

# 30. 原 子 力

## ATOMIC ENERGY

昭和39年8月31日から10日間ジュネーブで開かれた国連主催の第3回原子力平和利用国際会議は、動力用原子炉とその経済性が中心議題であり、アメリカ、イギリス、ソ連などの諸国ではすでに原子力による発電が実用段階に達したことを明らかにした。わが国においては、原子力発電株式会社の東海発電所の完成も間近く、引き続き同社の2号炉のほか東京、関西、中部各電力会社の原子力発電所の建設計画が具体化して、ようやく実用期にはいつてきた。

このような流れの中で、日立製作所は総合的な工業技術を基にして、原子力開発に多くの実績を残した。まず原子炉の製作部門でみると、日立製作所が設計・製作を行なった日本原子力研究所のスイミングプール形研究用原子炉(JRR-4)が完成して、昭和40年初頭臨界に達し、昭和40年春からは、本格的な遮へい実験に活躍することが期待されている。またアメリカのインターニュークレア社の下請で原子炉部をうけもって製作をすすめていた京都大学研究用原子炉(KUR)は昭和39年6月25日に臨界に達し、8月17日に全出力運転を行なった。また日本原子力研究所の国産動力炉および日本原子力船開発事業団の原子炉主冷却系の基本設計を受託し、それぞれ完成した。このほか製造部門では、核燃料、燃料交換設備、マニプレータなどの原子炉の付属設備のほか、粒子加速器、核融合研究機器、直接発電研究機器などを製作納入した。

一方研究部門では、日立製作所中央研究所、日立研究所ならびに関連工場が協力して、基礎的な理論研究から応用実験研究にいたる広範な分野の研究をすすめた。これらの研究のうち次のものは昭和39年度の政府の原子力平和利用研究委託費および補助金を受けた。

「核過熱形動力炉の炉心の解析に関する研究」「イオン・サイクロトロン加熱による高温プラズマの保持に関する試験研究」「照射試験による軽水冷却形動力炉用燃料の開発に関する試験研究」「軽水冷却形動力炉冷却材喪失事故時における炉心ならびに格納容器内の冷却に関する基礎的試験研究」

### 30.1 原 子 炉

#### 30.1.1 スイミングプール形研究用原子炉 (JRR-4)

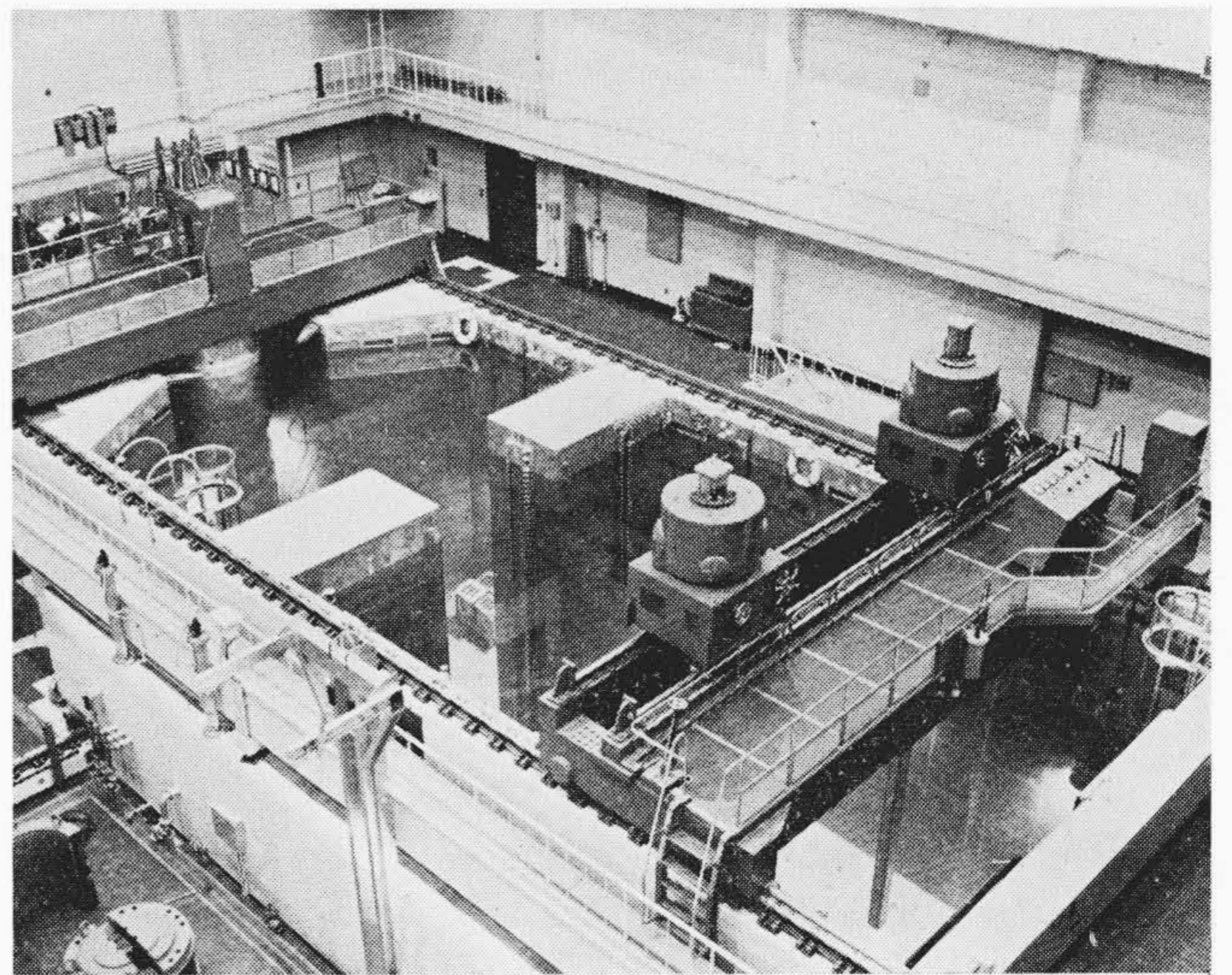
日本原子力研究所が東海研究所に設置する4番目の原子炉であるJRR-4は、日立製作所が昭和37年1月に受注して以来、その製作、建設を進めてきたが、昭和39年6月据付をほぼ完了し、引き続き性能試験を行なっている。

JRR-4は遮へい研究を推進するために建設された原子炉で、大きな放射線源により実物大の試験体を用いて精度のよい資料を得ることができる。JRR-4の主要目は次のとおりである。

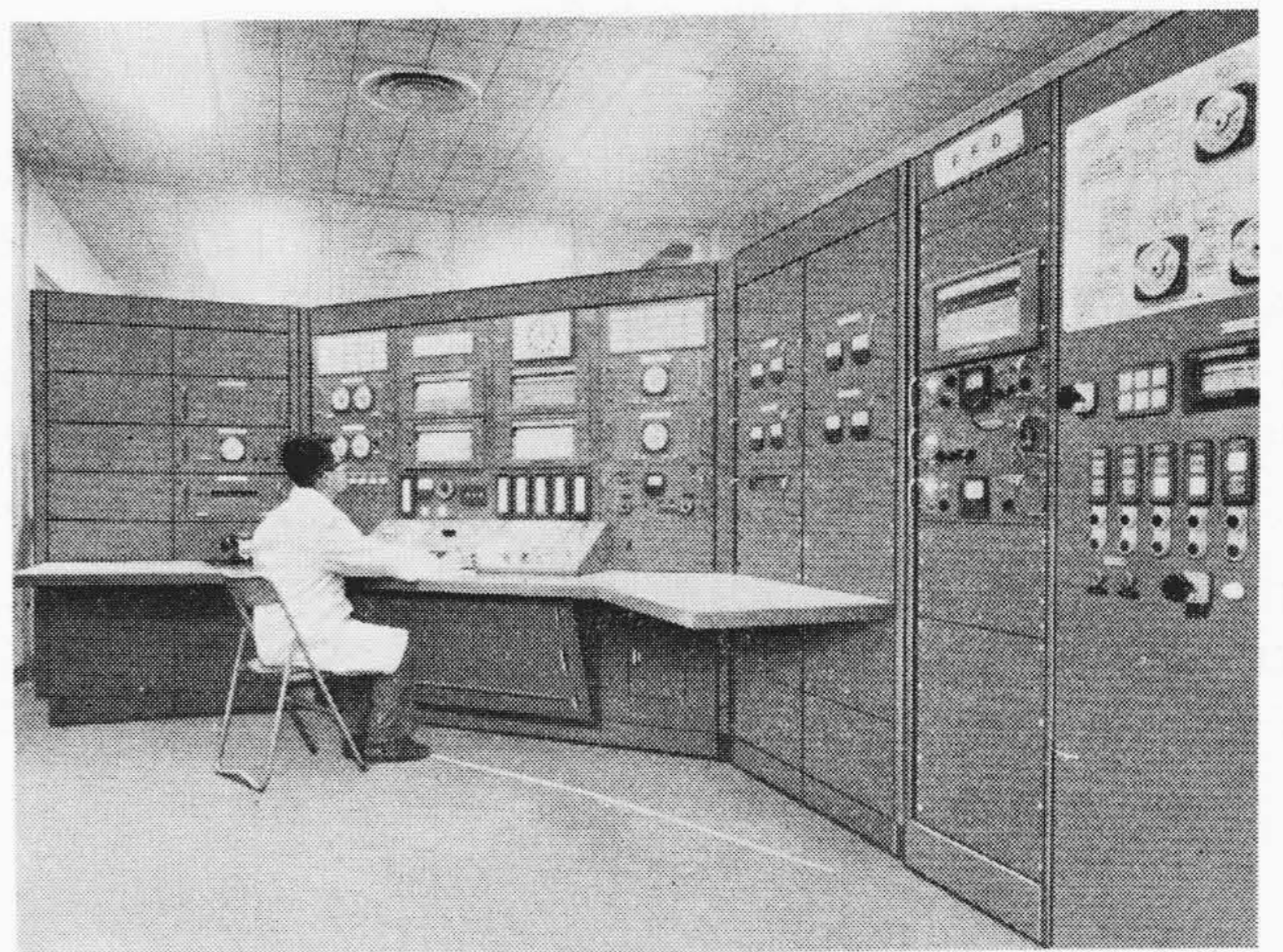
|          |  |
|----------|--|
| 熱出力      | 1,000 kW (冬期最大 3,000 kW)                                       |
| 平均熱中性子束  | $1 \times 10^{13}$ n/cm <sup>2</sup> s                         |
| 燃料       | 90%濃縮ウラン, MTR形   |
| 減速材, 冷却材 | 軽水   |
| 反射体      | 黒鉛および水   |
| 遮へい体     | 軽水, コンクリート, 鉛  |
| 反応度      | 5.9% Δk/k  |
| 制御装置     | 粗調整安全板 4枚 ボロン入り不銹鋼<br>微調整板 1枚 ボロン入り不銹鋼<br>後備スクラム装置 2枚 ボロン入り不銹鋼 |

#### (1) 原子炉本体

プールはアルミニウムで内張りされた凸字形をした No.1 プー



第1図 日本原子力研究所納スイミングプール形研究用原子炉



第2図 中性子計測制御盤

ル(7m(幅)×7m(長)×10m(深))とNo.2プール(7m(幅)×9m(長)×10m(深))とにゲートにより仕切られている。炉心タンクはアルミニウム製の全長10m、内径1.5mのタンクで下部に炉心部が取り付けられ、タンクはプールをまたいで走行する炉ブリッジから水中につり下げられ、プール内を移動できる。

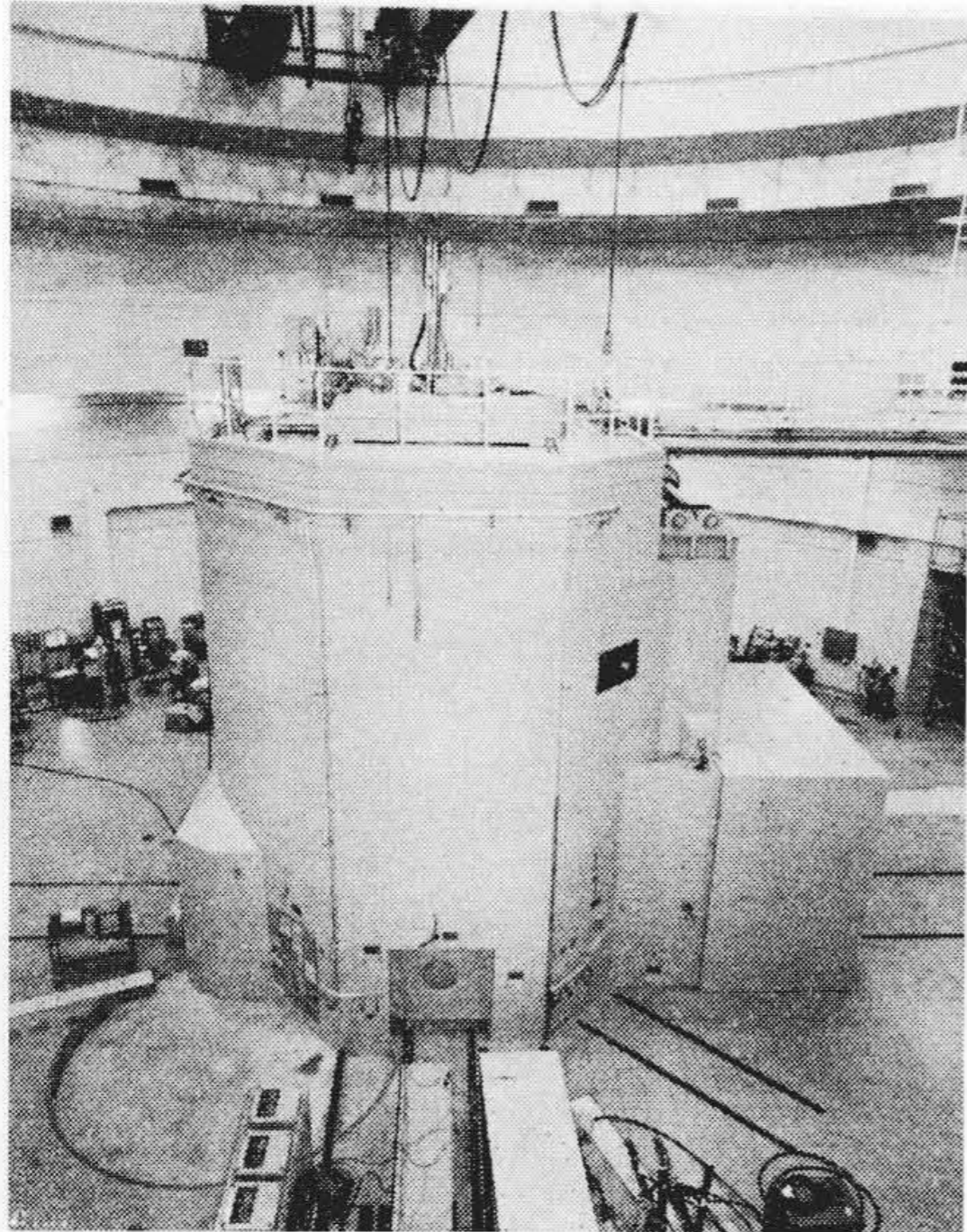
#### (2) 冷却設備

冷却設備は1次冷却系統、精製系統、遮へい温水系統、給水系統、2次冷却系統の6系統から構成されている。炉心を通った冷却水はプール上部から引き出され、機械室の熱交換器で強制冷却し再び炉心タンクに戻される。

