

電力・エネルギー

電力需要低成長の定着や急激な円高による輸出競争力の減退などにより、電力・エネルギー関係の事業環境は、ここ一兩年、内外共に厳しい状況で推移している。しかし、エネルギー需要の電力依存は今後着実に高まるであろうし、社会の高度化とともに、電力の質に対する要求もますます強まると見られており、日立グループでも、燃料の多様化及び設備運用の最適合理化、高信頼度化など電力供給の効率化、経済化、安定化に対する技術開発を進めている。

我が国の原子力は、発電電力量で石油火力を上回った。今後のエネルギー政策については、通商産業省の原子力ビジョンに示されているとおり原子力が中核となるが、昭和61年のチェルノブイル事故を契機に安全性に対する社会的要求は一段と厳しくなり、また、原油価格の低下でエネルギー競合時代を迎え、経済性についてもいっそうの向上が求められている。

改良標準型軽水炉は、日立製作所が受注した初号機である東京電力株式会社福島第二原子力発電所2号機は好調に運転を続けており、昭和62年には、同発電所4号機及び中部電力株式会社浜岡原子力発電所3号機(タービン・発電機設備を納入)も完成する予定である。

本誌「ハイライト」で紹介しているABWR(改良型沸騰水型原子力炉)については、既に国際協力による開発設計を終え、昭和70年代前半の運転開始を目指して詳細設計に入った。更に、次世代軽水炉についても技術開発を進めている。

新型動力炉では、高速増殖原型炉「もんじゅ発電所」の建設が順調に進み、また、実証炉の開発計画も民間主導で検討されている。これらに加え、新型転換炉・実証炉の開発やウラン濃縮、再処理など原子燃料サイクルの開発計画にも積極的に参加している。

核融合関係では、“JT-60”用粒子入射加熱装置排気系と九州大学“TRIAM-1M”を完成させた。これらの製作実績をもとに、次期核融合実験装置に向けての研究開発を進めている。

火力発電設備は、原子力発電の着実な増加とともに、ミドル用あるいはピークロード用として運用されることが多くなった。したがって、運用の高度化が最重点

課題で、新設プラントばかりでなく、既設プラントについても新技術適用の改造による機能の向上が図られている。

新しい技術としては、低品炭利用に適した流動床ボイラ50MW実証プラントが電源開発株式会社若松試験所に建設され、昭和62年度から運転に入る。また、石炭ガス化複合発電も、21世紀での石炭火力の中核となる技術で、資源エネルギー庁の200t/d噴流床石炭ガス化パイロットプラント計画が61年度からスタートした。日立製作所はこのうちのカスタービン設備と保安環境設備を担当している。

当面の微粉炭燃焼ボイラでは、毎日起動・停止を伴う運用性向上のための火炉のスパイラル化や高機能デジタル制御システム、環境対応の新形バーナや高性能総合排煙装置などの技術が、国内はもちろん海外でも注目を集めている。

蒸気タービンでは、高性能翼形の採用に合わせて、50Hz機、60Hz機それぞれに40in、52inの長翼を開発し、画期的な性能の向上をもたらしている。

LNGの高度利用を図るための大容量コンバインドプラントの建設も進められているが、日立製作所はその中核となるカスタービンについて、セラミックコーティングの採用などによる信頼性の向上と低NO_x燃焼器の開発を進めている。

水力発電関係では、ベネズエラ国グリII発電所が営業運転に入った。既に運転中のグリI発電所と合わせて総出力1,030万kWという世界最大容量の発電所である。日立製作所は、グリII発電所の730MW水車10台中の7台、グリI発電所の水車10台などを納入し、本発電所の完成に寄与している。

新技術としては、関西電力株式会社と共同研究を進めている可変速揚水発電システムがあり、開発の一環としてこのほど22MVA実証プラント機を工場完成した。

送変電関係では、東京電力株式会社福島第二原子力発電所4号機向け525kV、1,200MVA高効率・超大容量三相変圧器を納入した。ガス絶縁開閉装置では、300kVの全三相一括化及び輸出向け132kVの超小形・軽量化を実現した。共に高信頼性、低損失・小形化の要求を満たしたものである。

設備運用の自動化・高度化については、関西電力株式会社中央給電指令所に納めた自動給電システム、電源開発株式会社との共同研究で開発し函館変換所で長期信頼性検証中の32MVAサイリスタ式静止形無効電力補償装置などがある。

