

# 27. 原 子 力

## ATOMIC ENERGY

昭和34年度は発電用第1号原子炉の輸入の決定があり、わが国の原子力開発もいよいよ実用期に入った。日立製作所においても工場、研究所の緊密な協力のもとに築かれた多方面にわたる総合技術をもとにして数々の要望にこたえた。

製作部門でみると、日本原子力研究所に設置するため試作研究を続けていた国産1号原子炉(JRR-3)の原子炉本体、実験設備、燃料取扱設備の製作を昭和36年3月完成目標に開始した。なお同研究所で発電用試験炉として設置するJPDR (Japan Power Demonstration Reactor) はアメリカ G. E. 社の沸騰水形原子炉(電気出力12.5 MW)と決定したが、これの国産部品—コンテナ、タービン発電機、付属計測設備などは日立製作所と日本原子力事業株式会社とで製作を担当することになった。

また東京大学に納入する水減速形臨界未満集合体実験装置(Sub-Critical Assembly)の製作を進めている。これはわが国においては初めて設置されるもので、原子炉を設計するために必要な定数など多くの資料を実験的にうるための装置であり、その成果が期待されている。

わが国の原子力技術の開発、向上の策として科学技術庁が国産原子炉の製作計画をして公募し、日立製作所もこれに応募した。この炉は小形実験用原子炉で中性子照射実験、アイソトープの生産、原子炉運転技術の教育訓練を目的としており、タンク形プール付、熱出力100 kWのもので、完成後は東京原子力産業会すなわちTAICグループの間で広く共同利用される予定である。

さらに八幡製鉄株式会社技術研究所の放射性同位元素実験室を完成した。これは放射性同位元素による汚染空気の監視、清浄などこの種の実験室に必要な設備、装置1式を建屋とともに受注して製作したものである。

また東急原子力グループが武蔵工業大学に設置する原子炉施設の計画から建設まで、一環して技術コンサルタントに協力している。原子力の技術協力の分野を新たにひらいたものとして注目される。

次に研究部門では、原子炉技術をはじめとして、原子燃料加工・再処理技術、放射線測定装置、アイソトープの利用などの研究を引き続き発展させるとともに、大形電子計算機を駆使して原子炉設計に必要な大規模な数値計算の精度と速度を著しく向上した。

原子力発電所の原子炉には種々の形が考えられるが、なかでも軽水を冷却・減速材として使用するものが、技術的にも、経済的にも最も有望とみられている。この軽水炉を動特性上から検討して、最適の設計点を求めるために、東京電力株式会社と共同研究を進めた。

原子力船の研究部門は、飯野海運、飯野重工、日立造船株式会社と協力して、65,000 DWTの油タンカー、また日産汽船、日本鋼管、丸紅飯田と45,000 DWTの鉱石船の共同研究を行った。

このほか、科学技術庁からの原子力平和利用研究の助成金をうけて次の研究を進めている。

- (1) イオン・サイクロトロン・レゾナンス方式による高温プラズマの発生に関する研究
- (2) 国産1号炉(JRR-3)用天然ウラン燃料の被覆に関する研究

### 27.0.1 小形教育用原子炉の設計

今回科学技術庁原子力局が実験用小形原子炉の国産技術向上の助成策として広く一般よりその設計を募集し、優秀なものに対し助成金を交付して建設を援助することになった。日立でもこれに応募した。以下その設計の概要を紹介する。

本原子炉は熱出力100 kWのスィミング・プール形原子炉であって、最大熱中性子束は30 kWのとき $1 \times 10^{12}$  n/cm<sup>2</sup>s、100 kWのとき $3 \times 10^{12}$  n/cm<sup>2</sup>sであり燃料は10%濃縮の酸化ウランを使用する。構造は第1, 2図に示すとおりである。

#### (1) おもな特長

- (a) 研究用および教育訓練用の目的と保守および運転を容易にするため、炉心部が直視できる軽水減速冷却タンク形とした。
- (b) 既成燃料の輸入を廃し加工技術の開発による国産化を考えた。燃料としては濃縮度10%の酸化ウランペレットを採用し、アルミ被覆管に封入して棒状燃料として使用した。
- (c) 教育訓練を目的とした炉であるので制御安全システムを特に充実し安全度を高めた。
- (d) 大形しゃへい実験のため炉タンクに隣接して別のプールを設け、その隔壁を特殊の構造として、利用できる中性子束の減少を防いだ。

#### (2) 安全性の検討および事故解析

原子力技術者の教育訓練に適切であるように、安全性の検討および想定される事故の解析には特に意を用いた。

- (a) この炉は温度変化、燃料消費、同位元素の生産などによる全超過反応度は約1.6%になる。これが誤って炉内に急に差込まれ、しかも制御棒などの安全装置が働かないような最悪の場合でも、炉自身のもつ負の温度係数に基く自己制御性により、出力上昇は自動的に抑制される。
- (b) 地震などの天災による機械的な破壊もしくは運転上の過失により冷却材がなくなった場合でも、燃料の熔融破壊までには十分の時間があり、これを外部より冷却するなどの応急対策を講ずることができる。またこの際炉周辺の運転員に対する放射線のレベルも許容値に比べて十分低く、安全である。

### 27.0.2 沸騰水形原子炉の計算コード

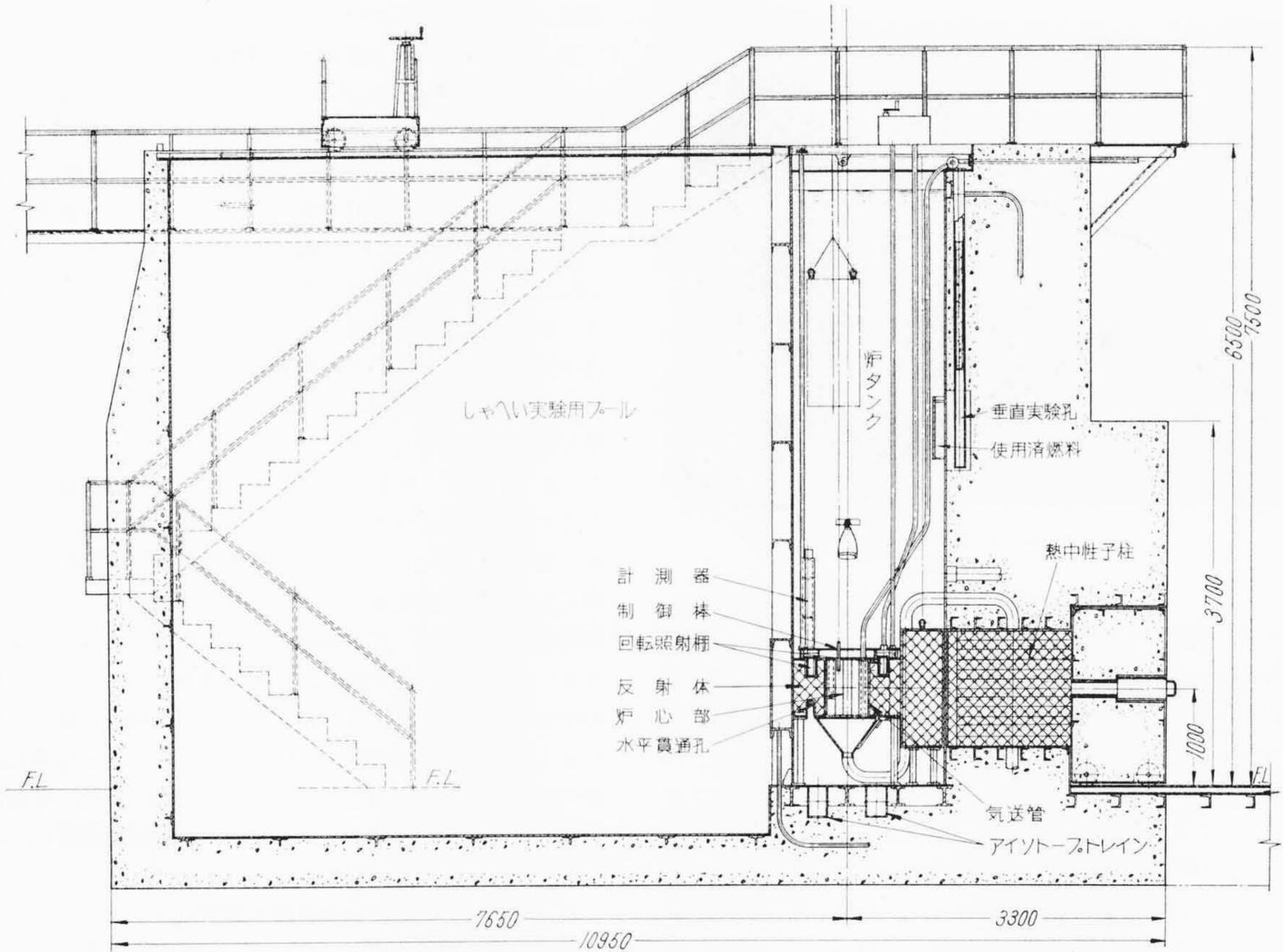
われわれは沸騰水形原子炉(BWR)についての核的熱的設計研究を昭和31年頃より行ってきたが、昭和33年頃より大形電子計算機を使った大規模な数値計算による計算精度の向上と計算速度の高速化を積極的に行うようになった。これは最近わが国でもこの種の電子計算機が使用できるようになり、アメリカにおける原子炉設計に広く使われている計算のコード化が可能になったためである。34年度われわれが開発した各種コードのうち、BWR核設計に関連したおもなコードについて概要を述べる。

