

電力・エネルギー

規制緩和による電力事業の新しい枠組みのもとで、グローバル化と設備の経済性、信頼性の向上に対応して技術開発を推進した。

原子力関係では、東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所6,7号機(1,350 MW ABWR)の建設が順調に推移し、6号機は1995年11月に燃料装荷、起動試験に入った。また、原子力発電所用として大容量1,450 MVA三相変圧器も納入した。

火力関係では、北陸電力株式会社七尾大田火力発電所1号機、石炭専焼超臨界圧変圧運転プラント(500 MW)を完成し、1995年3月から営業運転を開始した。電源開発株式会社竹原火力発電所2号機、世界最大容量の流動床ボイラ発電設備(350 MW)が完成し、1995年7月から営業運転に入った。

送変電関係では、わが国初の500 kV直流送電の実現を目指し、500 kVサイリスタバルブなどの交直変換機器を関西電力株式会社、四国電力株式会社、電源開発株式会社と共同で試作、検証した。

ABWR(改良型沸騰水型原子力発電設備)の建設状況

東京電力株式会社納め柏崎刈羽原子力発電所6,7号機(世界初ABWR(1,356 MW))の建設は順調に推移しており,6号機は1995年11月に燃料装荷,起動試験に入った。

ABWRは安全性,運転性および経済性のいっそうの向上を目指して開発されたもので,その特徴的な技術は,インターナルポンプ,改良型制御棒駆動機構,鉄筋コンクリート製原子炉格納容器,総合デジタル計測制御システム,52インチ長翼タービンなどである。

日立製作所は,東京電力株式会社の指導の下に株式会社東芝,GEI社と共同建設体制を組み,ABWRの今後の標準となるように各種の合理化建設工法を取り入れ,6号機ではタービン設備を,7号機では原子炉設備の建設をそれぞれ進めている。

6号機は1991年6月にタービン建屋の循環水配管の据付けに着手し,1994年10月の天井クレーンの稼動とともにタービン本体の組立,調整を進めた。1995年は各系統の配管の耐圧,洗浄,6月のタービンの通商産業省使用前検査後,タービン・発電機の本組立,油系統の配管,軸受の油洗浄を完了した。各系統,機器の試運転も順調に進み,11月に原子炉に燃料を装荷し,1996年の営業運転開始に向けて,起動試験を開始した。

7号機は1993年にRCCV(鉄筋コンクリート製格納容器)の据付けを開始し,大型移動式クレーンを活用した大ブロック・モジュール工法を先行機よりさらに拡大して推進した。大ブロック・モジュール工法は,据付けエリアでの作業を削減し,工事の並進化が可能となり,建設工期の短縮,品質の向上,建設作業の安全性確保に効果大きい。

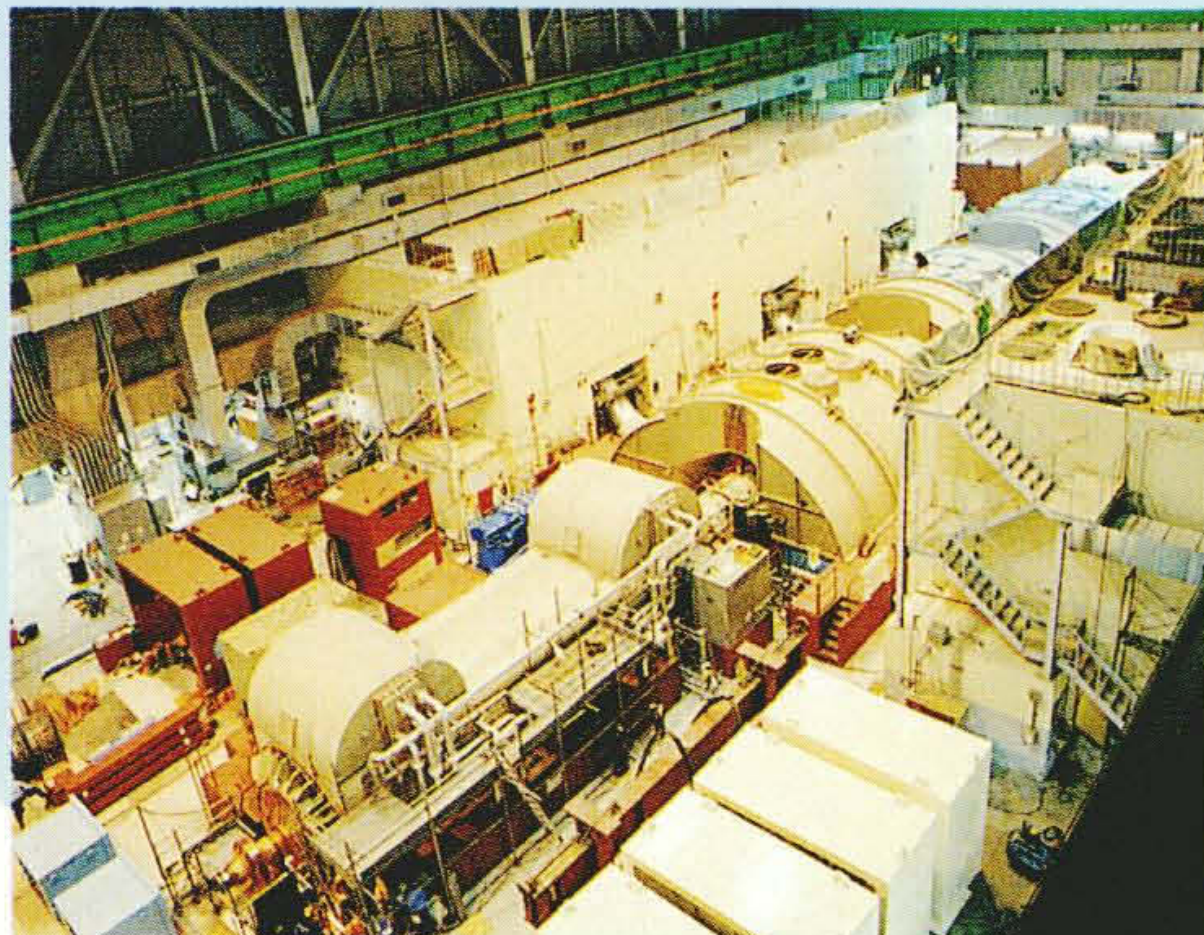
1995年は1月に中央制御盤の搬入,建築-機械の共同モジュールであるRCCVトップスラブモジュールの搬入,そして5月には原子炉压力容器の搬入を行った。その後,原子炉压力容器への炉内構造物,インターナルポンプ,制御棒駆動機構ハウジングの据付けを完了した。中央制御盤の復元試験,電気計装工事を進め,10月に6.9 kVの所内電源を受電後,試運転を開始し,建設工事も据付けから試験の段階に入った。1996年には原子炉系の系統試験,原子炉压力容器の耐圧試験,鉄筋コンクリート製格納容器の耐圧漏えい試験後,原子炉に燃料を装荷し,起動試験に入る。営業運転開始は1997年の予定である。



東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所6,7号機建設現場



7号機原子炉压力容器搬入状況



6号機タービン発電機



7号機中央制御盤

新型総合デジタル中央監視制御システム“NUCAMM-90”据付け完了

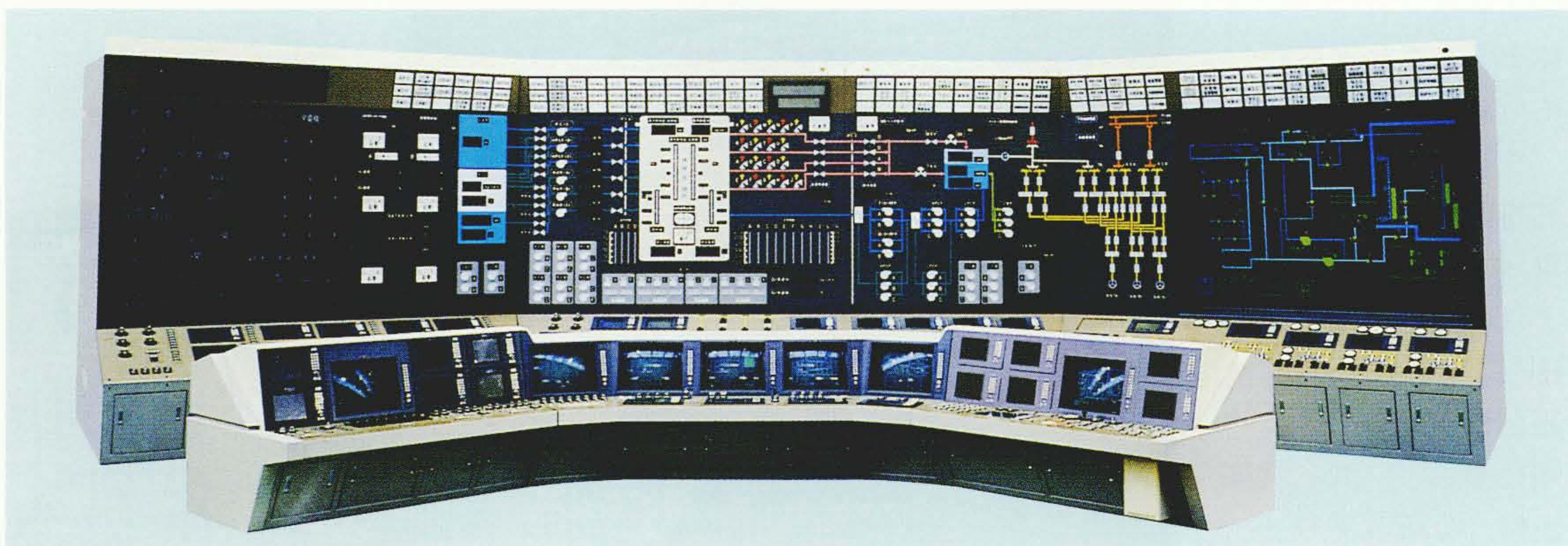
東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 7 号機の中央監視制御システム“NUCAMM-90”の据付けを完了し、1997年 7 月の完成に向けて試運転中である。

ABWR向け中央監視制御システム“NUCAMM-90”の据付けを1995年 2 月に完了した。このシステムは、プラントの運転信頼性、保守性のいっそうの向上を目指し、以下を特徴としている。

- (1) フラットディスプレイ、CRTのタッチオペレーションの採用
- (2) 運転員のワークロードの平坦化を目指した自動化範囲の拡大(制御棒操作、スクラム後定型操作など)

(3) 順次適用拡大してきた冗長化デジタル方式をベースとした安全保護系を含む総合デジタルシステムの採用

NUCAMM-90は、プラント起動・停止および通常運転時の監視操作が座位で可能なように、主要な監視操作を集約した主盤と、プラント全体状況を運転員全員の共有情報として提供する大型表示盤で構成する。



新型総合デジタル中央監視制御システム “NUCAMM-90”

