し安定性、寿命が向上した。

ガスクロマトグラフは斯界の急速な進歩に即応して、各種の研究、改良が進められ、KGL-2 形を完成して、多数試料の並列分析を可

能にした。

分析用超遠心機には測定温度調節などの改良を施した。

#### 9.3.1 EHP-2 形 pH メータ

本器は電位差計方式を採用した高性能 pH メータで、電源には内蔵の乾電池を使用しかつ標準電池も本体に収納し可搬に便利である。また乾電池の代わりに蓄電池も使用できうる構造である。目盛も最小 0.02 pH まで目盛り mV 測定用として ± 1,400 mV まで測定できるので、学術研究用はもちろんのこと工場現場における品質管理用としても広く使用できる。

#### 9.3.2 分析用超遠心機

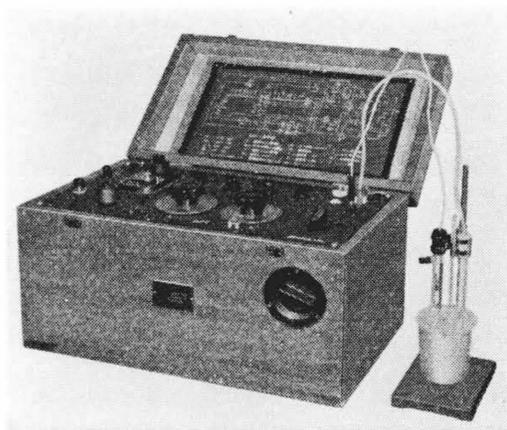
分析用超遠心機の性能向上のため、回転中のロータ温度測定と、光学系に干渉法測定の併用を可能とした。

##### (1) 回転中ロータ温度測定

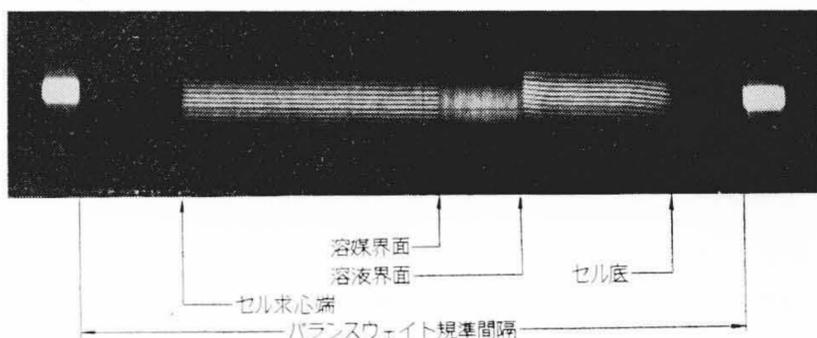
ロータに対向し、ロータ以外の熱から遮断されるよう熱しゃへい管内に設けられた受熱板は、ロータからの熱放射により温度変化を生ずる。受熱板としゃへい管の温度差が零になるよう温度制御すればロータ、受熱板、しゃへい管は同一温度となる。受熱板に設けた温度検出器によりロータ温度を ± 0.1°C の精度で測定、調節できるようにした。

##### (2) 干渉法光学系

セルにダブルセルを用い、干渉法により試料の濃度分布測定を可能とした。第18図は干渉法測定の一例を示す。



第17図 EHP-2形pHメータ



第18図 干渉法による測定の一例



第 19 図 KGL-2 形ガスクロマトグラフ

### 9.3.3 KGL-2 形ガスクロマトグラフ

ガスクロマトグラフ法の特殊性と実用の多様性にもとづき、改良形 KGL-2 を製作し量産に入った。改良点のおもなものは記録部と分析部を分離し、記録部 1 台と分析部 2 台を組み合わせることにより単式装置より複式装置に切換えることができ、多種多様な応用面に分析計として威力を発揮できる。そのほか温度制御、流量計にはサーミスタを用い、また試料導入操作が前面からできるようにし、精度を高め取扱いを便利にした。