エネルギー新技術関係では、石炭ガス化について、高効率石炭ガス化の基礎技術を確立し、昭和61年度に発足した新エネルギー総合開発機構のプロジェクト「石炭利用水素製造技術」に適用することとなった。

BWR（沸騰水型原子力発電設備）の建設状況

日立製作所は、現在4プラントのBWRを鋭意建設中である。これらプラントの建設状況について紹介する。

日立製作所は、現在下記の改良標準化BWRプラントを建設中である。いずれも日立グループの総合力を結集し、各サイト条件に最も適した最新の建設技術を駆使して、その完成に鋭意努力している。

ここに、各プラントの特長と建設状況の概要を述べる。

(1) 東京電力株式会社納め福島第二原子力発電所4号機

本プラントは同サイトの先行機に比べ、次の特長がある。(a)昭和50年から官民一体で進められた改良標準化の第一次、第二次改良項目を全面的に採用した。(b)信頼性、保守性などのいっそうの向上を図った低圧タービン一体ロータ、マンマシン性の向上を図った新型中央制御盤など数多くの新設計を採用した。

昭和61年10月1日に燃料装荷を開始し、現在、各種起動試験を消化しながら昭和62年9月の営業運転に向け鋭意努力中である。

(2) 東京電力株式会社納め柏崎刈羽原子力発電所5号機

建設工事前半の重要な道標であるPCV(原子炉格納容器)の耐圧試験を昭和61年5月30日完了した。本PCVはMARK-II改良標準型で、据付け作業は日本海側冬季の厳しい気象条件の下にもかかわらず、同型先行機の実績

9箇月を短縮し7.5箇月の工期で完成したものである。

PCV据付け作業の主な特長として、(a)我が国初の超大型クローラークレーンによる大ブロック組立工法の採用、(b)3次元座標レーザ寸法測定装置の採用、(c)内部構造物とシェルの併進据付け工法の採用、などがある。

(3) 中部電力株式会社納め浜岡原子力発電所3号機

本プラントは60Hz地域では初の1,100MW級のBWR発電設備であり、日立製作所はそのタービン設備の建設に参画している。設備の主な特長としては、低圧タービン一体ロータ、低圧タービン最終段翼長43in、復水器連続洗浄装置の全自動などがある。昭和61年10月30日に燃料装荷を開始し、現在順調に起動試験を継続中である。

(4) 中国電力株式会社納め島根原子力発電所2号機

800MW級BWR発電設備では、我が国初の改良標準化プラントである。設備的には、MARK-I改良標準型PCV、ISI(供用期間中検査)の自動化、新型8×8燃料、高速スクラム型制御棒駆動装置の採用など、信頼性向上、被ばく低減及び稼働率向上対策を取り込んだ設計となっている。建設上の特長として、130t大型クレーン、PCVの大ブロック化、現地自動溶接、国内初の3次元座標レーザ寸法測定装置など、最新の技術を取り込んでいる。昭和60年12月には格納容器の据付けを完了し、現在、機器、配管の建設工事を順調に進めている。



東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所5号機の建設状況
(昭和61年8月)



中国電力株式会社島根原子力発電所2号機の建設状況
(昭和61年8月)

BWR技術開発と実用化

性能向上、運転性・保守性向上、発電費低減を目ざしてBWR技術の開発と実用化を進めてきた。成果の一端として、燃料、水質・材料、計装・制御及び改良型BWR(ABWR)について概説する。