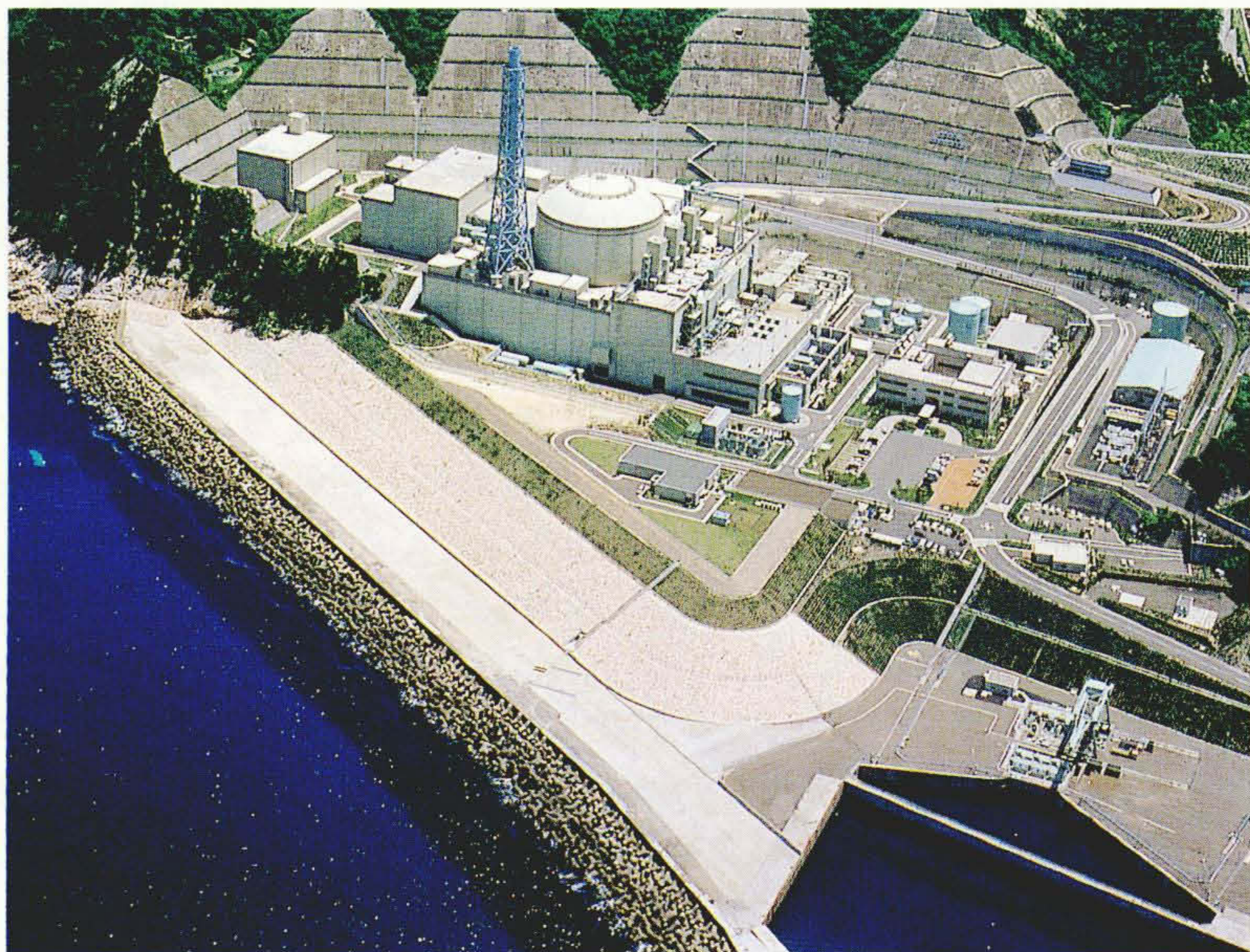
高速増殖原型炉「もんじゅ」

国家プロジェクトである高速増殖原型炉「もんじゅ」は、1995年 8 月29日初併入を達成した。日立製作所は、その開発に積極的に参画している。

動力炉・核燃料開発事業団の高速増殖原型炉「もんじゅ」(福井県敦賀市、電気出力280 MW)は、1994年 4 月に初臨界を達成した後、炉物理試験などを経て、1995年 8 月29日にわが国初の高速増殖炉による発電を開始した。

「もんじゅ」の出力試験は、動力炉・核燃料開発事業団が中心となり、原子力プラントメーカー 4 社(日立製作所、株式会社東芝、富士電機株式会社、三菱重工業株式会社)と高速炉エンジニアリング株式会社が協力して進めてきた。

日立製作所は、一次主冷却系中間熱交換器、循環ポンプ、配管、制御棒駆動機構、ブランケット燃料集合体、蒸気発生器(過熱器)、中央計算機設備などの主要な設備を担当し、全期間無災害で据付け工事、総合機能試験を完了した。



高速増殖原型炉「もんじゅ」

原子燃料サイクル施設の建設状況

限りあるウラン資源の有効利用を目的に、軽水炉燃料再処理施設の建設や高速炉燃料再処理技術確立のための試験施設の建設に積極的に取り組んでいる。

日本原燃株式会社が青森県六ヶ所村に建設中の軽水炉燃料再処理施設のうち、先行して建設が進められている使用済燃料の受け入れ施設および貯蔵施設は、その建設工事が順調に進められており、1997年6月に運転開始の予定である。

日立製作所は、この施設の主要部である燃料移送設備・貯蔵設備などを担当するとともに、建屋幹事会社として全体まとめ業務を遂行している。

さらに、動力炉・核燃料開発事業団が茨城県東海村に1995年1月に建設を開始したRETF(リサイクル機器試験施設)の建設計画に参画し、計測制御設備、分析設備およびオフガス処理設備など

を担当し、動力炉・核燃料開発事業団ならびに関連企業体との協調を図り、施設完成に向けて設備の設計・製作、現地据付け工事を進めている。

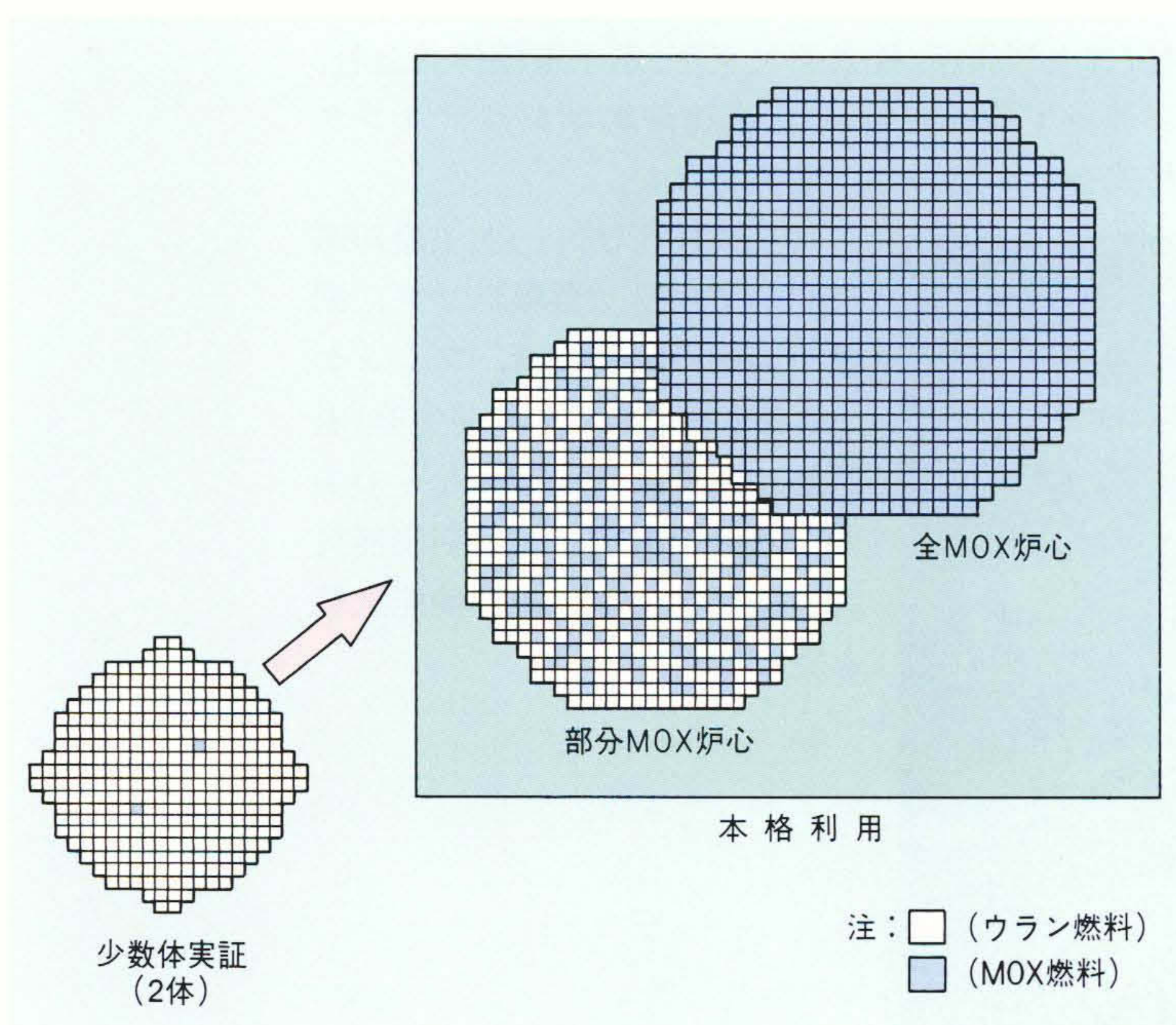
現在、地下階の配管・機器などの据付け工事作業が進行中で、順次建設を進め1998年の完成を目指している。



動力炉・核燃料開発事業団RETFの建設状況(1995年8月撮影)