#### (1) Sun Rise code—BWRのボイドと中性子束分布

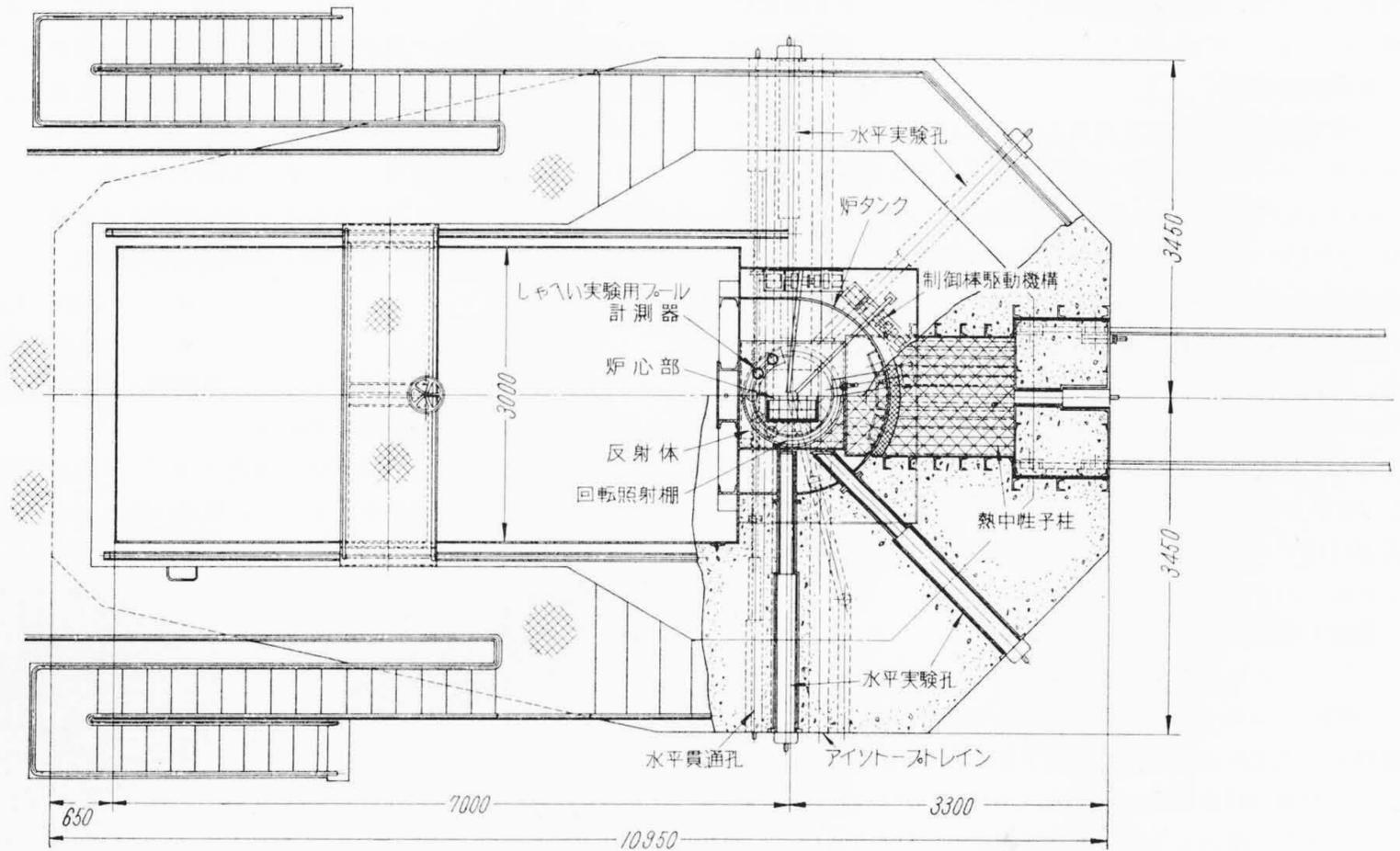
動力炉としての大形BWRでは、炉内中性子束分布したがって出力分布と蒸気泡(ボイド)分布との相互作用が重要な研究課題である。BWRの中性子束はボイドのために炉心部の下のほうへひびくが、これをおさえるために炉心部の下のほうから制御棒を適当に差込んでやる。この中性子束分布、ボイド分布、制御棒分布を首尾一貫して求めるための計算コードで、一次元、二次元問題を取扱い、その計算方法にForward法とBackward法の両方があり、それぞれSun Rise-1F, -1B, -2Bと名づけている。計算機としては1F, 1BにIBM 650, 2BにHIPACを使用した。

#### (2) Mercury code—臨界量計算

昭和33年度に有隣電気のFACOM用に作った臨界量計算コードを全面的に再検討改訂して、新たにIBM 650用のコードをつくった。四因子公式による臨界量計算コードで、炉のおもな核特性



