

28. 原 子 力

ATOMIC ENERGY

わが国の昭和37年の原子力の動きをふりかえってみると、沈滞気味であった原子力開発の気運を促進すべく、官民が協力して、政策面、計画面、予算面などの各部門で種々の対策が考慮され、具体化の措置がとられたことが注目される。

このような情勢のもとで日立製作所の原子力開発は多くの実績を残した。まず原子炉の製作部門でみると、昭和36年12月25日に日立教育訓練用原子炉(HTR)が民間で所有する純国産原子炉として最初の臨界になり、昭和37年6月25日に100kWの出力運転を開始した。この炉は現在は東京原子力産業研究所の手で運転が行なわれており、多くの実験研究成果をうみ出している。また日本原子力研究所のJRR-3の原子炉本体、燃料交換設備などの据え付けを完了し、これはさる37年9月12日臨界に達した。日立製作所の中央研究所王禅寺分室に建設中であった臨界実験装置(OCF)もさる37年10月2日臨界に到達した。アメリカGE社が日本原子力研究所に設置する動力試験炉(JPDR)の圧力容器の製作をすすめて完成し、現地据え付けを完了した。またアメリカGeneral Atomics社の受注した武蔵工業大学のTRIGA-II形の主要部分の製作、据え付けを完了して、近く臨界になる予定である。

一方、受注面でみると敷地問題で長らく懸案になっていた関西原子炉(KRR)がアメリカInternuclear社に決まり、その大部分の製作、据え付けを受注した。また日本原子力研究所で遮蔽実験研究用に設置するスイミングプール形原子炉(JRR-4)は燃料を含むすべての装置の契約を完了し、鋭意設計、製作をすすめている。

原子炉の製作にともなって、付属機器の開発もすすめ、とに計測制御装置、燃料交換装置、遮へいプラグ取扱装置などに多くの新しい技術を完成した。また核燃料の製作加工は、金属ウランの成形加工、天然および濃縮二酸化ウラン粉末の焼結加工(ペレット製作)などの独特の技術を完成しており、HTR、JRR-3、OCFなどの運転により、その完全性が立証されている。

放射線測定器の製作は、各産業の放射線利用が急速に増加することに伴って、目的に応じた機種の開発製作を行ない、これらの要求に応じた。

加速器類をはじめプラズマ発生装置などの開発も行ない、研究所、大学などに納入した。

日立製作所の原子力開発は工場、研究所、本社の緊密な連携のもとに築かれた多方面にわたる総合技術を基にして、すでに完成した多くの原子炉をはじめ各種の成果を今後より発展し、各界の原子力関係の要求にこたえるべく努力を続けている。

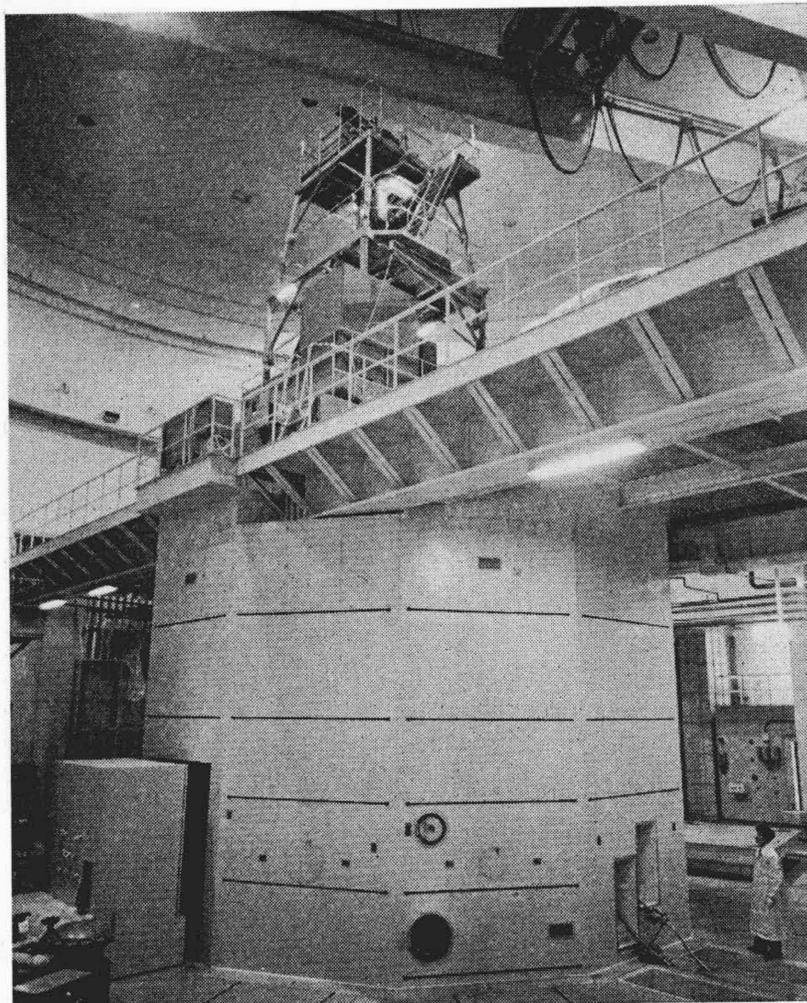
28.1 原 子 炉

28.1.1 完成した原子炉および実験装置

(1) JRR-3 (国産一号実験用原子炉)

国産技術による最初の原子炉としてスタートした日本原子力研究所のJRR-3は昭和37年初頭、日立製作所がその設計製作を担当した原子炉本体、燃料要素、実験設備、缶詰式ポンプおよび燃料取扱装置の据え付けおよび現地性能試験を好成績のうちに終了した。

本原子炉は天然ウラン-重水減速形、熱出力10MWの実験用原子炉で、燃料は天然ウラン約6t、減速材、冷却材は約25tの重水を使用している。246本の燃料要素はアルミニウム製の炉心タンク内にそう入され、その外側を黒鉛反射体、さらに重コンクリー



第1図 据付完了したJRR-3本体

トの生体遮へい体で囲まれている。実験設備にはサーマルコラムをはじめ水平、垂直実験孔、気送管などが設備されている。また冷却材に重水を使用しているため、循環ポンプに缶詰式を採用し、重水の無漏えいを期している。燃料要素の炉心タンクへのそう脱は安全かつ容易に行なえるよう遮へいをもった自動式の燃料取扱装置が設備されている。

この原子炉はその後原子力研究所において臨界前の総合試験が行なわれ、すべての装置が完全に作動することを確認してから、予備臨界試験および洗浄乾燥を行ない、昭和37年9月11日に重水の注入を開始して、翌12日午後3時半に臨界に達した。続いて低出力で特性試験を実施しており、38年初頭に出力上昇を行なって最高出力10MWに達する予定である。

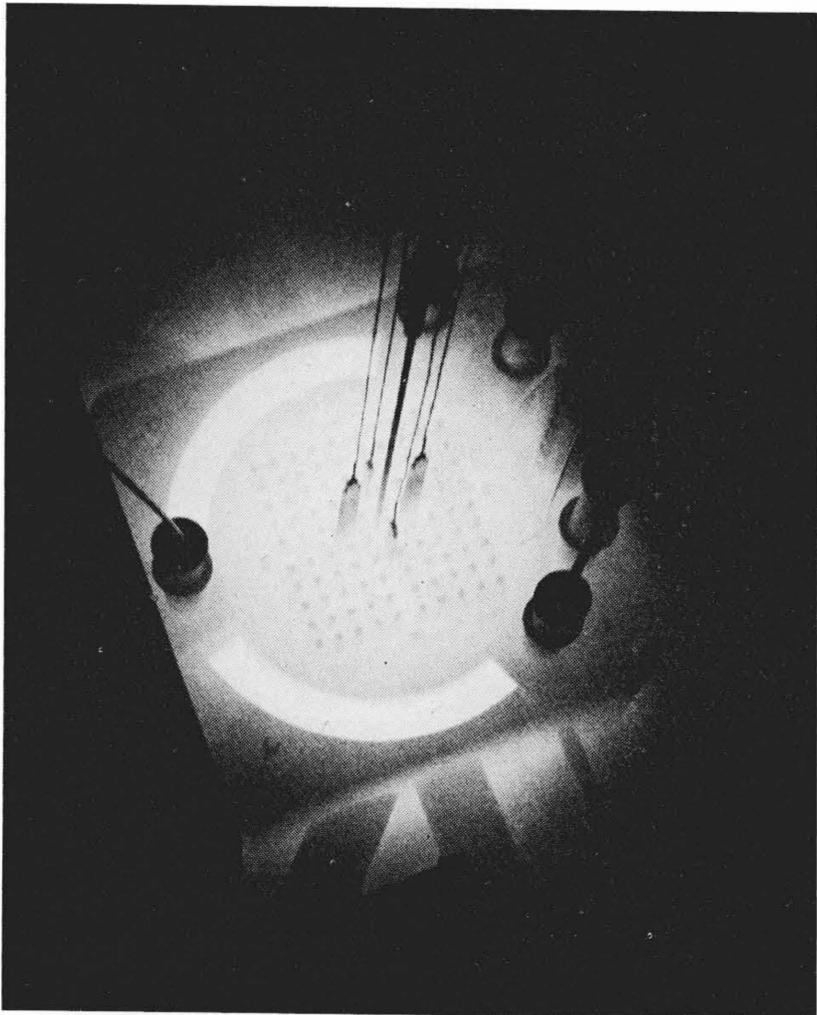
(2) HTR (日立教育訓練用小形原子炉)

