

10. 理化学器械および放射線装置

PRECISE SCIENTIFIC INSTRUMENTS AND RADIANT-RAY APPARATUS

昭和35年度における日立理化学器械は質量とも格段の進歩を示した。すなわち量においては前年初期の2倍となり、質においては電子顕微鏡の輸出実績にかんがみ他製品も従来の国内需要専用から輸出対象という考えで検討を加える方向を取り、製品安定化に努め現場作業においても作業規格、点検法などの確立に努力した。また一方においては斯界の日進月歩に順応すべく開発試作の組織の確立と強化に努め、電子装置においては電子顕微鏡付属装置の性能向上、微少部 X 線分析装置、磁気共鳴装置の開発、光学装置においては遠赤外、極端紫外領域の利用、分析装置においては高性能ガスクロマトグラフ、各種自動連続分析計の開発、放射線各種モニタなど着実な歩みを示し、中には各項に述べるとおりすでに製品として実績をあげているものもある。今後とも長期に対する市場調査をもとにして一段と開発試作に努力する考えである。

放射線装置においても診察用 X 線装置は mAs 制御方式による大形 X 線装置用の制御卓子、小病院用 X 線装置を始め円軌道回転式断層装置、コンデンサ装置自動車搭載用の黒川、西山式間接撮影装置の完成などで好評を得ているほか治療用装置ではセシウム装置などが完成された。

一方工業用 X 線装置としては非破壊検査用に力を発揮する、据置形 300 kV の装置を完成した。同じく工業用アイソトープ利用機器においても線源移動方式による多目的照射実験装置および大容量⁶⁰Coが標準化されて 34 年度に引き続き多大の進歩を示している。

10.1 電子装置

日立 HU-11 形、HS-6 形など電子顕微鏡の海外進出は進展の一途をたどり、アメリカそのほかにも数多く輸出された。安定性と多能性の向上によっていまや世界的な定評を得るに至った。その薄片試料作成用に使用される超ミクロトームは画期的改良を加えた UM-3 形として結実した。

高度の電子集束系と放射線測定技術とを組合わせた XMA-3 形マイクロアナライザを完成し、微少部分の定性分析、金属間の拡散、微少偏析の検出などに成功した。

日立 RMU-5B 形を主軸とする質量分析計は、安定同位体の濃度測定に関する需要が高まり、地質年代の測定やトレーサ分析用の装置が数多く製作され、地質調査所、大阪大学蛋白研究所その他に納入された。

磁気共鳴分析計はあらたに台頭した機器分析の一角として注目されているが、MPU-2 形および MPS-2 形常磁性共鳴分析計を完成し、さらにブロードライン用核磁気共鳴分析計 MNB 形、および両者複合の MRU-3 形の試作を完了した。

放射線測定器に関しては原子炉計装、各種モニタの需要が激増した。詳細に関しては第 28 章で述べる。

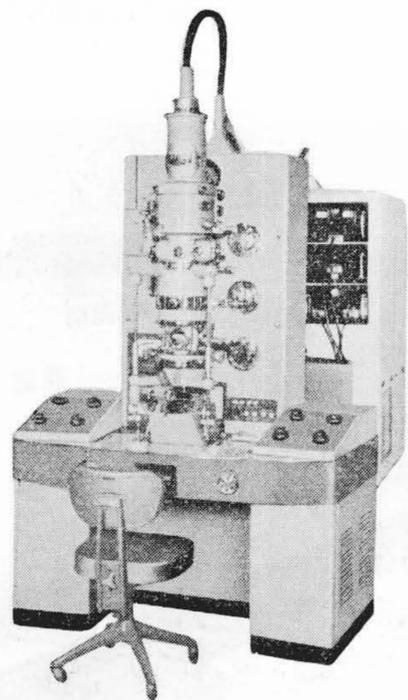
10.1.1 電子顕微鏡の分解能

輸出を対象に最新の技術を取り入れて設計された HU-11 形電子顕微鏡は、日ごとに成果を認められてきた。

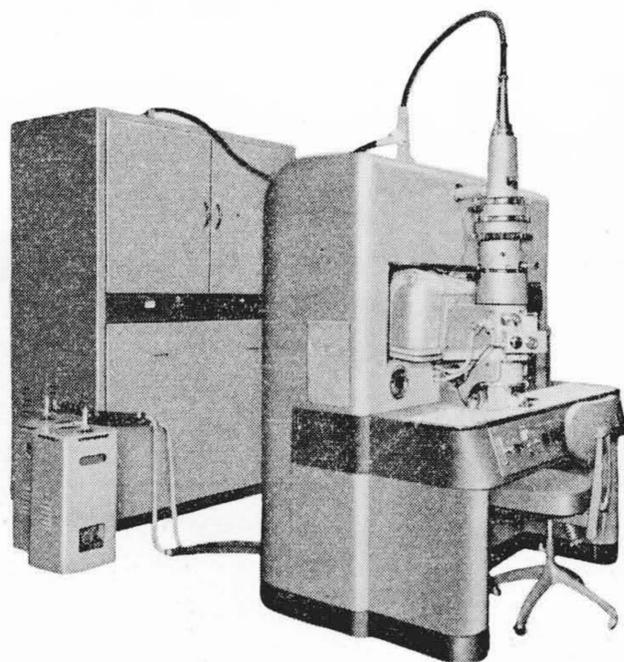
電子顕微鏡の性能を表示する分解能は、次第に理論値に近づいてきたが、その分解能を常時安定して得るためには磁気材料の選定が不可欠の要素である。従来レンズ材料としては純鉄のみに頼っていたが、日立製作所での長年の研究から、純鉄が必ずしも最適なレンズ材料ではないことが判明した。その一例は純鉄製レンズが励磁の強さによって性質を大きく変えるということである。このことは強励磁、弱励磁さまざまな使い方をする電子顕微鏡用レンズ材料としては適当でないことを意味する。HU-11 形においては、各レンズはそれぞれその使用範囲の励磁電流に最も適した材料（磁性合金）を採用し、常に安定した分解能を保証することに成功した。最近の高分解能を示す写真の一例を第 3 図に示す。