第1図 教育訓練用原子炉立面図



第2図 教育訓練用原子炉平面図

である四因子や各核定数，単位格子内中性子束分布，臨界量などが求められる。Sun Rise や Mars コードに使う各核定数はこのコードを使って計算される。

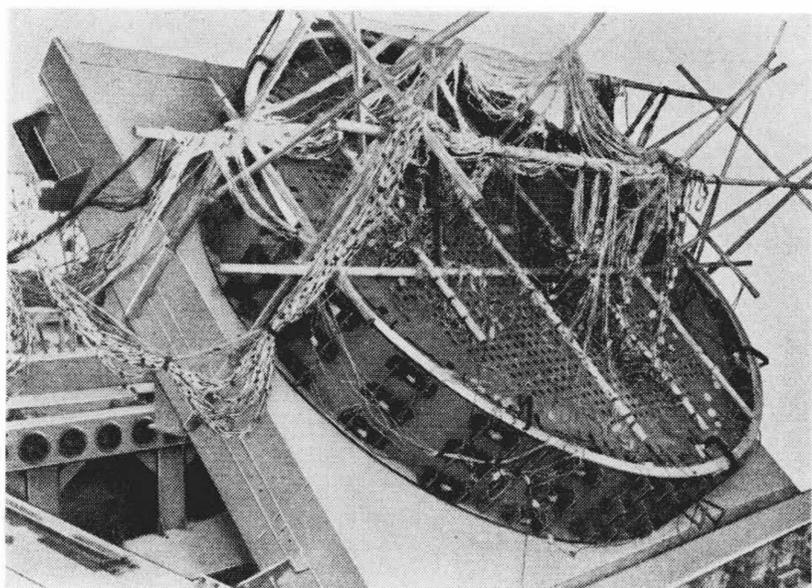
(3) Mars code—燃焼(パーンアップ)計算

BWR を長期連続運転するときの核燃料の燃焼，それにとりま

う各種同位元素の生成消滅を計算するコードで，燃料取換え方式，原子炉燃料サイクルと経済性の検討などの基礎を与える重要なコードであり，IBM 650 にかける。

27.0.3 沸騰水形原子炉を対象とする沸騰伝熱

沸騰水形原子炉は周知のように炉心部にて直接蒸気を発生せしめ



第3図 耐震実験装置

るものであり、熱工学と核物理との関連性が特に強く、設計、運転上、沸騰時の熱工学的研究が強く要望されている。したがって各方面で研究が進められているが関係因子が多いためいまだその目的は達せられるまでに至っていない。

日立研究所においても数年前から炉心部における蒸気体積率（ボイド）分布、バーンアウト熱流束などの沸騰伝熱現象の基礎研究を進めてきたが、34年度はさらに高圧強制循環回路を新設し、特に伝熱現象に対する圧力の影響の解明に着手した。新設回路は気水分離タンク、加熱部、予熱器、冷却器、凝縮器、循環ポンプならびに給水設備から成り、加熱には直流電源設備からなる電気的加熱法を採用している。測定器もボイド測定装置をはじめ各種機器を一段と整備し、沸騰伝熱（定常、過渡）の諸現象の研究を続けており将来原子炉の国産化に寄与しつつある。

27.0.4 耐震実験装置

日本原子力発電株式会社ではこのほど輸入されることになったイギリス・コルダーホール形原子炉の耐震性を調査する実験装置を製作し、建築研究所内に設置した。本装置の振動台の大きさは長さ4.9m幅4.5mで台だけの重量が11tもある。本装置で静的試験を行う場合は最大40tまでの試験体を積んで45度の角度まで傾けることにより、最大約0.7g（gは重力の加速度）の水平加速度試験が可能である。またバネを用いることにより、周期0.14秒以上、振幅は最大18cmの振動を起させ、水平加速度最大2gの動的試験を行うことができる。またバネを傾けてとりつけることにより水平加速度の25%、50%の上下動をあわせ加えることができる。この試験体の最大重量は15tである。これは規模、性能において従来の同種装置をはるかにしのぐ実績を示している。

27.0.5 国産1号炉用実寸法燃料棒の試作

天然ウランアルミニウム被覆形燃料棒である日本原子力研究所の国産1号炉（JRR-3）用実寸法燃料棒の試作を完成した。試作品は実寸法原子燃料としてはわが国最初のものである。この試作は昭和31年より原子力平和利用研究補助金を受けて実施してきた基礎研究の成果であるが、さらに次のような諸問題を解決しつつ行われた。

まず実寸法ウラン棒のβ焼入技術の確立が望まれた。次に要求される寸法精度と表面状態とをもったウラン心材の切削仕上が問題であった。さらに引抜法による被覆によりウラン心材上にアルミニウムを被覆する技術と、両端蓋の溶接施工法の確立が重要な課題であった。今回試作した燃料棒はこのような諸問題を逐次解決しつつ試作した結果によって得られた。今後この試作燃料棒を実際に原子炉に差込んで性能を調べるいわゆる照射試験を行い、その結果をふたたび製造法に反映させて製造技術の完ぺきを期し、国産燃料の供給

態勢の樹立を目標に研究を進めている。

27.0.6 原子炉用金属材料の溶接研究

JRR-3 炉用重水タンクには、2S および52SAIの厚板が使用されるが、特に厚板の溶接では気孔および割れなどの欠陥のない溶接が要求される。そこで25, 30 および120mm厚さの試験材を用いてMig溶接条件ならびに溶加材の組成を検討し、適正溶接条件を求めるとともに52SAI材に対してAl-Mg-Zr合金溶加材の良好なことを見いだした。同じく冷却材循環ポンプ用キャンドモータのロータ外張り、およびステータ内張りとして用いられるインコネルX薄板の溶接は溶孔を生じやすいため自動式Tig法により検討した結果、被溶接物を特殊な拘束治具により固定し、突合せ溶接線上にさらに同材質を重ねて溶接することにより完全な溶接部の得られることを明らかにした。また、同炉用燃料要素の封かん溶接は薄肉Al被覆材であるために、Tig溶接法を採用し、溶加材の有無、材質、表面処理法、溶接部形状などを含めた溶接性ならびに各種の溶接条件を検討した。その結果溶加材なしでトリクレン蒸気洗浄を行い、回転自動溶接治具を用いて円周溶接し、回転角度とともに溶接電流を低下させて良好な溶接部が得られる諸条件を見いだした。なお、Al材中の不純物と溶接割れ、各種継手形状による機械的強度、脱ガス処理による溶接部気孔の影響、タングステンスポットの発生、溶接部近傍の溶接時の温度分布などを明らかにした。また、完全を期すため大気から遮断した不活性雰囲気中での溶接を考慮し、可変雰囲気溶接装置を試作し研究を進めている。