川崎市王禅寺で建設が行なわれていたHTRは、昭和36年12月25日好成績で臨界試験を完了し、純国産による第1号の原子の火が誕生した。

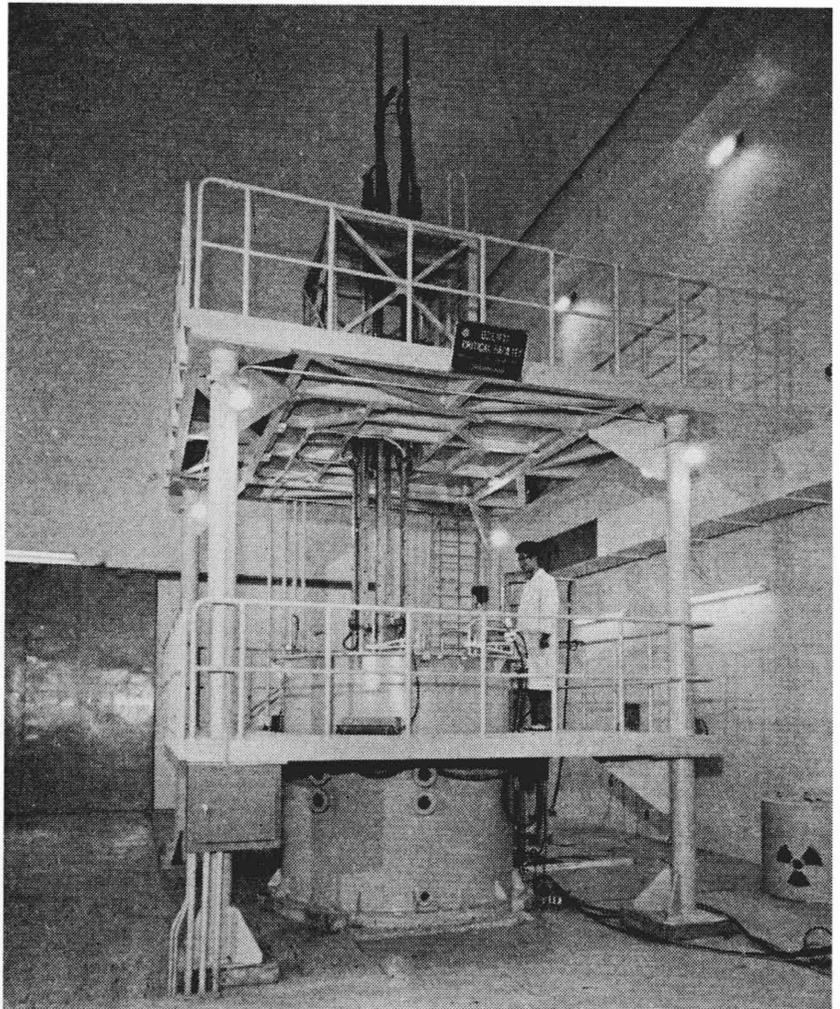
HTRは熱出力100kWの濃縮ウラン軽水減速冷却形の実験用原子炉で、タンク形と呼ばれるものである。

燃料は10%濃縮二酸化ウランペレットで、この形の燃料をこの実験用原子炉に使用した例としては世界最初である。二酸化ウランは高融点(2,700°C)で水などに対する耐食性がすぐれているばかりでなく、原子炉の出力が急上昇するような場合にそれをおさえようとするドップラー効果による自己制御性が今までの実験用原子炉よりすぐれているため、非常に安全である。ドップラー効果が原子炉の安全性に対してきわめて効果あることは、最近アメリカのSPERTなどの試験でもたしかめられている。

臨界試験後引き続き燃料要素の等価反応度の測定、制御棒反応度



第 2 図 HTR 炉 心 部



第 3 図 完 成 した OCF

の測定, 中性子束分布測定などの試験を行ない, しかる後 100 kW の出力上昇試験を行ない, 原子炉が安全に運転できることを確認した。その後この原子炉は東京原子力産業研究所に譲渡されて運転が行なわれており, 原子炉を使用する各種実験および訓練が進められ成果をあげている。

100 kW 運転時のけい光を発生し, 輝いている炉心部を第 2 図に示す。

(3) OCF (王禅寺臨界実験装置)

本装置は日立中央研究所王禅寺分室に設置されたもので, 低濃縮ウラン燃料, 軽水減速形動力用原子炉の核的資料を格子配列, 燃料濃縮度, 水対燃料体積比, 集合体の形, 大きさ, 反射体の厚さ, 温度, ボイド体積比, 制御棒などを種々変化せしめた場合を実験的に検討するために計画されたものである。

集合体は直径 1,900 mm, 高さ 1,900 mm のステンレス製円筒形タンクの中に入れられ, 燃料は外径 10 mm の酸化ウランペレット

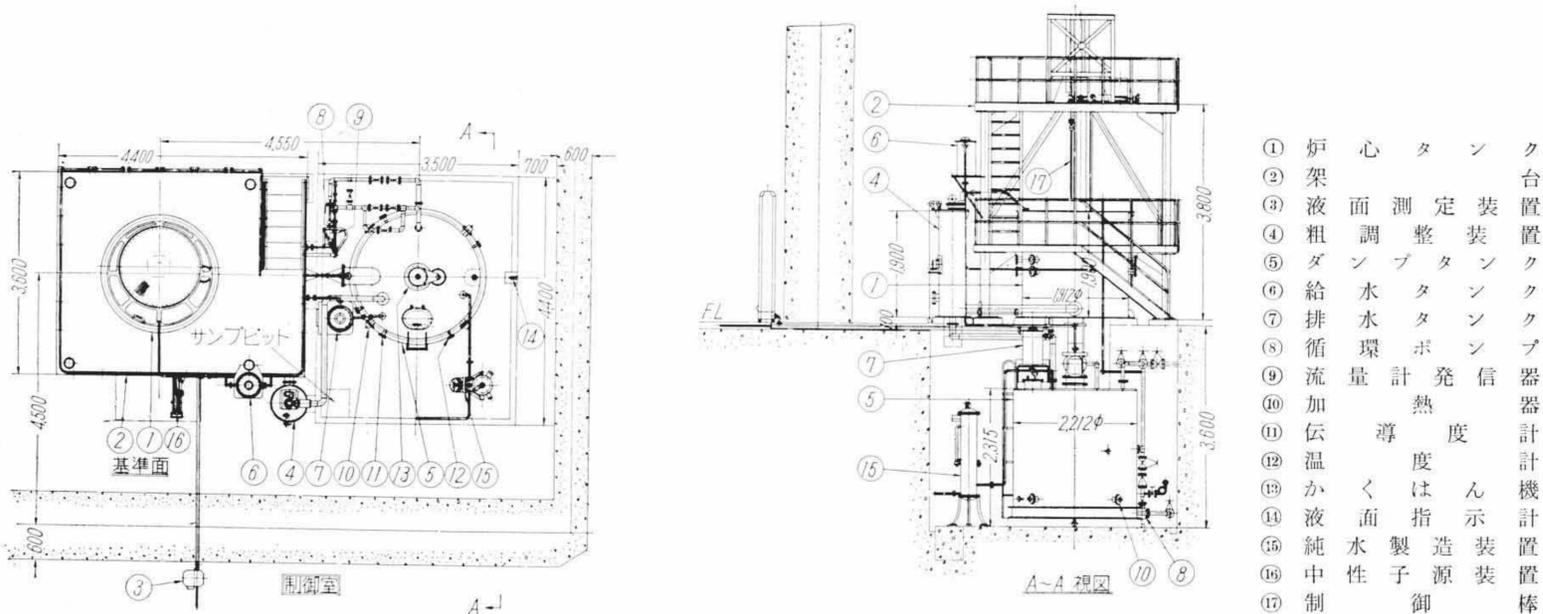
でアルミニウム製被覆管内につめられている。濃縮度は 1.5%, 2.5% の 2 種類で, これらを適当な割合につめて, その中間の濃縮度を近似的に模擬することもできる。燃料棒は格子配列の異なった 4 種類の管板にそう入され, これらは実験の必要によって取り替えられる。