ABWRにおける全MOX炉心

改良型BWRであるABWRを対象に、MOX燃料の本格利用研究の一環として開発を進めている全MOX炉心の基本的成立性を確認した。



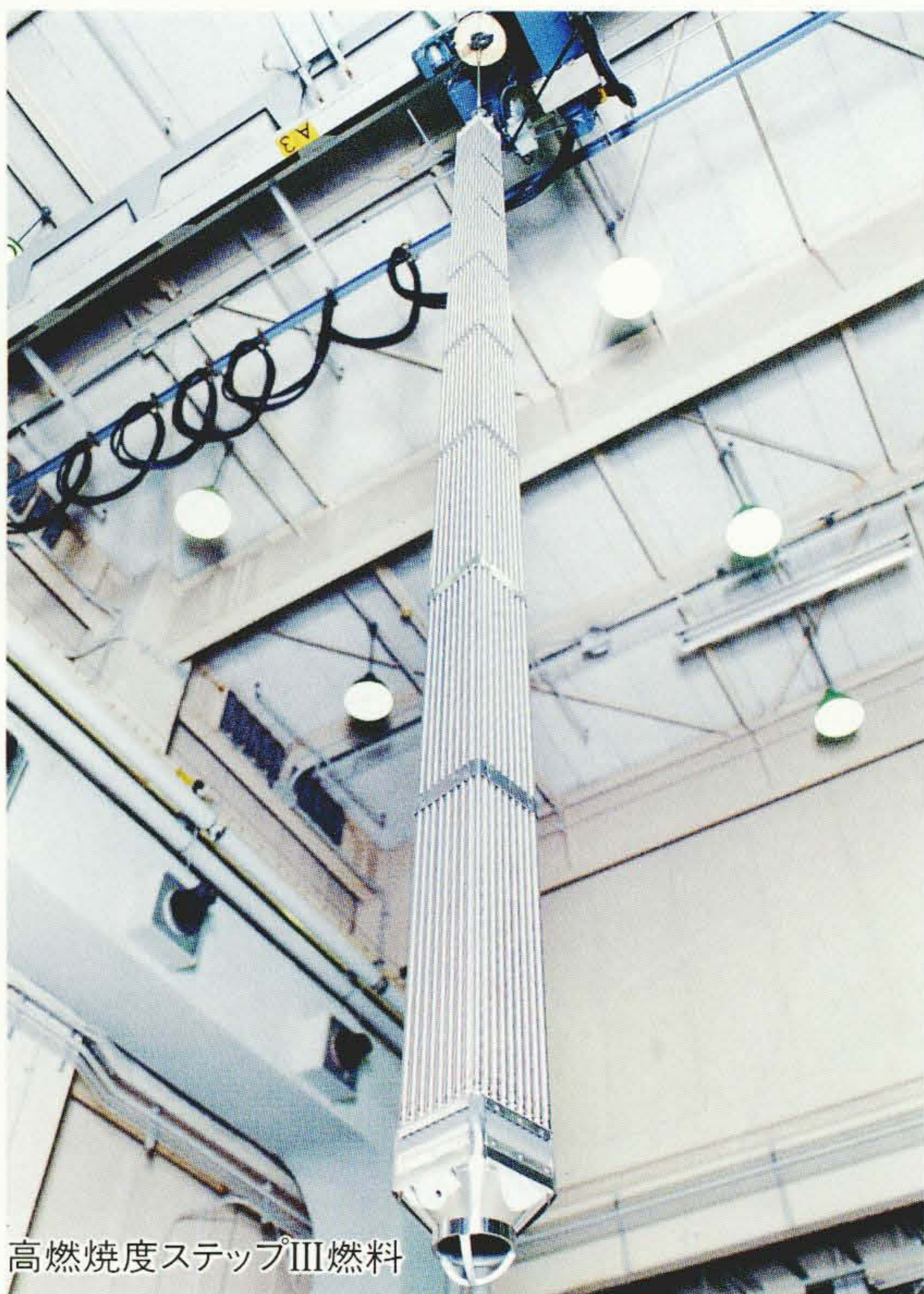
BWRでのMOX燃料利用計画

原子力の研究、開発および利用に関する長期計画では、使用済燃料を再処理して取り出すプルトニウムをMOX(混合酸化物)燃料に加工し、軽水炉で利用する計画が示されている。わが国では、少数体実証の実績を踏まえて、既設炉で取替燃料の一部として、MOX燃料の本格的な利用が計画されている。日立製作所は、MOXの本格利用研究の一環としてABWRでの全MOX炉心の開発を進めている。

MOX燃料の利用にも適した優れた炉心特性を持つABWR(1,350 MWe)炉心を対象に、ステップII燃料の構造設計仕様のMOX燃料(取出平均燃焼度約33 GWd/t)を用いた全MOX平衡炉心、および全MOXに至る初装荷、移行炉心を検討した。初装荷炉心へはMOX燃料を約30%装荷するものとし、できるだけ早く全MOX炉心を構成することを念頭に置いた。各サイクルでの特性評価の結果、その基本的成立性を確認した。

高燃焼度ステップIII燃料

高燃焼度ステップ III 燃料(9×9型)が完成した。この燃料では取出燃焼度を約45 GWd/tに高め、燃料経済性の向上および使用済燃料発生量の低減を図っている。



高燃焼度ステップIII燃料

東京電力株式会社から受注した高燃焼度ステップIII燃料3体がこのほど完成し、本格利用に先立ち同社福島第二原子力発電所2号機に装荷される予定である。

高燃焼度燃料は、取出燃焼度を高めることにより、燃料経済性の向上および使用済燃料発生量の低減を達成するもので、ステップI、II、IIIと段階的に実用化を進めているものである。ステップIII燃料は、この最終段階(取り出し平均燃焼度約45 GWd/t)の製品である。

この燃料は、燃料棒配列を従来の8行8列から9行9列とし、燃料棒平均の線出力密度を低減している。2本の太径ウオータロッドを採用し、水対ウラン比の最適化も図っている。スペーサには、限界出力特性向上のため丸セル型を採用している。また、部分長燃料棒と超低圧損型上部タイププレート採用による二相流部の圧力損失低減、および下部タイププレートの高圧損化を図ることにより、核・熱水力特性を改善し、チャネル安定性および炉心安定性を向上させた設計としている。

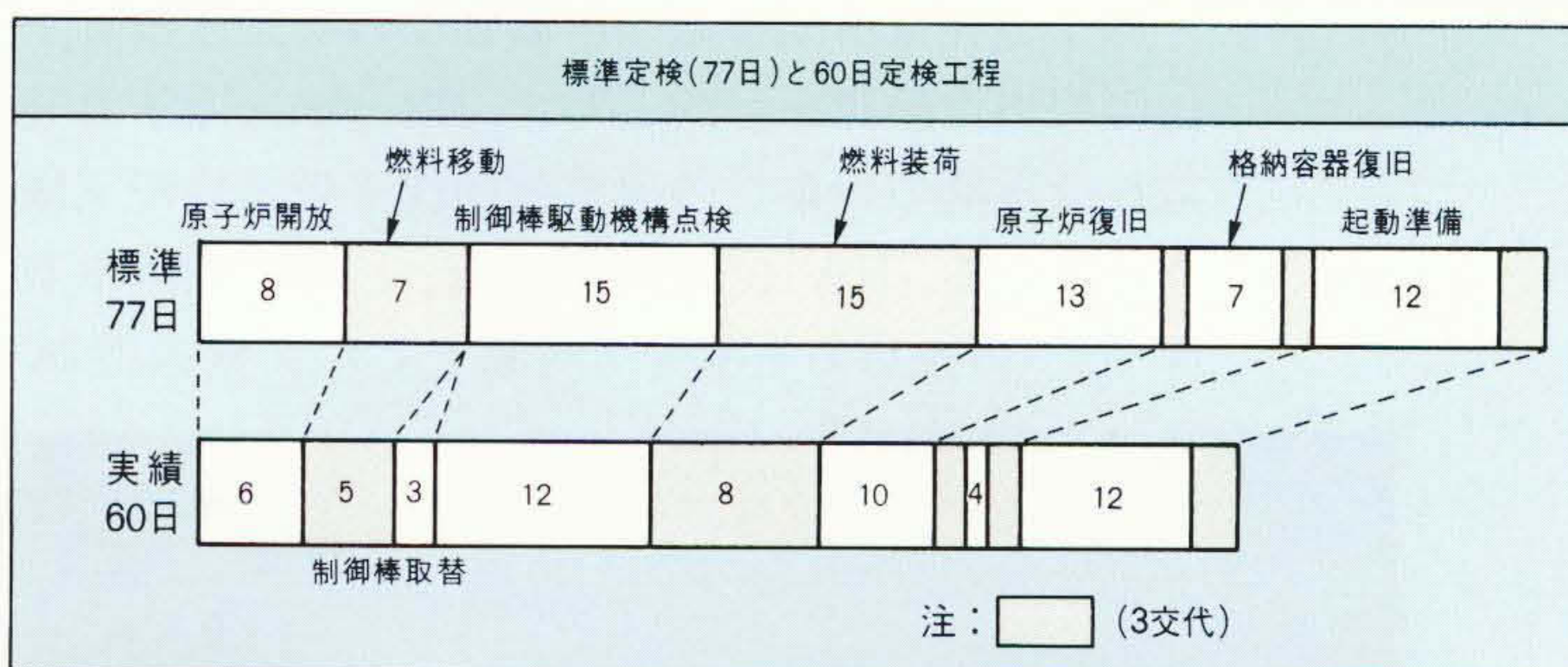
福島第一・第二原子力発電所における60日定期検査の達成

東京電力株式会社 福島第一原子力発電所4号機の第13回定検(1995年2月開始)、および同社福島第二原子力発電所4号機の第6回定検(1995年5月開始)で60日定期検査を達成した。

従来は定検(標準定期検査)で77日程度の工期を必要としていたが、稼働率向上や他電源との競争性の観点から短期定検の必要性があげられ、電力・定検請負メーカーが一体となって約1年間かけて計画を充実させ、17日の短縮を達成した。

通常の標準定検時の安全性および信頼性を満足しながら短期定検を実施するため、工程短縮のための改善策を種々検討し適用した。主な改善策は、(1)防護区域内多目的スペース設置などによる作業環境改善および作業効率向上、(2)工程上クリティカルとなる作業の時間単位による工程管理、(3)予備品(制御棒駆動機構水圧制御ユニットの弁類、タービン制御系のポンプ・サーボ弁など)の導入による入れ替え点検方式の拡大などである。

今回の60日短期定検の実績を基に、今後は他プラントへの短期定検計画への反映といった短期定検へ向けての課題、改善策を評価・提案していく。



原子炉圧力容器上ぶた取り外し作業
(原子炉開放工程の主作業であり、本作業を含め入念な計画によって開放工程を2日間短縮した。)

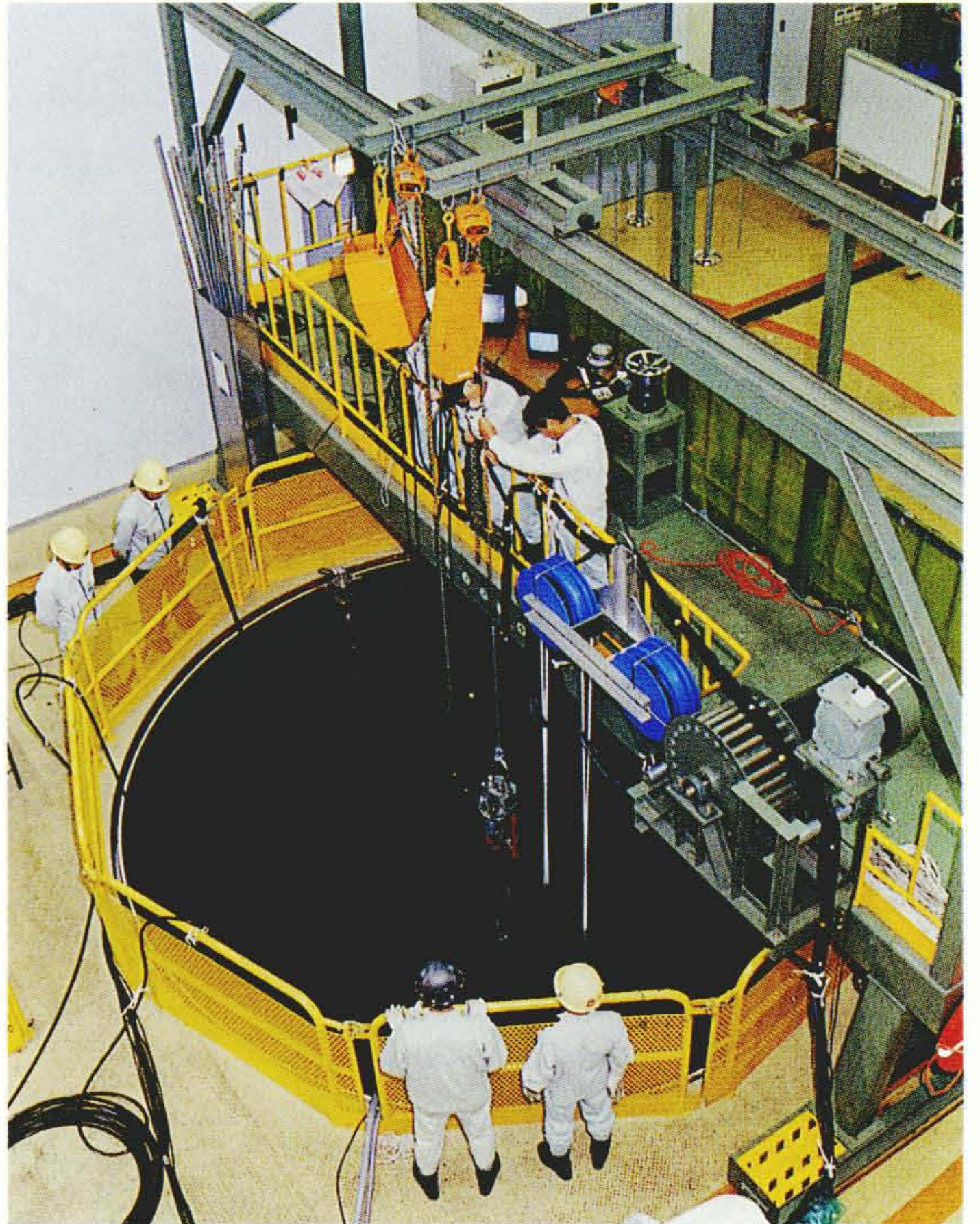
BWR炉内機器予防保全技術開発の推進

BWR予防保全技術センターの完成(1994年10月)以降、同センターの試験設備を用いて、各種技術開発と試験および作業の訓練などを実施している。

BWR予防保全技術センターの炉内試験設備は、実機BWRプラントの原子炉压力容器ペDESTAL下部から作業フロアレベルまで、実規模大でモデル化したものである。すでに各種炉内機器の予防保全工法や取替工法の開発およびその実用化試験に使用されている。さらに、ジェットポンプビーム取替のモックアップ訓練も効率よく実施することができた。