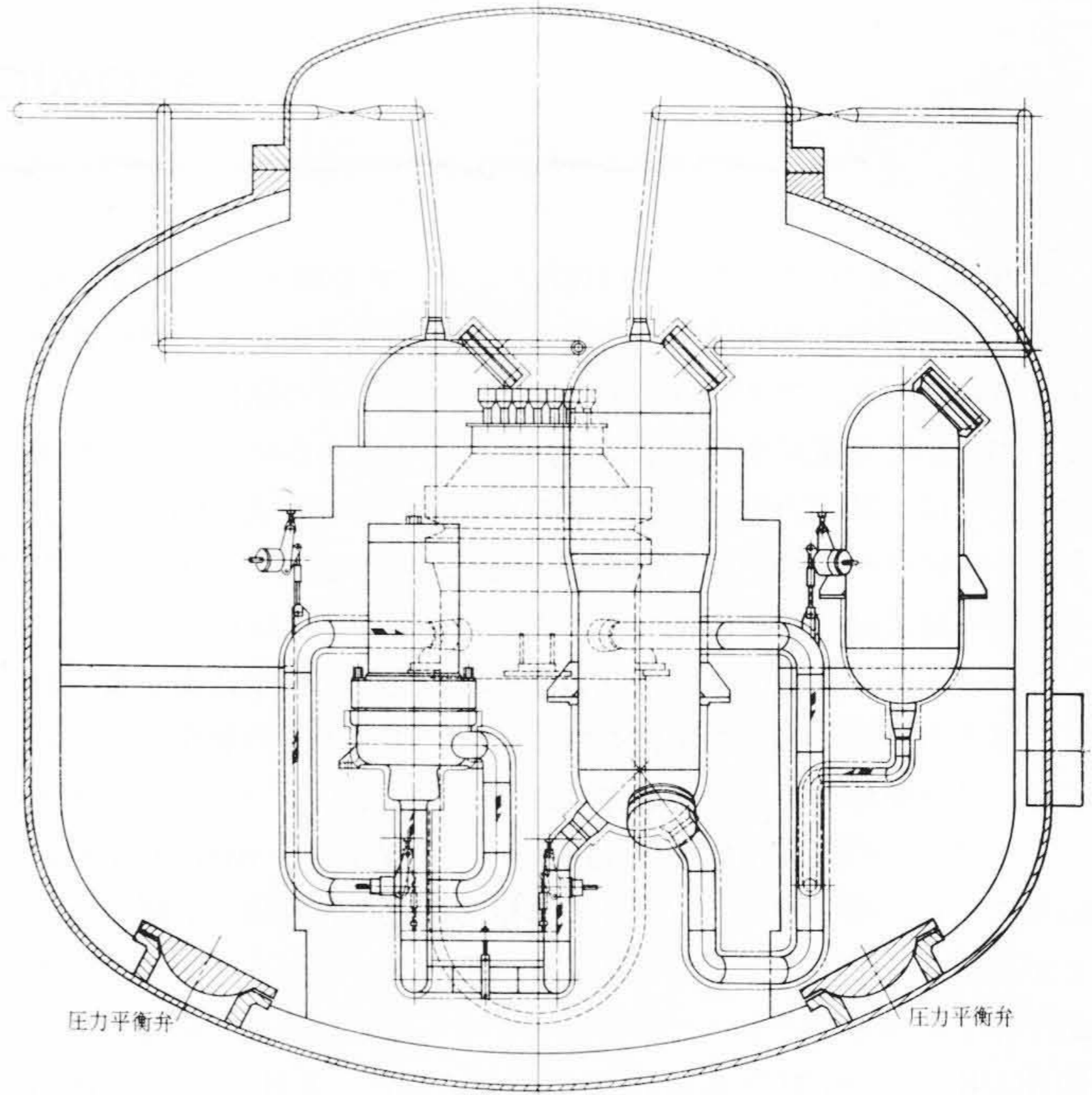
#### (3) 実験設備

JRR-4は実験設備として下記を設けている。

|           |    |
|-----------|----|
| プール実験設備   | 1式 |
| リドタンク実験設備 | 1式 |
| 散乱実験設備    | 1式 |
| ガンマ線照射設備  | 2組 |



第3図 京都大学研究用原子炉



第4図 原子力船の一次系配置図

予備スリーブ 3本

(4) 計測制御設備

炉の運転制御は中性子計測装置, 制御装置, インターロック回路からなる中性子計測制御設備により, 制御室から集中制御される。

中性子計測装置は起動系1組, ペリオド系1組, 線形出力系2組, ガルバノメータ系1組からなっている。

30.1.2 京都大学研究用原子炉 (KUR)

京都大学が全国各大学の共同利用を目的として大阪府泉南郡能取町の京都大学原子炉実験所内に建設する KUR は, 日立製作所が昭和37年3月受注して以来建設を進めてきたが, 昭和39年3月据付を完了し, 6月25日臨界に達し, 8月17日に全出力運転を行なった。

KUR は核物理実験をはじめ各種の照射実験, 医療用研究, R. I 生産, 原子炉運転技術の習得および運転者の養成を目的としている。KUR の主要目は次のとおりである。

|          |  |
|----------|--|
| 熱出力      | 1,000 kW                                 |
| 平均熱中性子束  | $8.2 \times 10^{12}$ n/cm <sup>2</sup> s |
| 燃料       | 90% 濃縮ウラン, MTR 形                         |
| 減速材, 冷却材 | 軽水                                       |
| 反射体      | 黒鉛および水                                   |
| 遮へい体     | 軽水, 鉛, 重晶石コンクリート                         |
| 燃料そう荷量   | 3.34 kg U <sup>235</sup>                 |
| 制御装置     | 粗調整安全棒 4本 ボロン入り不銹鋼<br>微調整棒 1本 不銹鋼        |

(1) 原子炉本体

KUR は井戸形ともいべき形式で, スイミングプール形とタンク形の両方の長所をそなえている。原子炉を上からみれば八角形をしており, 中央に直径2m, 深さ8.3mのアルミニウム製のタンクがあり, この中に炉心部を納めている。炉心タンクからは各種の実験装置が放射状に出ており, タンクの外側はコンクリートの生体遮へいで囲み, 炉心上部は水で遮へいするほか, 上面にさらにトップシールドを設けて遮へいを完全にするとともに制御棒駆動装置などを取り付ける。炉心タンクの中ほどから燃料輸送管がチャンネルまで通じている。

(2) 実験装置

実験装置として次のものを設けている。  
黒鉛熱中性子柱 1式, 重水熱中性子柱 1式, 放射孔 4本,  
照射孔 4本, 貫通孔 1本, 傾斜照射孔 1本, 460φ 照射筒

1本, 気送管 3組, 水圧輸送管 1式

30.1.3 原子力船主冷却系基本設計

日本最初の原子力船の建造を目的として, 昭和38年8月発足した日本原子力船開発事業団は炉型として間接サイクル軽水形を選び国内各社にその基本設計を委託した。原子炉部は日立, 日本原子力事業 (NAIG), 三菱原子力工業 (MAPI) 三社の共同設計で, その分担は日立が主冷却システムの機器, すなわち原子炉压力容器, 主蒸気発生器, 加圧器および主冷却系配管, 同ポンプ, 弁類, NAIG が計測制御および補機, MAPI が炉心設計および全体取りまとめである。原子炉は安全性に重点がおかれ, また設計と建設の国産化を主眼として計画されたものである。

原子力船および原子炉の主要目は次のとおりである。

(1) 原子力船

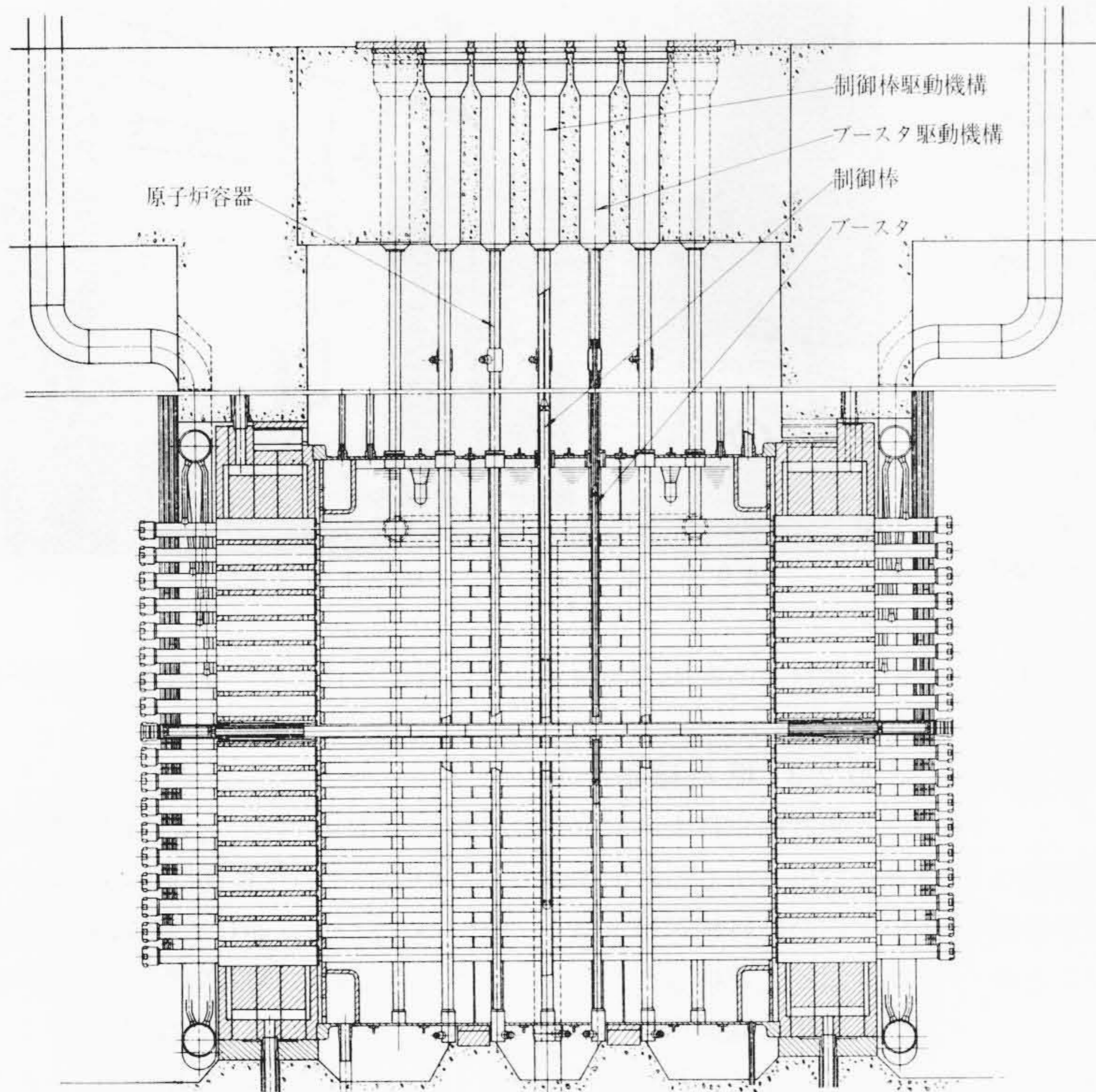
|       |                    |
|-------|--------------------|
| 総トン数  | 6,700 t            |
| 船体寸法  | 長さ114m×幅19m×深さ10m  |
| 主機械   | 連続最大出力 10,000 HP   |
| 速力    | 満載時連続最大 18ノット      |
| 最大乗員数 | 110名 (観測員, 研究員を含む) |

(2) 原子炉

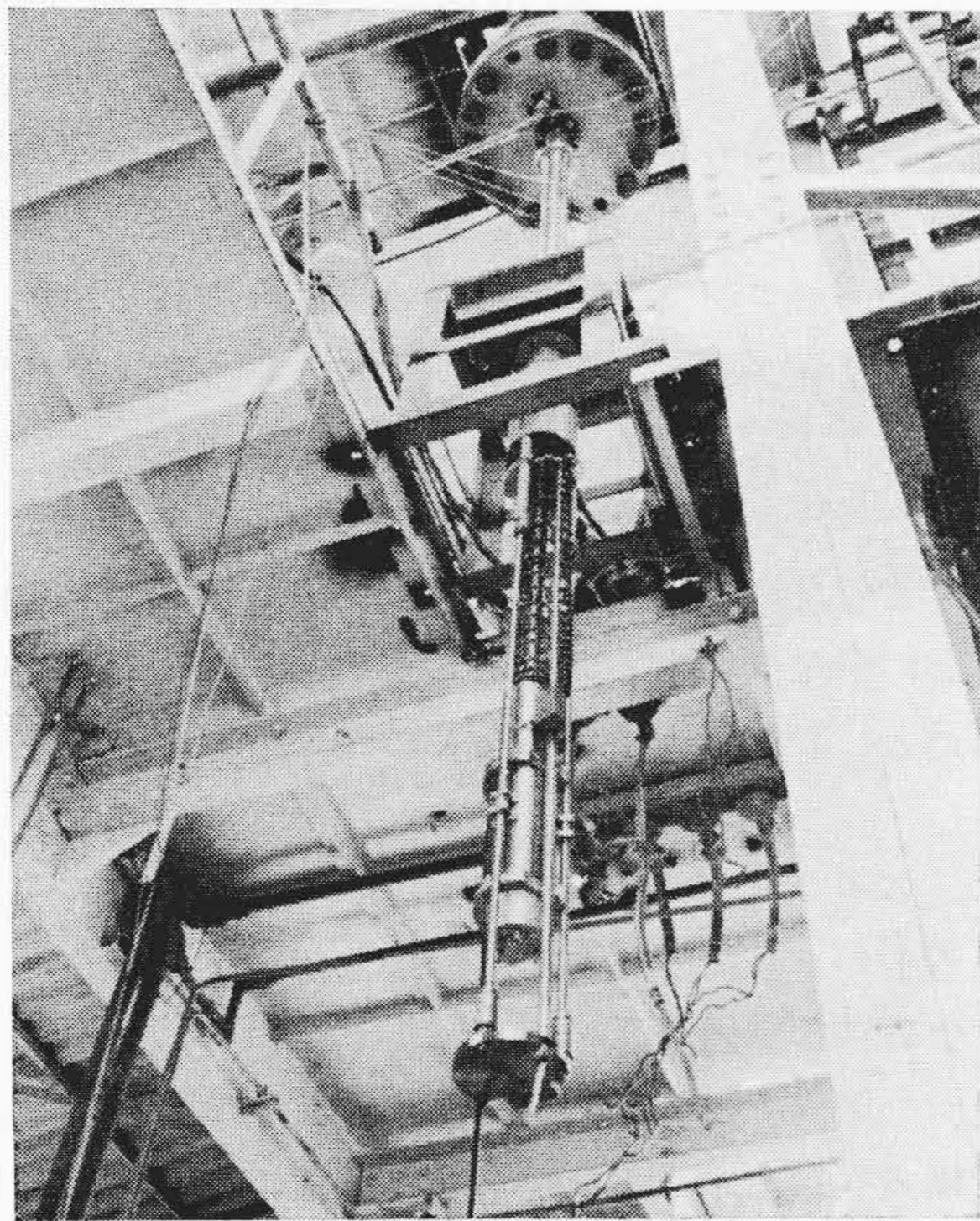
|      |   |
|------|---|
| 形式   | 間接サイクル軽水形 (軽水減速, 軽水冷却)  |
| 熱出力  | 36 MW   |
| 主冷却系 | 運転圧力 約 110 kg/cm <sup>2</sup> g<br>運転平均温度 278°C<br>冷却水流量 約 1,800 t/h                    |
| 主蒸気系 | 蒸気圧力 40 kg/cm <sup>2</sup> g (最大熱出力時)<br>蒸気温度 250.6°C (飽和)<br>蒸気発生量 約 62 t/h (蒸気発生器2基分) |