反応度の制御は調整棒, シム棒および水位の調整によって行ない, スクラムはシム棒 1 本, 安全棒 3 本のそう入と, 水の急速除去によって行なわれる。

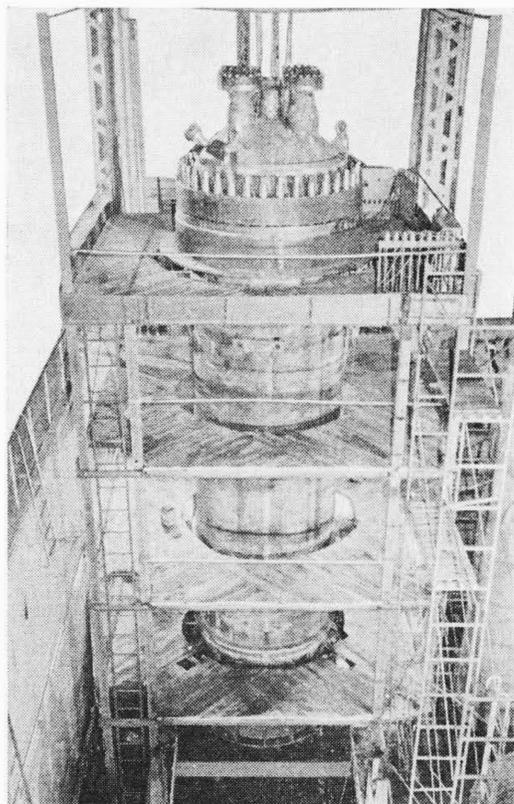
減速材として用いる軽水を実験に必要な温度, ポイズン濃度などにして集合体に供給する水系統設備があり, 集合体斜下方には中性子源装置がある。

集合体内の水位の調整のために水位精密測定装置, 水位調整装置があり, 水位の微細な変化にともなう反応度の変化を求められるようになっている。

集合体にはフォイル装置があり, 炉心の任意の位置の中性子束



第 4 図 O C F



第5図 JPDR 圧力容器の工場試験

などを計測できる。

集合体タンクには側面にのぞき窓が数箇所あり、炉心の状態をみることもできるようになっている。

本装置は昭和37年10月2日臨界に到達し、種々の実験が行なわれ成果を上げている。

第3図に本装置の据え付けが完成した状態を、第4図に設備の様態を示す。本装置はわが国で建設された民間の軽水減速形臨界実験装置の第1号機である。

28.1.2 建設途上の原子炉

(1) JPDR (動力試験用原子炉, 電気出力 12,500 kW)

(a) 圧力容器および内部構造物

日本原子力研究所東海研究所に設置するわが国最初の沸騰水形原子力発電プラントは、アメリカのGE社に発注されたが、その大部分の機器は国内で下請製作することになり、日立製作所は原子炉圧力容器とその内部構造物を製作した。

GE社の設計承認を得て昭和36年5月から製作に着手し、慎重な製作を行なったのち試験を完了、昭和37年7月現地に輸送し、据え付けを完了した。つづいて内部構造物の製作ならびに試験を完了し、昭和37年10月圧力容器内に組み込み、わが国最初の原子炉圧力容器を完成したことによって、貴重な設計製作上の技術を確認するとともに、大形原子炉製作への基礎を築くことができた。

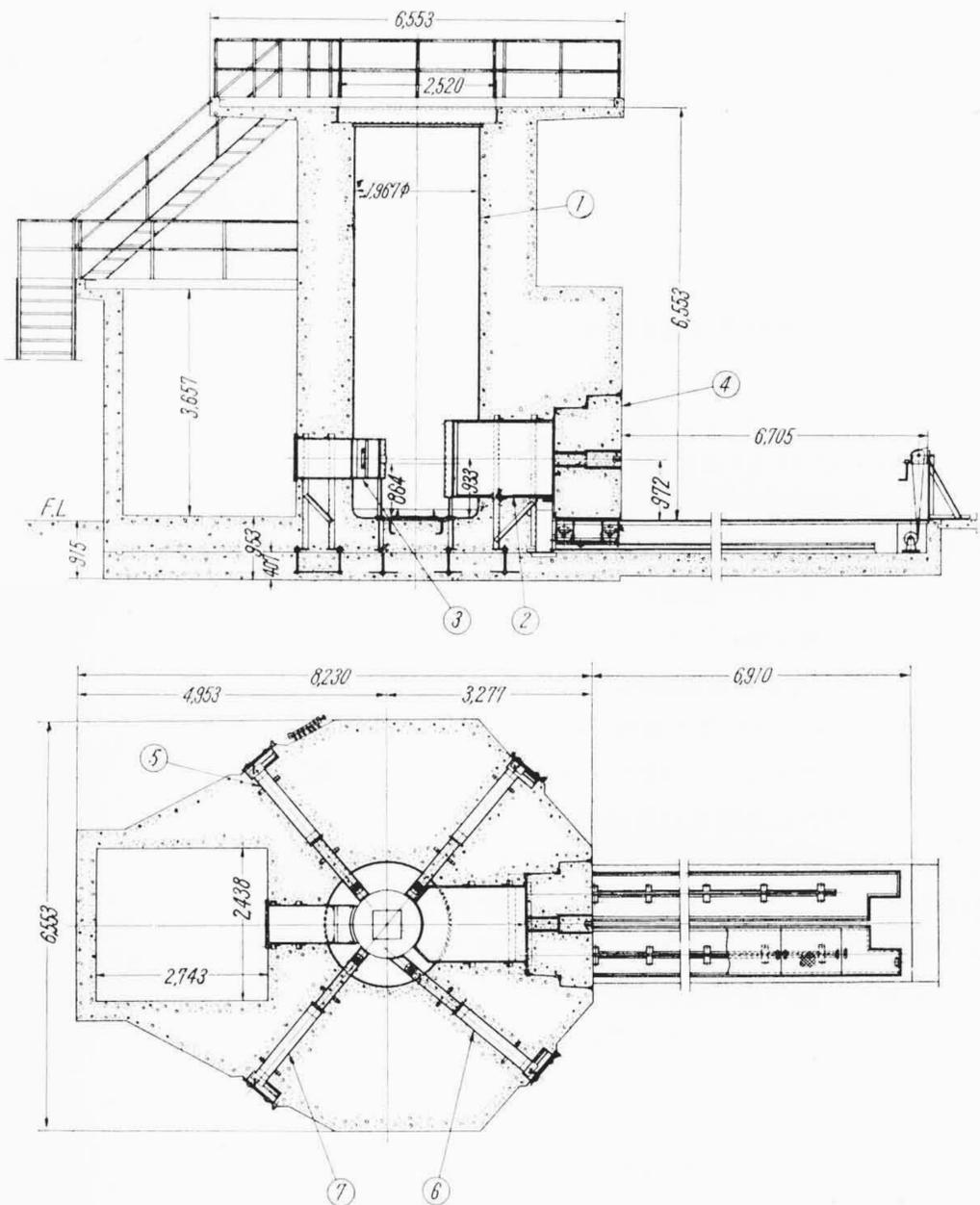
容器の大略仕様は、常用圧力 61.3 kg/cm²G, 常用温度 330°C, 容器内径 2,083 mm, 容器長さ 8,180 mm, 胴体肉厚 67 mm (クラッド厚さ 6.4 mm) である。

内部構造物はすべて材質 JIS. SUS-27 で溶接構造を主として採用している。

炉心支持わく, 下部グリット, 上部グリット, 炉心覆, チムニー, 給水散布管, ポイズン散布管, 炉心噴水管, モニタ管, 制御棒案内管, 蒸気分離器より成っている。

(b) 原子炉プラント付属設備

上記原子炉本体のほか、放射性廃液処理(純水製造を含む)関係のタンク類計 17 基および放射性廃ガス処理設備の機器類を製作し、タンク類は炭素鋼, ステンレス鋼, アルミ製のそれぞれよ



① 炉心タンク ② サーマルコラム ③ サーマルライジングコラム
④ コンクリートドア ⑤⑥⑦ 実験孔

第6図 TRIGA-II 形 原子炉

りなる。

放射性廃ガス処理設備は、本原子力発電所の特長の一つに数えられるもので、水原子炉内で発生した、あるいは系統内に漏れこんだ放射性ガスをほとんど完全に取り出し、処理設備にて放射能を減衰させ、安全な状態にして煙突より廃棄する。特に炉心内で放射線のため水が分解して発生する水素-酸素混合ガスは、本設備中の再結合器で回収されるようになっている。