今後も点検、検査装置の実用化確認なども含め、経年化プラントの信頼性の維持・向上に向けた各種技術の早期確立に活用できると考える。

なお、1995年8月から財団法人原子力発電技術機構の「原子力プラント保全技術信頼性実証実験」プロジェクトが開始され、このプロジェクトでもこの設備が有効に活用される予定である。



実規模炉内試験設備の活用状況

原子力配管系耐震実証試験

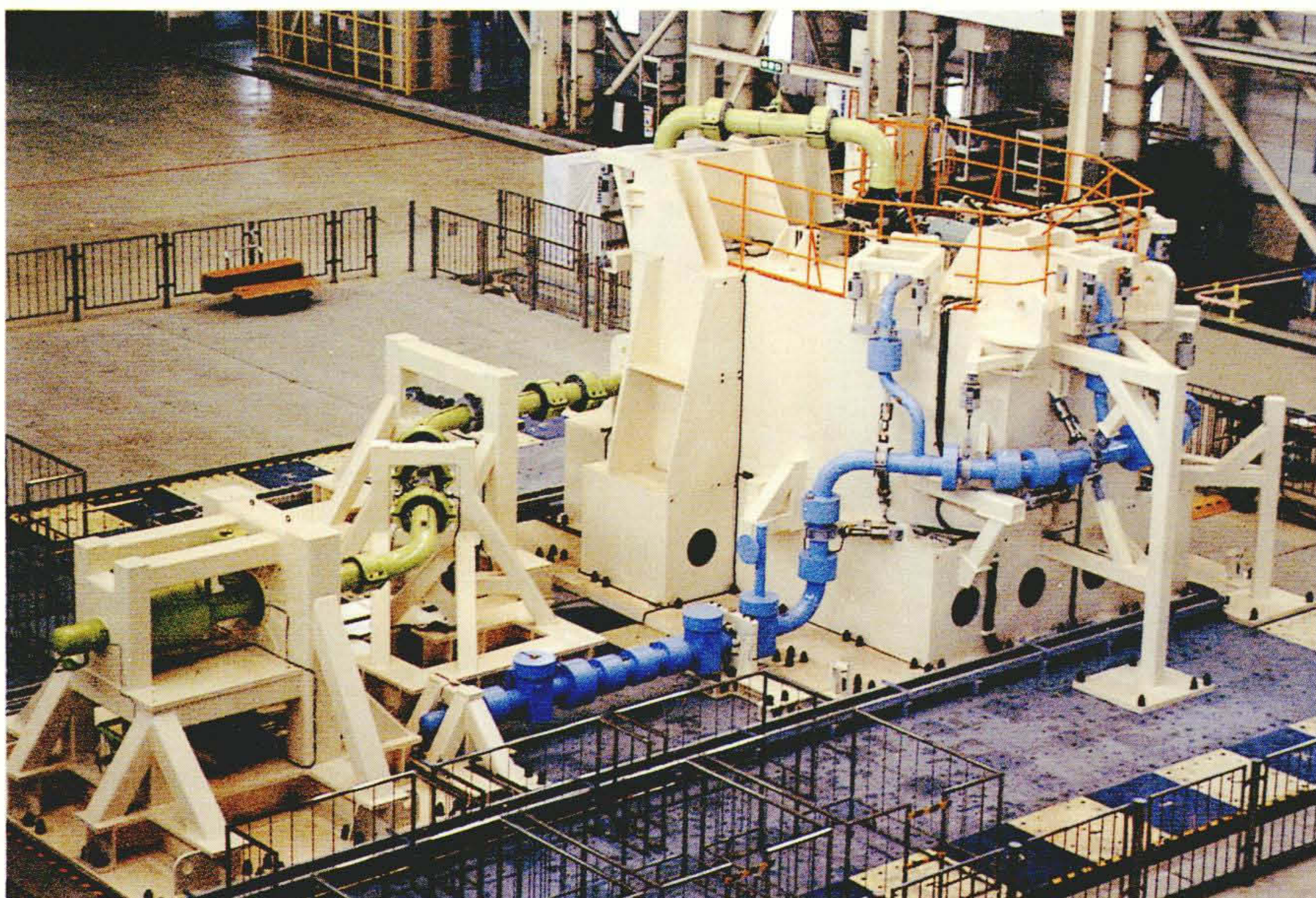
原子力発電所の主要系統配管を模擬した大規模耐震実証試験を1994年10月から実施し、阪神大震災後の原子力配管の耐震健全性実証にも大きく寄与している。

原子力発電所配管系の耐震強度の実証と設計手法の妥当性確認を目的として、財団法人原子力発電技術機構の12番目の耐震信頼性実証試験が実施されている。BWRの給水系配管、PWR(加圧水型原子炉)の主蒸気系配管を対象とした実機模擬試

験体(縮尺約 $\frac{1}{2.5}$)による振動試験で、日立製作所は、BWR給水系配管を担当し、多度津工学試験所での約8か月間の振動試験を1995年7月に終了した。

設計用限界地震波と、それを上回る条件に対しても配管・サポートの健全性を実証した。今後実

機への適用が計画されている、振動エネルギーを吸収するタイプの制振サポートの有効性についても実証した。引き続き、試験で得られた膨大なデータの解析評価を実施中であり、耐震設計技術の高度化への寄与が期待できる。なお、1995年1月の阪神大震災後には、一般向けパブリックアクセプタンスのため神戸地震波による加振も行われたが、試験体にはまったく異常がなかった。



配管系耐震実証模擬試験体
(水色がBWR給水系配管)

CAD応用大型モジュール工法によるプラント建設合理化

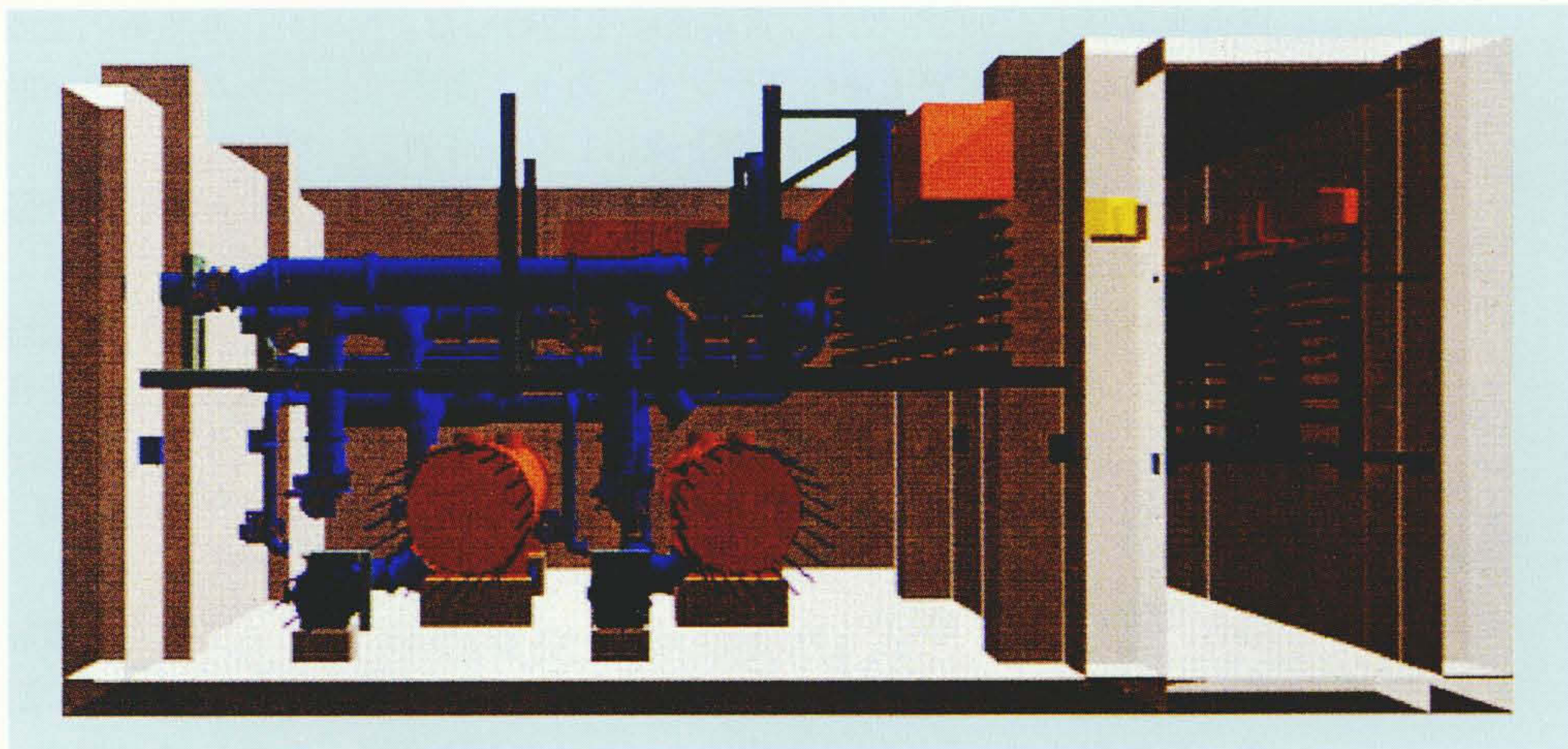
三次元CADシミュレーションで大ブロックモジュールの製作、建築工事との調整、大型移動式クレーン活用法の計画を実施し、プラント建設を合理化している。

この建設工法の特徴は、大型移動式クレーンを最大限に活用した大ブロックモジュール工法である。従来、この工法の計画・据付けの検討には三次元CADを用い、物品の設計・製作・納期および搬入シミュレーションを実施し、搬入ルート、つり込み時のバランス、建屋や他の機器との干渉チェックを行って安全を確認していた。

今後は電力会社の発電原価低減ニーズにこたえるためにも、合理的な建設工法の確立が急務である。そのため、はり下空間を確保した建設性・保守性の向上、建築仕上げ工事との干渉排除を指向した中間はりモジュールや、天井部に配管・ダクト・トレーを集中的にレイアウトして中間床とともにユニット化した足場レス