30.1.4 国産動力炉概念設計

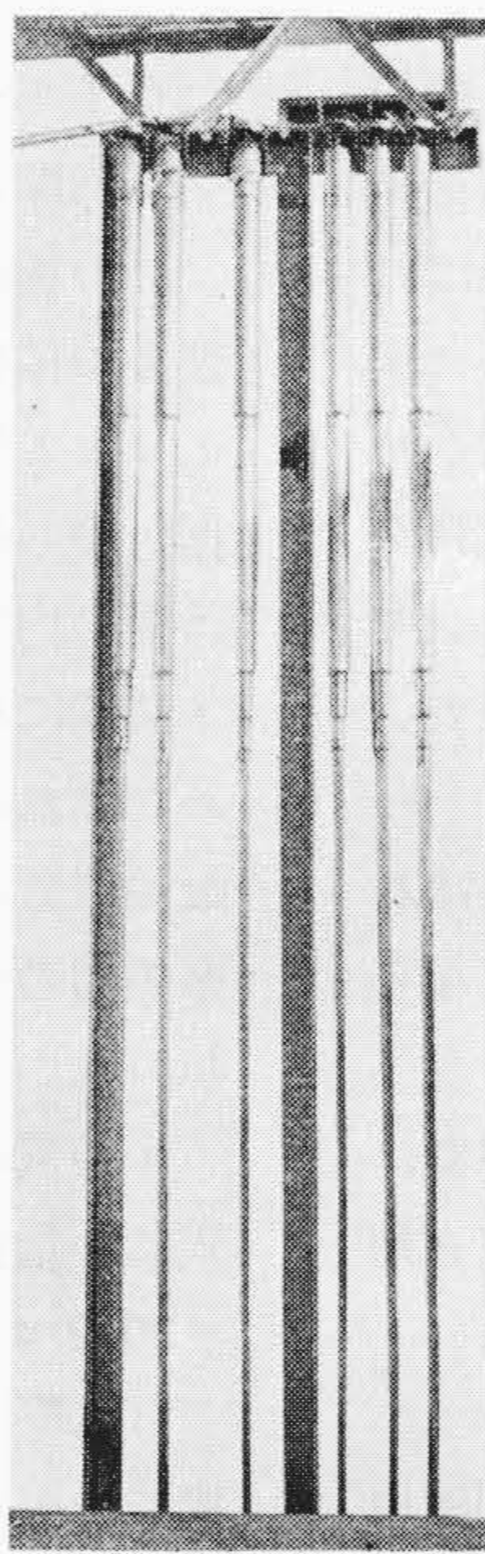
原子力局の国産動力炉開発長期計画に基づき日本原子力研究所が中心となつて行なわれた重水減速炉・冷却材選定サーベイ概念設計に参加し, 電気出力300MWの軽水沸騰冷却形原子力発電所の概念設計を完成した。重水減速により微濃縮ウランの採用が可能となり軽水沸騰直接サイクルによりプラント効率を高められるとともに,



第5図 国産動力炉炉本体



第6図 材料試験炉用試作制御棒駆動装置



第7図 燃料体

過熱プラントへの発展が期待できる。原子炉構造上の特長としてはジルカロイ-2による圧力管形とし水平横置、Bi-Directional flow (隣接する圧力管内の冷却水を逆方向に流す方式)を採用してボイド分布、出力分布の平坦化を行ない性能の向上を図った。

#### 炉心部主要仕様

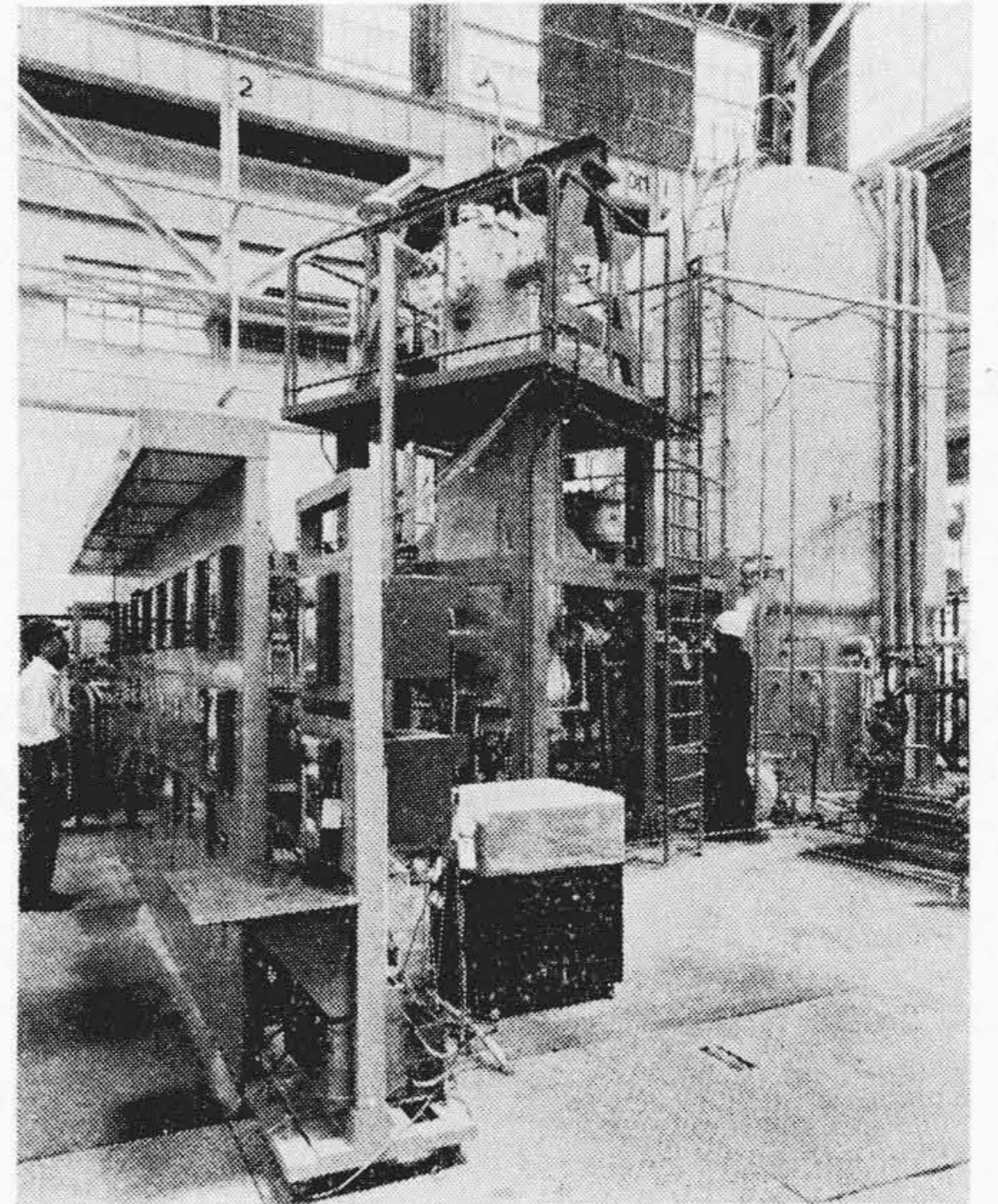
熱出力 964 MW, 電気出力 300 MW  
 冷却材圧力 93 kg/cm<sup>2</sup>a (炉入口), 出力密度 14.5 kW/l  
 比出力 22.7 kW/kgV

#### 燃料

全 UO<sub>2</sub> 重量 48.2 t, 濃縮度 (炉心幅心より) 0.8, 0.9, 1.0%  
 被覆材 Zr-2

#### 制御棒

粗調整棒 13本 Cd+SS, 微調整棒 2本 SS



第8図 軽水形原子炉事故模擬実験設備

ブースタ 12本 90%濃縮ウラン Al合金

#### 30.1.5 材料試験炉 (JMTR) 用試作制御棒駆動装置試作

昭和43年、茨城県那珂郡大洗町の日本原子力研究所内にわが国最初の材料試験炉が完成する予定である。本炉の制御をつかさどる制御棒駆動装置については、アメリカの同種の原子炉の経験に照しても、克服すべき問題点が多々予想され、炉本体の設計に先だち試作研究を行なうことになり、制御棒および駆動装置の試作ならびに試験を日立が受注し、その製作を完了して特性試験を行なっている。本駆動装置は1本の制御棒および駆動装置で粗調整安全棒と微調整棒の働きを兼ねさせるというもので、従来の単機能の駆動装置に比べて格段に複雑な機構を内蔵している。

#### 主要仕様

| 機能     | ストローク (mm) | 駆動速度 (mm/min) | スクラム加速度 |
|--------|------------|---------------|---------|
| 粗調整安全棒 | 800        | 200/2,000     | 1 G以上   |
| 微調整棒   | 100~250可変  | 0~2,000可変     |         |

#### 30.1.6 国産一号炉 (JRR-3) 用燃料体

日本原子力研究所に設置された国産一号原子炉 (JRR-3) は昭和37年9月臨界以来各種性能試験を行ない、昭和39年3月待望の最大出力10,000 kWを出した。最大出力で運転すれば燃料の寿命は1年なので、第2回装てん用のための燃料体が発注された。

第一回目のものはカナダより天然ウラン棒の表面にアルミニウムを被覆した燃料要素を輸入し、日立でこれに遮へいプラグをつけて燃料体に組み立てたが、第二回目以後は原子燃料公社でウラン鉱石より天然ウラン金属をつくり、住友、古河2社で天然ウラン棒に成形熱処理したものを日立が被覆加工するのである。国産技術で素材より製品まで一貫して製作するもので、わが国で天然ウラン金属燃料を原子炉で使用する第一号となるわけである。

第7図は完成した燃料体を示す。

#### 30.1.7 軽水形原子炉事故時の安全性に関する実験研究

原子炉は地震その他のあらゆる予想しうる天災に際しても、大きな事故を起こさないよう十分考慮して設計されているが、技術的には予想できないような原因による大事故においても、なお、公衆に放射能被爆などの災害を及ぼさないようにするため、格納容器その

他の災害防止設備が設けられている。このような災害防止設備が、実際の事故の場合にどのような効果をもたらすかを検討し、さらに有効なものとするため、動力用原子炉の約1/10程度の模型を用い、冷却材喪失事故にともなう諸現象、噴水冷却系の効果などを実験的に研究した。

第8図は実験装置の写真を示す。図の右端に見えるのが原子炉格納容器の模型で内径3,300 mm、高さ6,000 mm、耐圧5 kg/cm<sup>2</sup>gで内部には格納容器噴水冷却実験のための噴水ノズルが設けられている。左側の容器は原子炉圧力容器の模型で、内径600 mm、高さ3,000 mm、耐圧75 kg/cm<sup>2</sup>gで50 kWのシーサーヒータを内蔵し、内部の水を加熱するとともに、炉心噴水冷却の実験も可能なようになっている。実験は圧力容器内の温度、圧力を実際の原子炉の状態(284℃、70 kg/cm<sup>2</sup>)にした後、この高温、高圧の水を急激に格納容器内に噴出させ、格納容器内の温度、圧力の変化、圧力容器内の圧力、液面の変化およびこれにともなう燃料体の温度変化を求め、さらに格納容器噴水冷却による減圧効果や炉心噴水冷却による燃料体の冷却効果などを求めた。

格納容器圧力は流出終了時に最大値を示し、その後格納容器壁などへの吸熱により減少する。この実験結果と計算機による計算結果とを比較したところ、従来の解析法では必ずしも十分でないことがあきらかになった。

## 30.2 原子炉付属設備

### 30.2.1 国産一号炉用使用済燃料取扱装置

日本原子力研究所国産一号原子炉の使用済燃料プール内で、使用済燃料を貯蔵するために取り扱いはやすいように処理をする装置を納入した。炉室より水中移送装置によって使用済燃料プールに運ばれてきた使用済燃料アセンブリは、可動ブリッジに取り付けられた使用済燃料トングによりつかみあげられ、100日間冷却架台に置かれて放射能の減衰をまつ。100日後再び可動ブリッジで使用済燃料アセンブリをカッティングマシンに運ぶ。このカッティングマシンでアセンブリは3本の冷却管と3本の燃料要素に切断され、燃料要素は遮へいキャスクのなかにいれられ、貯蔵場所に送られる。