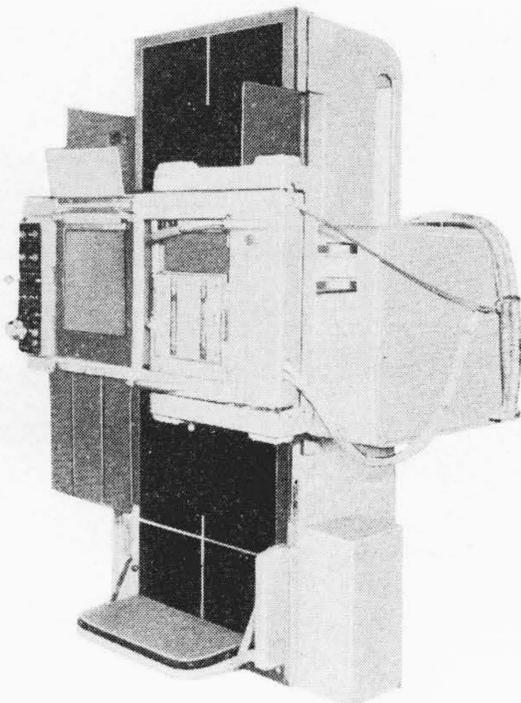
KGL-2 簡易形には自動サンプリング装置を付属させることにより、工場用として無人運転を可能にした。

## 9.4 放射線装置

昭和34年度においても、多くのすぐれた放射線装置が完成された。診療用 X 線装置としては、全自動式万能大形装置、円軌道回転断層撮影装置および三極 X 線管付のコンデンサ装置、工業用 X 線装置としては、すえ置形 300 kV および 160 kV の可搬式をそれぞれ完成した。これらはいずれも独自の設計になるもので、多くの新しい工夫が加えられ、著しい性能の向上が認められている。特に油圧制御式断層撮影装置は、その性能の優秀な点において、国内ただ一つのものとして定評を得ているが、円軌道回転方式のものは、原理的にも従来のものと全く異っており、多くの特長があるが、精度もよく、さらに一段と鮮鋭な、理想的な断層写真が得られる点で、断然他の追随を許さぬものである。アイソトープ利用機器においても、医療用コバルト照射装置、気送式コバルト照射装置、工業用大量照射装置の開発に努力し、特に工業用の大形装置は、ほとんど市場を独占する形で、多くの各種用途に適合した形式の記録品が製作された。

### 9.4.1 自動制御 DRH-10/2S III 形の完成

操作部分の全電動制御化と制御装置の複雑な調整を自動化し診察上理想とされていたワン・ハンドオペレーターシステム(片手操作)を可能とした画期的製品である。すなわち四ツ切フィルム 4 分割の連続速写撮影をはじめとし透視台に被検者を乗せた状態で透視板自身が電動駆動により任意に上下動する機構な



第 20 図 DRH-10/2S III 形

どすべて押ボタン、あるいはスイッチの切換のみにより行われ、その操作部が速写装置の左側に一括して集められている。使用 X 線管は 2 重焦点の回転陽極 X 線管 3 個を適宜に選択でき一般診断はもとより 150 kVp の高電圧撮影が可能である。X 線発生条件の調整も基本条件を合わせるだけで、複雑な調整が自動的に選択されるほか、管電圧を直読式とするなど各種操作の合理化が計られている。

### 9.4.2 円軌道回転断層撮影用 X 線装置 D-LX 形の完成

理論的に理想とされながらも機構上の問題、実用上の精度などから至難とされていた技術的諸問題を解決し理想的な撮影像をうること

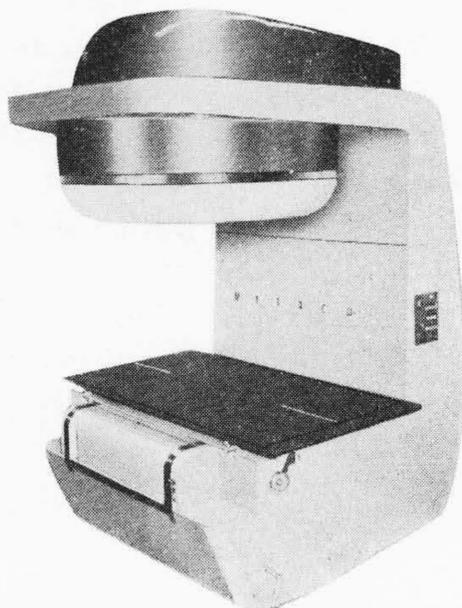
に成功した D-LX 形断層装置は、平行 2 軸式円軌道駆動機構により X 線管とカセットとを相対的水平円運動とし、さらにカセットの回転半径を変化させ断面を定めるなどの新機構を有している。操作は自動制御により行われ複雑な調整を必要としない点も特長の一つである。また本装置の斬新なデザインは日立製作所意匠研究所によって行われたものである。