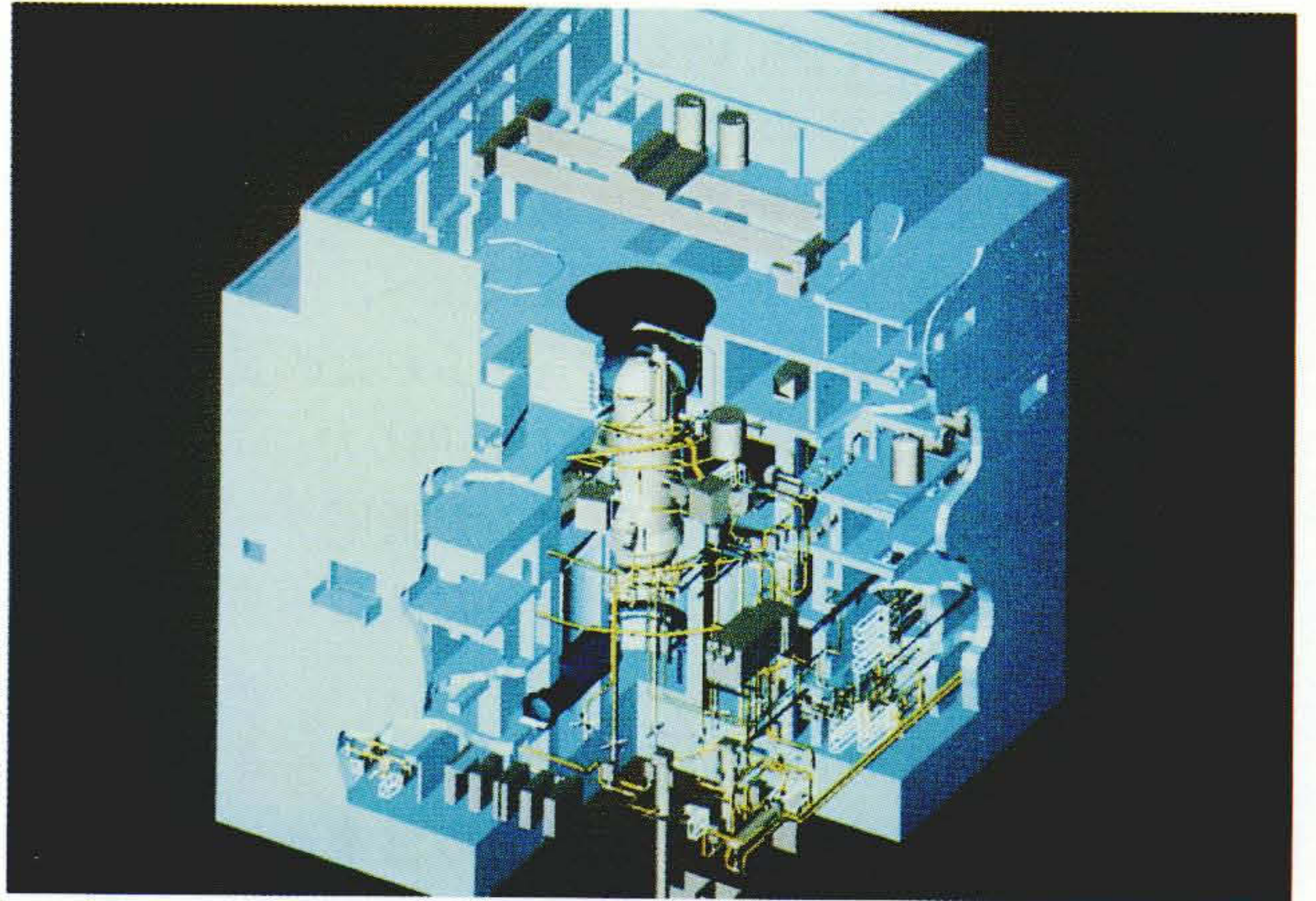
日立が開発した濃縮度上下二領域燃料は、出力分布平坦化と99%を超える高い負荷率を実機で達成した。この成果をもとに現行燃料に比べ燃料サイクル費を20%以上低減する省ウラン技術を開発し、昭和63年にこの燃料を実炉に一部装荷することが決った。引き続きこれを昭和66年に実用化すべく計画中である。

日立が長期にわたって開発してきた水質・材料技術が定着し、最近ではBWR作業環境での線量率と定期検査時被曝線量が大幅に下がってきた。廃棄物発生量もこれに伴って低減している。この実績から、熱効率の向上と給復水設備の軽量化実現につながる給水ヒータドレン直接回収方式採用への目途がついた。

信頼性向上のため分散型制御と冗長化技術を導入すると共に主要な制御系は系統ごとに計測制御信号処理をデジタル化するなどして盤のコンパクト化を図ってきた。信号伝送の面では現場と中央制御室を光ケーブルを介し

多重伝送する方式を実用化したが、さらにプラント全体の信号伝送ネットワーク実現の為の開発を進めている。

ABWRは既に開発段階を終えプロジェクト設計段階に入った。上に述べた技術進歩をこのプラントに最適化して反映していく作業を進めている。写真はABWRの原子炉建屋を3次元CADによって表示したものである。