27.0.7 原子燃料再処理装置の研究

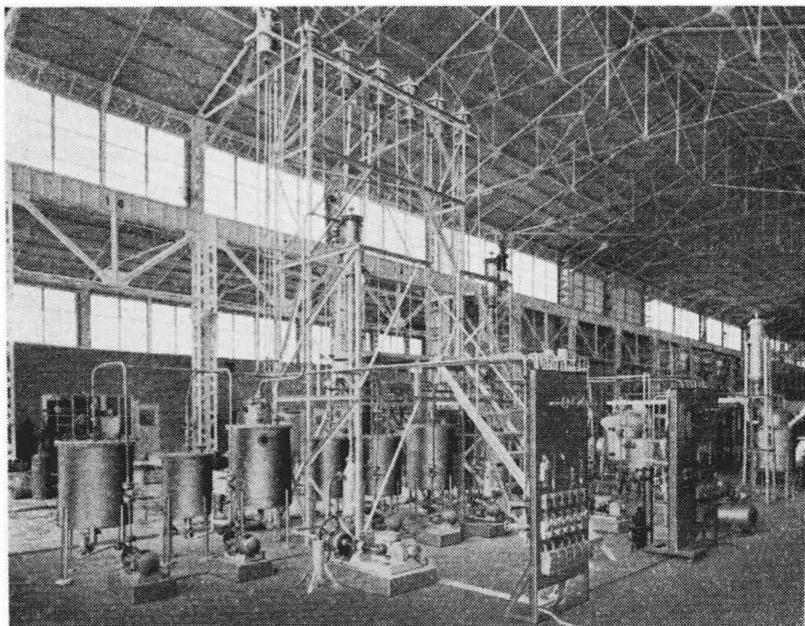
種々の原子燃料再処理方法のうちで溶媒抽出法は大量連続操作しやすくその他利点が多いので、すでに諸外国で実用化されている。日立製作所でもかねてよりパルスコラムなどの個々の機器特性を検討中であったが、その成果をもとに同法による再処理実験装置を完成した（第4図）。この原子燃料再処理実験装置は燃料を硝酸塩とするための溶解装置および、燃料としての有効成分を核分裂生成物から分離する抽出装置より構成され、溶解装置には回分式、抽出装置にはパルスコラムを採用している。溶解から抽出、逆抽出へと連続操作が可能であるが、現在さらにモデル物質により個々の装置の特性を検討中である。おもな仕様は次のとおりである。

溶解槽	内径 510φ	高さ 1,200mm
パルスコラム（2基）	内径 75φ	高さ 3,500mm

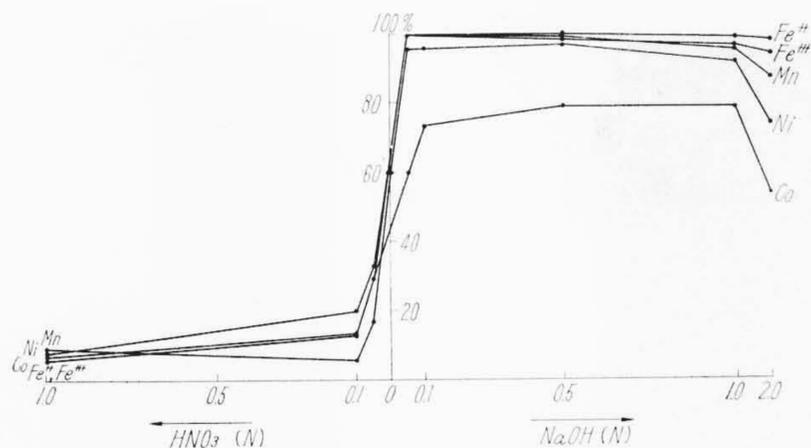
なお、付属装置として電気ボイラ、蒸発器、濃縮器などがある。

27.0.8 放射性廃液処理法の研究

原子炉冷却水、原子燃料再処理廃液は強レベルの放射能をもっている。またアイソトープ実験室からの排水は中レベルまたはそれ以



第4図 試作原子燃料再処理装置



第5図 各種金属沈澱剤による $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ の共沈除去率と酸(アルカリ)性度の関係

下の放射能をもっている。これらの廃液から放射能を除いて許容水中濃度の $1/10$ として放流しなければならないことは常識上からも法律上からも必要なことである。そのため処理方法は廃液の性質によっていくぶん異なる。原子炉冷却水では共存非放射性塩類が少ないのでイオン交換法が用いられる。燃料再処理廃液では共存塩類が多量にあるので蒸発濃縮法が有力である。実験室からの排水は中間量の共存塩類を含有し前二方法では不経済であるので化学処理を必要とする。これらの方法はそれぞれ特長があり単独で用いられることは少なく場合により組合わせて装置の設計に資せられる。これらの処理により放射能の除かれた水は放流されるが、一方濃縮された放射性物質は貯蔵され、最終的には地中埋没、海洋投棄などを行うこととなる。

ここに述べる研究は上記各法のうち、化学処理に属し、特に人体に有害でかつ今までにあまり良い化学処理法がなかった $^{90}\text{Sr}$ および $^{137}\text{Cs}$ の除去に関するものである。Srが単独に存在する場合にはフェロシアン化第1鉄によりアルカリ性で最高99.6%除かれる。Csが単独に存在する場合には酸性でフェロシアン化ニッケルにより最高99.9%除かれる。SrとCsが共存する場合には0.05-0.1N, NaOH性で95~100%除かれる。これらの値はいずれも1回の処理でえられた値であり、また共存塩類の影響はほとんど見られない。この結果は単独の場合でも今までの化学処理方法の中では最高の除去率であり、共存の場合ではまったく類のない値である。

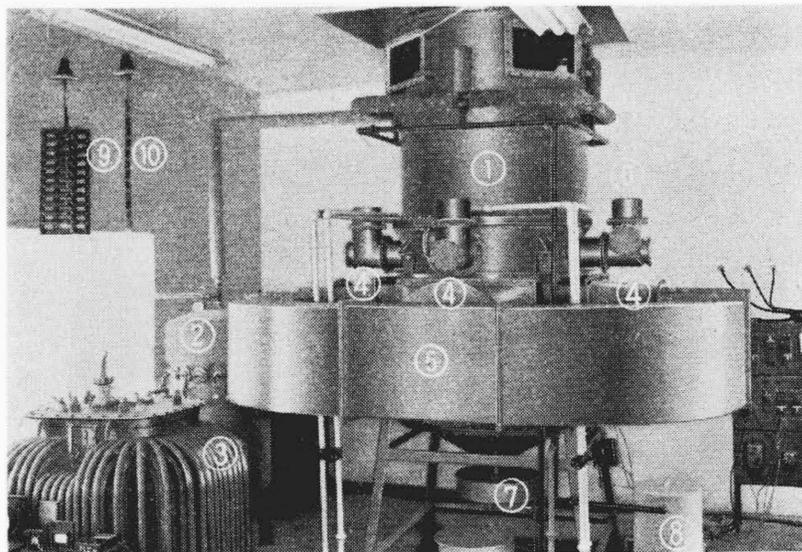
実験結果の一例としてSrの各種フェロシアン化物による除去の際の酸(アルカリ)性度と除去率との関係を第5図に示す。

#### 27.0.9 大気放射能汚染度監視装置の研究

原子力利用の発展に伴い大気放射能汚染度を常時監視する必要性が増している。放射性物質の許容濃度は最低約 $10^{-12}$ ~ $10^{-13}$   $\mu\text{c}/\text{ml}$  of air程度であり、本監視装置はこの許容量の $1/10$ ~ $1/100$ という極微量放射能を検出できねばならない。このために1時間に $6,000\text{ m}^3$ という大量の大気を採取し、それに含まれる $1\mu$ 以下の放射性浮遊じんあいを集じん率99%以上で捕集できる凝縮湿式電気集じん装置を完成した。これにより大気中の $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ などの放射性核種を短時間に定量、定性分析することが可能になった。この方法はアメリカなどで実施しているアスベストフィルタで大気を通過する方法に比べ、大気採取速度が約10倍、圧力損失が約 $1/100$ 、じんあい捕集にともなう圧力損失の時間的増加による採取大気量の誤差が皆無、 $1\mu$ 以下の微粒子に対する捕集能力が大ではあるかにくれた監視装置である。なお、本装置は日本原子力研究所および日立中央研究所に設置されており、原子力産業の発展に大いに貢献している。