これらの操作は放射能があるので3m以下の水中で行なわなければならない。また安全かつ確実にしかも容易に行なわなければならないため、各所に創意工夫がこらしてある。

このほか、切粉を回収する装置、切くずをたくわえておく容器、切った冷却管をおいておく容器などや、これらを取り扱うトング類がある。

### 30.2.2 東京原子力産業研究所(TAIC)納気体反応装置

東京原子力産業研究所(TAIC)に設置されている日立教育訓練用実験炉(HTR)の放射能を利用して化学反応を促進させることを実験するための装置である。

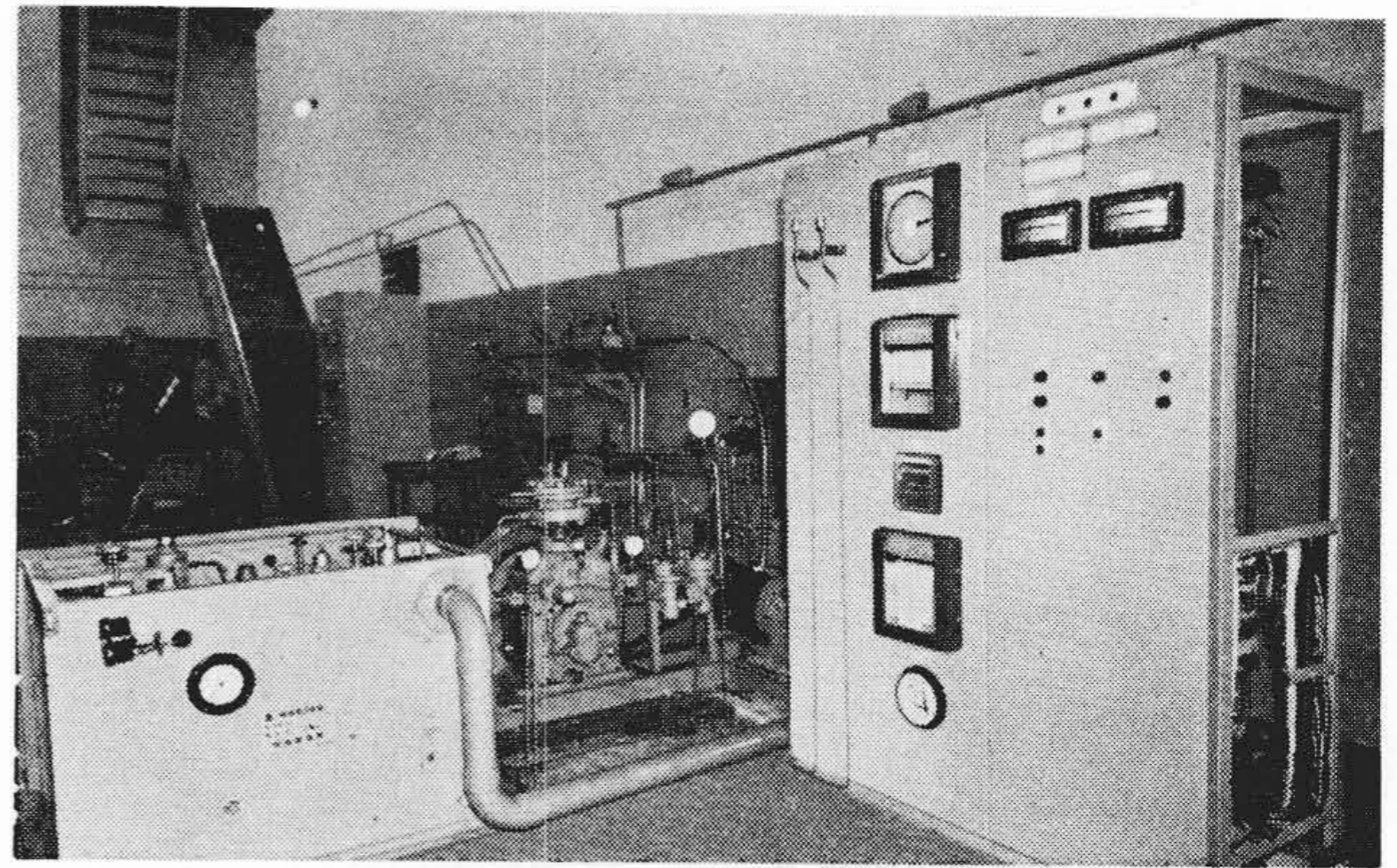
本装置はHTRの水平実験孔のなかに触媒をいれた反応容器を設置し、これにガスを通して原子炉の放射能が反応に及ぼす影響を与えるかを実験する装置である。

今回納入した分は常温常圧で実験することになっているが、将来高温高圧になることが予想されるので、あらかじめ高温高圧にたえるよう計画されている。

写真は本装置の制御盤、圧縮機および弁配管をいれた箱を示している。

制御盤では反応装置各部の温度、圧力、流量の記録、指示が行なわれると同時に異常点の表示と警報が行なわれる。反応容器内の温度を一定に保つために、容器にはヒータが巻き付けられており、手動による電圧制御と自動による断続制御を併用している。

制御盤は高温高圧化への移行を予想して製作されており、その際



第9図 東京原子力産業研究所納気体反応装置

には原料ガスの圧力、流量と反応容器入口における温度の制御が行なわれる。

### 30.2.3 燃料輸送装置

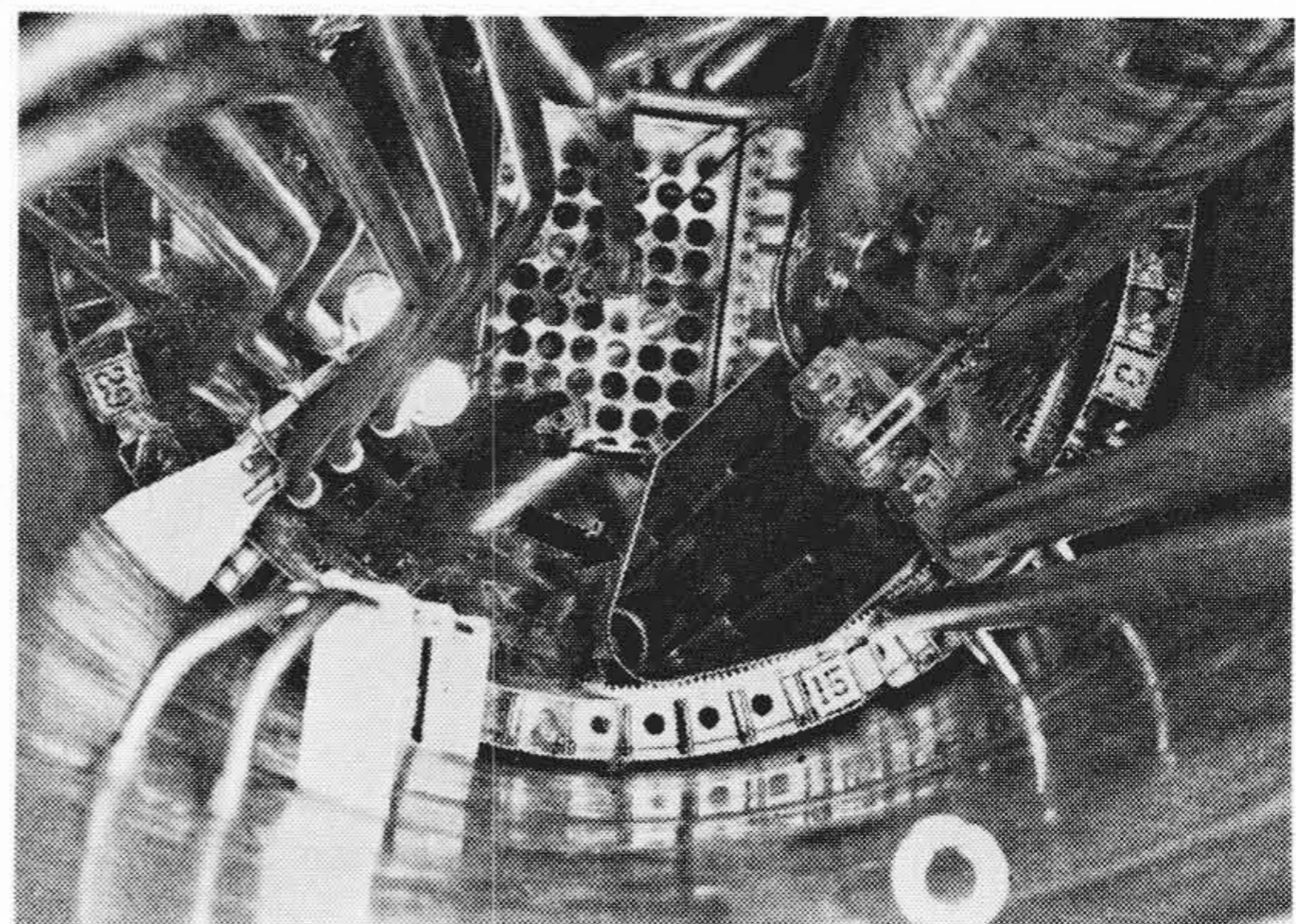
本装置は京都大学研究用原子炉(KUR)の炉心タンク内の燃料要素を搬出入する際に使用されるもので、その主要部は炉心タンクと炉室内の燃料輸送用水路を、生体しゃへいを貫通して結ぶ、鉛直から25度傾けて支持されたアルミニウム合金製燃料輸送管と、その内部を上下する輸送用キャリヤと、装置を使用しないときに炉心タンクの水が水路に流れ落ちるのを防ぐために輸送管の下方に設けられた特殊ボールバルブとである。燃料要素をはじめ各種の要素はキャリヤに入れられて管内を上下する。キャリヤは原子炉頂部に設けられたウインチにより巻き上げられる。第10図に燃料輸送管の炉心タンク内開口部を示す。

この種の燃料輸送装置は諸外国にも例を見ないもので、当初から幾多の技術的に困難な問題を含んでいた。全長10mを越えるアルミニウム管を生体しゃへいコンクリートの中へ真直に埋設し、かつ据付中の衝撃などにより管が変形しないようにするために、特殊保護管の内部にアルミニウム管を貫通支持する方法を採用した。また本装置に用いたボールバルブは開位置においてキャリヤを通過せしめなければならない、そのために機械的なガタを極小に押さえ、正確な開位置の再現性と円滑な操作を確保する必要があり、そのために摩擦力の少ない構造とし、材質、工作法などについて細心の注意を払った。

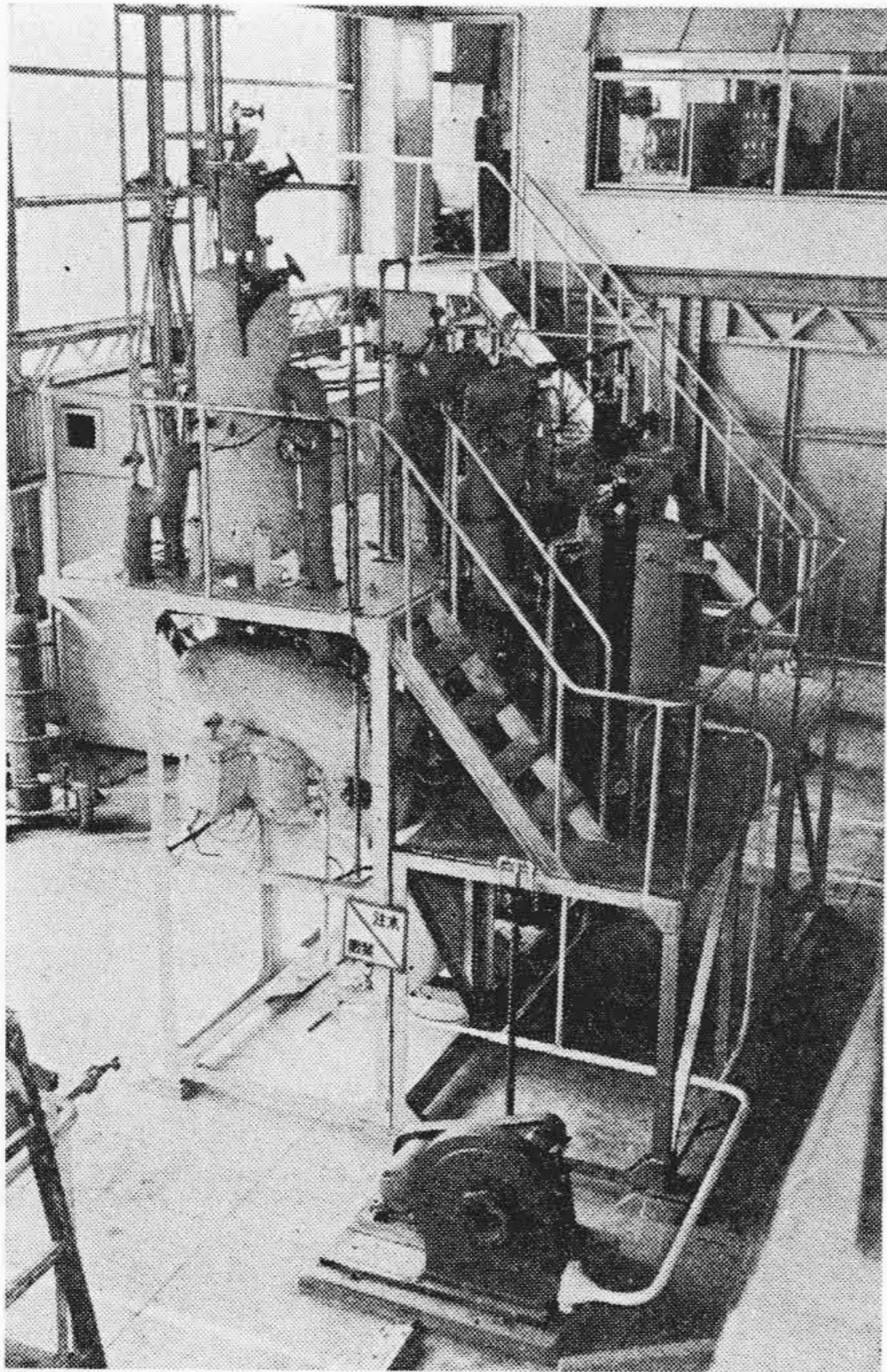
本装置の完成は、スイミングプール形原子炉の燃料輸送装置の方式に一指針を与えるものとして意義あるものである。

### 30.2.4 ナトリウム精製装置

日本原子力研究所のナトリウム動的腐食試験装置を改造し、新設機器を組み込んで構成された本ナトリウム精製装置は高速炉冷却材として使用されるナトリウム中の酸化物を除去しナトリウムを精製する試験装置である。装置はナトリウムを循環する電磁ポンプ、電



第10図 燃料輸送装置(炉心タンク内開口部、矢印)



第11図 ナトリウム精製装置

磁流量計，ヒータ，ナトリウムの体積変化を吸収する膨張タンク，全ナトリウムを収容するストレージタンクなどの付属機器と，ナトリウムを精製するコールドトラップとホットトラップ，ナトリウム純度を測定するプラグインジケータなどの本体機器から成る。