ABWR 3次元CADモデル

鉄筋コンクリート格納容器を始めとする建築構造とその中に納められる機器配管が、モデルの中で表示される。

日本原子力発電株式会社東海第二発電所納め減容固化設備

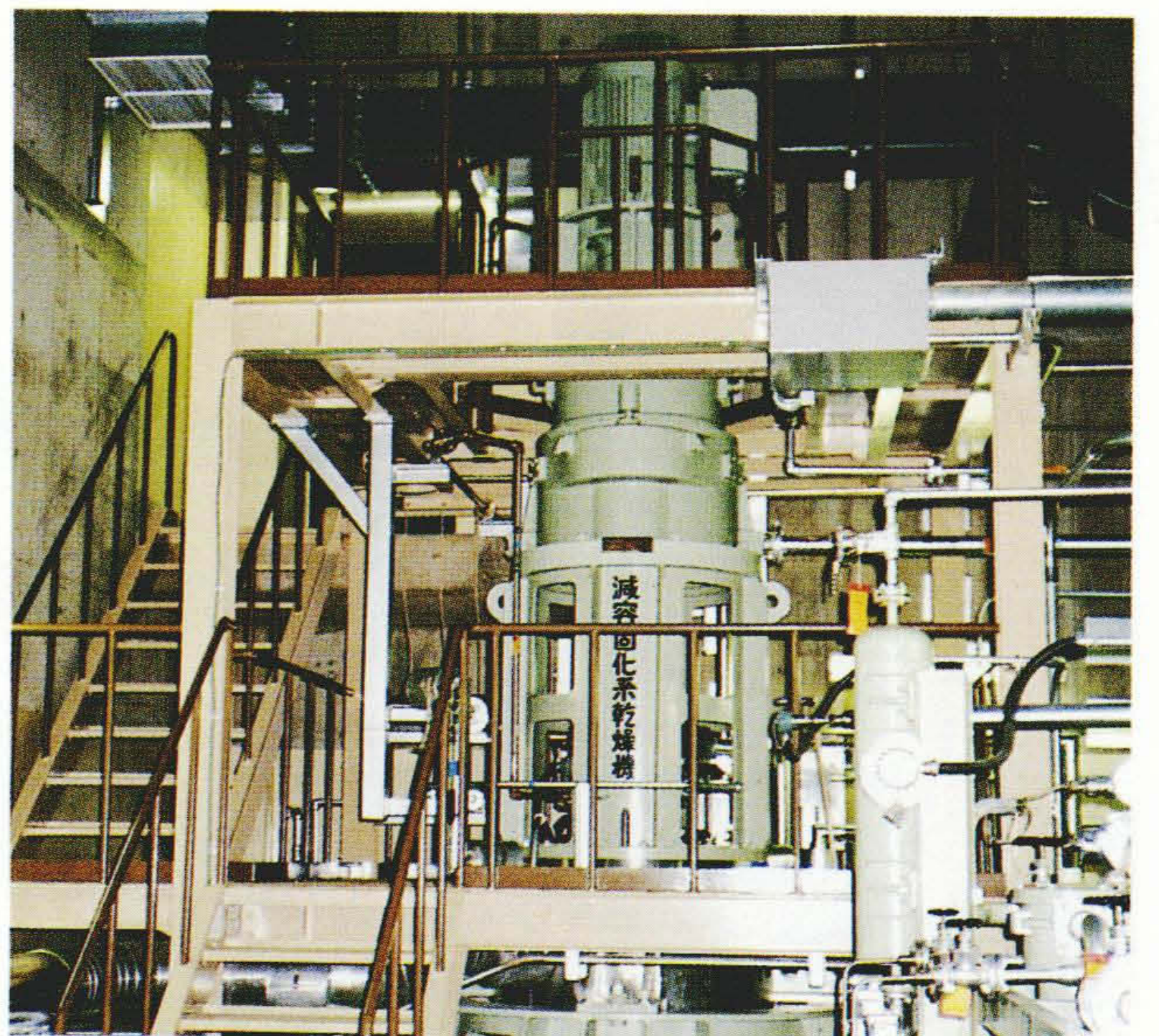
日本原子力発電株式会社東海第二発電所納めの減容固化設備が完成した。高減容性・安全貯蔵性など数々の特徴を持つ設備として期待がかけられている。

日本原子力発電株式会社東海第二発電所納め減容固化設備(放射性廃棄物処理設備)が昭和57年9月着工後、4年間の工事・試運転を経て昭和61年9月に完成した。本設備は、放射性の濃縮廃液(脱塩器の再生廃液・床ドレン廃液などを濃縮したもの)を乾燥造粒することによって減容を図り、廃棄物の貯蔵量を大幅に低減する日立独自の処理技術である。