本系統(処理設備)の主な機器としては、廃ガス蒸気ジェットポンプ, 予熱器, 再結合器, 廃ガス復水器, 液-ガス分離器, 廃ガス圧縮器, ガス貯留タンクおよび空気ろ過器があげられる。

(c) 復水装置および給水加熱器

沸騰水形原子力プラントにおいては系統中の放射能を制限するために特に給水純度が要求される。本プラントの復水器の冷却水としては海水が使用され、冷却管の管端よりの海水漏えいによる復水純度の低下を防止するために従来の拡管法のみではなく、冷却管端部と管板を溶接することにより、海水の漏えいを完全に防止する構造となっている。

プラントが危急停止した場合には従来の火力プラントのように安全弁を吹かせて蒸気を大気に放出することによって昇圧を防止することができず、また原子炉の熱容量が大きいために停止後一定時間は蒸気が発生し、それらのダンプ蒸気を処理するのに復水器上部に特殊な構造のエネルギーダンパが設けられている。

復水のためは復水中の放射能の減衰をはかるために、復水が一定時間以上滞留できるような構造となっている。

空気抽出装置は、炉内において給水の分解によって発生する水

素および酸素をも処理する容量を持っており、同時に装置全体の遠隔操作ができるように空気弁、蒸気弁ともに電動式となっている。

給水加熱器は、給水の漏えいを完全に防止するために全溶接形が採用されており、モネルメタルの加熱管は管板に溶接され、水室ふたの部分もダイヤフラムが水室に溶接されており、高圧給水の漏えいを完全に防止できる構造になっている。

一方、胴体の加熱蒸気側も比較的低压ではあるが、その特殊用途を考慮して、全然フランジを使用しない全溶接形が採用されている。

(2) TRIGA-II (トリガII形原子炉)

武蔵工業大学はアメリカ General Atomics 社から TRIGA-II 形原子炉を輸入することになり、この原子炉の大部分の機器の製作を受注し、すでに工場製作は完了し現地に据付中である。

本原子炉を第6図に示す。

28.1.3 HTR (日立教育訓練用原子炉) の性能試験

HTR の各系統の諸施設の検査が終わったのち、臨界試験、制御棒の校正、燃料要素などの等価反応度の測定、炉出力の校正、出力上昇などの各種性能試験を行なった。

臨界試験は昭和36年12月25日に行なわれた。臨界試験のために特に第7図に示すように第6~10の五つの特別の中性子計測チャンネルを設けた。各チャンネルの計数率の増加を記録しながら燃料を順次追加し、図のように6×6の36本燃料要素を装てんして臨界に到達した。U-235の量は約2.7kgであった。これは計算による推定値と非常によい一致を示している。第8図は臨界試験の際の状況を示す。

制御棒の反応度測定には各種の方法があるが、主として用いたのは正の炉周期法である。この方法が最も精度がよく、このほかに比較法ならびに未臨界法を併用した。第1表に校正結果の一例を示す。スクラム時に急速落下する安全棒、シム棒はいずれも設計値を上回る結果を得た。炉心の各場所における燃料要素の等価反応度を、制御棒との比較などによって測定したが、中心付近で約1.5%、外周の隅では約0.5%であり、計算による予想とほぼ一致した。

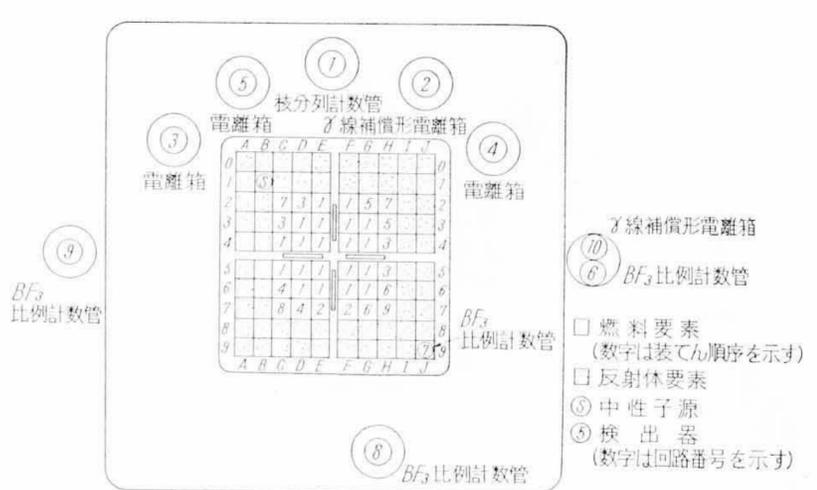
炉出力の校正は、炉心部の中性子束の分布を求め、中性子束の絶対測定を行ない、計算により炉の出力を求めた。測定はすべて放射化法で行ない、分布測定には銅線、絶対値測定には金箔を用いた。金箔の放射能の絶対値はβ-γ同時計数装置と4πガスフロー計数管を使用した。

出力上昇試験は昭和37年6月21日からはじめ、1kWより順次出力を上げ、25日に最高出力100kWに到達し、7時間以上運転し異常の起こらぬことを確認した。すなわち制御系の動作の確認、冷却系の流量、温度、電導度の測定、炉周辺、補機室などの放射線レベルの測定、出力係数の測定などである。出力係数は100kW当たり $-5.3 \times 10^{-4} \Delta k/k$ で、この炉の特長であるドップラー効果による負の出力係数が確認できた。

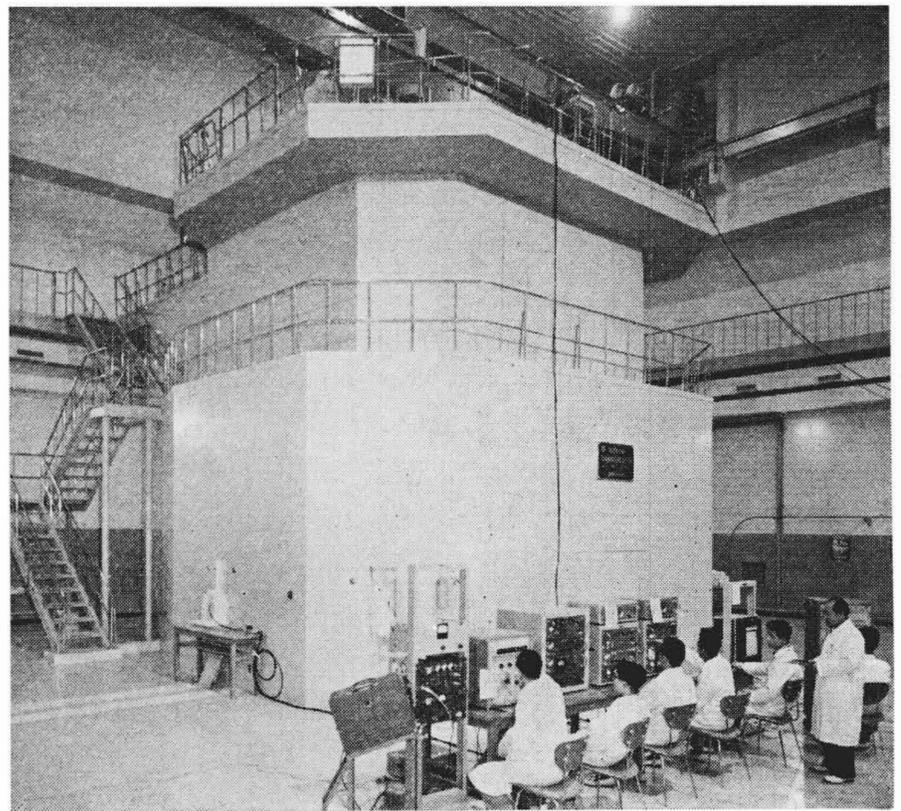
28.1.4 プラグハンドラ

日本原子力研究所の国産1号炉には、ビーム試験、たとえば中性子回析、中性子照射実験などに使用される水平実験孔および中性子の分布のほか炉の特性をくわしく測定するための計測孔類が炉心タンク中央部の水平面上に多数多種類が配置されており、これらの中にはプラグと称する遮へい体がそう入されて、炉心からの放射線を安全に遮へいしている。

プラグハンドラはこれらのプラグ群を炉の生体遮へい側壁および炉室内のプラグ格納室に安全に着脱する装置である。プラグ先端は炉心に近く置かれるためかなりの誘導放射能を持つため、プラグハンドラのプラグ収容部は厚い鉛で遮へいされたキャスク構造で表面