コールドトラップはステンレス充てん物中にナトリウムを流して冷却するとナトリウム酸化物が析出する原理を応用し，ホットトラップはジルコニウム充てん物中にナトリウムを流して加熱するとナトリウム酸化物が析出する原理を応用したものである。

第11図は本装置の完成品を示す。

### 30.2.5 燃料体流量調整装置

日本原子力研究所国産一号原子炉(JRR-3)で使用する燃料体の流量を調整する装置がこのほど引渡しを終わった。

本装置は原子炉に燃料体をそう入する前にあらかじめ軽水で(JRR-3の流体は重水)流量を調整して全部の燃料体の流動抵抗が同じになるようにするための測定装置である。

本装置は(1)軽水で流量を測定調整する装置，(2)ぬれた燃料体を加熱空気で乾燥させる装置，(3)流量調整のすんだ燃料体の真直度を測定する模擬装てん装置よりなる。

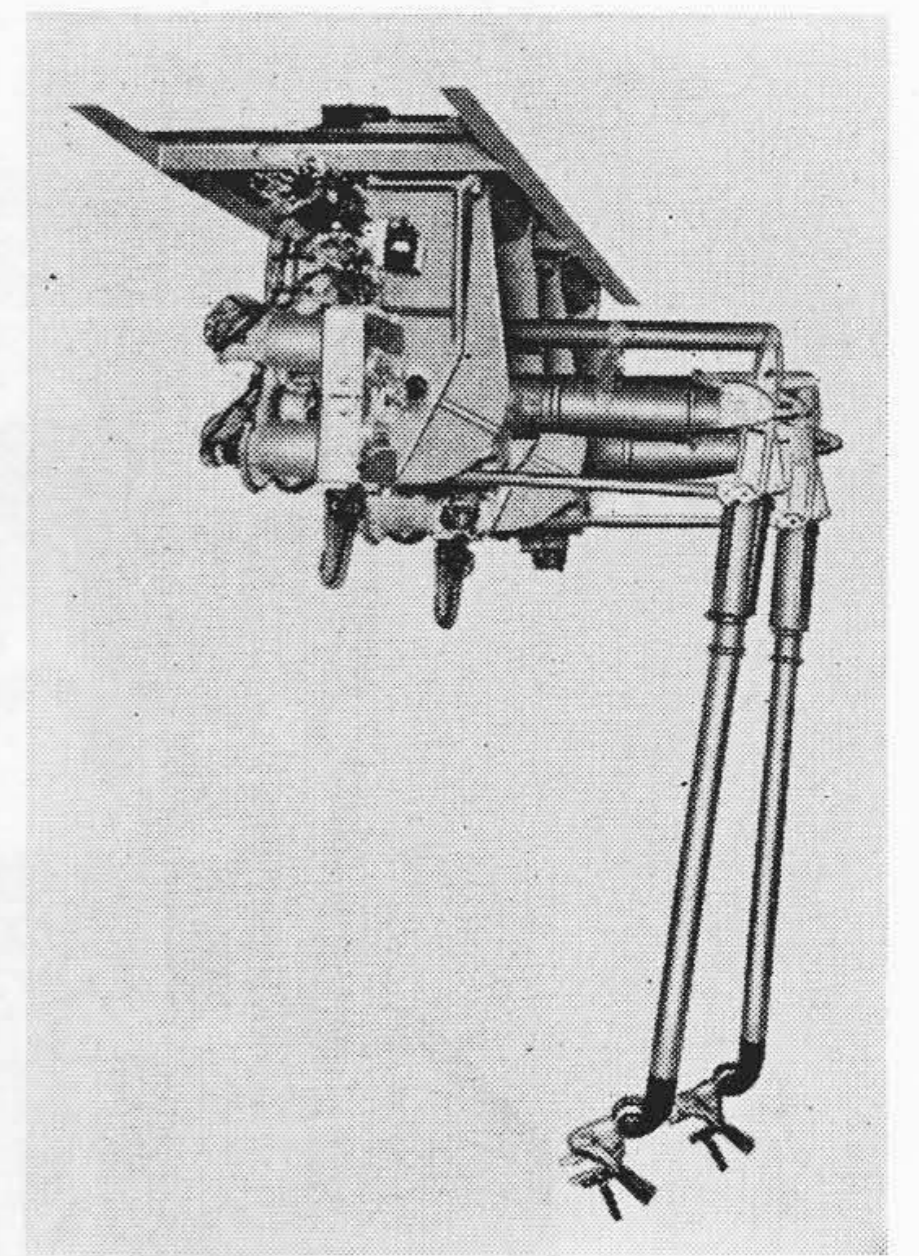
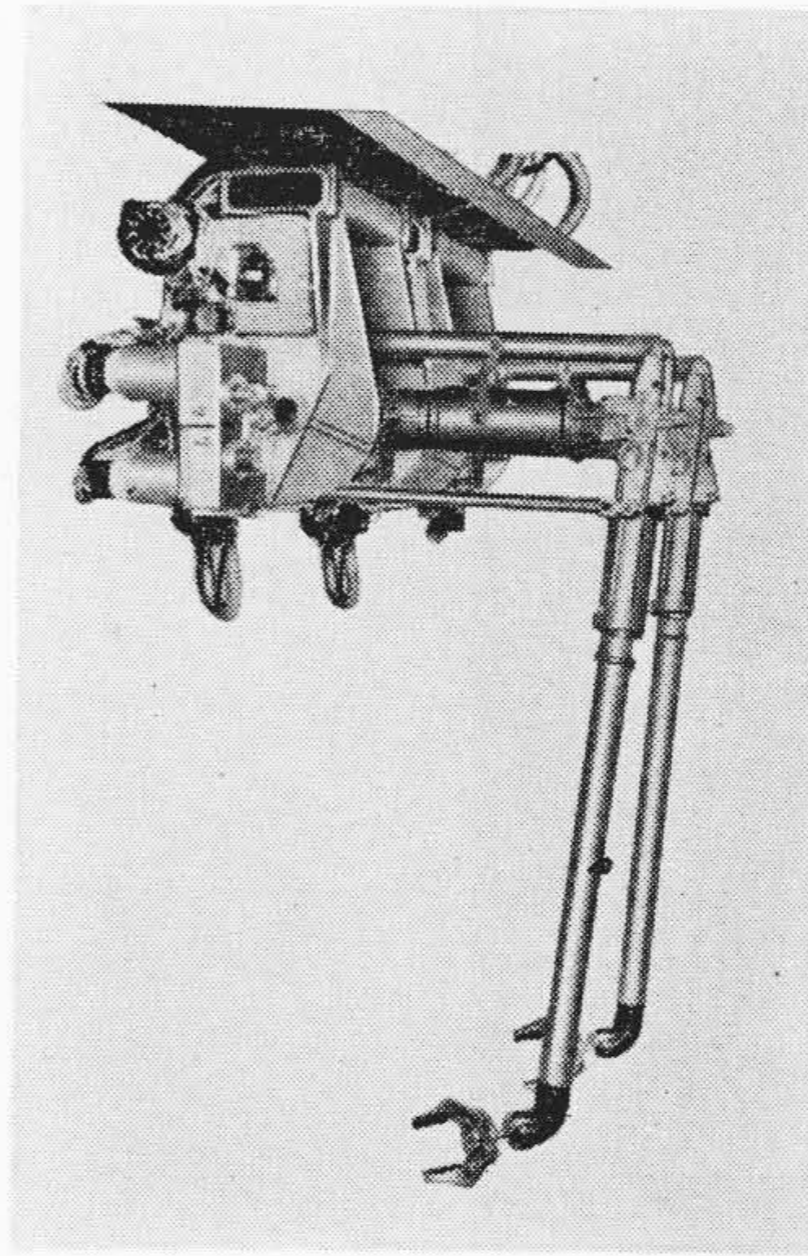
本装置はJRR-3炉室の近くの別むねに設けられたJRR-3新燃料庫内の地下室に設置されており一階床面には燃料体をそう入する穴がのぞいている。

### 30.2.6 マスタスレーブ・マニプレータ

電動式サーボマニプレータの製品化を完了した。本機は主動側(マスタ側)と従動側(スレーブ側)が電気的に接続され，腕の持つ七つの運動をバイラテラルサーボを用いて相互に伝達するもので，ホットセルの壁面に貫通孔を設けることが許されない場合またはマスタ側とスレーブ側を離しておく必要がある場合などに適する。特に増幅器部は完全に半導体化されているので，保守上の手数も少なく，信頼度が高い。第12図に機構部を示す。

### 30.2.7 パワーマニプレータ

放射性物質の精密大容量遠隔操作装置として，最大つり上げ荷重500 kg，自在操作荷重 50 kg のパワーマ

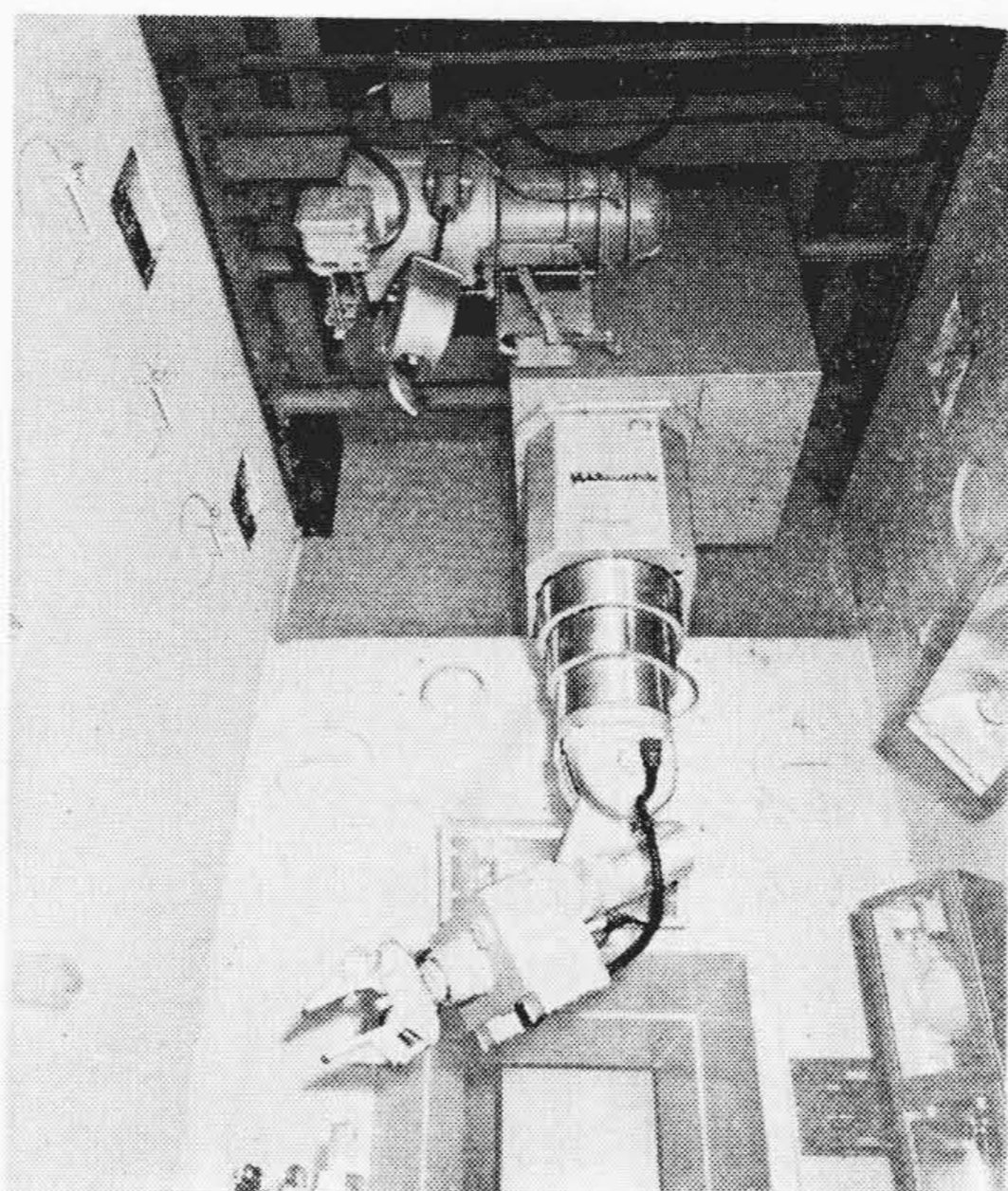


第12図 電動式マニプレータ機構部の外観

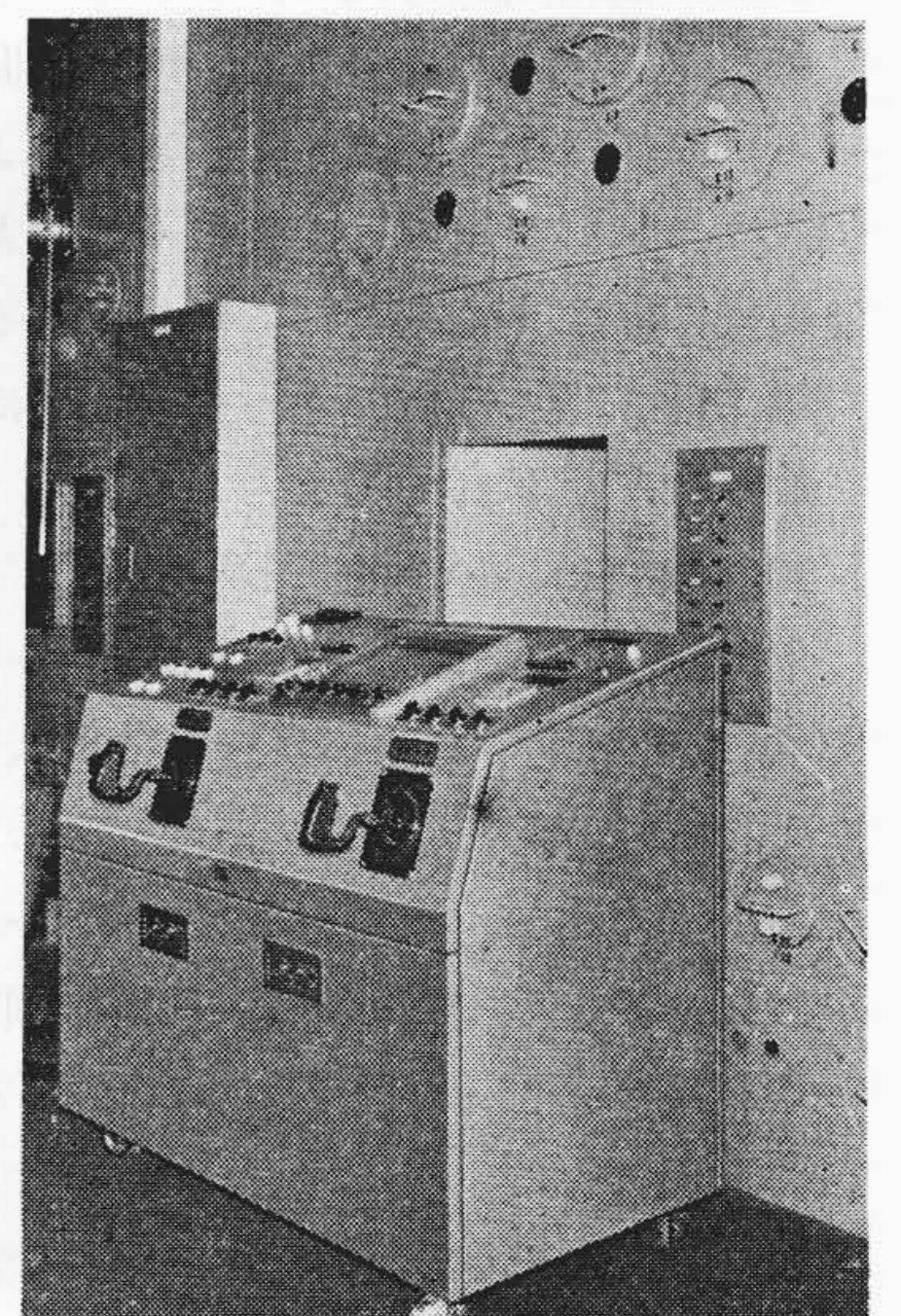
ニプレータを完成し，京都大学原子炉実験所に納入した。本機は同所のホットケープに据え付けられ，原子炉において照射された照射バスケットの開封，試料の取り出しをはじめ各種作業を安全，確実に行なう装置である。