#### 27.0.10 八幡製鉄技術研究所の放射性同位元素実験室

八幡製鉄株式会社技術研究所の放射性同位元素(R. I.)実験室の建屋をふくめ、装置一式を、日立工事株式会社、鹿島建設株式会社



① 電気集じん部 ② 電気ボイラ ③ セレン整流器  
④ 排風機 ⑤ 排気風道 ⑥ 高圧がい子室  
⑦ 凝縮水受皿 ⑧ 冷却器 ⑨ 保護抵抗  
⑩ 荷電々圧測定用高抵抗

第6図 大気放射能汚染度監視装置の外観

の協力で完成した。

本実験室は付属建屋をふくめて総坪数約200坪で、受配電設備、空調設備、ガス、水道工事のほか付属装置とともに、特に放射線障害防止法に準拠して細部にわたり、放射線障害からの安全と汚染防止につとめた。すなわち汚染空気の清浄、外部排気には水洗清浄とともに日立製作所独特の湿式コットレル空気清浄装置(処理風量 $6,000\text{ m}^3/\text{h} \times 2$ 基)を用い、集じん効率99%以上を確保している。実験室内の汚染空気管理には、実験室の各室に独自の設計になる $\beta$ ,  $\gamma$ 線用電気集じん式連続測定エアモニタを設置して遠隔操作による中央管理方式とした。R. I.の濃度検出感度は $3 \times 10^{-12}$   $\mu\text{c}/\text{cc}$ (15分で検出可能)、精度は $\pm 10\%$ であり、任意設定レベルで警報を出す、なおダストのほか、ガス状のR. I.も検出可能である。そのほか化学実験用フード、工作機械用フード、および高周波溶解実験炉にも特殊フードを設計し、空気汚染の防止に極力努めた。なお実験室および汚染除去室、浴室などからの汚染水は減衰貯溜式として希釈、モニタリングにより安全確認後、さらに大量の工業用水により希釈して放流する。

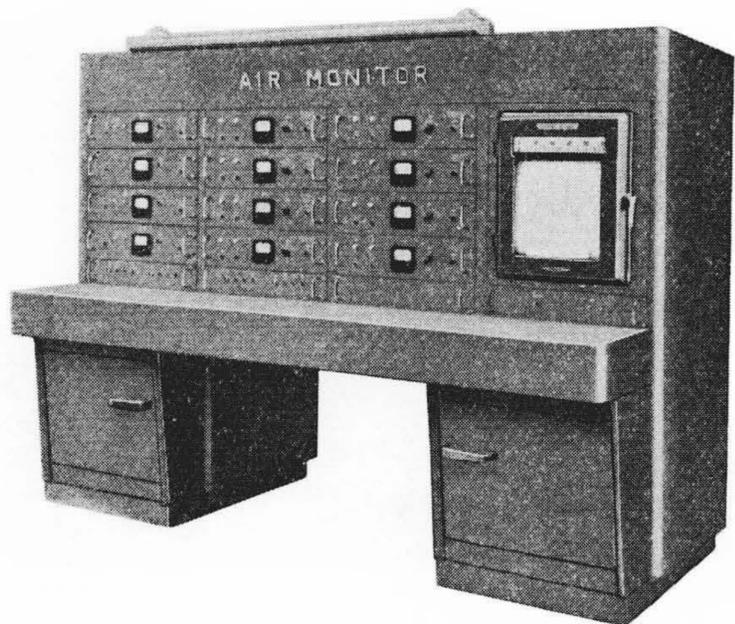
#### 27.0.11 放射線測定器

日立の放射線測定器は、ここ一年の間に品種を増し、特にモニタおよび分析装置の製品化が注目される。最近アイソトープの使用の増加にともない放射線障害防止の立場から精度の高いモニタが要求されており、日立製作所は八幡製鉄所アイソトープ実験室新設に際し、エアモニタ、ハンドフットモニタ一式を納入した。このエアモニタは中央管理方式モニタで $1 \times 10^{-11}$   $\mu\text{c}/\text{cc}$ の汚染を30分で検知し、許容濃度以下の自然外気のモニタも可能である。ハンドフットモニタは $10^{-5}$   $\mu\text{c}/\text{cm}^2$ の感度をもつ。また阪大産業技術研究所 $^{60}\text{Co}$ 照射実験室に空中線量モニタとして、11チャンネルのエリアモニタ式を納入した。測定線量は0.1 mr/hから10,000 r/hにわたる。このほか携帯形エアモニタ、水中 $\gamma$ 線モニタなどを製作した。

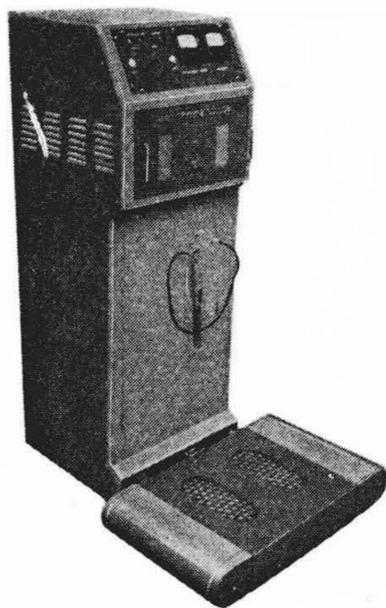
分析用測定器としては、 $\gamma$ 線スペクトロメータ、角相関 $\gamma$ スペクトル用ゴニオメータ、ペアスペクトロメータを完成した。 $\gamma$ 線スペクトロメータは、特に低エネルギー解析の特長を有し、X線用シンチレータを用いると6 keVまで測定可能である。

ゴニオメータは東北大学物理学教室に納入され、 $\gamma$ - $\alpha$ 角相関エネルギー分析に使用されているが、一試料について二昼夜以上にわたるこの測定において重要な役割を演じている。本器は320度にわたり10度(可変) $\pm 10$ 分ごとに自動的に正確な計数記録を行う。

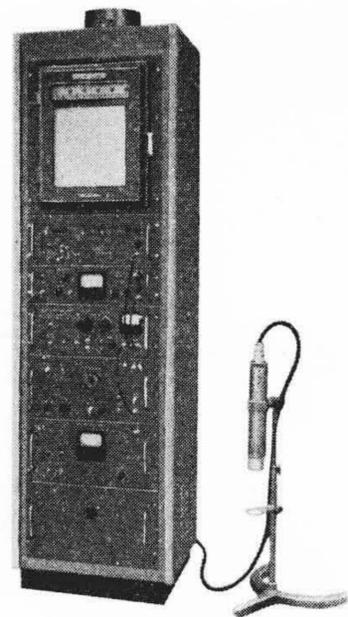
なお高エネルギー $\gamma$ 線のエネルギー分析器として、ペアスペクトロメータが電気試験所に納入された。これはマグネット形と三結晶