10.1.2 RMI-2B 形質量分析計

近年、医学、農学、地質学、化学などの分野において、放射性をもたない安定同位体を追跡子として諸問題の解明に用いることがさかんに行われている。この場合、濃縮された安定同位体の濃度測定は最も重要な課題であるが、質量分析計によるのが最も精度の高い方法とされている。われわれはこれらの需要に応じて早くから RMI シリーズ同位体存在比測定専用機を製作していたが、昭和 34 年 RMI-2B 形質量分析計を完成し東京大学農学部へ納入した。本機は従来の RMI-2 形に比し特に操作性および安定性に留意して改良を施し



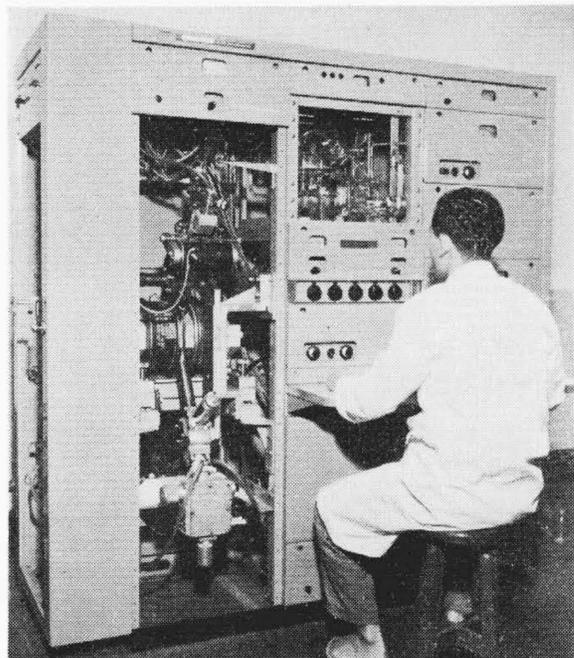
第 1 図 HU-11 形電子顕微鏡



第 2 図 XMA-3 形マイクロアナライザ



(12.6A, 9.8A の両方が明瞭に撮影されている)
第 3 図 銅フタロシアニン結晶格子



第4図 RMI-2B形質量分析計の外観

たものである。第4図の外観写真にみられるように電源部と分析部を一体ケースに収納し、RMI-2形にくらべてはるかに小形化されている。天然の ^{13}C および ^{15}N についての測定結果はきわめて良く、バックグラウンドや親ピークの裾の影響などによる測定値変動が最小におさえられ、再現精度は CO_2 による ^{13}C の存在比に対して0.25%以内、 N_2 による ^{15}N の存在比に対して0.35%以内であった。

10.1.3 MPU-2B形磁気共鳴分析計

1945年 Zaviski の実験以来急速な発展をみせている電子スピン共鳴吸収 (Electron Spin Resonance 略して ESR) を常磁性イオンの電子状態の研究, 固体中の不純物や原子的欠陥の研究, 放射線照射による物質構造の研究などに応用することを目的として日立MPU-2B形磁気共鳴分析計を完成した。

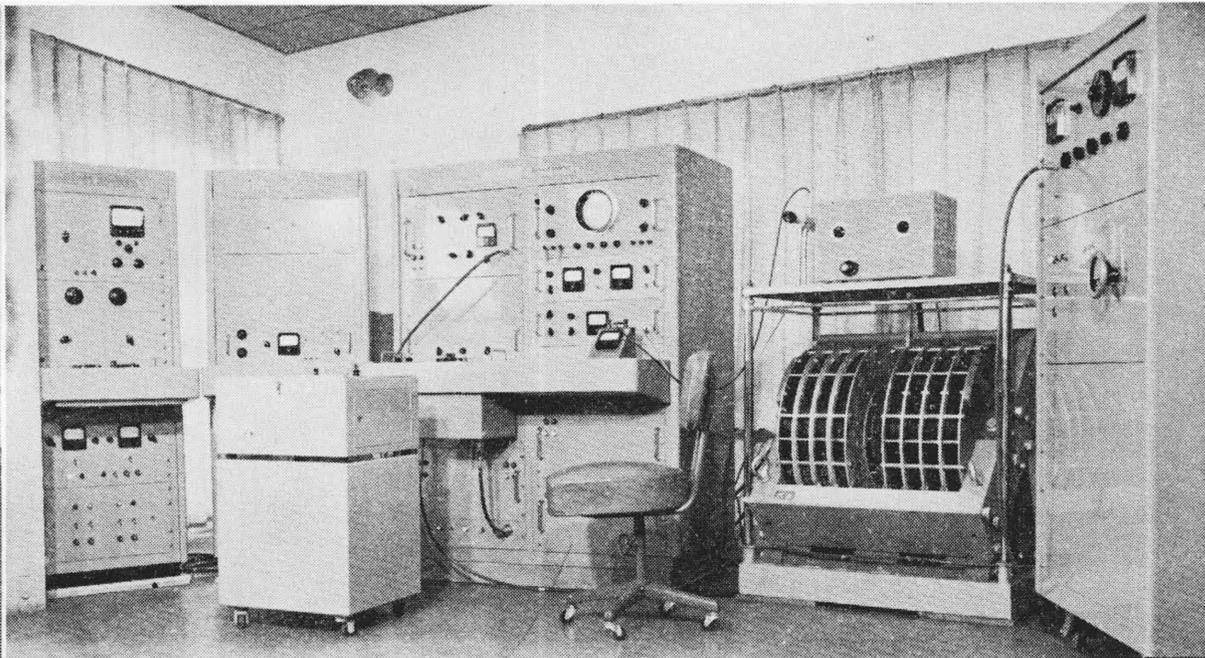
第5図はその外観で、向って右より順に励磁電源、電磁石、分光器部、水平形記録計の各ユニットから成る。本装置は安定度 10^{-6} のXバンドのマイクロ波を均一度、安定度が 10^{-6} の静磁場中に置かれた試料に当ててその反射波を検波増幅するもので、吸収半値幅 $\Delta H=1$ ガラスとして $\leq 5 \times 10^{12}$ 個の対電子スピンを検出する能力をもっており、各種付属空洞類とともに東京大学物性研究所に納入された。なお記録計背後の積分器と最左端のブロードライン用NM R分光器とは特殊付属装置として本体に組合せたものである。