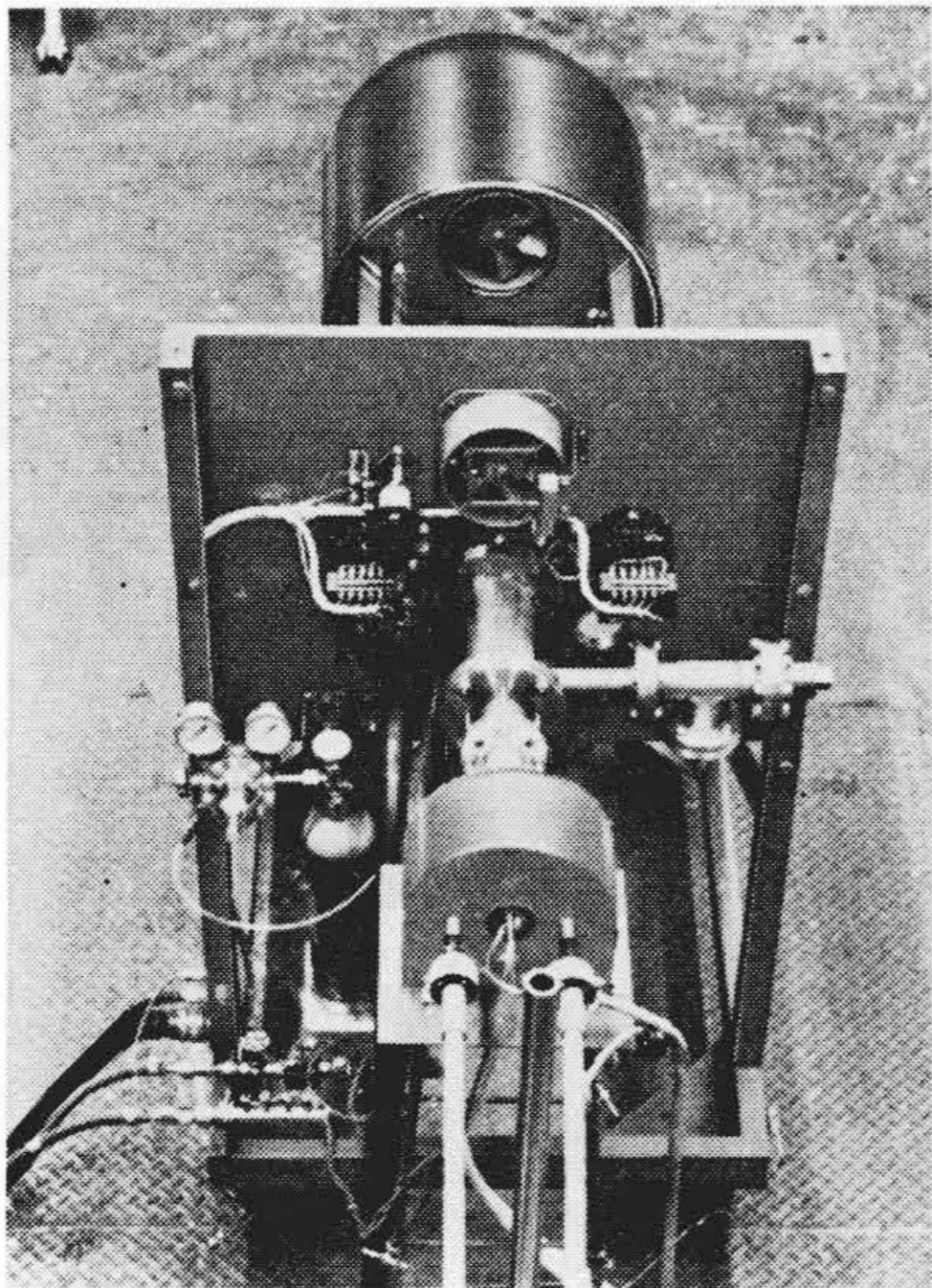
本パワーマニプレータはホットケープに敷設されたレール上を自走する天井走行方式をとり，機械的つかみ機構と，つかんだものに任意の姿勢を取らしめる屈伸自在な機械的腕および手首機構と，それらを作業位置まで移動するための走行，横行および昇降機構とから成る。また各種補助作業のためのホイストを有する。

パワーマニプレータの運転は，すべて操作卓上のマスタスイッチにより，運転者の手の運動と機械の動作が相似的に対応するように行なわれる。手首のトルクおよびつかみ力は内蔵された検出器により常時電気的に検出測定され，制御卓上に指示されると同時に，つかみ力の場合は設定値に達するとつかみ動作を自動停止し対象物を保持するよう動作する。マニプレータの位置は走行，横行，昇降のそれぞれに対して位置指示計に指示される。特に走行，横行の2方向は大形x y形指示計によって正確に読み取れるため，繰り返し作業，特殊作業などに有用である。運転者は遮へい用ガラス窓を通して作業を直接観察するとともに，計測器によりトルクおよびつかみ力を知覚して，状況に追従した適切な運転操作を行なうことができる。第13図にパワーマニプレータの外観を示し，第14図に操作卓

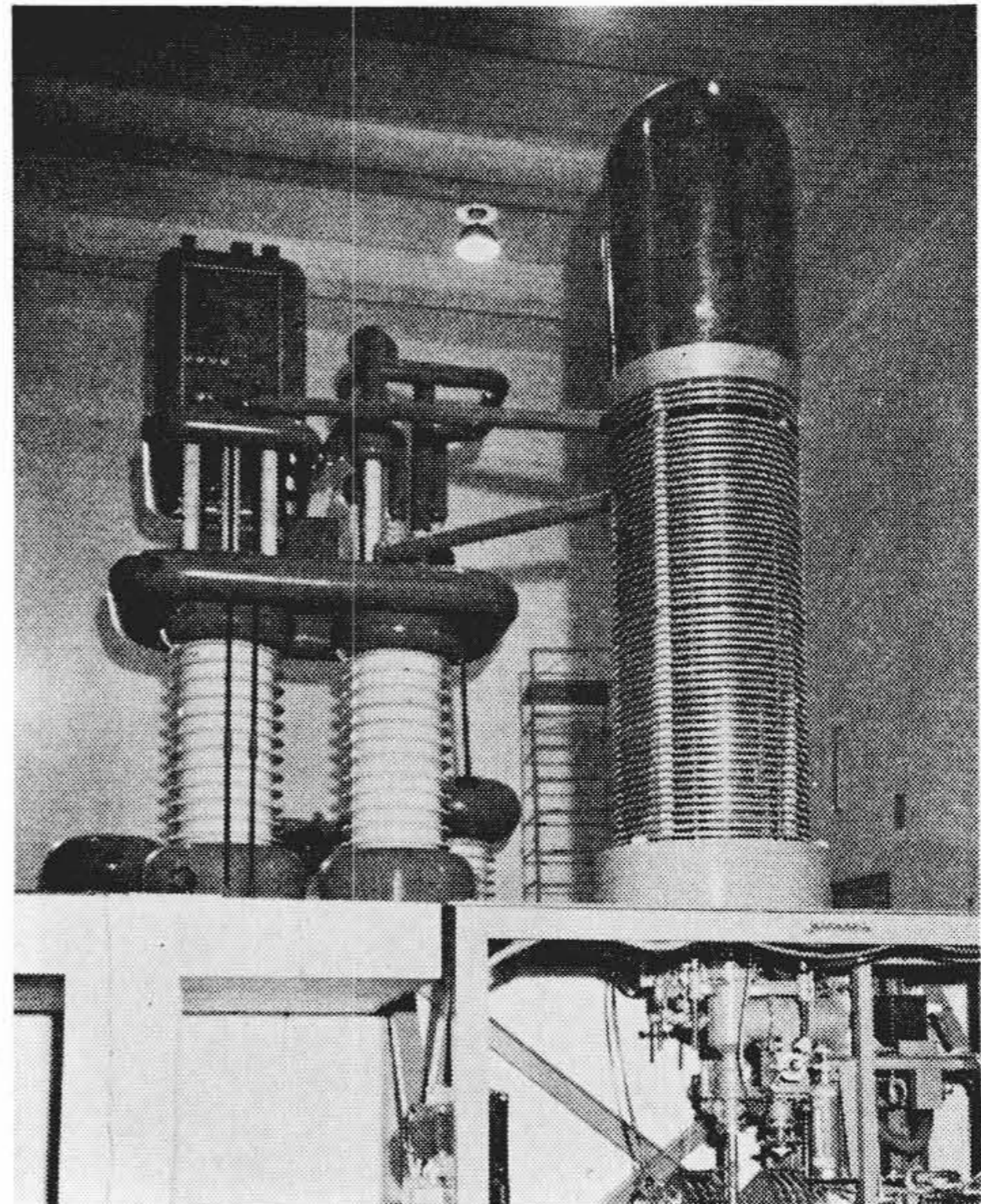


第13図 パワーマニプレータ

第14図 パワーマニプレータ  
操作卓



第15図 放射化分析用小形中性子発生装置



第16図 400 keV 中性子発生装置

を示す。

本装置の主要仕様は次のとおりである。

負荷容量 自在操作 50 kg, 垂直つり上 500 kg, 運動範囲 走行 8.8 m, 横行 1.1 m, 昇降 2.4 m, つかみの姿勢 空間的に任意, つかみの開き 125 mm, 駆動方式 三相誘導電動機, 制御方式 周波数切換えによる4段変速制御(つかみは2段変速)である。また負荷容量 1.5 t, 揚程 8m のホイストが付属している。

### 30.3 粒子加速器

#### 30.3.1 放射化分析用小形中性子発生装置

この装置は、極微量分析に使用される放射化分析用の中性子発生装置で、加速電圧 150 kV, 加速電流は 500  $\mu$ A である。特に取扱い操作を簡単にするための設計的注意が払われている。

このためイオンポンプを使用している。イオンポンプの場合、トラップ、圧縮空気作動のバルブ、真空計などがまったく不要となり、排気装置の自動運転がきわめて容易となった。

加速管はがい子とコパールの加速電極をろう付した融着形加速管で、ヒートサイクルにきわめて強く、アウトガスも従来の接着形のものに比べ、5分の1程度である。したがってイオンポンプも小容量のもので済み、運転コストがきわめて低廉となった。試料のそう入装置は高圧気送方式で、2チャンネル形である。試料が照射台にはいると中性子が放射され、所定時間を経過すると中性子の放射はやみ、試料は測定装置に返送されるようになっている。このように装置は、試料を気送管に装てんするときのみ人手を要するが、その他の操作はすべて自動的に行なわれるようになっている。

第15図は、加速器のターゲット部に熱中性子照射用の回転試料台を取り付けた写真である。

#### 30.3.2 400 keV 中性子発生装置

本器は、400 keV の加速エネルギーを持つ大形の中性子発生装置で、東京工業大学原子炉研究室に納入したものである。第16図は現地に設置した本器である。

高圧電極内にマイクロ秒オーダーとナノ秒オーダーのパルスビームを発生させる電気回路が収納されている。切換は接地側よりプルプッシュマグネットによりアクリル棒を介して容易に行なうことができるようになっている。

加速管は多段加速方式で、ガラス環と加速電極を強固に接着したものである。ビームの集束はイオン源下部の集束電極にて行ない、加速電圧 200 kV 以上, 加速電流 200  $\mu$ A 以上で十分 5 mm $\phi$  程度に

絞ることができる。

加速器の調整、ビームの軸合せの際、危険のないようにするため水素加速もできるようになっている。重水素ガス、水素ガスは接地側より高圧(3 kg/cm<sup>2</sup> 以内)にて電極内に送られ、ここで必要に応じてイオン源に供給される。ターゲットハウジングはヒートサイクルに強いコパールとガラスを融着したものである。