工法など、より高度な大ブロックモジュール工法を検討している。

これら工法の先取り検討により、工事物量の低減、据付け手順の最適化などを追求する手段として、三次元CADの利用拡大を図っていく。

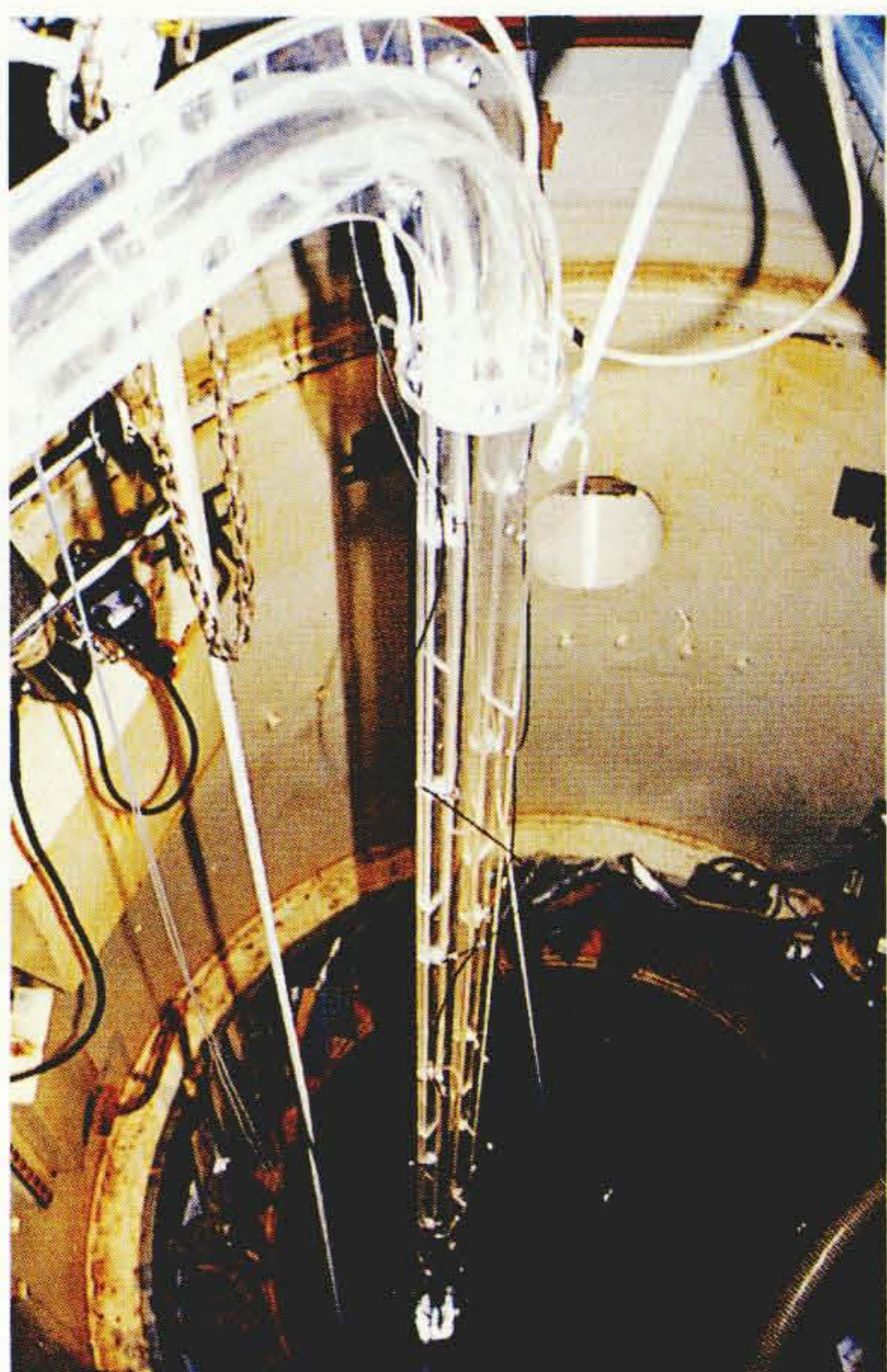


三次元CADによるモジュール検討事例

原子炉廃止措置技術

JPDR(日本原子力研究所動力試験炉)解体実地試験で、日立製作所は計画当初から参画し、全体計画の立案、技術開発、解体実施を行って貴重なデータを取得した。

日立製作所は、JPDR解体で原子炉周辺機器、燃料プール内機器、炉内構造物、タービン設備、廃棄物処理設備解体工事など重要な工事を担当し、いずれも順調に終了することができた。



成型爆薬切断による圧力容器接続配管解体状況

この中で、(1) 解体システムモデル、(2) プラズマアーク切断技術、(3) 成型爆薬切断技術の技術開発を実施しており、いずれもJPDR解体実地試験でその成果を実証した。

現在は、商業炉の廃止措置に向けて、財団法人原子力発電技術機構の廃炉設備確証試験などを通じ、解体前除染技術の開発、放射能測定技術の開発など環境への安全性をより考慮した技術の開発を推進している。



プラズマアーク切断によるシュラウド解体状況

出力500 MW石炭火力ボイラ設備

北陸電力株式会社七尾大田火力発電所1号機石炭火力ボイラ設備が完成し、1995年3月から営業運転を開始した。

北陸電力株式会社七尾大田火力発電所1号機は、将来の電力需要の増加にこたえて電力の安定供給を維持するため、電源の多様化の一環として石炭を燃料として建設されたものである。1992年2月に土木工事を着工し、1994年7月にボイラ初点火を完了し、1995年3月に営業運転を開始した。石炭専焼超臨界圧変圧運転プラントであり、高蒸気条件採用など各所に最新技術を採用した、高効率かつ信頼性の高い発電設備である。当面はベースロードで運用されるが、中間負荷運用にも対応できる設備としている。

プラントは、高効率、系統の簡素化、および効率的運転監視を3本の柱として計画している。

具体的内容は次のとおりである。

- (1) 高効率対応として、再熱器に高温強度材を採用し、主蒸気温度566℃、再熱蒸気温度593℃を採用した。
- (2) 高効率燃焼、環境保全対応として、日立NR-2バーナ、2段式回転分級機付き微粉炭機を採用し

た。また、これに伴って空気過剰率の低減を図り、通風系統の補機所内動力低減にも配慮した。

(3) 系統の簡素化として、大型補機(押込ファン、一次空気通風機、誘引通風機)100%容量1台とし、系統の一系列化を行った。

(4) 再熱蒸気温度制御は、過熱器、再熱器の平行ガスダンパ制御とし、ガス再循環通風機を省略した。

(5) 重油燃焼設備を省略し、助燃設備の簡素化を図った。

(6) 効率的運転監視として、多銘柄炭、DSS(毎日起動・停止)、高負荷変化率運転などに対しても優れた運用性を確保し、少人数運転ができるように階層機能分散型デジタル制御システムを採用した。

(7) 安全性、建設工事の平準化を考慮し、ボイラ鉄骨と並行して耐圧部、ダクト、バンカ、風道、歩廊などの搬入、組立を行う同期化工法を採用した。



北陸電力株式会社七尾大田火力発電所の全景

出力350 MW流動床ボイラ発電設備

電源開発株式会社竹原火力発電所第2号流動床ボイラが営業運転を開始した。このボイラは、既設2号350 MW重油燃焼ボイラを石炭転換改造した、世界最大容量の流動床ボイラである。

電源開発株式会社竹原火力発電所第2号350 MW流動床ボイラ発電設備が1995年6月30日から営業運転を開始した。

このボイラは、流動床ボイラとしては世界最大容量のものである。流動床ボイラは、(1)幅広い炭種の石炭の採用が可能、(2)流動媒体として石灰石を使用することにより、脱硫装置が簡略化または省略できるなどの特徴を持っている。20 t/hパイロットプラント、50 MW実証実験を通して技術を積み重ね、その技術の集大成として今回の350 MW流動床ボイラの建設に至った。日立製作所は、この中で流動床ボイラ本体を担当した。

今回完成した流動床ボイラは、粒径10 mm以下の石炭を粒径1～3 mmの石灰石と混合したものを気流搬送でボイラに供給し、燃焼温度760～860℃の雰囲気中で、流動用空気中で流動させながら燃焼させる常圧バブリング方式のものである。

燃焼効率向上のため、主燃焼炉と、主燃焼炉で燃焼した燃焼灰を機械式集じん器で捕集し、その

灰を再度燃焼させる再燃焼炉の2段燃焼方式とした。主燃焼炉は上段・下段の2段ベッド構成とし、炉上部(空塔部)に対流伝熱部を配置したタワー型とし、さらに、再燃焼炉を主燃焼炉と一体化し、既設ボイラのスペースに入るようにコンパクトな構造とした。また、CRTオペレーションを全面的に採用し、中央からのワンマンコントロールを可能にした、最新の制御システム構成とした。

1992年8月に据付け工事を開始し、1994年6月に火入れ・試運転に入り、予定どおり1995年6月30日から営業運転開始となった。

試運転結果として主に次の点を達成した。

- (1) 脱硫装置非設置として、ボイラ出口硫黄酸化物排出濃度50 ppm以下を達成
- (2) ボイラ出口窒素酸化物排出濃度250 ppm以下を達成
- (3) 負荷変化率3%/minを達成
- (4) 連続運転最低負荷40%を達成



電源開発株式会社竹原火力発電所第2号流動床ボイラ(中央が2号機)

輸出初多軸形コンバインド サイクル プラントの完成

バングラデシュ電力庁納め90 MWコンバインド サイクル プラントが完成し、営業運転を開始した。
輸出コンバインド サイクル プラントとして初号機である。

バングラデシュ電力庁納めコンバインド サイクル発電設備は、据付け、試運転を完了し、1995年7月に営業運転を開始した。



このプラントは、ガスタービン2基、蒸気タービン1基の日立製作所としては輸出初の多軸形コンバインド サイクル発電設備である。

1993年11月に工事着工以来順調に工事を進め、1995年1月にガスタービン1号機、同年2月に2号機が営業運転を開始し、同年7月にコンバインド サイクルとして営業運転を開始した。

主な設備の仕様は次のとおりである。

- (1) ガスタービン：一軸開放サイクル型F6B
- (2) 蒸気タービン：衝動式復水型(SF-23)
49 bar(g), 450 °C (35 °C)
- (3) 発電機：空気冷却横置静止形励磁方式
41,850 kVA, Pf : 80%

バングラデシュ電力庁 シレット発電所

エジプト向け出力330 MWボイラ発電設備

エジプト電力庁カイロウエスト発電所設備用ボイラ5号、6号が完成し、引き渡しを完了した。

エジプト電力庁カイロウエスト発電所納め発電ボイラ設備は据付け・試運転を終え、1995年2月に5号ボイラの、同年4月に6号ボイラの引き渡しをおのおの完了した。この設備は、日立製作所がエジプトへ初めて納入したボイラ設備である。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) ボイラ型式：単胴放射形自然循環型ボイラ
最大蒸発量：314 kg/s(1,130.4 t/h)
蒸気温度：過熱器出口542 °C
再熱器出口540 °C
蒸気圧力：過熱器出口約18 MPa(g)
燃料：重油および天然ガス
- (2) 効率、信頼性とも高く、エジプト国内電力のキープラントである。
- (3) 二段燃焼を採用した環境調和型ボイラである。
- (4) 大型ボイラ耐圧部品や非圧品、配管を現地で製作し、エジプト国内の産業振興に貢献した。



エジプト電力庁カイロウエスト発電所5、6号ボイラ

フィリピン国営電力公社(NPC)スーカット火力発電所のリハビリテーションプロジェクト

このプロジェクトは、老朽化した大容量火力発電所の全体のリハビリテーションを行って建設時の機能を回復する工事で、1995年6月に4ユニットすべてが無事完了した。

フィリピンでは、1980年代後半から発電所の老朽化が進み、深刻な電力不足に見舞われている。



このような状況下で、国営電力公社は老朽化した火力発電所のリハビリテーション工事を実行することを1985年に決定し、日立製作所が全体の取りまとめ者として契約を締結した。