乾燥造粒技術を適用した1号機としては、東京電力株式会社福島第一原子力発電所納めの放射性廃液減容処理設備が既に昭和59年6月完成し稼動中であり、日立としては2号機であるが、高減容性、安定貯蔵、最終処分への柔軟な対応性という従来の特徴に加え、次のような特徴を持っている。

- (1) 廃棄物であるペレットの保管用容器として大型角形容器を採用している。
- (2) 容器の移動・ふた締め・貯蔵などを行うハンドリン

グ設備に対し、二重化などの十分な故障防止対策を行うとともに、万一故障した場合でも遠隔で復帰可能なように復帰装置を設けた。



減容国化設備の主要機器である遠心薄膜乾燥機

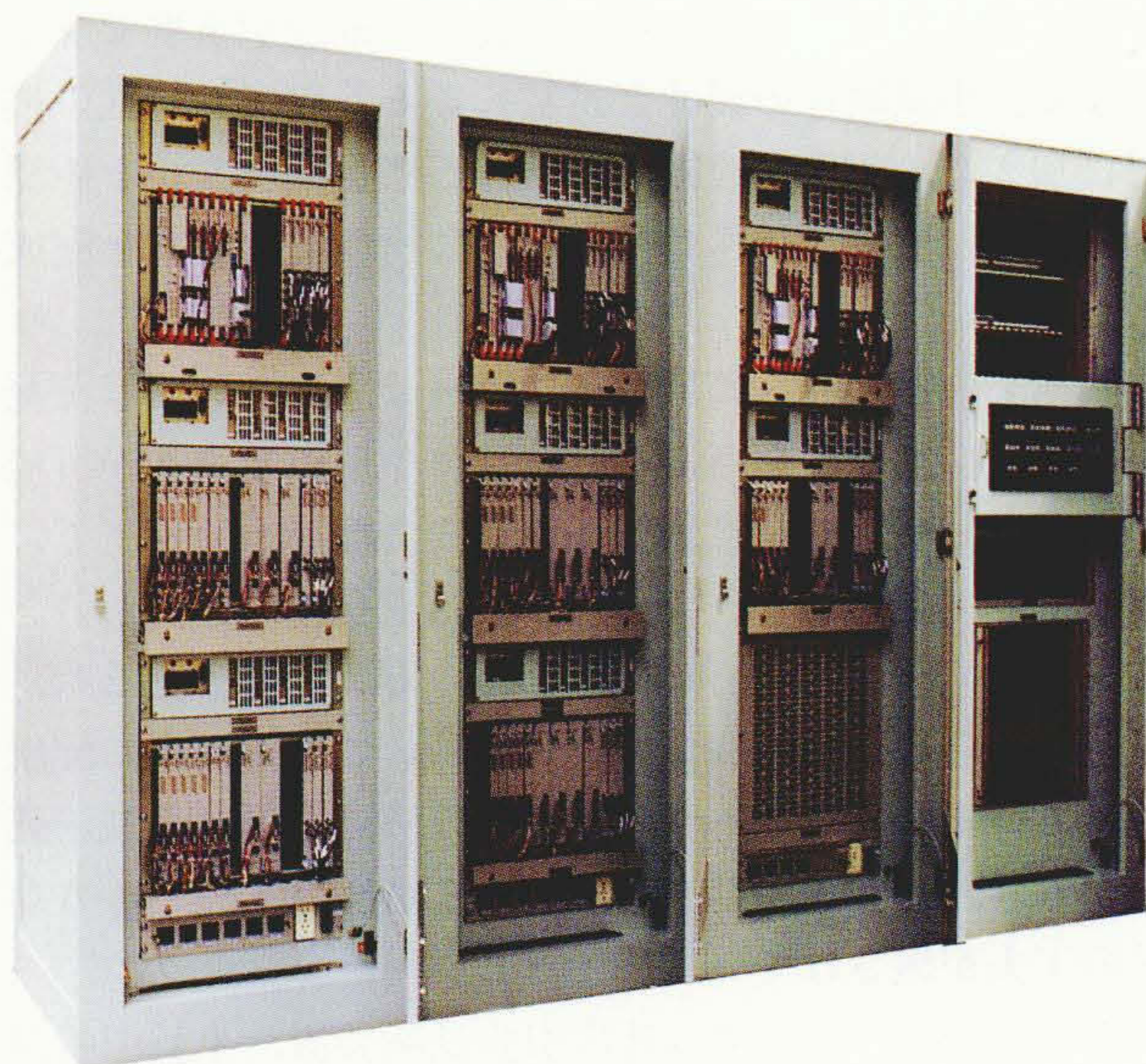
原子力発電所用高信頼化制御システム“NURECS-MARK II”