第7図 RAM-1形エアモニタ測定部



第8図 RHM-2形ハンドフッドクロスモニタ



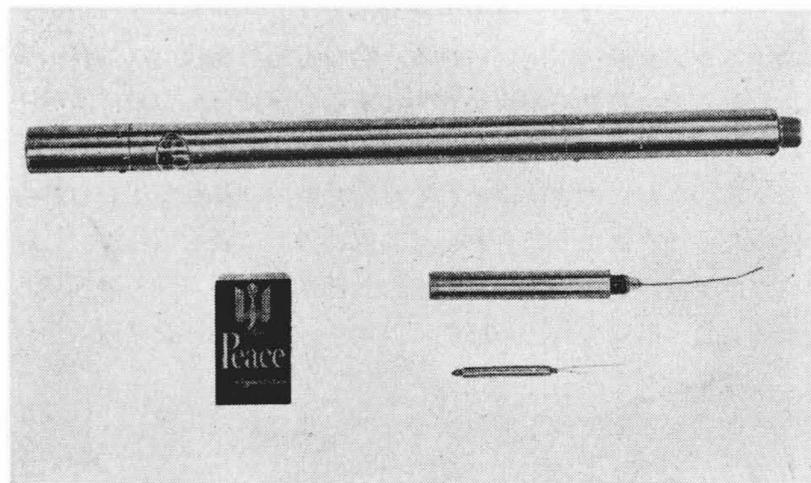
第9図 RDA-2形γ線スペクトロメータ

形の二種類で、ともに高エネルギーγ線照射で生ずるペア電子（正、負電子）の運動エネルギーを測定する装置で約1 MeV以上30 MeVまでの高エネルギーの精密測定器である。

27.0.12 BF<sub>3</sub> 比例計数管の性能と構造

本計数管は熱中性子検出用としてもっぱら使用される計数管で、中性子のモニタ、あるいは中性子スペクトロメータ検出器、ロングカウンタとして中性子ビーム強度測定など中性子実験に不可欠の測定器である。この計数管の原理は封入ガス中の B<sup>10</sup> に起る核反応、B<sup>10</sup> (n, α) Li<sup>7</sup> の生成物の電離パルスを計数することにより中性子を検出するもので、この反応の断面積がおそい中性子に対し異常に大きいこと、およびこれによるパルス波高値が大きく、γ線のバックグラウンドと容易に選別できる点を利用している。

第10図は日立製作所中央研究所において完成したEB125形、EB215形、EB320形BF<sub>3</sub> 比例計数管である。いずれも無酸素銅製であり、管壁における中性子吸収損失を小さくするよう設計されている。



(上段よりEB125形, EB215形, EB320形)

第10図 BF<sub>3</sub> 比例計数管

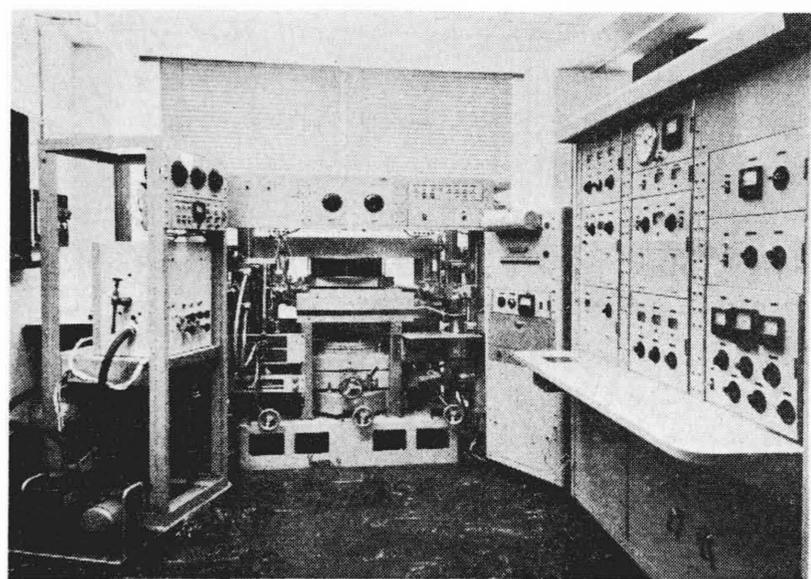
27.0.13 ウラン同位体存在比測定用質量分析計

原子力産業の発展にともない、核燃料としてのウランの純度分析、同位体存在度の測定が重要な問題となってきた。しかるにわが国においてはこれらの分析、測定を行うのに最も有力とされている質量分析計のこの分野への応用はほとんどなされていないため、ウランの同位体存在比の測定に適したものがなかったが、われわれは昭和32年度科学技術庁より研究委託を受けて、ウラン同位体存在比測定用の質量分析計の試作を行い、昭和34年3月完成した。

この装置は従来の質量分析計に比較してかなり大形のものでその概略仕様は第1表に示すとおりである。また第11図はこの装置の外観写真である。

ウランの試料としては気体、固体の二種類があり、装置としてはそのいずれもおも測定できるようにしたが、気体試料は弗化物であるゆえ、その腐食性を考慮して装置の試料にふれる金属部分にはすべて耐食性のあるステンレス鋼、モネルメタルを、ガスケットにはテフロン、弗化ゴムを用いた。試料導入系は試料の吸着性を考えて炉に入れて加熱できるようにした。固体試料の測定においては試料交換のつどイオン源を取りはずす必要があるため、排気を早くするために分析管のイオン源部に遮断バルブを設け、イオン源のみ真空を破れるようにし、またこの部分だけ予備排気できるようにした。このため従来の装置では試料交換に数時間を要したのが、本装置では1時間以内でできるようになった。

この装置による天然ウランの同位体存在比の測定結果は第2表に示すとおりである。



第11図 ウラン同位体存在比測定用質量分析計

第1表 分析計の総合仕様

構成	試料導入部, 分析部, 電源部, 記録部の4ブロック
イオン軌道半径	350mm
イオン偏向角	90°
加速電圧	1~5 kV 常用 4 kV
走査方式	可変磁場 (max 6,000 ガウス)
増幅器	振動容量形増幅器
記録計	4素子電磁オシログラフ
分解能	500 M/e
分析範囲	5~500
分析精度	0.5%

第2表 天然ウランの同位体存在比測定結果

		$^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$
測定値	電子衝撃法 (気体試料)	$0.00738 \pm 0.00005$
	表面電離法 (固体試料)	$0.00719 \pm 0.00007$
	シングルフィラメント法 トリプルフィラメント法	$0.00722 \pm 0.00004$
文献値	A.O. Nier	0.00720
	F.A. White	0.00723

固体試料としては硝酸ウラニル  $[\text{UO}_2 \cdot (\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$  を1規定硝酸にウランの濃度で 10 mg/cc に溶かしたものを用いた。表面電離形イオン源をシングルフィラメントとトリプルフィラメントの2方式に用いて測定したが、結果は第2表のとおりほとんどその差はなく、再現性においても良好な結果が得られた。

気体試料としては六弗化ウラン ( $\text{UF}_6$ ) を用いたが、試料に相当不純物が含まれており、不純物のピークがイオン量の少ない  $^{235}\text{U}$  のピークに重なったらしく測定結果は第2表に見られるように、固体試料による結果と比較して多少大きい値になっている。第12図は気体試料によるウランの  $\text{UF}_5^+$  のスペクトルである。



第12図  $\text{UF}_5^+$  のスペクトル

以上簡単に今回試作したウラン同位体存在比測定用質量分析計について述べたが、この種の質量分析計は今後原子力産業の発展にともない必要性は増大するものと考えられる。

27.0.14 3 MeV バン・デ・グラフ形粒子加速装置

東京都アイソトープ中央実験所納の 3 MeV バン・デ・グラフ形粒子加速装置が完成した。本装置は、従来の形式である電子専用のもとは異なり、精密核実験をも行えるもので、その主要性能は、