まずマラヤ火力発電所(1号機300 MW, 2号機350 MW)から始まり、1987年工事を完了した。引き続きスーカット火力発電所(1号機150 MW, 4号機300 MW, 3号機200 MW, 2号機200 MW)の工事に着手し、1995年6月に2号機の工事完了をもって、10年間にわたったリハビリテーションプロジェクトを完了した。

エンジニアリング的にも困難な他国納入品を含めた火力発電所全体のリハビリテーションを積極的に推進し、建設時の発電所能力および高い稼働率を回復させたことにより、同国の電力不足解消に貢献した。

スーカット火力発電所の全景

蒸気タービン車室締付ボルト分解組立ロボット

火力発電所の定期点検時に、タービン車室のボルト・ナットの取り外し・締付作業を行う保守点検用作業ロボットを、東北電力株式会社と共同で開発した。

これまでのタービン車室上下二つのケーシングを締め付けているボルト・ナットの分解・組立作業では、熟練作業員が狭いスペースの中で長時間、重量物であるナットの運搬、ボルトへの取り付け・取り外しなどの作業を行っていた。

今回開発したロボットはこれらの作業を自動化したものであり、最大7インチまでのボルト・ナットに適用できる。また、温度センサ付き高効率ボルトヒータやボルトヒータ集中制御装置を開発・採用したことにより、ボルト・ナットの締付・取り外し作業の省力化や安全性確保を含めた作業の効率が大幅に向上した。

今後は、はん用性を高めるためにロボット本体の小型・軽量化に取り組むとともに、商品化したボルトヒータ集中制御装置と高効率ボルトヒータを実機に採用していく(1995年3月プロトタイプロボット完成、同年同月ボルトヒータ集中制御装置および高効率ボルトヒータ販売開始)。



ボルトヒータ集中制御装置



蒸気タービン車室締付ボルト分解組立ロボット

直流500 kV交直変換機器の試作開発

わが国初の500 kV直流送電設備の実現を目指した開発技術の検証のために、500 kVサイリスタバルブほかの交直変換機器の試作開発を関西電力株式会社、四国電力株式会社、および電源開発株式会社と共同で行った。

直流500 kV、2,800 MW（当初250 kV、1,400 MW）の高電圧大容量の直流送電設備が、関西電力株式会社、四国電力株式会社、電源開発株式会社によって近い将来実現が予定されている。この直流送電設備の実現を目指し、これに必要な交直変換機器の技術課題を解決するために、500 kVのサイリスタバルブ、直流GIS（ガス絶縁開閉装置）、変換用変圧器・直流リアクトル、および高信頼度制御保護装置について3電力会社と共同研究を行い、その中で試作開発・検証を行った（1993年8月から1995年9月）。

サイリスタバルブについては、小型化・高信頼度化を図り、世界最大容量の8 kV、3,500 Aの光直接点弧サイリスタ素子を使用したプロトバルブの試作を行った。

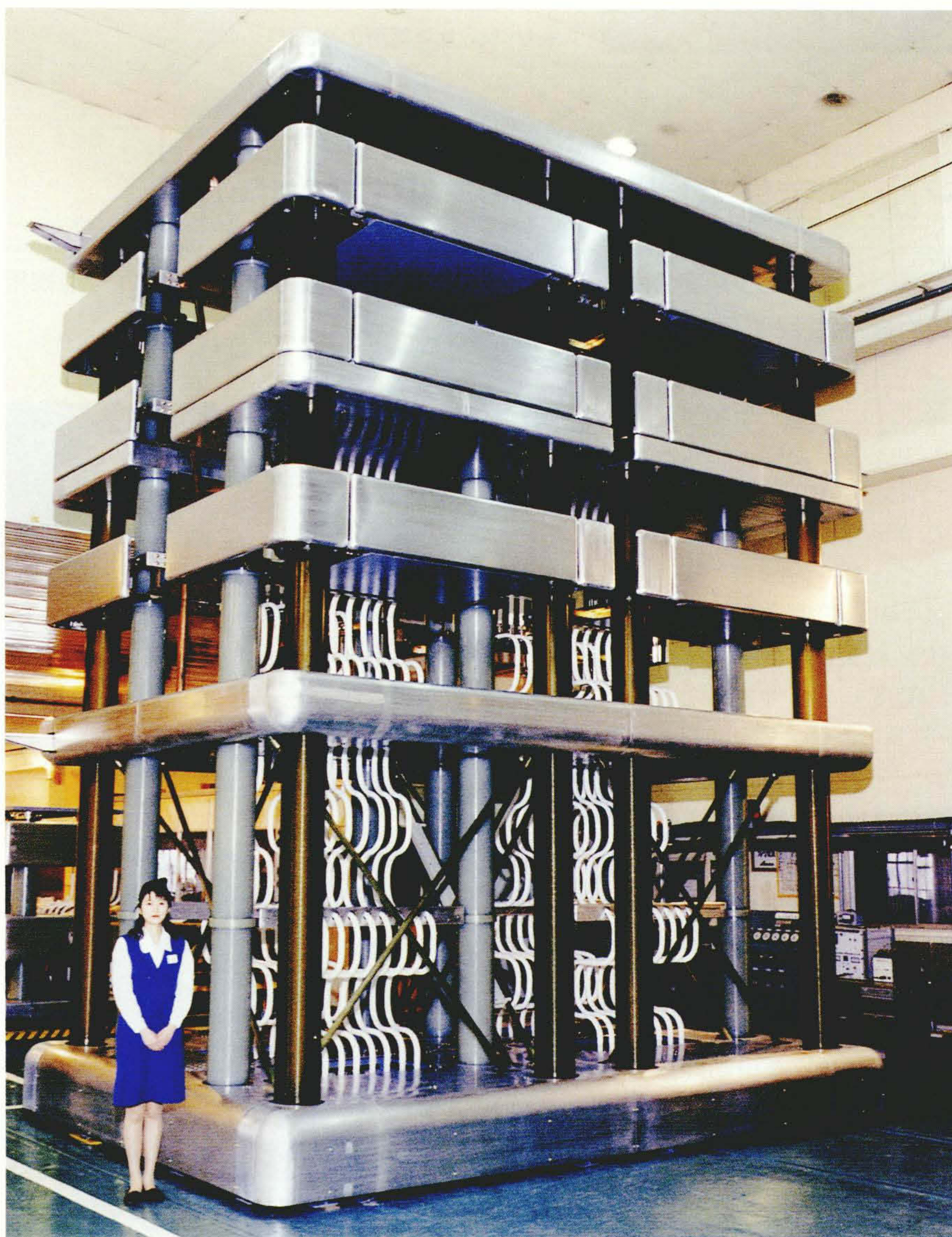
直流GISについては、絶縁技術の確立を図り、コ

ンパクト化・高信頼度化を目指してプロトモデルの試作を行った。

変換用変圧器・直流リアクトルについては、絶縁技術の確立を図り、低ロス・省スペース・高信頼度の機器を目指し、実規模モデルの試作を行った。

直流GIS、変換用変圧器・直流リアクトルのプロトモデル、実規模モデルについてはフィールドに持ち込み、1年間の長期課電試験を行って、長期性能を確認している。

制御保護装置については、交流系統事故時の直流運転方式の実用化研究、直流単独送電系統の発電機との協調制御の実用化研究などを行い、装置を試作して社内のシミュレータで基本性能を確認した。さらに、大規模シミュレータ（関西電力株式会社総合技術研究所APSA）に接続して実用性能の検証を実施し、信頼性、安定性の確認を行った。



500 kVサイリスタバルブ
（プロトタイプ器、1アーム分）

大容量発電所用525 kV三相変圧器

超大型鉄心および超大容量非分割円板巻線の鉄機械化技術を取り入れた大容量の高効率525 kV, 1,450 MVA三相変圧器を完成し、東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所6号機用として1995年9月に納入した。

火力・原子力発電所用昇圧変圧器は1,000～1,200 MVA級の大容量器が主流であったが、原子力では改良型BWR(ABWR: Advanced Boiling Water Reactor)の開発や系統安定度向上などに伴い、さらに大容量化する方向にある。

東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所6号機はABWRの初号機で、出力は1,356 MWである。これに伴い、主変圧器容量も1～5号機用の1,200 MVAから1,450 MVAに増加している。

これにこたえて日立製作所は、1,200 MVA級変圧器の製作実績と最新の解析技術、および製造設備の充実などによる超大型鉄心製作技術を基に鉄心を大型化し、さらに500 kV変電所用変圧器で多数の実績を持つ非分割円板巻線を導入して小型・省エネルギー化を図った高効率超大容量主変圧器を完成させ、東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所6号機用として、1995年9月に納入した。

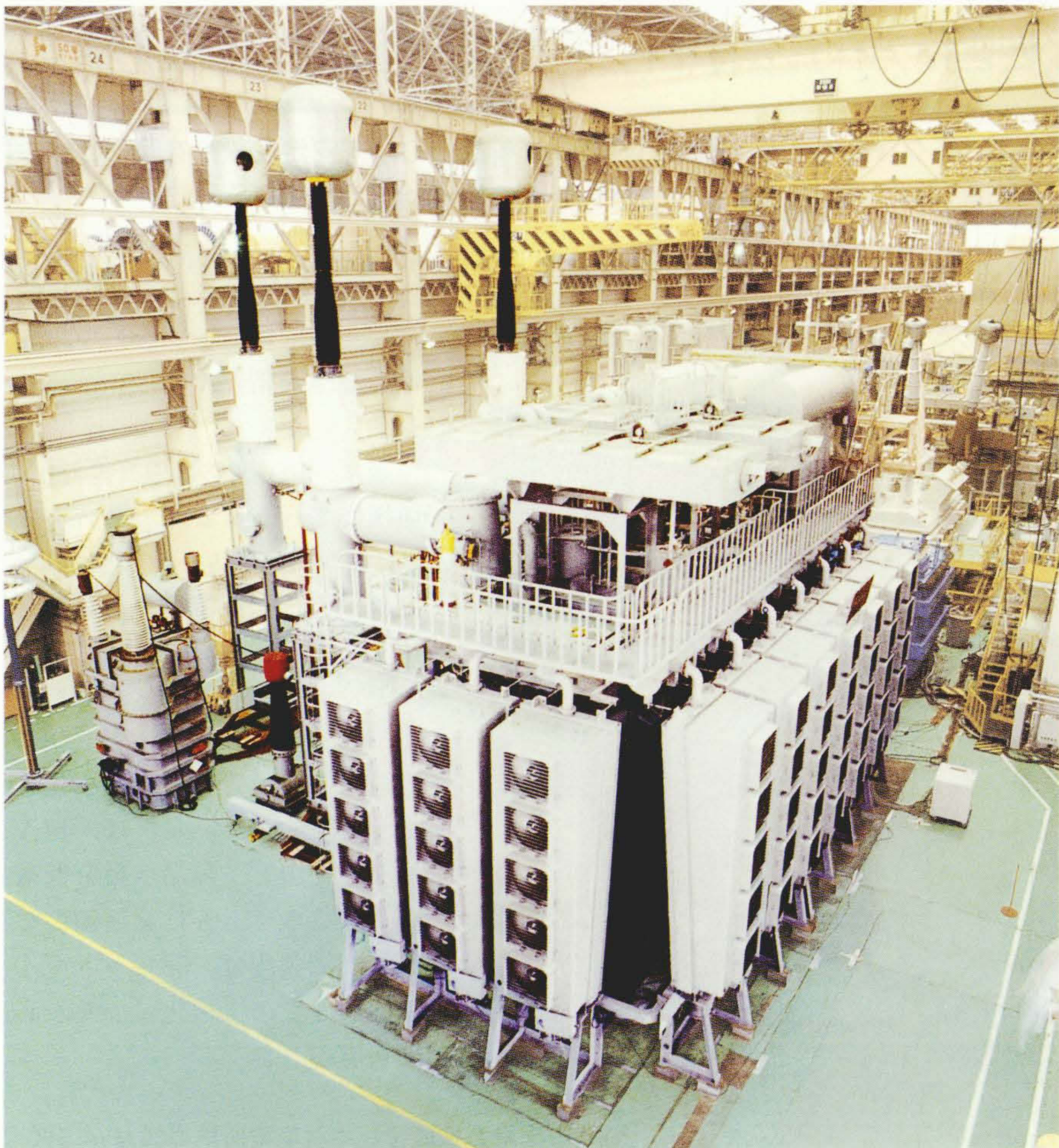
超大型鉄心については、鉄心単独気中試験を実施して鉄損、励磁電流のほか磁束密度分布、振動