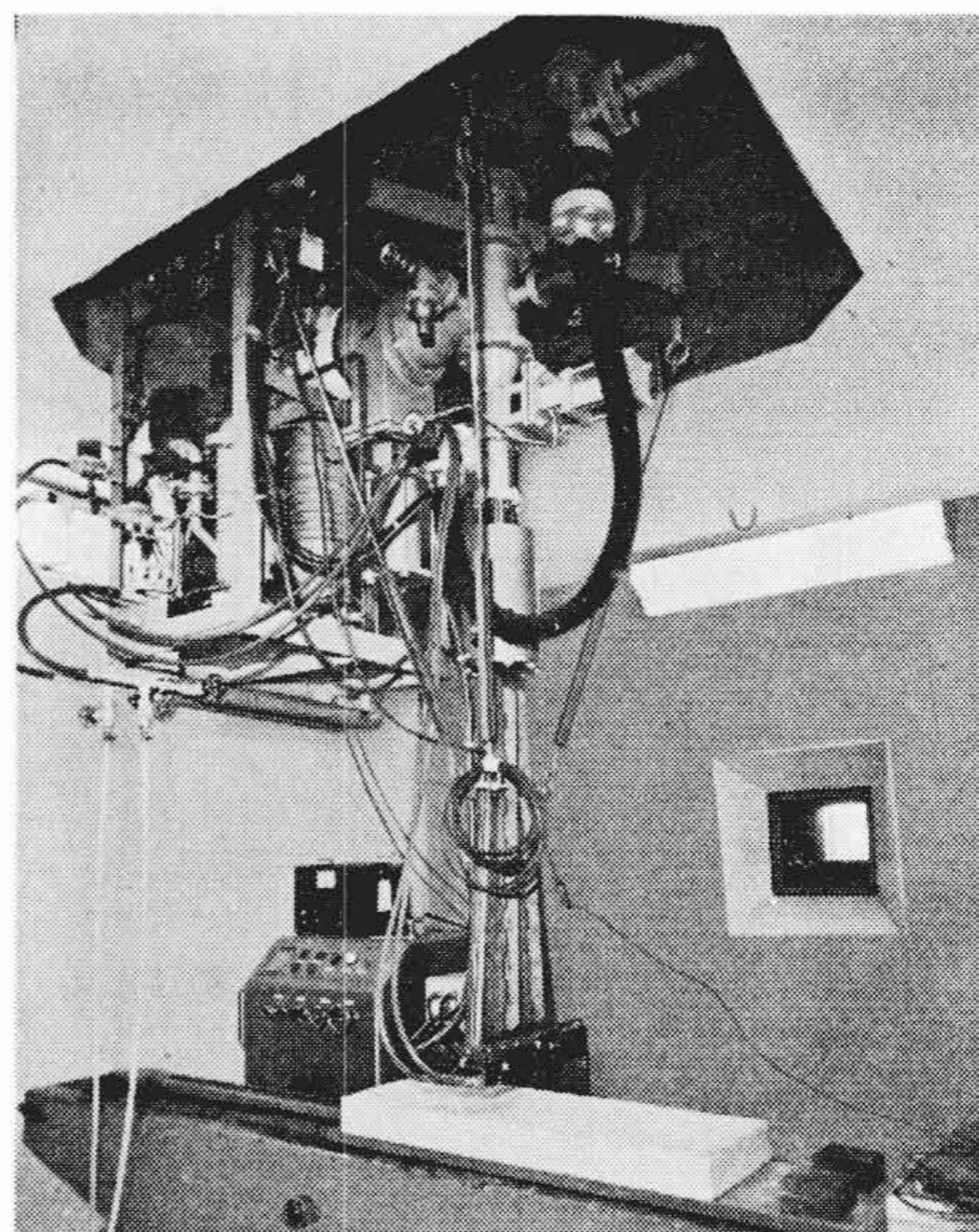
#### 30.3.3 1 MeV バン・デ・グラーフ形電子照射装置

農林省食糧研究所に 1 MeV, 150  $\mu$ A のバン・デ・グラーフ形電子加速装置を納入設置した。第17図はそのスキャンナ部である。

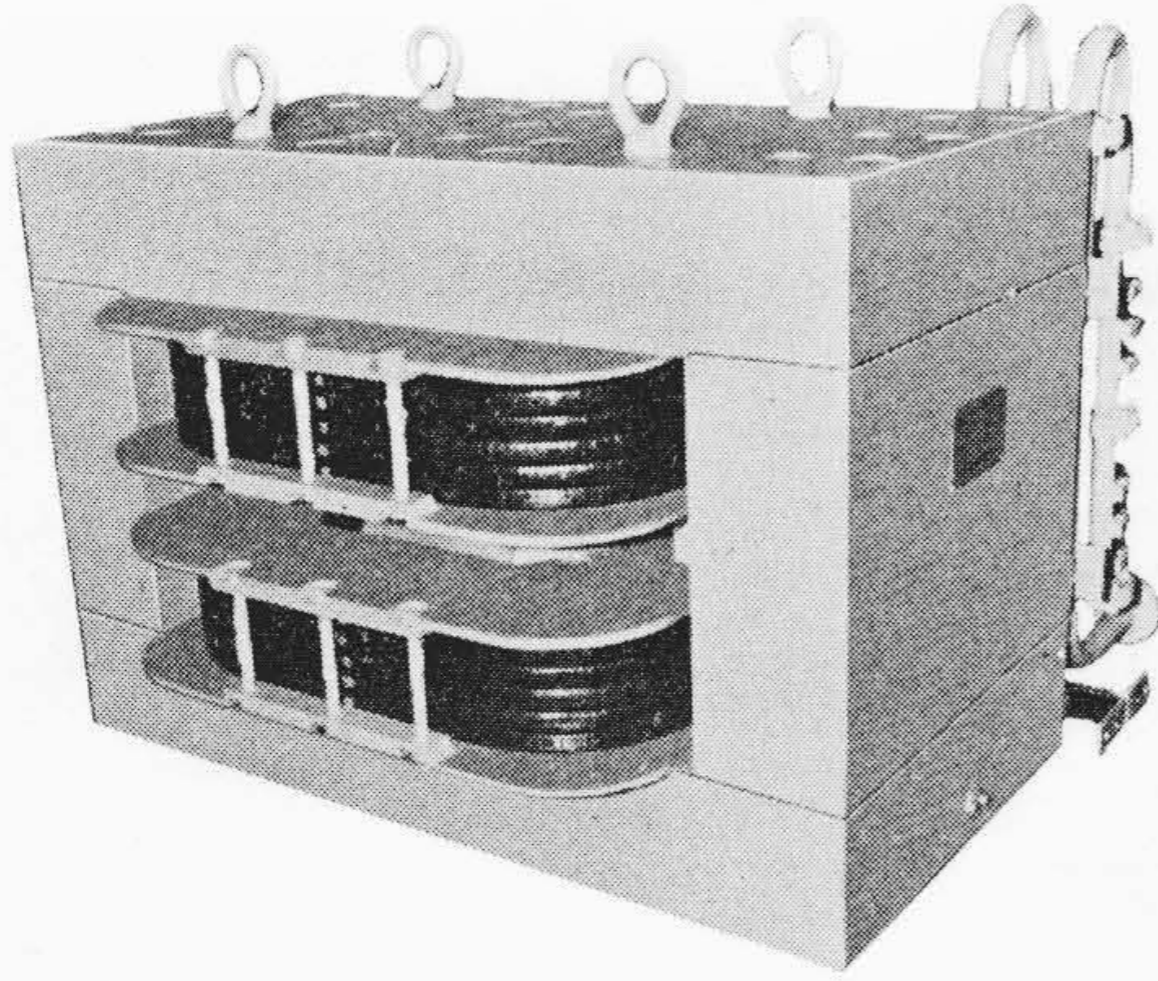
本器は、真空装置および照射の自動運転に重点が置かれ、設計製作されたものである。真空装置は起動ボタンを押すと、油回転ポンプがまわり、15分を経過すると順次バルブが開き、拡散ポンプヒータがはいり、最後に高真空に達する。このうちで電離真空計のレンジ切換のみが手動で、運転可能な真空度に達すると自動的に真空保護装置がはいりようになっている。

照射の場合は、加速電圧、加速電流を予備運転にて定め、照射時間を設定して押ボタンを押すと、自動的に照射が始まり所定時間を経過すると、自動的に照射はとまる。

このほか、スキャンナ部にピックアップシリンダが取り付けられ



第17図 バン・デ・グラーフ形電子照射装置



第18図 荷電粒子エネルギー分析電磁石

ており、これにて加速電流を監視できるようになっている。

以上のように、本器はほとんど人手を要せず、運転照射ができるようになっている。

### 30.3.4 荷電粒子エネルギー分析電磁石

この分野では東京大学原子核研究所の7億5千万電子ボルト電子シンクロトン用として、比較的低いエネルギーの荷電粒子のエネルギーを分析することを目的とした分析電磁石を製作納入した。

装置のおもな仕様は、起磁力  $1.33 \times 10^5$  AT、磁束密度  $1.5 \times 10^4$  ガウス、偏向角 45 度、コイル 中空銅線直接水冷方式、所要電力 35 kW、定格 連続、である。

### 30.3.5 リニアクの応用と改良

中央研究所で試作した線形電子加速器(リニアク)1号機は出力エネルギー 8 MeV、X線強度 1,000 r/min at 1 m で厚物のラジオグラフィに應用している。半値幅  $9 \sim 10 \phi$  の出力電子ビームを一對の四極電磁石系で  $3 \sim 4 \phi$  に絞ってからターゲットに当ててX線を発生することにより、欠陥検出感度は第19図のように向上した。電磁石系の焦点距離、相互間隔、励磁の強さなどの必要条件は理論式による計算結果とかなり良い一致を示した。

上記1号機とは別に小形ラジオグラフィ用リニアクの開発を行っている。このたびは電子銃とマグネトロンを兼用とし、しかも電子銃をダブルパルス運転するねらいで、同軸ケーブル2次巻線式パルストランスを完成した。この新しいパルストランスの使用により電源構成はすこぶる簡単となった。短パルスビーム発生にも好適でパルス幅 10 ns、せん頭電流 0.18 A、加速電圧 30 kV の電子ビームの発生に成功した。

## 30.4 その他

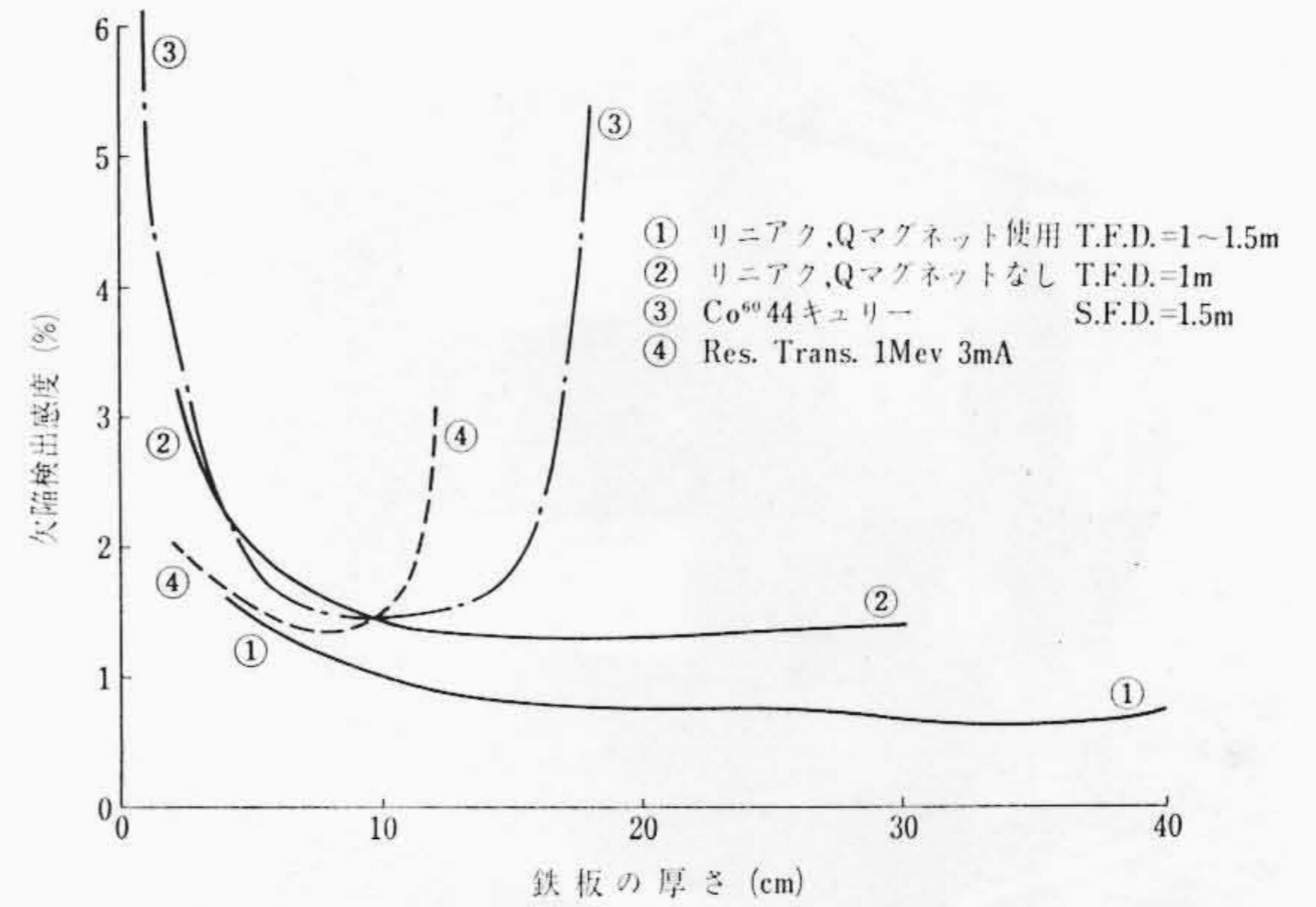
### 30.4.1 プラズマ基礎研究用空心コイル

プラズマの基礎研究装置として空心コイルを完成し、名古屋大学プラズマ研究所基礎実験部門に納入した。

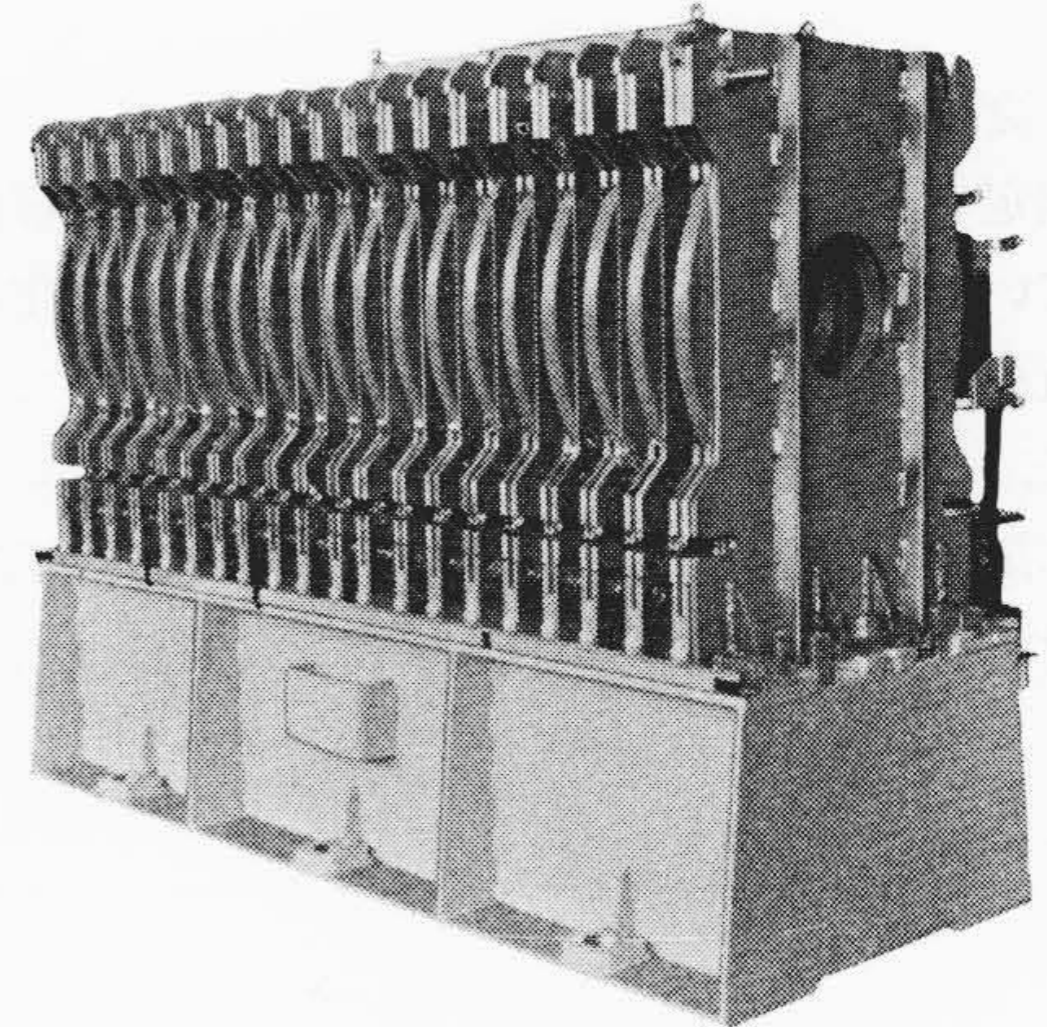
本空心コイルは磁界の分布を広範囲に変化できることが特長で、コイルを多数に分割し、その位置を自由に変えられる構造になっている。