### 9.4.3 コンデンサ式装置の新形完成

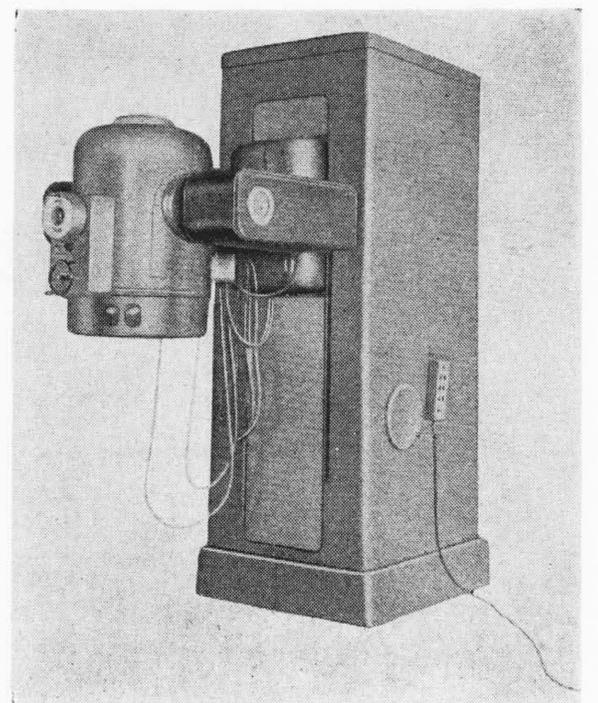
間接撮影装置においては定評あるコンデンサの自動充電方式と巧妙な X 線管制御回路の組合せにより 3 極管波尾切断の DC-M III 形を完成した。これによってコンデンサ式におけるフォトタイマーの使用を可能とし、さらに無効電圧による X 線の発生を阻止するため影像が一段と向上した。特に本装置では波尾切断による残留電荷を次の充電に利用するので消費電力の軽減はもとより充電が短時間に行えるので撮影能率がきわめて良好である。

### 9.4.4 治療用コバルト照射装置 TI-600 C 生産開始

$^{60}\text{Co}$  を線源とする  $\gamma$  線照射において治療上の難問題とされていた照射野絞りによる半影の悪影響を完全に除去し、理想的照射を可能とした球面絞り器付の TI-600 C 形は 34 年初頭発表以来、電動式による操作の簡易性と完全な安全装置とがあわせて好評を得、すでに順天堂病院、日本赤十字病院、大学関係の主要病院をはじめとし一