などの諸特性を測定し、設計の妥当性と信頼性を確認した。また、変圧器完成時には長時間課電試験(110%励磁×72 h)を実施し、鉄心温度も含めての総合的な信頼性を検証した。

高圧巻線には非分割CC(コンデンサカップリング)シールド連続円板巻線を採用し、巻線内での導体接続を無くして信頼性向上を図っている。また、巻線占積率の向上によって負荷損失を大幅に低減し、原子力発電所のプラント効率向上に貢献している。

主な仕様

項 目	内 容
形 式	屋外用三相送油風冷式
定格容量	1,450 MVA
定格電圧	一次 26.325 kV(30号B) 二次 525 kV(500号L)
結 線	一次 三角形 二次 星 形
インピーダンス電圧	12%



26.325・525 kV, 1,450 MVA主変圧器工場試験の外観

ポンプ水車の運転範囲拡大

各種の三次元流れ解析技術を開発・適用し、揚水発電プラント用ポンプ水車の運転範囲を拡大した。

近年、揚水発電所は、より大きな経済性を追求する観点から運転範囲を拡大することが望まれている。すなわち、上下貯水池の立地条件のために落差変動がきわめて大きい発電所に対応できるポンプ水車や、ポンプ運転に固有の逆流現象を緩和し、より高揚程域で運転できるポンプ水車が求められている。日立製作所は、各種の三次元流れ解析技術を開発あるいは適用し、顧客のニーズに合致したポンプ水車を開発している。

ポンプ水車運転限界付近の運転領域では、ポンプ水車の内部で非定常なはく離や逆流が発生している。これらを精度よく評価するため、擬似直接シミュレーション法やラージ エディ シミュレーション法などの高度な非定常乱流解析技術を駆使し、従来実績を超える運転範囲の拡大に成功した。



ポンプ水車ランナ内部の三次元流れ解析例

四国電力株式会社中村変電所納め30 MVA静止形無効電力補償装置

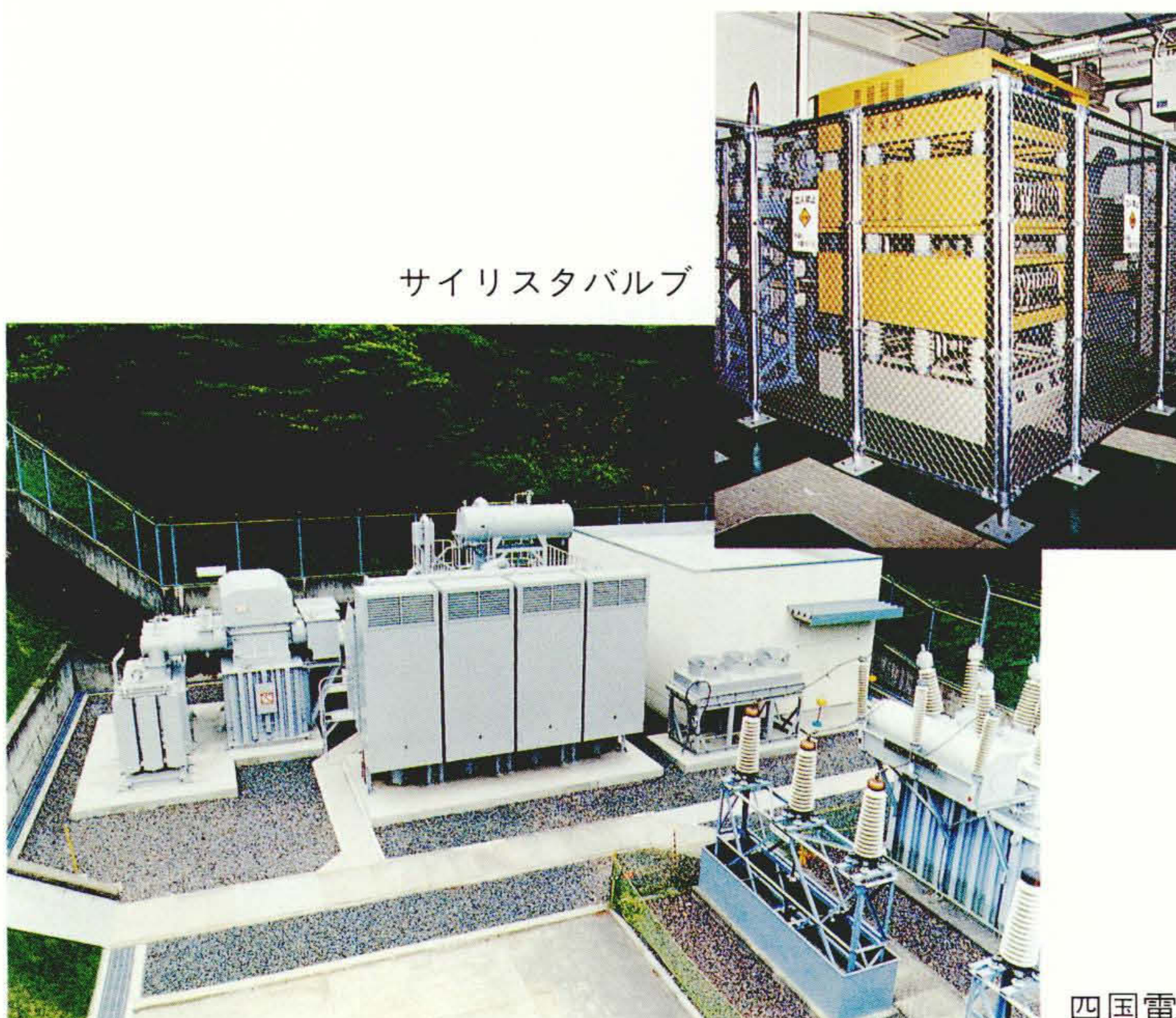
夏期ピークなどの重負荷運転時での系統事故時の系統安定度維持を図ることを主目的とした、無効電力の高速制御が可能な静止形無効電力補償装置を納入した。

高知県西南地域の電力需要の増加に伴い、夏期ピークなどの重負荷運転時での系統事故時の系統

安定度維持を図ることを主目的として、1995年6月に、四国電力株式会社中村変電所に静止形無効電力補償装置(SVC: Static Var Compensator)を納入した。

通常、電圧調整はSC(電力用コンデンサ)の入・切操作で行われるが、系統事故時などの緊急時には、より高速に電圧を調整する必要がある。この装置は、従来のSC制御と協調をとって無効電力をサイリスタで高速に制御し、高速に電圧の調整を行うことによって系統の安定度維持を図るものである。

- (1) 300 MVAサイリスタバルブは、三相分を積層構造として設置面積の縮小化を図った。
- (2) サイリスタバルブは、4 kV、1.5 kA光サイリスタを使用し、部品点数を低減したコンパクトな構造とするとともに高信頼性を実現した。
- (3) 制御装置は、32ビットマイクロコンピュータの採用とその二重化により、高速応答性と高信頼性を実現した。



サイリスタバルブ

四国電力株式会社中村変電所納め30 MVA SVC

中央給電指令所監視制御システム(第1期工事)

関西電力株式会社では既設中給システムの機能増強を目的とし、1997年完成をめどに新中給システムを建設中である。この基盤となるオープンシステム対応の最新鋭技術を結集しフル分散型システムを開発し、第1期工事を完成させた。

電力の需要と供給のひっばくと、関西電力株式会社の外輪線の潮流増加にこたえるため、中央給電指令所のインテリジェント化を実現した新中央給電指令所システム、および関連情報を配信する系統運用関係情報システムを同社の本店に納入した。

このシステムは、最新の技術を最大限に取り入れることによって人に優しいインテリジェントな運用環境を実現し、次の特徴を持っている。

- (1) 将来の機能増強を容易にするため分散型データベースおよびFDDI(Fiber Distributed Data Interface)オンライン基幹LANを採用した最新のフル分散システム
- (2) 国際標準、業界標準などはん用技術を積極的に採用した、コストパフォーマンスに優れたシステム
- (3) フルグラフィックのエンジニアリングワークステーションと最新のGUIを採用し、ユーザーフレンドリーなヒューマンインタフェースを実現し