10.2 光学装置

自記分光光度計ではEPS-2形の需要が急速に伸び、34年度末すでに生産台数100台を越えている。今年度は試料室を水冷式に改良して試料の温度上昇の問題を解決するとともに、付属装置では液体用恒温セル、固体用冷却セルを完成して用途がさらに広がった。EPR-2形はAI-1形三色刺激値自動計算器との組み合わせにより色管理が一段と便利になり国内市場をほとんど独占している。輸出面ではEPS-2, EPR-2, 各1台がソ連に出荷されこの方面への道を開いた。

EPI-2形赤外分光光度計は赤外顕微鏡、各種交換プリズムなど付属装置の整備がほとんど完了し、生産も軌道に乗っているが、35年度はさらに広範囲の需要に応ずるためEPI-S形簡易赤外分光光度計を完成した。また自記変角光度計では従来のEPG-2形に加えて真珠の光沢測定専用のEPG-2P形を完成した。

分光光電光度計EPU-2A形は各種付属装置の開発と相まって依然として順調な生産を続けており、国内需要の約80%をまかなっている。35年度にはいって任意の波長の単色光で試料を励起して蛍光分析を行うG-1形分光蛍光付属装置、および分光器の光源側に積分球を取り付けて物体表面の蛍光と反射光を同時に測定するFR-1形



第5図 MPU-2B形常磁性共鳴分析計

蛍光反射付属装置を完成したが、さらに吸収スペクトルを自記する自記付属装置や、元素の共鳴吸収の現象を利用した原子吸収付属装置を開発中である。EPU-2A形の分散体には水晶プリズムが用いられているが、別に回折格子を使用するGPO-2形を完成した。

フィルタ光度計は吸光分析用としてEPO-B形、FPW-4形およびFPO-3形を製作しており、特に一般化学分析室にはFPW-4形が、臨床医学方面にはFPO-3形の進出が目ざましい。炎光分析用としてはアトマイザバーナの代りにメッカ式バーナを用いたFPF-3形を完成した。

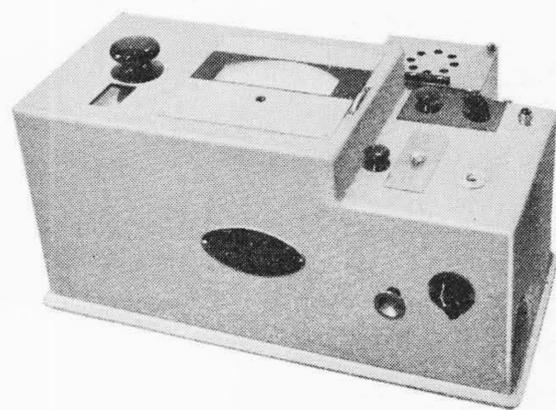
10.2.1 GPO-2形分光光電光度計

最近のすう勢として、単色光を得るための分散体に天然産のプリズムでなく回折格子が使用されるようはなつた。これは回折格子がプリズムに比して分解能がすぐれていること、分散が波長に対してリニヤーであること、格子定数や溝の形を変えることによって人工的に任意の波長域のものが得られることなどの特長があるからである。

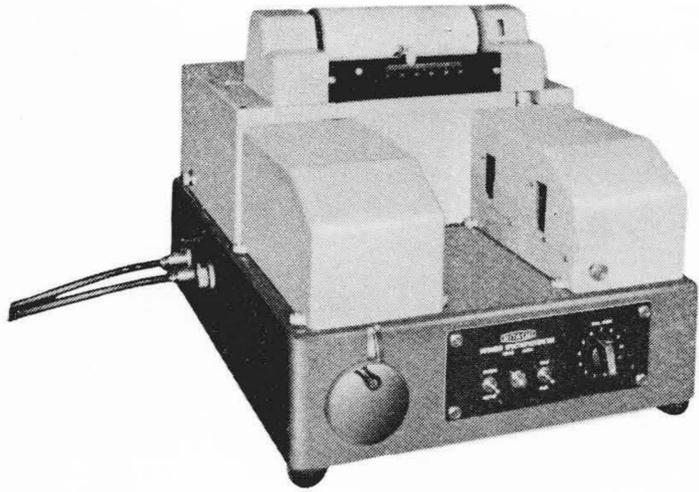
GPO-2形は格子定数720本/mm、格子面積 30×32 mmの反射形回折格子(レプリカ)と、焦点距離250mmの主反射鏡とがリトロ形に配置されており、光源に水素放電管を使用すれば紫外域の、白熱電球を使用すれば可視、近赤外域の吸光分析を行うことができる。受光器には日立独特の石英製広域光電管を使用しているため、光電管切換えの操作を要せず全域の測定が可能である。光源および増幅器の安定電源は交流化され、一部にトランジスタが使用されている。