第 21 図 D-L10 形断層撮影用 X 線装置



第 22 図 TI-600 C 形コバルト照射装置



第23図 MN-160-5形X線装置

般大病院に引続いて納められている。

#### 9.4.5 非破壊検査用放射線装置2種の紹介

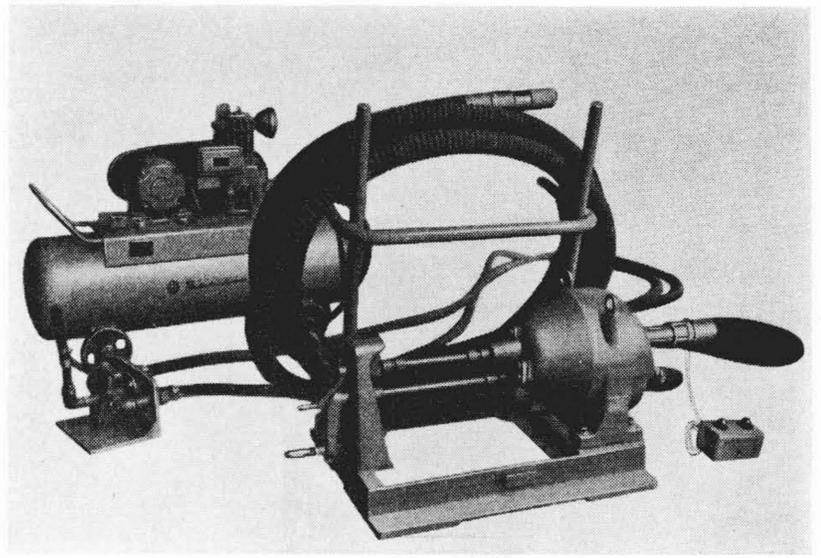
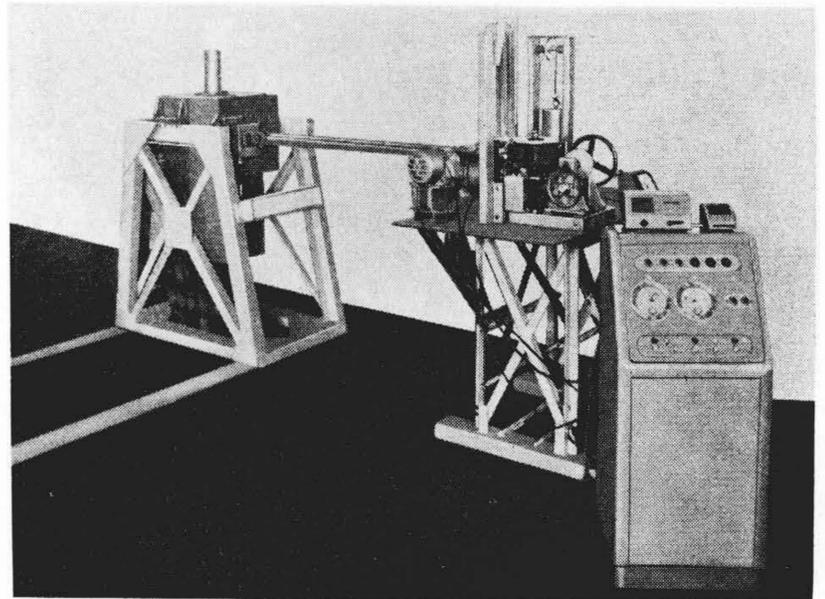
放射線を利用した非破壊検査法の発達は最近特に著しく、装置の需要もいよいよ活発になってきた。X線を利用したものにはMN-260-5形がすでに発売され好評であるが、引続いて要求の多い鉄鋼50mm厚、またはこれに相当する各種材料の検査能力を持つ160kVp 5mA定格のMN-160-5形が製作された。本器は同定格のものでは最小の2.5×2.5mm焦点のX線管を使用しているほか、堅牢、操作の簡易性、小形軽量を重点に製作され、発生回路も過負荷自動防止、逆耐電圧低減機構を備えるなどその信頼度が高い。またコバルトを利用したものには線源に $^{60}\text{Co}$ 2キュリーを取めた気送式RT-2C形が完成した。これは格納容器に接続したケーブル長さ15mの先端に照射位置を有しコンプレッサの気圧によってカプセルを瞬時に送入あるいは格納しているもので、一般検査をはじめ特に複雑な形状のもの、鋼管類の検査などに最適である。また取扱も気送式により遠隔操作が行われ絶対に安全である。

#### 9.4.6 工業用コバルト照射装置各種の紹介

34年度には7種におよぶ装置を製作し各方面に納入したがそのうちおもなものについて紹介する。

##### (1) 東京都アイソトープ中央研究所納

線源に5,000キュリーの $^{60}\text{Co}$ を取め現在まで製作したものでは記録的な大容量装置である。線源を取めたカプセルは格納容器ふたの下部に取り付けられ、フィールド照射を行う場合にはふたをつり上げて照射が行われる。そのほか容器下部に流動体の照射に用いる貫通照射孔と近接照射孔4個を備え、近接照射の場合は照射孔ふたとその先端に設けた照射箱間のデスタントピースを加減することにより照射距離を4段階に調節できるなど特殊構造になっている。

第24図 RT-2C形気送式 $^{60}\text{Co}$ γ線照射装置第25図 東京工業試験所納3,000キュリー $^{60}\text{Co}$ γ線照射装置

##### (2) 東京工業試験所納

高温、高圧下における照射に適した線源押上げ式で回転式のディスクシャッタが採用されている。これによって駆動部を照射室外の安全な場所に設置でき万一の事故の場合にも安全に線源を格納しうる特長がある。また本器にはセルシンにより線源駆動状況を表示する機構のほか安全線量率計と組合された照射室とびらの電気錠などによって操作の完璧を期している。線源容量は3,000キュリーである。

##### (3) 東洋紡績納

恒温槽を供用し高温あるいは低温中において行う照射に適した線源つり下げ形で、格納容器を恒温槽上部天井に埋込み線源を下方の照射室中央に押出す方式がとられている。シャッタは回転式で完全な遠隔操作であることはもちろん、各種の安全装置が備えてある。線源容量は1,000キュリー。

以上のほか高分子研究協会に納めた移動式照射装置、粒子状線源を使用し独特の水銀シールドを備えた放射線医学総合研究所納めの装置など技術的成果が大きい。