第7図 HTR 臨界試験における燃料要素装てん図

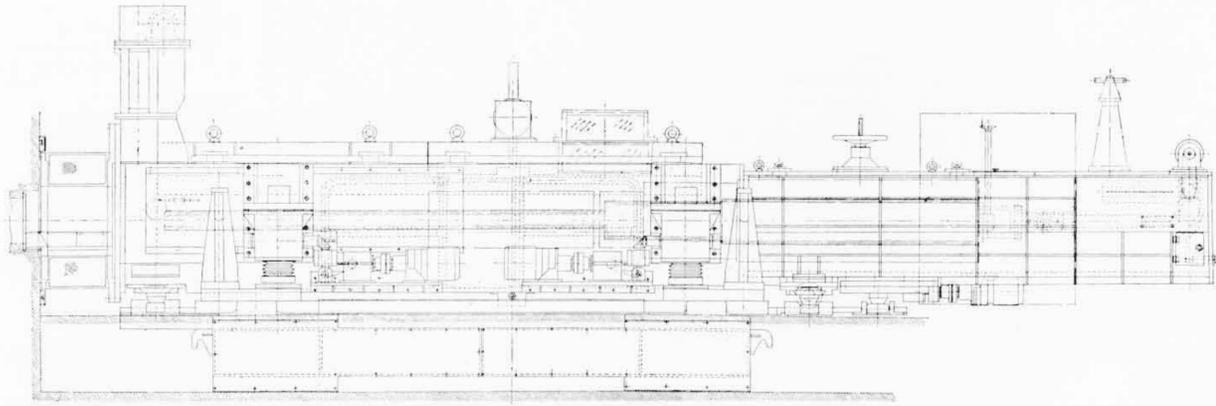


第8図 HTR 臨界試験状況

第1表 HTR 制御棒の反応測定校正結果の一例

	設 計 値 (%)	実 測 値 (%)
安 全 棒 No.1	1.33	1.69
安 全 棒 No.2	1.33	1.71
シ ム 棒	1.33	1.48
調 整 棒	0.50	0.39
合 計 値	4.49	5.27

線量を 50 m rem/h に押さえている。プラグは最大径 430φ、最大長 4,160 のごとく長大であり、スティックを起こさず着脱操作を行なうためのハンドラ位置決めはかなりの精度を要求される。したがってあらかじめ打刻された指標点をハンドラに固定された照準望遠鏡の目盛に合わせて位置決めを行なう方式を採用している。なお位置決めの際の操作時間を短縮するためプラグ孔とハンドラ頭部の位置決めは自動的に行なえるようになっている。ハンドラの移動は、炉室天井のロータリクレーンによりプラグ孔に粗位置決めを行なうが、プラグを収容して移動する際に、ハンドラ先端開口部からの放射線を遮へいするプラグゲートを先端に備えている。精位置決めはハンドラ自身に取り付けられた前後、左右、上下微動装置を各電動機で駆動し自走する。操作にあたって誤操作のないよう各種インターロックを設けるとともに、プラグの位置を間接的に表示できるようにし、操作系の動きはすべて操作盤に表示される。なおキャスク内部は万一汚染された場合にも洗浄できる構造とし、材質的にはさびの発生に十分注意を払ってある。本機は建屋構造、その他、環境に極度に



第9図 プラグハンドラ組立図

制約されたが、よく要求機能を満たす設計がなされている。

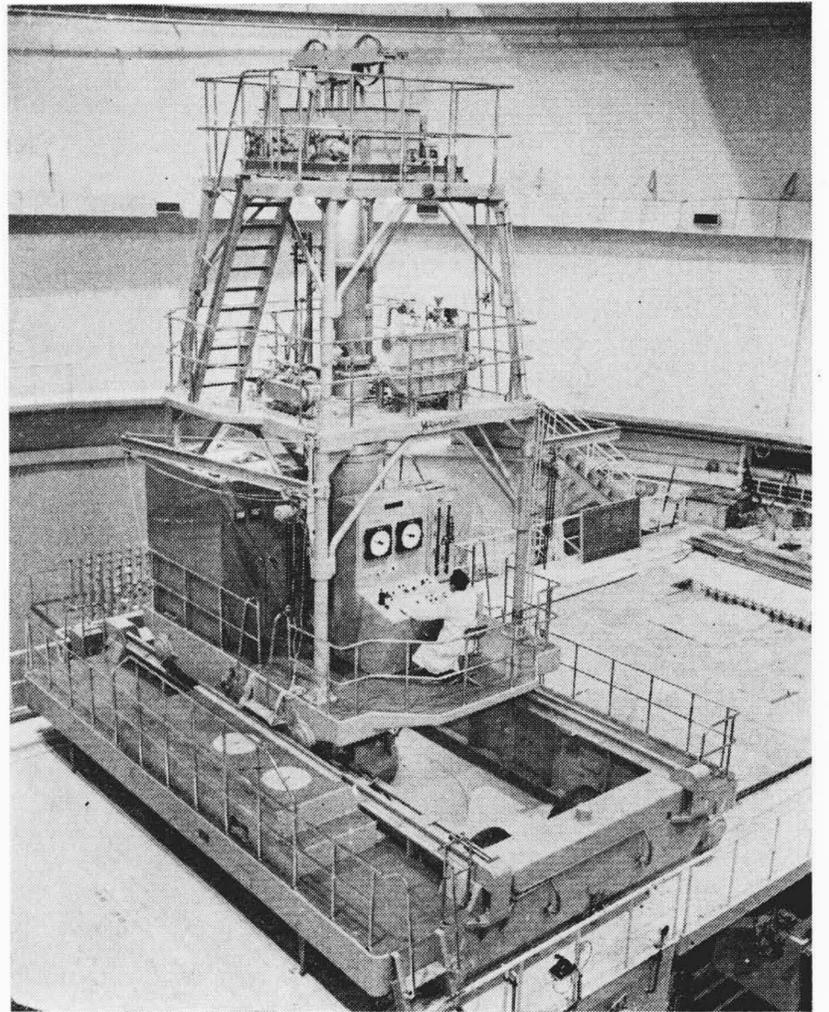
おもな仕様

全	長	約 6,000
全	幅	1,500
高	さ	1,650
装置表面の放射線量		50 m rem/h
上下微動機構ストローク		50
左右微動機構ストローク		50
前後微動機構ストローク		50
プラグ搬送ストローク		5,000
重	量	25 t

28.1.5 国一炉用燃料取替キャスク

本機は日本原子力研究所の国産一号炉 (JRR-3) 上を走行し、長さ 5.5 m の天然ウラン燃料棒を炉心に出し入れし、使用済燃料と新燃料を交換する走行クレーン形態の原子炉用特殊チャージングマシンである。使用済燃料は取り出し後も強い放射能をおびているためその取り扱いはずべて間接遠隔操作が必要である。(1) 所定のプロセスにしたがい炉心の所望の燃料装填孔に対し粗精二速度による正確な位置決めと気密結合を行なう。(2) 使用済燃料棒を自動的につまみあげ、これを放射線がもれないよう厚い鉛のよろいを着た遮へい筒に密封する。(3) あらかじめ用意された新燃料を炉心につり込み燃料孔に装填する。(4) キャスクに収容した放射燃料を不活性ガスで冷却し、また緊急の場合は重水冷却を行なう。(5) 炉室一隅に設けられた排出口まで移動して使用済燃料をつりおろし、排出シュートを経て貯冷水槽に格納するなど一連の複雑な任務に必要な機能が数千個の部品によって確実にこなされるようになっている。これらの特殊機能中最も斬新な特色は、70 t におよぶ重量物を任意の燃料装填孔に位置決め接続する機構で、あらかじめ装填孔にそう着された案内筒に対し、その近傍 30 mm 程度に高速で粗位置決めを完了すれば自動的に微速に切り替えられて精位置決めに移り、30 秒前後で心出精度約 0.5 mm に位置決めし、続いて炉心と気密に遮へい結合を完成し、さらに自動的にレールクランプされるという画期的なものである。また放射燃料を取り出す場合は外部から直視できないので、必要な作動はずべて操作盤面に表示され、各種インターロックと相まって扱いはまったくフルプルーフに行なわれるもので、今後の運転実績が大いに期待される。

主要寸法	全長	8,050 mm
	全幅	5,660 mm
	全高	8,910 mm
総重量		70 t
自動位置決め精度		<1 mm
上下台車走行	高速	10 m/min
	微速	0.1 m/min
巻揚速度		10~2 m/min
遮へい厚 (鉛相当)		270 mm