(1) 電子加速の場合

定格加速電圧 3 MV, 電圧安定度  $\pm 60$  kV, 定格加速電流  $500 \mu\text{A}$

(2) イオン加速の場合

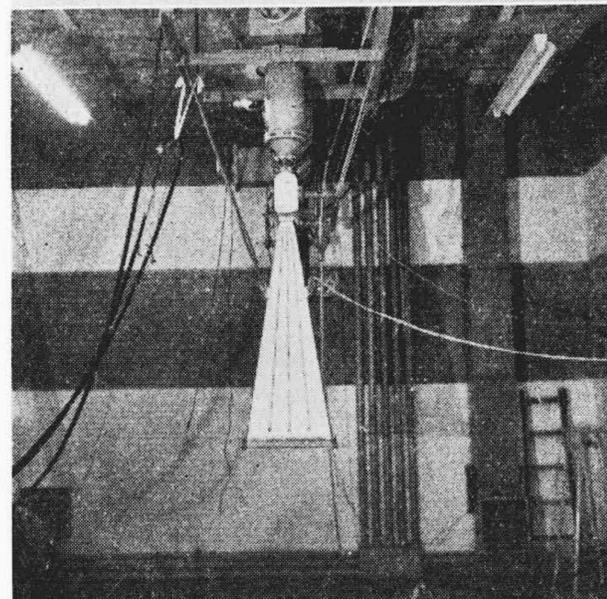
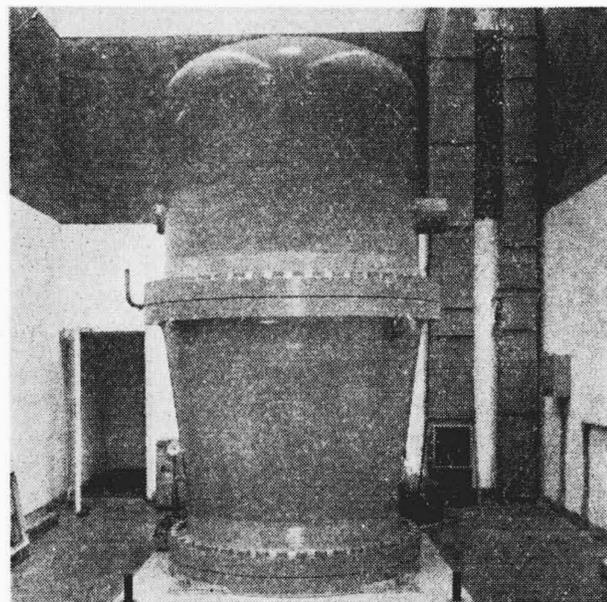
定格電圧 3 MV, 電圧安定度  $\pm 3$  kV, 定格加速電流  $\text{H}^+ 60 \mu\text{A}$ ,  $\text{D}^+ 50 \mu\text{A}$  である。

イオン加速では特に電圧の安定度、ビームの取れん性に重点が置かれ、前者に対しては、分析用電磁石でイオンの曲りを検出し、コロナポイントに負き還する電圧制御回路が新しく追加され、後者に対しては電磁石に回転シムを取付けビームの二方向取れんを図っている。

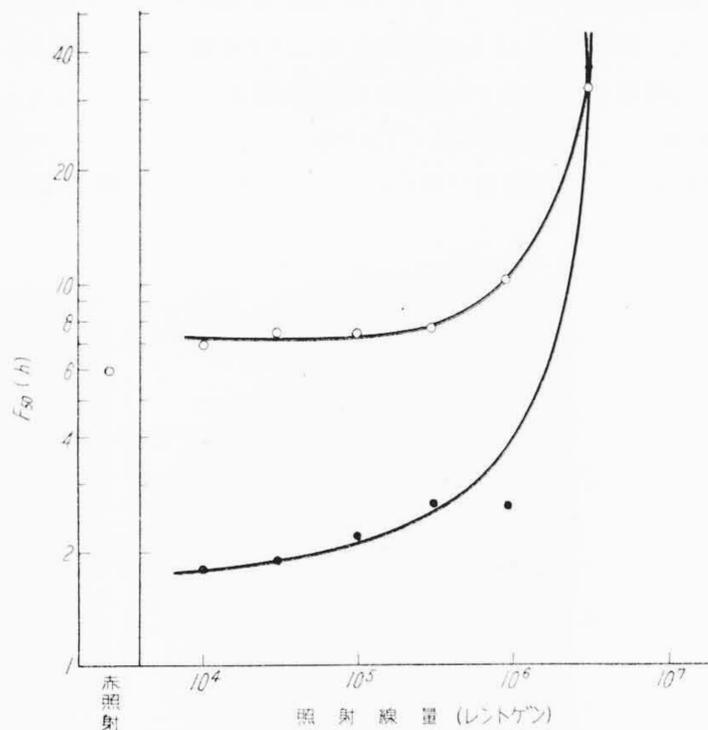
27.0.15 高分子材料の放射線加工

(1) ポリエチレンのグラフト重合

ポリエチレンにこれと性質の異なる高分子の枝をつければポリエチレンをいろいろ変性できる。そしてこれは放射線グラフト重合により容易にできる。ポリエチレンにアクリロントリルを 50% 程度グラフト重合することにより耐熱性が向上し熔融しないものが得られた。またスチレンをグラフト重合すれば引張り強さを非常にまし、しかもある程度伸びのあるものが得られた。さらにスチレンに少量のジビニルベンゼンを共用して、溶剤に溶けないグラフト重合



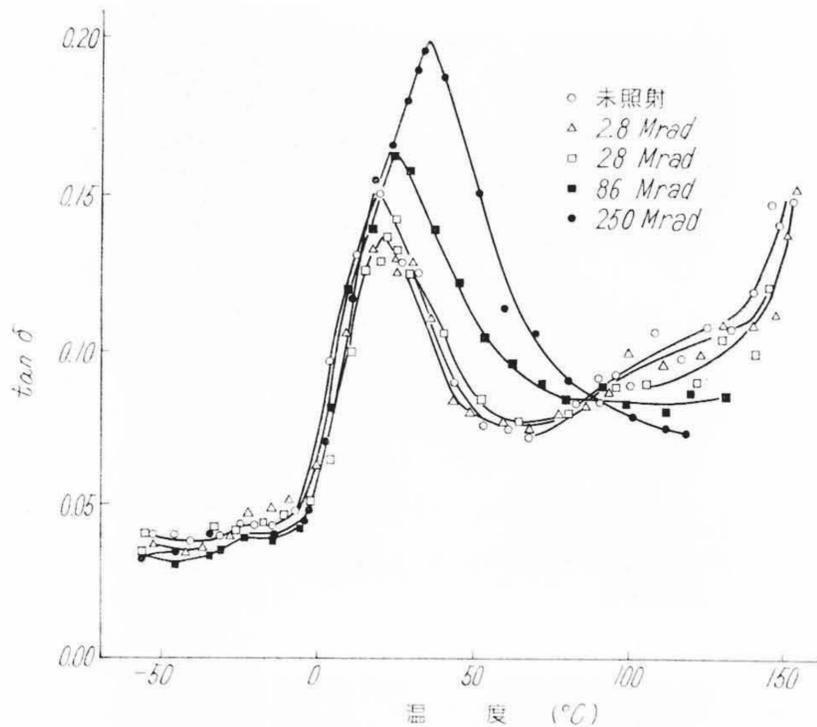
第13図 3MeV バン・デ・グラフ形粒子加速装置



第14図 高密度ポリエチレンの耐応力亀裂性と  $\gamma$  線照射量との関係 (縦軸  $F_{50}$  は全試料の50%がきれつするまでの時間, ○印は50%エマルゲン中, ●印は80°C蒸溜水中)