10.2.2 EPI-S形簡易赤外分光光度計

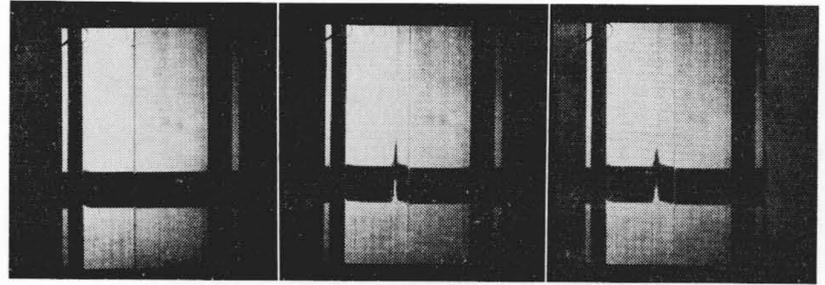
本器は従来の標準形赤外分光光度計の機能を簡易化し小形軽量にした普及形で、分光器が完全気密になっているため恒温恒湿の測定



第6図 GPO-2形分光光電光度計の外観

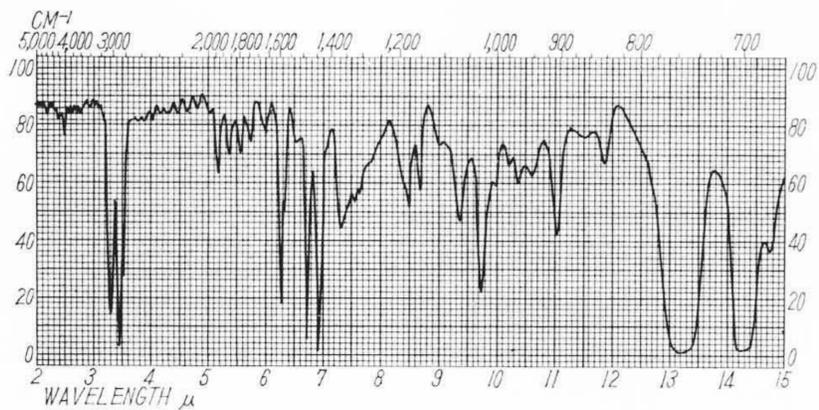


第7図 EPI-S形簡易赤外分光光度計



(a) 重層前 6,020 rpm (b) 重層中 12,290 rpm (c) 重層後 15,590 rpm
試料: ポリビニールアルコール

第9図 UCA-1形超遠心機界面セルによる測定例



試料 ポリスチレンフィルム プリズム NaCl 頂角72°
スリット幅 400 μ/10 μ 記録速度 15 min/全域

第8図 EPI-S形による測定例

室を必要とせず、工場実験室用に適している。分光器には湿度計が装備されて内部の乾燥状態を常時監視でき、また波長精度を保つためプリズム温度は 40°C に制御されている。光源には小形の炭化硅素棒を使用しており水冷装置は不要である。

プリズムは NaCl 頂角 72° であるため分解能にすぐれ、また分解能、波長送り速度を連続的に変化させうること、パーニヤ付の波長目盛りにより 0.01 μ の精度で読めることなどは他社製品にみられない特長である。付属装置は EPI-2 形のもの大部分共用できるが、さらに恒温恒湿室外での使用目的のため耐水性の KRS-5 窓板付各種セルが完成されており、またガスクロマトグラフと組合わせて使用するための試料導入装置、微量測定装置なども逐次整備されている。

10.3 その他の分析装置

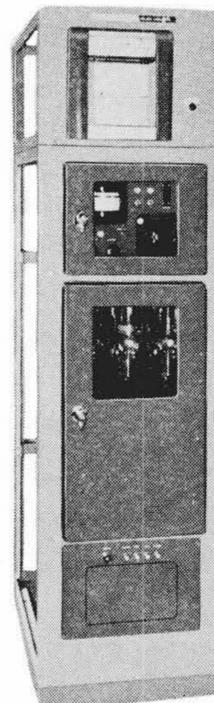
UCA-1 形超遠心機は広範な改良によって、高分子化合物の研究に重要な利器となりつつある。ロータ回転中の温度測定装置を完成し、測定に干渉法を採用することに成功した。また界面セルの完成によって低分子量化合物の分析を可能にしたことは特筆すべき成果である。

KGL-2 形ガスクロマトグラフはカラム剤、検知器に徹底的な検討を加え、飛躍的な分解能、安定性の向上をみた。

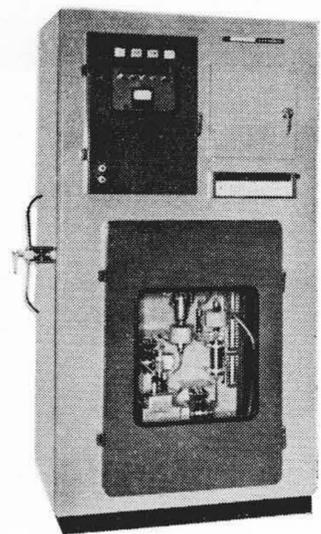
近年分析界において関心の高まりつつある自動分析計は各種プラントにおける現地分析にも旺盛な需要を示しはじめている。シリカ分析計は既納入製品の実用結果を勘案して ASD-2 形を完成した。また35年度は新しく pH 測定方式による硫酸分析計を完成し、某レーヨンプラントにおいて実用されている。さらに有機化合物連続分析の最も有用な手段として工業用紫外光度計を完成し、某合成化学プラントにおいて実用されている。