空心コイルの方式は中空銅線直接水冷方式を採用しており、650 mmφの外径に対し各コイルとも寸法公差  $\pm 1$  mm に収める高度の技術が用いられている。またユニットの幅はわずか 35 mm という薄さで、かつ9,000 ガウスの磁界から生じる2~4 tの電磁力に耐えられるよう注入ワニスにも高性能エポキシワニスを用い、コイルの支持にも新しい試みがなされている。

励磁電源は電動直流発電機方式による定電流電源で、指令電源をツエナーダイオードで作成し、電流検出抵抗器からの帰還電流量と突きあわせ、誤差信号を磁気増幅器式 PID 制御装置を介して、磁気増



第19図 欠陥検出感度の比較



第20図 プラズマ基礎実研用空心コイル

幅器の入力信号としている。積分制御を加えることにより、制御系の安定度および精度を向上させている。

冷却水はイオン交換純水装置により高純度の水をコイルに供給している。

### 30.4.2 MHD 発電研究設備

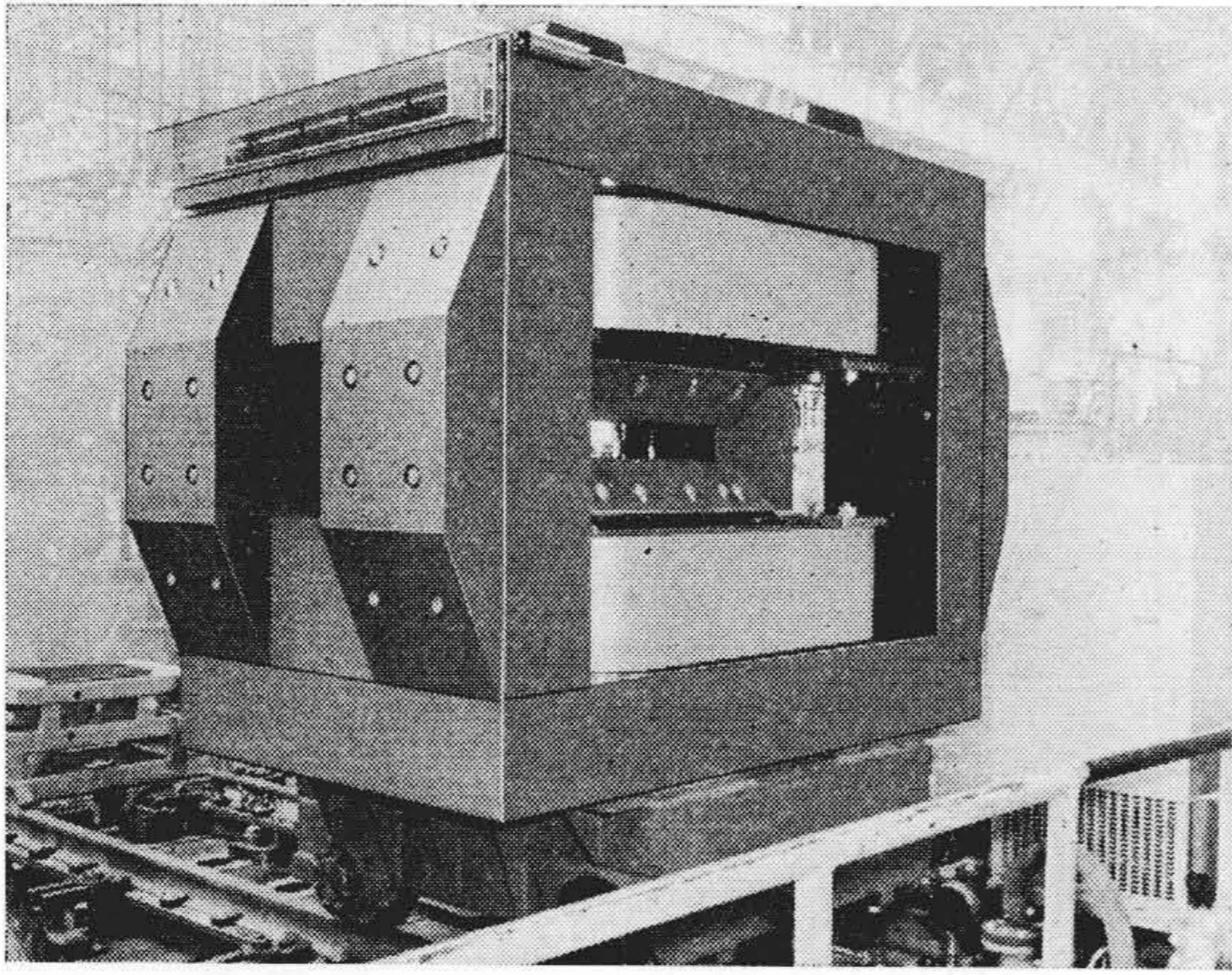
回転機を使用しないで熱エネルギーを直接電気エネルギーに変換するMHD発電(電磁流体発電)は最も将来性のある大電力直接発電方式として世界じゅうで開発が進められている。

当社では国内で最初の本格的な設備として日本原子力研究所にMHD発電研究用電磁石とその付属設備を納入した。

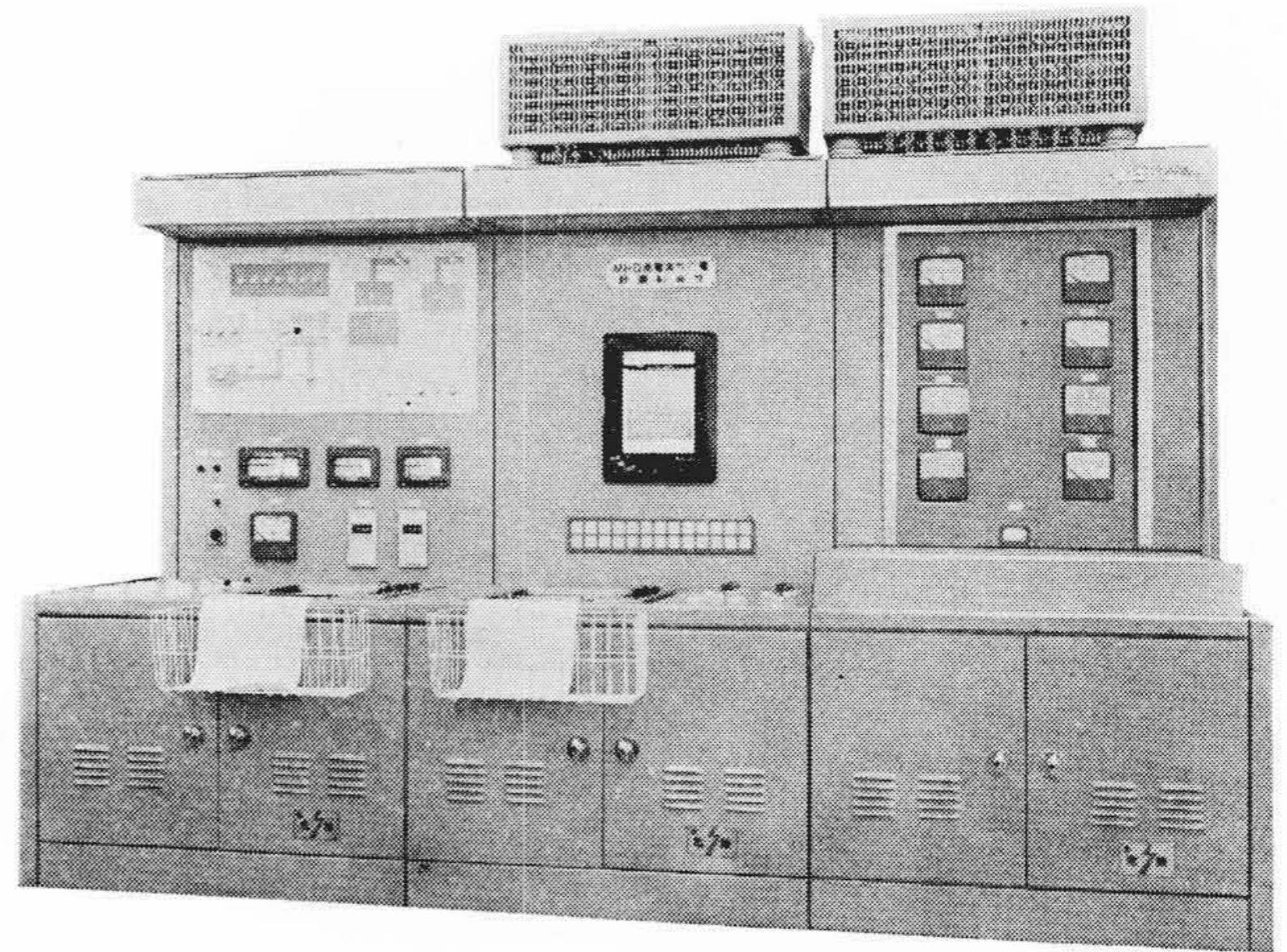
本電磁石は原子炉と組み合わされるMHD発電装置の開発を目標とする実験装置の主要部となるもので、既設のプラズマジェット発生器で加熱されたアルゴンやヘリウムガスに種物質を混入して磁極間げき中に置かれた発電ダクト(原研準備)内に導入し、典型的な発電実験のほか、ホール発電機、非平衡電離などの基礎研究に使用される。

電磁石は、磁場の強度を鉄心入り電磁石の経済的な値、2万ガウスとし、その発生には高性能で経済的な直接水冷コイルを採用し、各種の実験、測定がやりやすいように磁極間げきの発電ダクト電極部の両側面に十分な空間をとっている。このためヨーク側面にプラズマ通過用窓を設けた独特な構造となっている。また磁極間げきはポールピースを簡単に取り換えることにより行なうことが可能で、可変できる。このため約300 kgのポールピースをクレーンを使用しないで簡単に取換できるポールピース取換装置を同時に納入した。電磁石の外観を第21図に示す。

計測器盤ではMHD発電器の各部の状態の指示と異常警報を行なうとともに、その特性を測定する。実験用MHD発電器には、20組の電極があり、各電極について電極間電圧、電流、隣接電極間電圧



第21図 MHD 発電用電磁石



第22図 MHD 発電実験装置計測制御盤

を負荷抵抗を変化させて測定する。電極対は20組までとすることができ、全測定を180秒以内に測定する必要があり、操作は完全に自動化されている。測定開始の押ボタンを押すと第一電極に測定器を接続し、負荷抵抗を無限大より0まで、時間に対して双曲線関数状に変化させ、この場合の電圧、電流を2台のX-Yレコーダに記録する。次に記録紙を送り、第二電極について同様に測定し、第二十電極までを測定すると自動的に停止する。同時に3台の多点記録

計に温度、ガス流量、シード比、電磁石電流などが記録され、各電極ごとにマークが打たれる。切替装置、測定器には5,000Vの耐圧が要求されたので特別な工夫が施されている。

測定プログラムの変更、ホール発電器とノーマル発電器との切替えは、プラグボードによって自由に行なわれる。

昭和39年度における日立金属工業株式会社社外講演の成果

(昭和38年11月~昭和39年10月)

|        |           | 38/11 | 12 | 39/1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 計  |
|--------|-----------|-------|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| 事業所別内訳 | 本戸        |       |    |      |   | 1 |   |   |   |   |   |   |    | 1  |
|        | 若安        |       |    |      |   |   |   | 1 |   | 1 |   |   |    | 2  |
|        | 桑深        |       | 2  | 1    | 2 | 1 |   |   |   | 1 |   |   |    | 7  |
|        | 熊谷        |       |    |      |   | 1 |   |   | 1 |   | 1 |   |    | 3  |
|        | 計         | 0     | 2  | 1    | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0  | 15 |
| 主催先内訳  | 学協        |       |    | 1    |   |   |   | 1 |   | 1 |   |   |    | 3  |
|        | 新聞・雑誌等出版社 |       | 2  |      | 1 | 3 | 1 |   | 1 | 1 |   |   |    | 9  |
|        | 計         | 0     | 2  | 1    | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0  | 15 |

昭和39年度における日立電線株式会社の社外講演の成果

(昭和38年11月~39年10月)

|        |      | 38/11 | 12 | 39/1 | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 計  |
|--------|------|-------|----|------|---|---|----|---|---|---|---|---|----|----|
| 事業所別内訳 | 電線工場 | 2     |    |      |   |   | 1  |   |   |   |   |   | 1  | 4  |
|        | 日本   | 25    |    |      | 1 |   | 15 | 1 |   | 1 |   |   | 13 | 56 |
|        | 計    | 27    |    |      | 1 |   | 16 | 5 |   | 1 |   | 1 | 14 | 65 |
| 講演先内訳  | 学協   | 24    |    |      |   |   | 16 |   |   |   |   |   | 14 | 54 |
|        | その他  | 3     |    |      | 1 |   |    | 5 |   | 1 |   | 1 |    | 8  |
|        | 計    | 27    |    |      | 1 |   | 16 | 5 |   | 1 |   | 1 | 14 | 65 |