物を作ることができた。そしてこれらの  $\gamma$  線グラフト重合反応について詳細に検討するとともに、生成したグラフト重合物の性質、構造についても赤外線分析などにより研究を行った。

(2) ポリエチレンの応力きれつに対する放射線効果  
ポリエチレンに比較的大きな応力を加え変形させた状態で、アル



第15図 ポリプロピレンの  $\tan \delta$ -温度曲線に対する  $\gamma$ 線照射の影響

コール、油などの中かあるいは80°C程度の温水中に放置すると、短時間できれつが入る。この現象はポリエチレンの実用化の上で大きな問題点となっており、種々対策が講ぜられているが、高エネルギー放射線の照射によっても著しく改善される。第14図は日立製作所中央研究所のコバルト室で $\gamma$ 線の照射を行った高密度ポリエチレンについての測定値で、 $10^6$  rad 位の照射量で耐久時間が300時間以上に増大することがわかった。

### (3) ポリプロピレンの機械的性質に及ぼす放射線の影響

ポリプロピレンは最近合成された新しい結晶性高分子材料で、多くのすぐれた性質をもっている。ポリプロピレンの機械的性質に対する放射線効果を明かにするために250 Mradまでの $\gamma$ 線照射を行った結果、10 Mrad以下の低線量では分子切断が優先するが、それ以上の大線量の照射では分子間の架橋が優先するようになり、内部摩擦( $\tan \delta$ )-温度曲線にもいわゆる $\beta$ ピーク(室温付近)の増大と高温移動としてその効果が現われることがわかった(第15図)。

### 27.0.16 日立製作所中央研究所原子力センターの設備

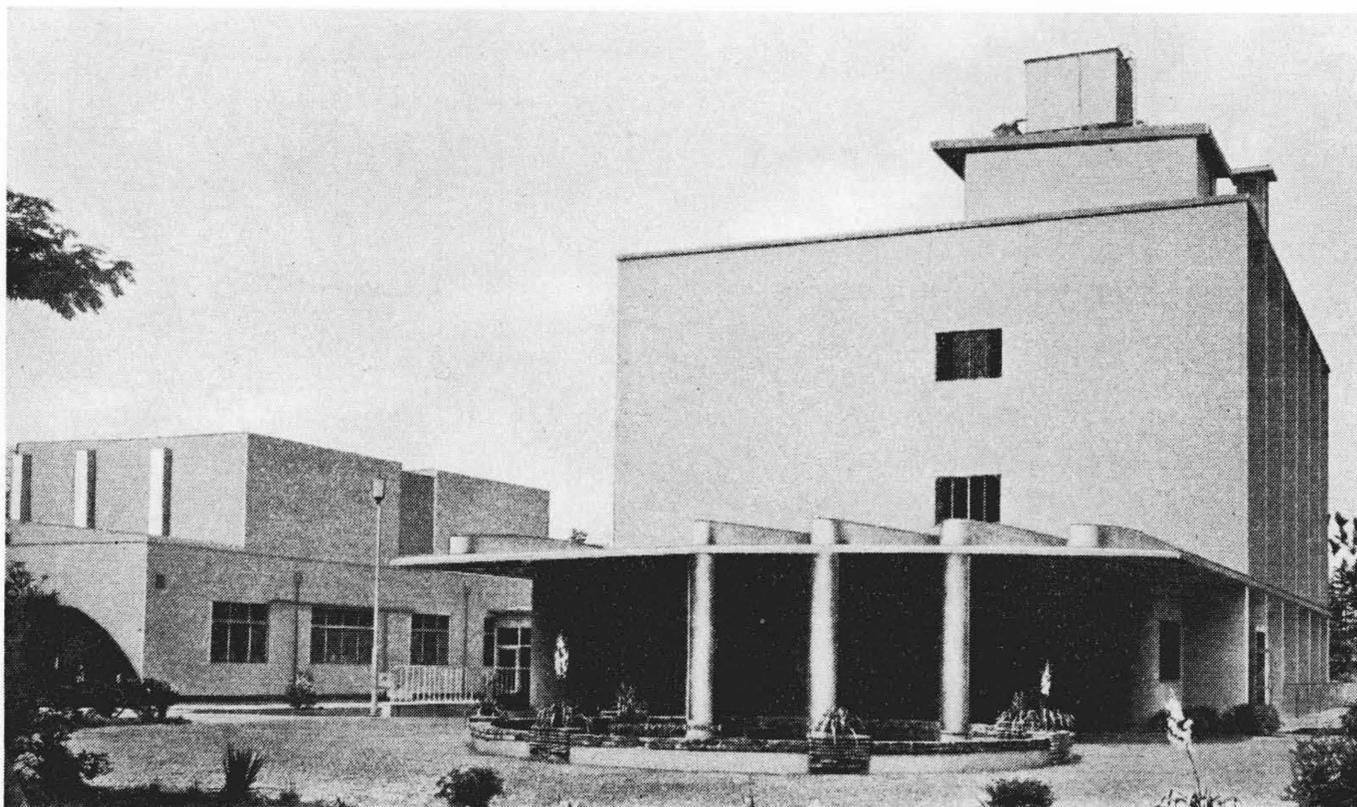
中央研究所では原子力開発の研究を所内各所で分散して行っていたものの大部分を一箇所に集め、中央研究所原子力センターとして昭和33年11月21日に開所した。ここにその設備の概要を紹介する。

建家は総延坪約995坪で、全館空気調節された二つの建家におかれ、一棟は地上3階地下1階の鉄筋コンクリート建て一階には社内原子力の現状を展望できる展示室およびラジオアイソトープを使用する化学研究室、二、三階には原子炉の放射線検出制御をはじめ広く一般放射線計測の開発を行う放射線計測部門研究室、および原子炉炉心部の核的設計、動特性などの研究を行う原子炉理論部門研究室があり、ほかの一棟は半地下平家および地下室からなる鉄筋コンクリート建て四つの加速器研究室および $^{60}\text{Co}$ 照射室がある。

化学研究室は健康管理室をはじめ三つの部屋からなり各種モニタおよびシャワが設備され、各部屋はすべて健康管理室を経由して出入するようになっている。室内換気は全館統一排気系より切りはなされフィルタを経て排気塔より大気に捨てられる。各室の床、壁、天井はそれぞれ耐汚染、水洗可能な特殊構造になっており、排水処理は屋外に五つの貯水槽および希釈槽があり、十分希釈を行った上、下流に流すようになっている。

放射線計測研究室では安定電源をうるため地下室に専用の電動発電機を置き通常の電源とは別途に各室に配電されている。また騒音を防ぐため鋼板で包まれた電気的シールド室が完備している。

加速器研究室には線形加速器、コッククロフトワルトン形加速器、バン・デ・グラフ形加速器、ベータトロンの4種類を備え、地表面下2mの半地下で、しかも相互に干渉しないよう、中に土を埋めた厚み3mの壁で仕切られた独立の部屋に設置されている。また廊下、制御室の間は1mのコンクリート壁でさえぎられ、制御室と迷路でつながっている。なお外側は土盛して外部へのしゃへいを十分にしている。 $^{60}\text{Co}$ 照射室は全部地下室になっており、現在1,500キュリー収容されているが近く10,000キュリー収容することを前提にして設計されている。ケーブル内には安全線量計を備え、また試料照射の際発生するガスを排除する吸出ファンを設けるなど各種安全装置を完備している。



第16図 原子力センター外観