た人に優しいシステム

- (4) 機能単位に計算機を分散し、単一故障によるシステム全体の機能停止が無いように二重化した高信頼度設計のシステム

また、次の機能を今回新たに完成した。

- (1) 潮流制御支援システム

数時間先の系統状況予測によるフィード フォワード コントロール機能の実現

- (2) 需要想定支援システム

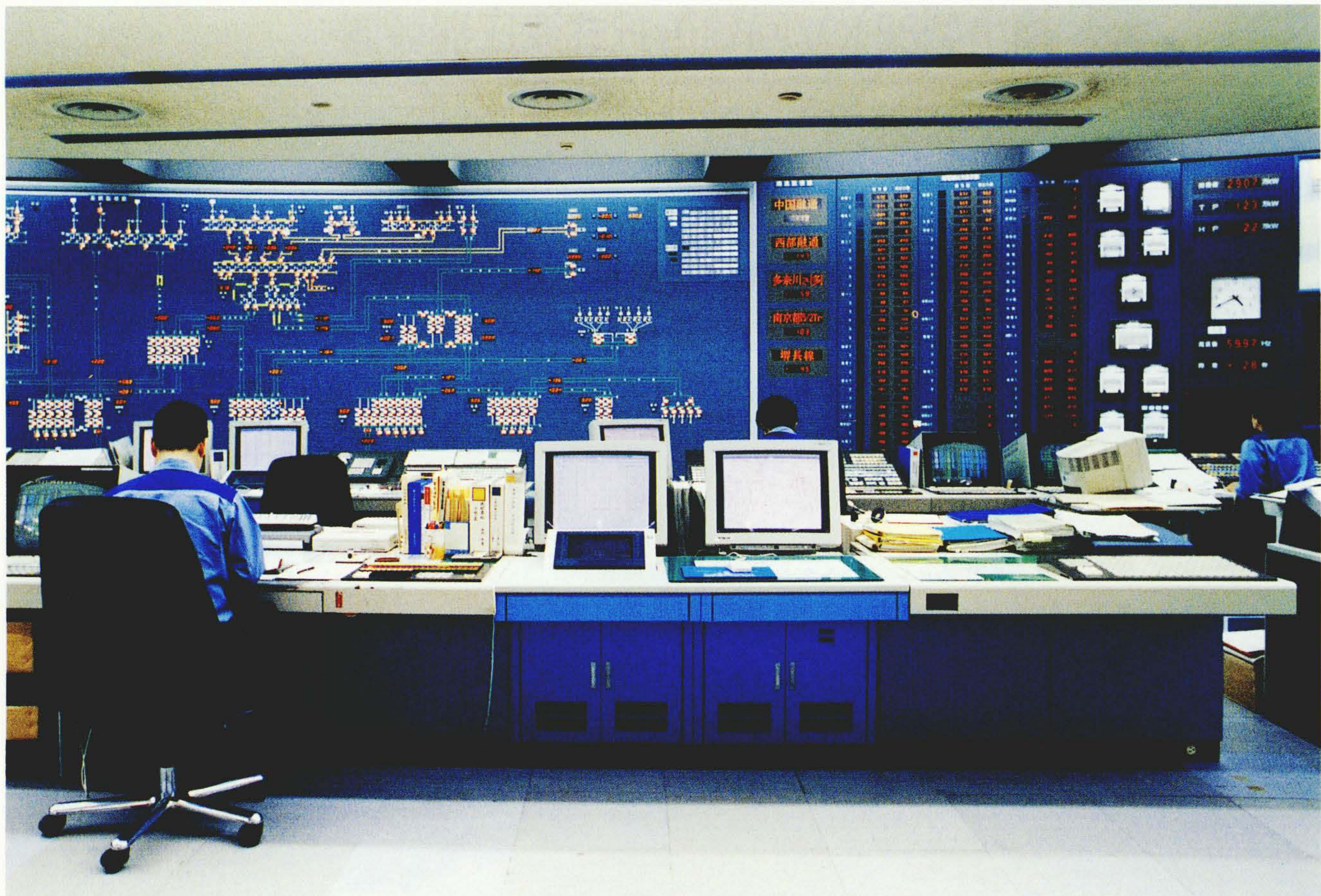
電力供給地域の各気温データおよび社会動向を加味し、予測精度を向上

- (3) 作業停電調整支援システム

系統信頼度チェック機能を通じて合理的な作業停電スケジュールを作成

- (4) 系統運用関係情報の配信システム

事故情報、給電情報、気象情報、非常災害情報など中央給電指令所が把握している全社の給電情報等を基幹系統給電所および支店などに配信
(第1期分運用開始：1995年6月)

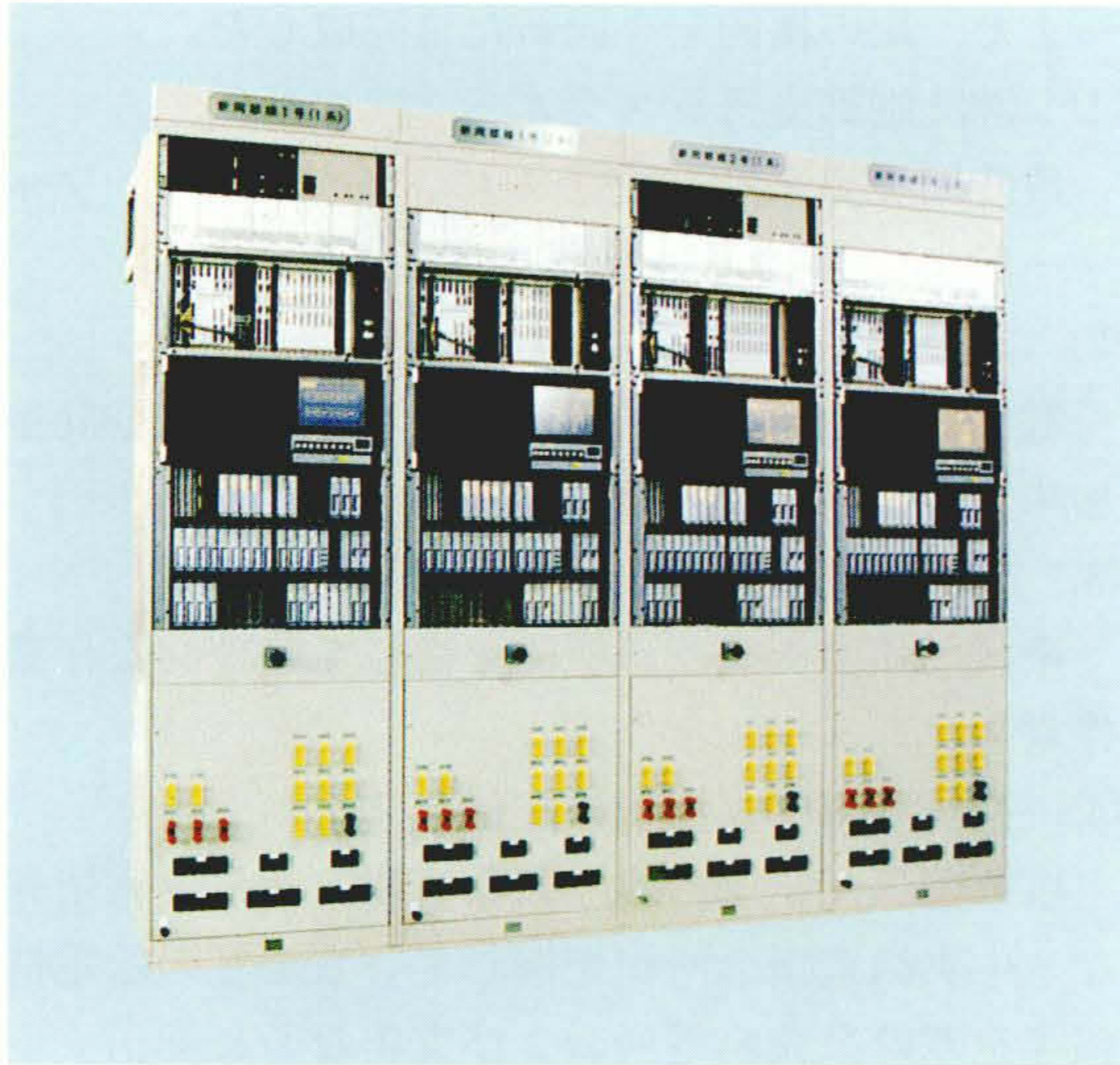


中央給電指令所監視制御システム(第1期工事)

コンパクト機能統合型第二世代デジタル送電線保護リレー

第二世代デジタルリレー方式の高い処理能力を活用して、従来分割していた機能を統合し、高精度・高信頼度でコンパクトな送電線保護リレーを開発した。

東京電力株式会社の送電線保護用として、機能統合型PCM(Pulse Code Modulation)キャリアリレーを開発した。



500 kV送電線保護用PCMキャリアリレー

この装置は第二世代デジタルリレー方式を採用して性能およびマンマシン性を大幅に向上するとともに、従来分割処理していた機能を統合して処理することにより、トータルシステムとしての省スペースとコスト低減を実現した。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 第二世代デジタルリレー方式の適用
 - (a) 32ビットマイクロプロセッサの採用、およびサンプリング周波数を8倍に上げることなどにより、演算処理能力、信頼度、データ処理精度を大幅に向上させた。
 - (b) 対話型操作の採用により、操作性を向上させた。
- (2) 機能統合の実現
 - (a) 主保護・後備保護一体化(超高压以上の系統用)、省スペース(従来比約40%減)
 - (b) 信号端局装置を保護リレーに機能統合(66 kV～154 kV系統用)

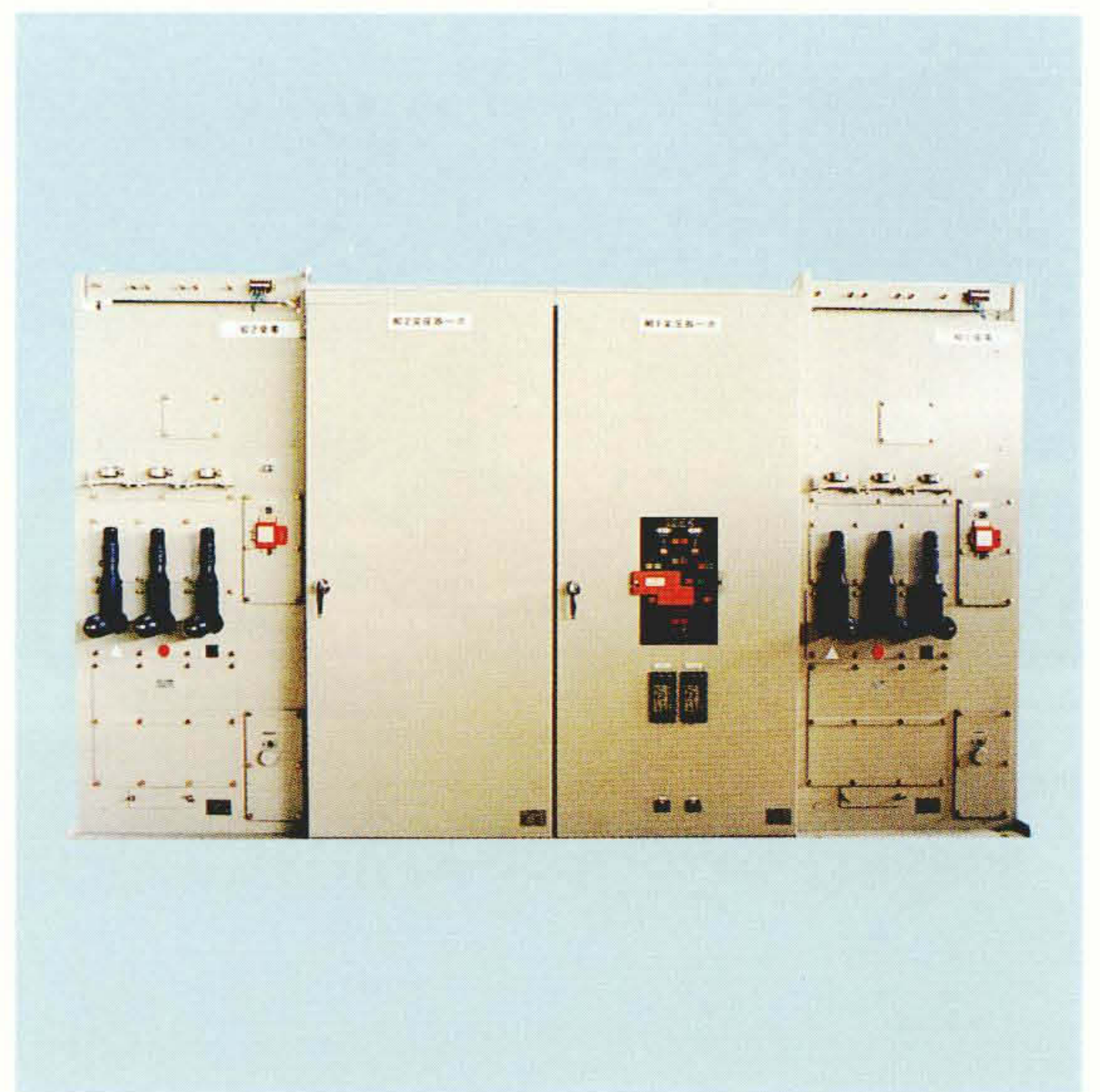
縮小型22 kV回線選択式変圧器装置

集合住宅の借用変圧器室に設置される22 kV・210-105 V回線選択式変圧器装置を東京電力株式会社と共同開発した。

22 kV配電の普及拡大を図るため、縮小化・コストダウンした22 kV本線、予備線受電方式の配電設備を東京電力株式会社と共同開発し、臨海副都心台場地区住宅棟に納入した。

主な特徴は次のとおりである。

- (1) 縮小化
集合住宅用配電設備(单相500 kVA×2バンク)で床面積25 m²と縮小化した。
- (2) コストダウン
変圧器保護用限流ヒューズを採用し、保護協調を見直した。また、絶縁レベルを見直すことにより、小型化とコストダウンを図った。
- (3) その他
変圧器の騒音レベルを50 dBと低減した。模擬母線の設備形態の表示によって運転、操作の簡素化を図った。
(納入時期：1995年4月)



22 kV回線選択式変圧器装置