10.3.1 AFU-1 形工業用紫外光度計

本光度計は現場に設置する防爆形の検出器と計器室に設置する各



第10図 ASD-2形シリカ分析計



第11図 AUH-1形硫酸分析計

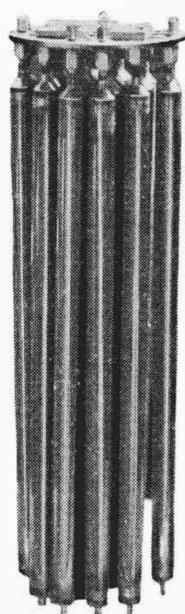


(検出部はカバーを取外して示す)

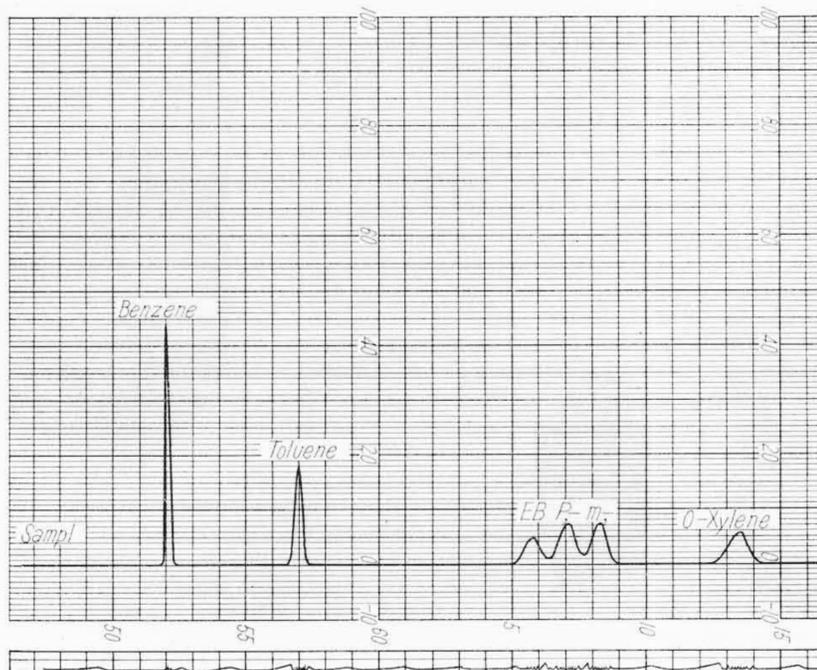
第12図 AFU-1形工業用紫外光度計

種電源および記録計にわかれ、計器室におけるスイッチの操作のみで運転し、検出器のセルに流れる被検液に所定の紫外線をあてて、その吸光度(または透過率)の変化を記録し、被検液の濃度管理を行うものである。

光源には安定で長寿命の封込水素放電管を使用し、光学系には温度変化、経年変化および振動などに対して強固な構造の紫外分光光度計とし、検知器には光電子増倍管を使用しているため、感度高く、



第13図 KGL-2形日立ガスクロマトグラフ用分離カラム



カラム 7.8-ベンゾキノリン 5m
 温度 90°C
 キャリヤ He 50 ml/min
 チャートスピード 10 mm/min

第14図 キシレン異性体の分離



第15図 高速遠心機

安定な交流増幅回路との組合せにかり高精度の紫外線分析計として、今後化学プラントにおける品質管理に広く利用される。

10.3.2 ガスクロマトグラフの改良

KGL-2形ガスクロマトグラフについては大容量分離カラム（第13図）と捕集装置を完成し、分離成分の70%以上を捕集することができるようになり、この成分をEPS-2形自記分光光度計およびEPI-S形自記赤外分光計にサンプリングして分析することにより、確実な同定に成功した。36年度はこの組合せを自動化した、ガスクロマトグラフ-自記赤外線分光計を完成させる予定である。またU字形標準カラム10mのほかに、スパイラルカラム最長20mを収容することができるようになった。一方輸入品（某社C-22）よりすぐれた珪藻土担体の焼成に成功し、長カラムの威力と相まって困難な混合物の分離が可能となった。第14図は従来不可能であったキシレン異性体の完全分離例で、この種装置によるデータとしてはわが国最初のものである。

KGF-2形ガスクロマトグラフについてはさらに2系列、3系列の自動ガスサンプリング装置を完成し、工場における製品管理を容易にした。

10.3.3 20P形高速遠心機

従来の小形遠心分離機は回転数が16,000 rpm以下、最大遠心加速度が30,000×g以下で医学、生物学、理学各方面の要求を十分に満たすことができなかった。一方日立40P形分離用超遠心機は144,000×gという強大な遠心加速度をもち各方面の要望に答えてきたが、必ずしも日立40P形超遠心機ほどの性能を必要としない場合があるので、小形遠心分離機との中間をうめるような遠心機の出現が望まれていた。

20P形日立高速遠心機はこの要望を満たしたもので、最高回転数が20,000 rpm、最大遠心加速度が41,600×g、チューブ容量が230 ccである。ロータを空気中で回転させるとロータと空気との摩擦のためにロータは温度上昇し、また駆動モータの消費電力が増加するので、本機ではロータは真空中で回転する。またロータの危険速度を低下させるためと、駆動部からロータへ熱が伝わらぬためにゴムカップリングを使用している。これらのためにロータはほとんど温度上昇をしない。たとえば20,000 rpm、1時間運転した時の温度上昇は2°C強である。本機は冷凍機を内蔵していないが、ほかの冷却装置によってあらかじめロータを冷しておけば低温のまま分離に用いる

ことができる。すなわち室温20°Cの時に、0°Cに冷したロータを15,000 rpm、1時間回転したのちのロータ温度は6°Cであり冷凍遠心機とほとんど同一の性能を発揮できる。

本機の自動制御装置は整定回転数までの自動加速および保持、電気ブレーキによる自動停止を行うもので、おもにパイロット発電機、磁気増幅器、過飽和リアクトルで構成されており、電子管式のものに比べて長寿命である。