第10図 自走形燃料取替キャスク

巻揚荷重 (約)	100 g
耐震度	0.4G

28.1.6 原子炉計測制御装置

(1) OCF 計測制御装置

軽水減速非均質形臨界実験装置用制御盤を日立製作所中央研究所王禅寺分室に完成した。

中性子計測系統は第11図に示したとおり次の6系統である。
第1, 2チャンネル: BF₃ カウンタまたは核分裂形比例計数管で起動時の熱中性子束を計数し、対数計数率出力および集合体周期を測定する。

第3チャンネル: γ線補償形電離箱を検出器とし、出力電流を対数増幅し対数出力および炉周期を測定する。

第4, 5チャンネル: γ線補償形電離箱を用いて出力電流を振動容量形電位計で増幅し線形出力の測定を行なう。

第6チャンネル: シンチレーションカウンタからの検出パルスを増幅し対数計数率、炉周期表示を行なう。

各チャンネルの出力はメータ表示されるほか、第1, 2チャンネルの中性子計数はカウントされ、また第1~3チャンネルの炉周期、第3~5チャンネルの出力は記録計に記録される。

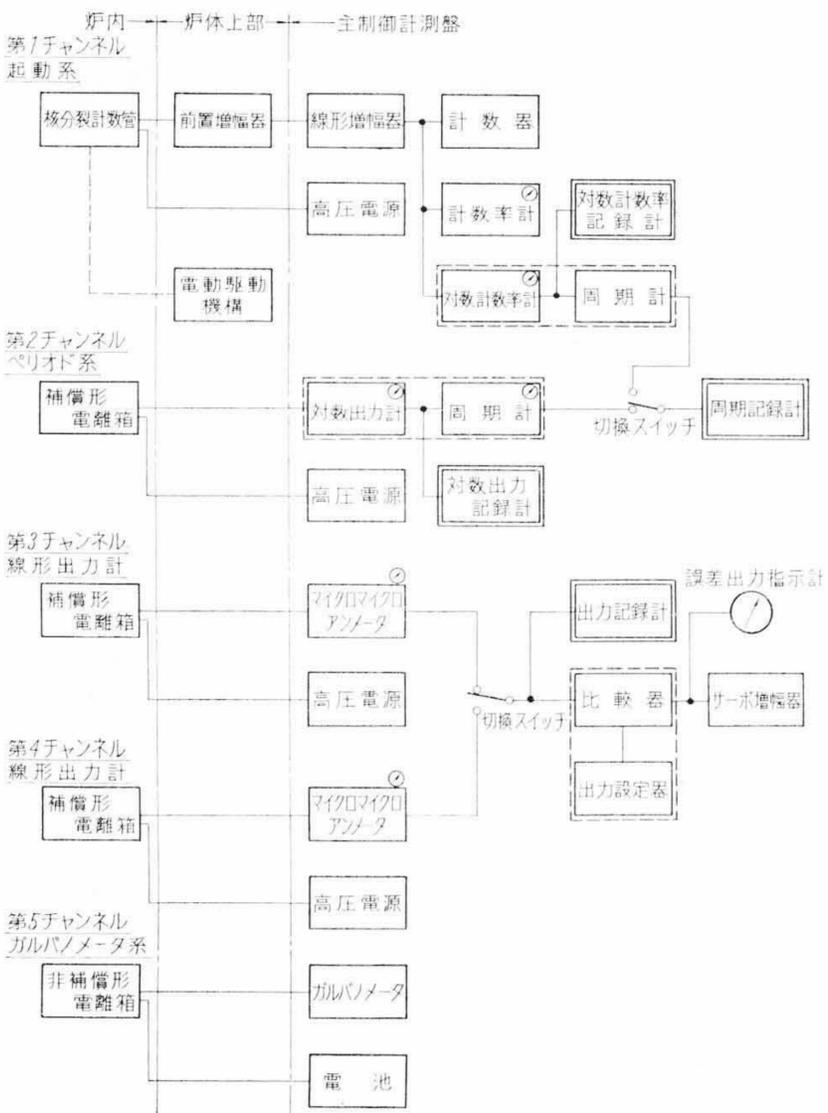
起動時は3本の安全棒を引き上げ、シム、調整棒を下降させたあとでなければ起動できないようにインターロックされている。

安全系統は第3チャンネルの炉周期が設定値以下、第3~6チャンネルの出力が設定値以上に達した場合200ms以内に安全棒落下ダンブ弁開放の動作を完了する。スクラム後はスクラム原因が除去されるまでは再起動できない。

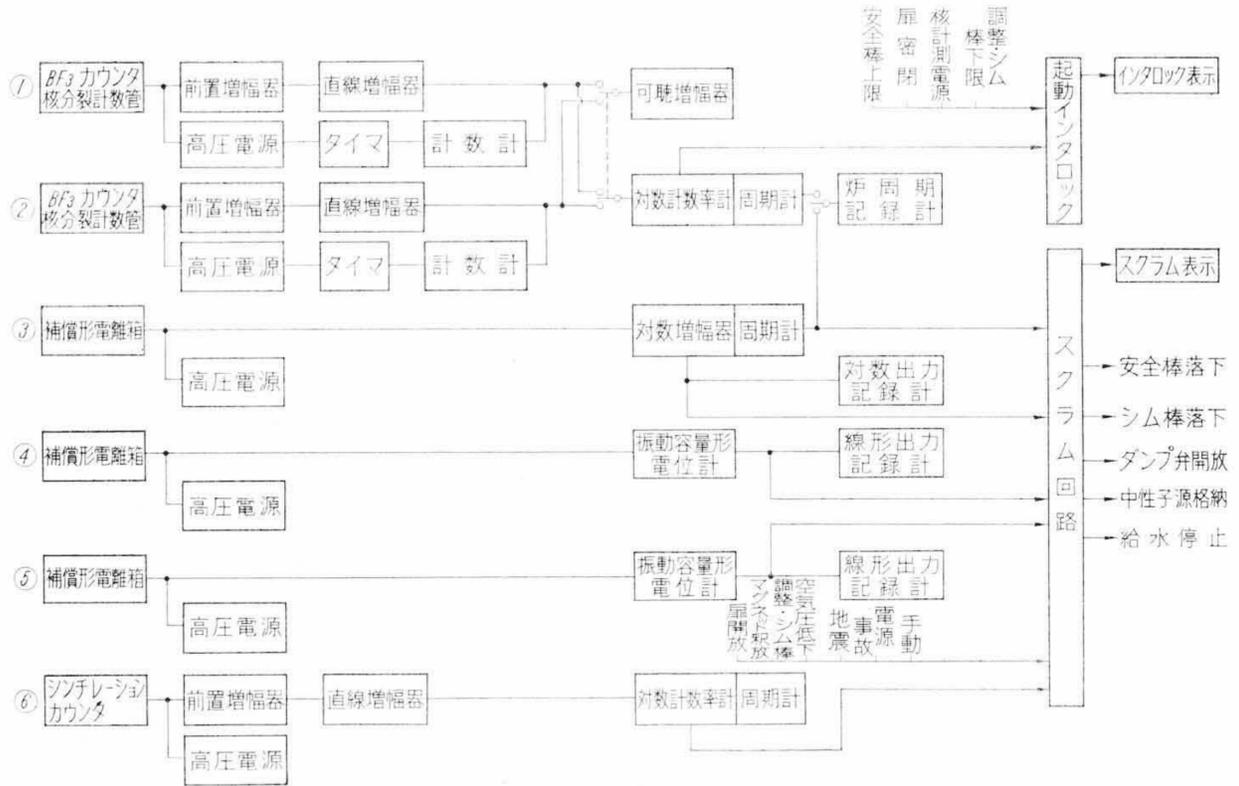
制御盤に近設されたプロセス計測盤は炉心タンク、ダンブタンクの温度および各部流量、水伝導度を監視している。特に炉心タンクの水温は温度調節計、ハンチング抑止装置で設定温度に制御される。このほか中性子計数計の雑音によるミスカウント防止のため万全の対策が講じられている。

(2) JRR-4 計測制御装置

JRR-4 の中性子計測系統は第12図に示すように核分裂計数管を用いた起動系統、 γ 線補償形電離箱を用いたペリオド系統、線形出力系統2系統、 γ 線非補償形電離箱を用いたガルバノメータ系統の5系統からなっている。最後のガルバノメータ系には停電時に炉の状態が監視できるように電池を使用している。制御室に主制御計測盤がおかれ原子炉に関するすべての量の監視とすべての操作を集中的に行なうことができる。盤の形状、器具の配置は人間工学によって設計され、操作しやすいように考慮されている。また炉の状態がグラフィックパネル上に示されており、運転に便利になっている。この炉は散乱実験や遮へい実験に使用するのを主目的の一つとしている