そのほか潤滑および真空密封に用いられている油を循環式にしたり、真空ドアの開閉を上下にできるようにしたり、種々新方式を採用しているので、取扱いがきわめて簡便確実である。

10.4 放射線装置

昭和35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。診察用X線装置としては大形X線装置用のmAs制御による制御卓子をはじめとして好評を得ている小病院専用のX線装置DCR-5Ⅲの完成をみた。これは特に消化器系統の診察に便利な構造となっているほか、3極X線管を使用している。また据付場所の電源事情に左右されないよう、高電圧発生装置は変圧器式およびコンデンサ式のいずれにも使い分けができる特長をもっている。

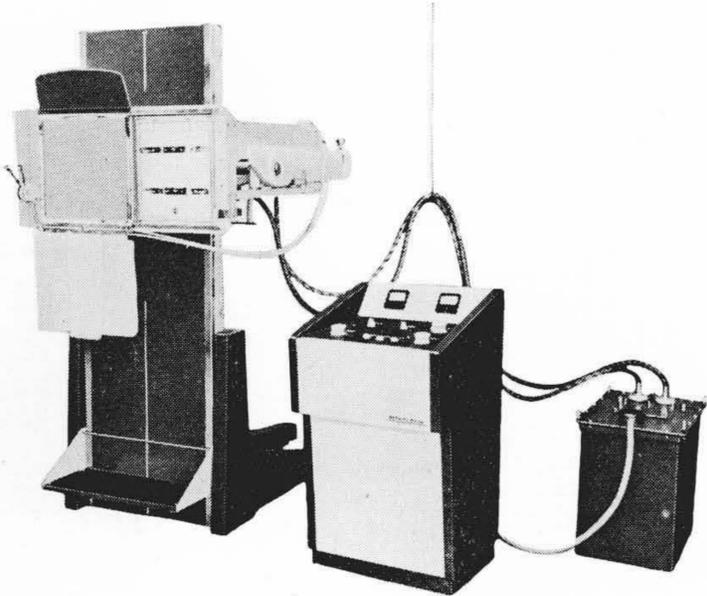
円軌道回転方式による断層装置DL-10は原理的に従来のものとまったく異なっており精度もよく、さらに一段と鮮鋭で理想的な断層写真が得られる点で断然ほかの追従を許さぬものである。また治療用装置ではラジオアイソトープを利用したセシウム装置が完成した。

工業用X線装置としては据置形300 kV X線装置MR-300-10が完成した。アイソトープ機器においても線源移動方式による多目的照射実験装置および大容量⁶⁰Co照射装置の標準化など相ついで完成され34年度に引き続き多大の進歩を示している。

10.4.1 小病院専用DCR-5Ⅲ形X線装置の完成

この装置は特に小病院専用の装置として設計製作されたもので一般透視、撮影および手動速写はもちろんのこと近年医学会において要望の多い消化器系統の診察に便利な構造になっているほか、3極X線管を使用して発売以来大好評を得ている。

透視台は手動速写のできる蛍光板をそなえ、その起倒はモートルドライブにより動作する方式をとり、消化器系統撮影のためにX線管容器を移動して水平直接撮影が行えるようになっている。



第16図 DCR-5 III 形 X 線装置

X線の発生およびその制御装置は3極X線管を使用してX線管電圧と管電流および時間の積、すなわち mAs を制御する。2選択撮影方式によりX線の発生を制御できる装置となっている。

また高電圧発生装置は装置据付場所の電源事情にかかわらず使用できるように変圧器式およびコンデンサ式の2方式が使用できその選択が自由になっている。

10.4.2 新制御方式による大形X線装置用制御卓子 PAH-10 の完成(診察用)

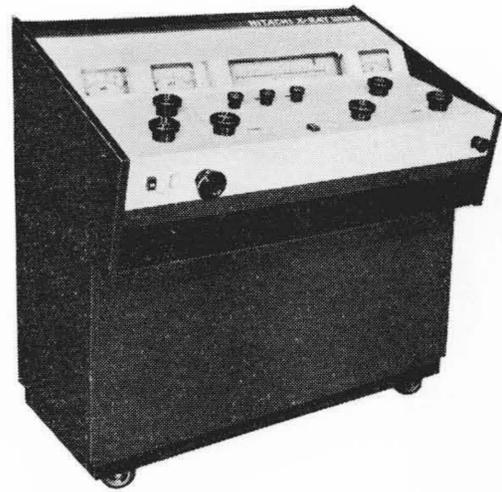
従来X線装置の制御卓子について被写体の撮影条件は電圧図表をもとにして操作者が変圧器の一次電圧を定め、X線管電圧、X線管電流および撮影時間の3要素を使用X線管の許容負荷図表をみてその時々を決めるのが普通で、おもに管電圧図表およびX線管の許容負荷図表は常時使用するのが常であった。PAH-10はこの点を簡単防止化して撮影は直読式(前示式)管電圧とX線管に対して自動過負荷装置を含む mAS 調整の2調整方式となってその使用法が簡単となった。

一般に撮影の場合、できるだけ最短時間で撮影を行うことが望ましくこの装置は撮影の条件いかにかわらず使用するX線管の実用最大負荷が加えられるようになっており、したがって常に最短時間の撮影が行えるようになっている。またこの装置はX線照射時および調整時にX線管に対して過負荷となった場合には警報器が鳴ってこれを知らせ、またX線照射時にはチャイムが鳴ってこれを知らせる。この制御卓子は現在診察用として最高の性能を有する DRH-10/2S III に使用され好評を得ている。

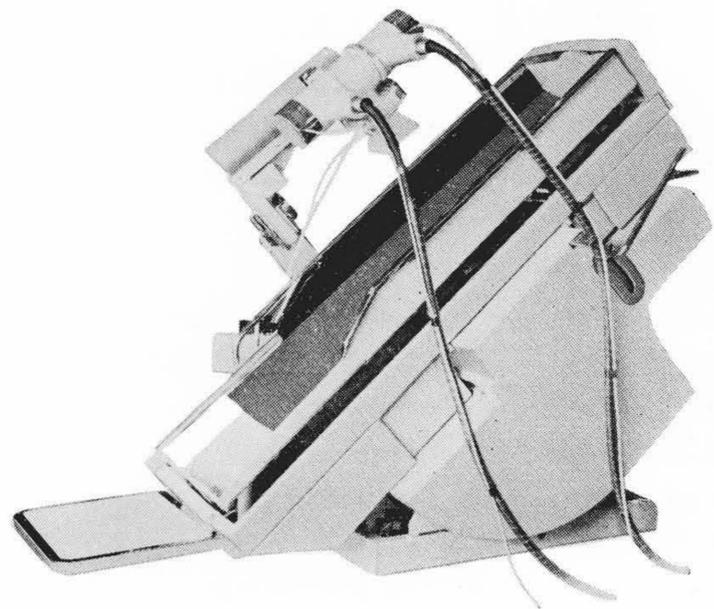
10.4.3 自動車搭載用胃腸集団検診間接撮影装置の完成

従来レントゲン装置はもっぱら肺部専用のものと考えられてきたが近年ガンによる死亡率が増加し、特に消化器系統のガンが注目を浴びようになった。そのため集団検診用装置が必要となり東北大学黒川総長、西山博士のご指導により製作した。この装置は自動車に搭載して使用し、また移動先の電源事情に左右されぬよう、1 μ F 125 kV の出力を得られるコンデンサ装置で、かつ焦点の小さい3極ヒッターノードを使用している。

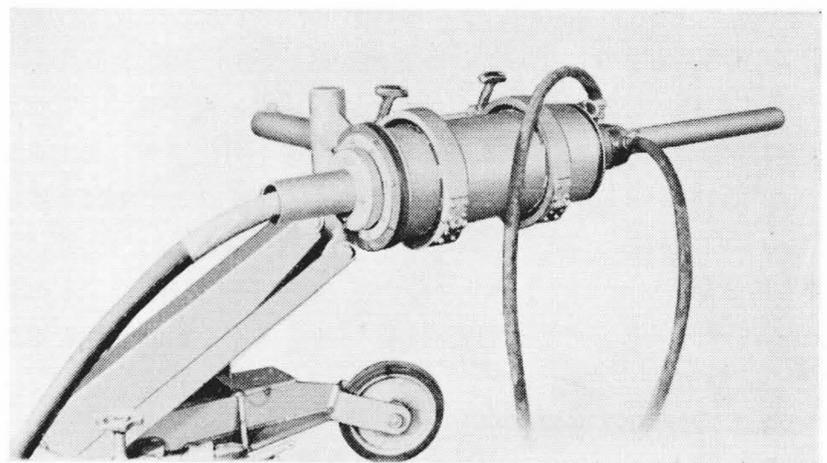
この装置の特長は医師の被曝がきわめて少く十分な撮影診断ができることである。したがって消化器系統の診察に便利なよう別室において透視を行い医師の希望する時にレバーの操作により間接撮影のできるようになっている。また患者の移動については患者を動かす必要はなく透視と同様に別室において、前後動、左右動、加えて傾斜および左右回転が操作パネルの押鉛操作のみできるようになっている。したがって十分に被写体内のバリウム観察ができるほか速写操作はすべて透視寝台側面のX線防護暗室内から行えるので長時



第17図 診察用大形X線装置用制御卓子 PAH-10



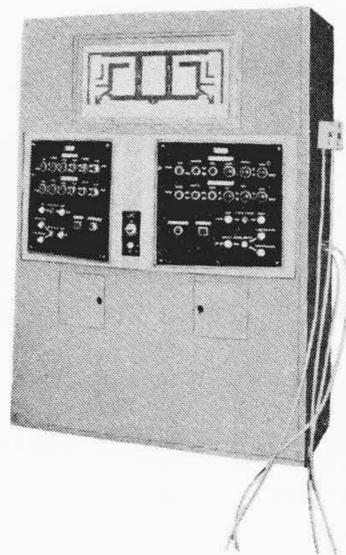
第18図 自動車搭載用黒川西山式間接撮影装置

棒状陽極X線管(最大使用電圧 150 kV)
第19図 工業用 X 線装置

間の使用にも安全である。また装置のおおのは耐震構造となっていて据付面積も極力小さく設計されている。

10.4.4 300 kV 出力工業用X線装置 MR-300-10 の完成

非破壊検査法に放射線を利用したものは最近特に著しく装置の需要もいよいよ昭和34年に引き続き活発になってきた。X線を利用したものはすでに出力 160 kVp, 260 kVp の携帯用装置 MN-160-5, MN260-5 が発表されているがこれに引き続いて大形の据置形装置 MR-300-10 を完成した。この装置は鉄鋼 110 mm まで透過することができ工業用のX線管には初の二重焦点を使用している別に特種用途の目的で 150 kV 用棒状陽極X線管を使用し普通撮影のほか扇状、带状に角度を変えて 360 度のX線照射をすることができる。したがって被写体の数多い場合、円筒形に溶接した場所などの撮影に便利である。なおこれらX線管の冷却には油および冷水を使用している。