第12図 JRR-4 中性子測定系



第11図 OCF 計測制御系, 起動インタロック系, 安全系のブロック図

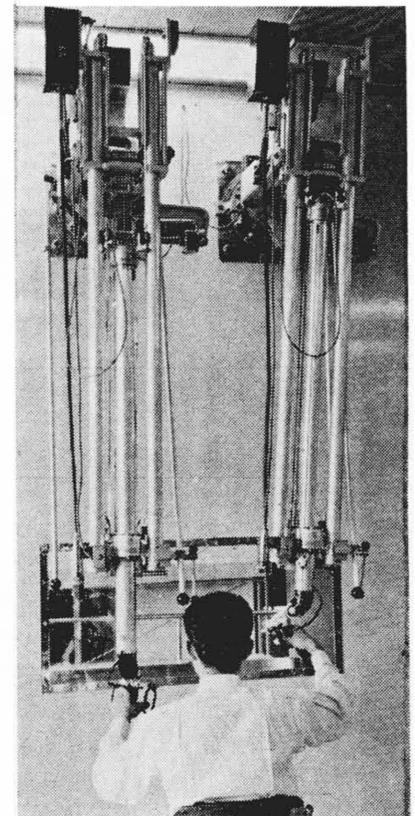
ので各種の測定器移動用のブリッジが設けられている。特に散乱実験に用いられる測定ブリッジは実験室の放射能レベルが高く人間の立ち入りができないので、工業テレビ、数多くの位置指示計、リミットスイッチによって、完全な盲目運転を安全にできるよう設計されている。

28.2 原子炉用実験装置

28.2.1 マニプレータ

日立マスタ・スレープ・マニプレータは人間の手の延長として遠隔作業をする高級な機械腕を持ち、放射性物質取扱用として各所で用いられている。機械式マスタ・スレープ・マニプレータはすでに完成されたものについて細部の検討、改良が行なわれ、さらに使いやすいものを完成した。1,000 キュリー台の放射性物質取扱用日立標準マニプレータ HM-II A 形を東京原子力産業研究所に、ホットケープ用として納入した。また名古屋市立科学館にも納入し、教育・展示用として遠隔操作装置の知識の普及に役だっている。

電気式マニプレータは、作業する機械腕と人間との間の距離に実用の範囲では制限がない点で機械式にまさる。サーボ系の理論的解析と実験はすでに日立製作所において繰り返され、それらの基礎の上になつて目下試作品について各種試験が行なわれつつある。



第13図 日立マスタ・スレープ・マニプレータ

28.3 放射線測定器

28.3.1 β 線スペクトロメータ

セクタ二重取斂形 β 線スペクトロメータの開発を行なった。本体電磁石部、電源部、検出器部および測定制御部にわかれていた。本体の設計に当っては、放電記録紙による磁場解析を行

ない、分散シム方式がすぐれていることを確認した。また磁極端磁場についても、シュワルツ・クリストッフェル変換を用いて解析し、設計の基礎データとした。本体はコイルを外側に配置した鎧装形で、全体の大きさに比較して軌道半径が大きくて分解能がよく、しかもコイル配置のくふうによって明るさを落さない点が最大の長である。さらに明るさを増すために磁極間げきを非セクタ形と同程度に大きくしたが、そのことによる性能低下はなかった。その他①磁界分布の精度を良くするためコイルを真空中にいれ、その配置に新しいアイデアをいれたこと。②ゴニオメータと組み合わせて β - γ コインシデンスの測定に適すること。③タイマ、プリンタ、励磁電源、検出器等を組み合わせて自動プログラム制御を行ない、完全自動測定記録ができること。④電磁石は本質的にヒステレシスおよび残留磁気の少ない設計になっているが、さらに自動消磁装置をつけて 0.1 ガウス以下に消磁できるようにしてあること。⑤励磁電源は全トランジスタ式としてMG式のような騒音をなくし、小形化し、また信頼性の高いものとしたこと。⑥定電流制御系は 20% 以上の外乱に対しても精度 5×10^{-4} よりも良く、また長時間ドリフトもきわめて少ない、などが特長である。

第2表に主要な仕様を、第14図にブロック線図を示す。また第15図は Cs^{137} の β 線スペクトルならびに 661 keV の内部転換電子のピークを測定したもので、線源 2 mm ϕ で、スリットなどをまったく使用しない状態で 0.37% の分解能が得られている。

第2表 β 線スペクトロメータ仕様

項目	仕様および説明
形式	扇形二重収斂形
標準軌道半径	約 340 mm
磁極間げき	標準軌道半径上で 240 mm
エネルギー分析範囲	4 MeV ~ 50 keV
分解能	約 0.4%
明るさ	0.6 ~ 0.2%
真空度	1×10^{-4} mmHg
励磁電源	トランジスタ式 3.6 kW 60 V 60 A 穴電流制御系安定度 $5 \times 10^{-4}/5$ h 自動掃引装置、自動消磁装置付き
計測装置	GMおよびシンチレーションカウンタで検出シタイマ、プリンタ、励磁電源を組み合わせて完全自動測定記録ができる。またゴニオメータと組み合わせて β - γ コインシデンスの測定ができる。

28.4 粒子加速器

28.4.1 可搬式中性子発生装置

本器は炉物理実験、放射化分析に使用する可搬式中性子発生装置であり、重水素イオンの加速電圧は 150 kV で、ターゲットは吸着三重水素である。発生する中性子は 14.1 MeV で均一なエネルギーを持っている。

連続中性子を発生させられるほか、イオンソースパルサとビームダクトパルサによるパルス中性子の発生も可能である。高圧電源はセレン整流器を用いた高周波コッククロフトで、イオンソースの電源には絶縁トランスを使用している。

ビーム電流は 1 mA 以上で、 10^{10} K/s の中性子を発生させるには 500 μ A で十分である。パルス運転の場合のパルス幅は 1 μ s ~ 1 ms で、繰り返し周波数は 1 ~ 10 kc で、いずれも可変である。

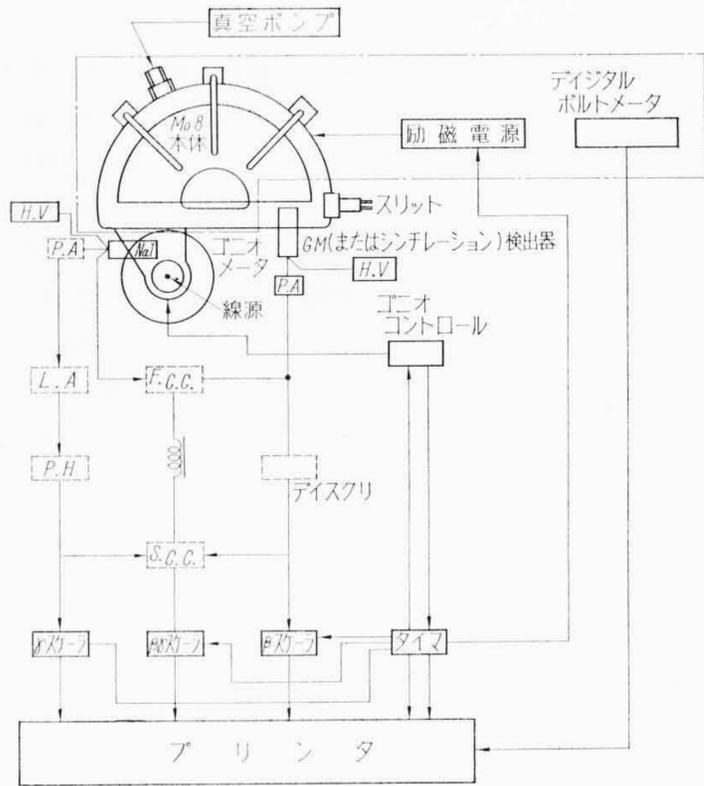
第16図は本器の加速器部を示すもので、第17図は延長管を取り付けたターゲットである。

28.5 その他

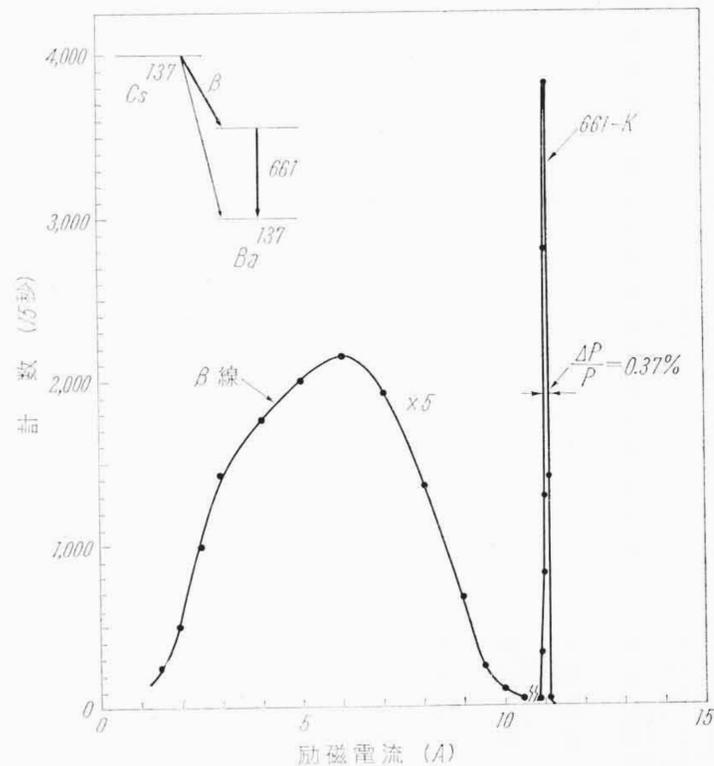
28.5.1 PIG 放電装置

名古屋大学プラズマ研究所の大形実験装置である完全電離定常プ

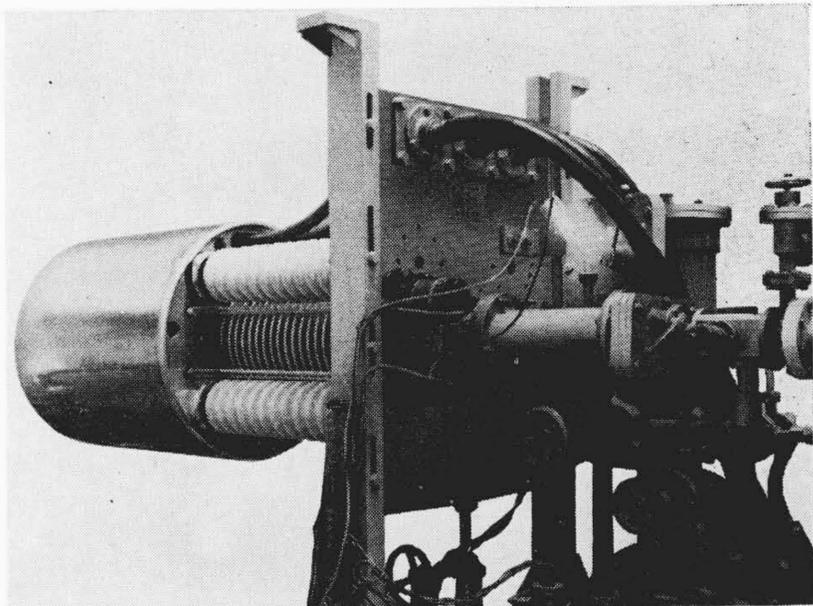
ラズマ発生装置(QP)の心臓部をなすプラズマ源「PIG 放電装置」を納入した。この装置は完全に電離された静かなプラズマを長時間安



第14図 β 線スペクトロメータブロック線図



第15図 Cs^{137} の β 線スペクトルならびに 661 keV の内部転換電子のピーク測定図

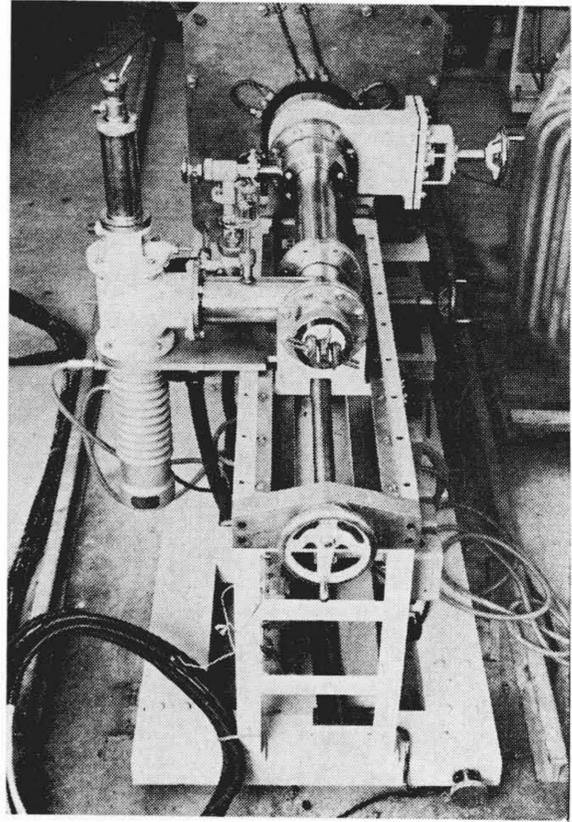


第16図 可搬式中性子発生装置加速器部分



第17図 可搬式中性子発生装置ターゲット

定に発生させてプラズマの基礎研究を行なうためのものである。
 PIG 放電管は真空に排気し、軸方向に約1,000ガウスの磁界をかけ、ここに 10^{-3} mmHg程度の H_2 , D_2 , Heなどの気体を3,000l/minくらい送り込む。この気体は環状タンタル線フィラメントからの熱電子を加速してタンタル陰極板に衝突させるエレクトロンボンバード方式で発生した電子を利用してPIG形の放電を起こさせ、電離させる。本装置には放電管本体のほかにコイル励磁用5kW, 4,000V DCG, 直流放電用10kW, 500~125V DCG, 陰極加熱用2kW, 4,000V SRe式直流電源, フィラメント用1.5kW, 15V SRe式直流電源などをまとめて納入した。これらの電源はリップルを少なくするよう特に留意して設計され、また制御, 信頼性などを慎重に検討して計画されたものである。



第18図 名古屋大学納PIG放電装置

昭和37年度における日立製作所の社外講演の成果 (件数) (昭和36年11月~昭和37年10月)

				36/11	12	37/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	
事業所別	内訳	日立	工場			7	3	3	1	2	7	3			4	30	
		日立	工場							1	1					3	
		日立	工場			10		6	1		2	11			2		32
		日立	工場			1		3					1				5
		日立	工場			1						2					3
		日立	工場		1	1	1	4	2		3	3	3	1		1	20
		日立	工場		2	1	3	3	3	4	2		3	3	2	2	28
		日立	工場			1	4		1	3			1	3	2	1	17
		日立	工場		1			2		1							4
		日立	工場			1					1	1		1	2		6
		日立	工場		2	3	1	1				2	2	1		3	15
		日立	工場					1							1		0
		日立	工場			2				2	1						2
		日立	工場		3	10	1	1	3	1			4	14	2	1	40
		日立	工場								1						0
		日立	工場		1	2					1		1	1		1	7
		日立	工場				1			1			4	2	5	1	14
		日立	工場			2	3	1	1	6	1			1	3	2	19
		日立	工場		3	7		1		1				3	1	1	16
		日立	工場				1	1		1							3
日立	工場					2				1			1		1		
日立	工場		22	29	52	13	21	8	16	49	57	20	8	18	313		
日立	工場		31	18	14	5	7	4	6	31	26	9	3	3	157		
日立	工場		2	1	3	2	4		1	5	4	7	1	7	37		
日立	工場			2	1										3		
計				68	99	87	46	56	25	35	117	111	71	25	44	784	
部門別	内訳	電車	関係	37	21	9	12	7	4	13	49	19	3	5	10	189	
		機械	関係	5	4		5			2	7	1	1	1		26	
		汎用	関係	3	2	6	4	4	6	2	1	4	4	2	1	39	
		商品	関係		1	1		2							1	4	
		通信	関係	1	2		2	1	1	2	2	3	1	2	4	12	
		コンピュータ	関係	3	23	1	3	4	1	3	5	5	3	3	1	3	21
		電子計測	関係	2		2		2	0	1	6	3	5	18	4	1	71
		化学製品	関係	4	12		2	2	1	1	12	2	2	19	1	5	59
		化学製品	関係	3	5	2	8	18	3	4	7	10	6	1	4	4	71
		化学製品	関係	3	13	7	1	4		1	3	1	5	2	1	1	41
		化学製品	関係	6	15	56	9	11	6	5	24	60	8	4	10	10	214
		化学製品	関係	1	1	2	2	1	3	1		1	1	1	1	2	16
		計				68	99	87	46	56	25	35	117	111	71	25	44
寄稿先内訳	の	学会		51	74	66	14	19	9	7	95	81	46	6	22	490	
		学会		3	12	9	13	12	5	6	5	14	8	4	5	96	
		学会		14	12	12	19	25	11	22	17	16	17	15	17	198	
合計				68	99	87	46	56	25	35	117	111	71	25	44	784	