第 20 図 電気通信研究所納 ^{60}Co γ 線照射装置制御盤

10.4.5 工業用コバルト照射装置各種の紹介

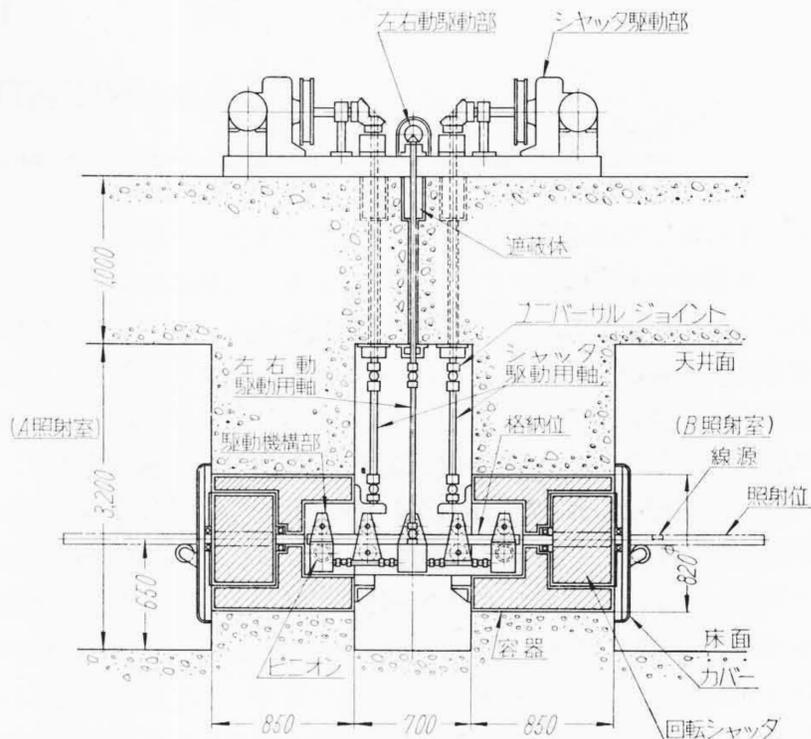
ラジオアイソトープの各方面への利用は、年々増加しているが、昭和 35 年度に工業用としては、数種に及ぶ装置を製作納入した。その中のおもなものを紹介する。

(1) 電電公社電気通信研究所納

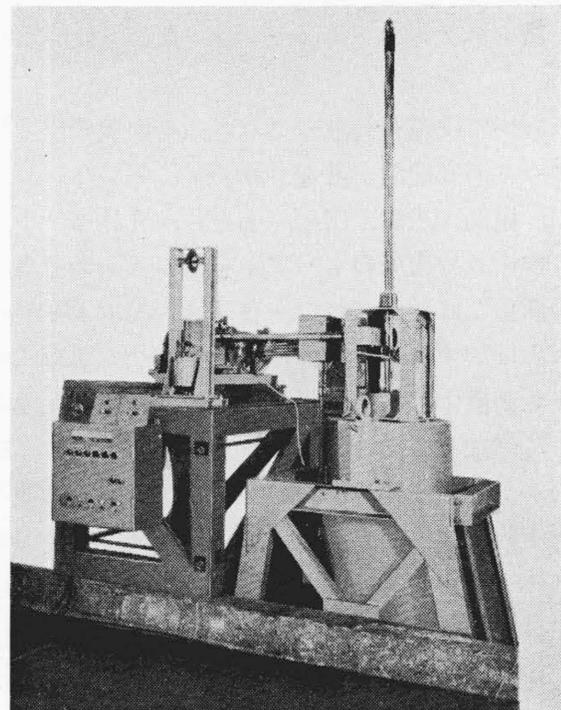
線源として二種類の ^{60}Co 10,000 キュリー(点状線源 5,000 キュリー、棒状線源 5,000 キュリー)を備えた装置で、特殊な機構を採用し、多目的照射実験に使用される大容量の記録的装置である。本装置は二室の照射室間の壁内におのおの線源を取付けたバーが左右移動機構に組付られて置かれている。照射の場合は、使用する照射室側の壁面にあるシャッターが開き、バーがおし出され、マニピュレーターの併用により線源を照射実験に使用できる。点状線源、棒状線源はいずれの照射室においても、単独あるいは同時に使用でき、また一方の照射室で照射を行っても他方の照射室で実験準備などのため出入りできるといった合理的な実験が行える。また駆動装置は照射室から隔離された部屋に設置し、保守整備の便をはかっている。装置の制御はグラフパネル、安全装置を備えた完全遠隔制御方式を採用し、制御盤上部には、線源の位置、シャッターの開閉などをセルシンにより模型的に表示するモデルパネルを設置し操作の安全をはかっている。

(2) 帝国人造絹糸株式会社納

照射器を天井に据付け、線源をつり下げて照射を行う装置である。本装置では、回転シャッターを採用し、かつ駆動部は線源およびシャッターの相対的な動きを機械的に連動させる特殊な機構を用い、一つの電動機で、すべての駆動を行うワンモーターシステムを採用している。制御盤はグラフパネル方式で、安全装置との結合により



第 21 図 電気通信研究所納 10,000 キュリー ^{60}Co γ 線照射装置



第 22 図 帝国人造絹糸株式会社納 3,000 キュリー ^{60}Co γ 線照射装置

完全な安全操作が行える。大容量の装置で操作が容易かつ安全という点からして、本装置は標準製品として今後この分野で最も広く使用される形式の装置である。線源容量 3,000 キュリー。

日立製作所の工業所有権増減表

日立製作所所有、特許権、実用新案権、意匠権、商標権の昭和 34 年 10 月より昭和 35 年 9 月末までの 1 年間の増減は次のとおりである。

	昭和 34 年 9 月末現在	当期間増	当期間減	差引増減	昭和 35 年 9 月末現在
特許権	1,925	215	55	増 160	2,085
実用新案権	5,644	565	227	" 333	5,982
意匠権	430	214	5	" 209	639
商標権	408	73	0	" 73	481
計	8,407	1,067	287	" 780	9,187