多重分散システム構成により、極めて高い耐故障性を持つデジタル制御システムを開発し、1,100MW原子力発電所に適用、運転中である。

原子力発電所の主制御系に適用することを目的として、高信頼制御システムNURECS (Nuclear High Reliability Control System)-MARKIIを開発した。過去の長年の研究成果、経験に、最新のデジタル制御技術、システム技術などを駆使し開発した、フォールトトレラントデジタル制御システムである。演算処理部はマルチプロセッサ方式の高性能・高信頼マイクロコントローラの多重化構成とし、これと信号選択機能を持つ分散形インテリジェントプロセス入出力装置を光伝送ネットワーク結合させる多重分散システムとしたことによって、信頼性、保守性、制御性能などの大幅向上を実現している。

本システムは、日本原子力発電株式会社東海第二発電所で既に極めて順調に運転中である。これは、既存のアナログ式給水制御装置を定期検査期間を利用してリプレースしたものである。その後、中国電力株式会社島根原子力発電所2号機にも納入している。また、現在起動試

験中の東京電力株式会社福島第二原子力発電所4号機でも、多数のNURECSが運転されており、NURECSの適用がプラント運転信頼性のなおいっそうの向上に大いに寄与するものと期待されている。



原子力発電所用高信頼化制御システム“NURECS-MARK II”

新型原子炉用燃料集合体の開発

新型原子炉用燃料集合体の最終試作品を完成し、これを通して各部品の設計・製作及び品質管理上の技術を確立した。

日立製作所は、動力炉・核燃料開発事業団への過去約20年間にわたる協力を通して、FBR(高速増殖炉)及びATR(新型転換炉)の研究開発に携わり、炉心・燃料の設計技術力を高めてきた。現在、FBR「もんじゅ発電所」は福井県に建設中であり、またATR実証炉は電源開発株式会社を中心に、建設へ向けて鋭意設計が進められている。

これらのプラントで用いられる燃料集合体について、最終試作品を動力炉・核燃料開発事業団へ納入し、ここで得られた経験を基に、各部品の設計・製作及び品質管理上の技術を確立した。特に「もんじゅ発電所」については、初装荷用燃料集合体の製作開始も近いため、当該燃料の製造施設との整合を図りながら、今までの経験を集大成して、より高い技術の確立を急ぐ予定である。

更に、今後はFBR及びATR共、燃料集合体の構造や仕様の改良を通して経済性の向上を図ることが重要な課題

となり、当該部品についても、炉心設計やプラント設計との、より高い調和を図ってゆく予定である。



新型原子炉用燃料集合体の開発「もんじゅ」燃料集合体用最終試作品(下段)並びにATR実証炉燃料集合体用最終試作品(上段)を示す。

原子燃料再処理用耐硝酸材料研究施設

硝酸溶液を沸騰状態で循環させ、原子燃料再処理施設の
実機を模擬した条件下で、長期耐食性を確認する耐硝酸材
料研究施設を完成した。

使用済み原子燃料再処理施設では、プラントの信頼性
を高くするため、使用材料の耐食性の確認が重要な課題
になる。小試験片の浸せき試験による基礎腐食特性の検
討に加えて、実機を模擬した条件下で長期耐食性を確認
するため、原子燃料再処理用耐硝酸材料研究施設を完成
した。

本研究施設のうち硝酸ループ試験装置は、酸回収蒸発
缶の伝熱管部などを模擬した試験体を用いることが可能
であり、硝酸溶液を沸騰循環させる実機運転条件下で、
材質や加工条件をパラメータとした耐食性の確認ができ
る。硝酸ループの試験体部はフランジ構造で組み込まれ、
試験途中の観察や試験体交換が容易にできるように配慮
されている。また、本装置は硝酸の沸点を下げる減圧運
転ができ、腐食緩和効果を確認する試験も実施できるな
どの工夫が施されている。

そのほかに、低ひずみ速度引張試験装置、単軸引張試

験装置及び電気化学式腐食モニタ装置を備えており、種々
の環境下で、材料の応力腐食割れ感受性や腐食メカニズ
ムの解明に役立つデータを採取していく予定である。



原子燃料再処理用耐硝酸材料研究施設

JT-60粒子入射加熱装置排気系結合試験の開始

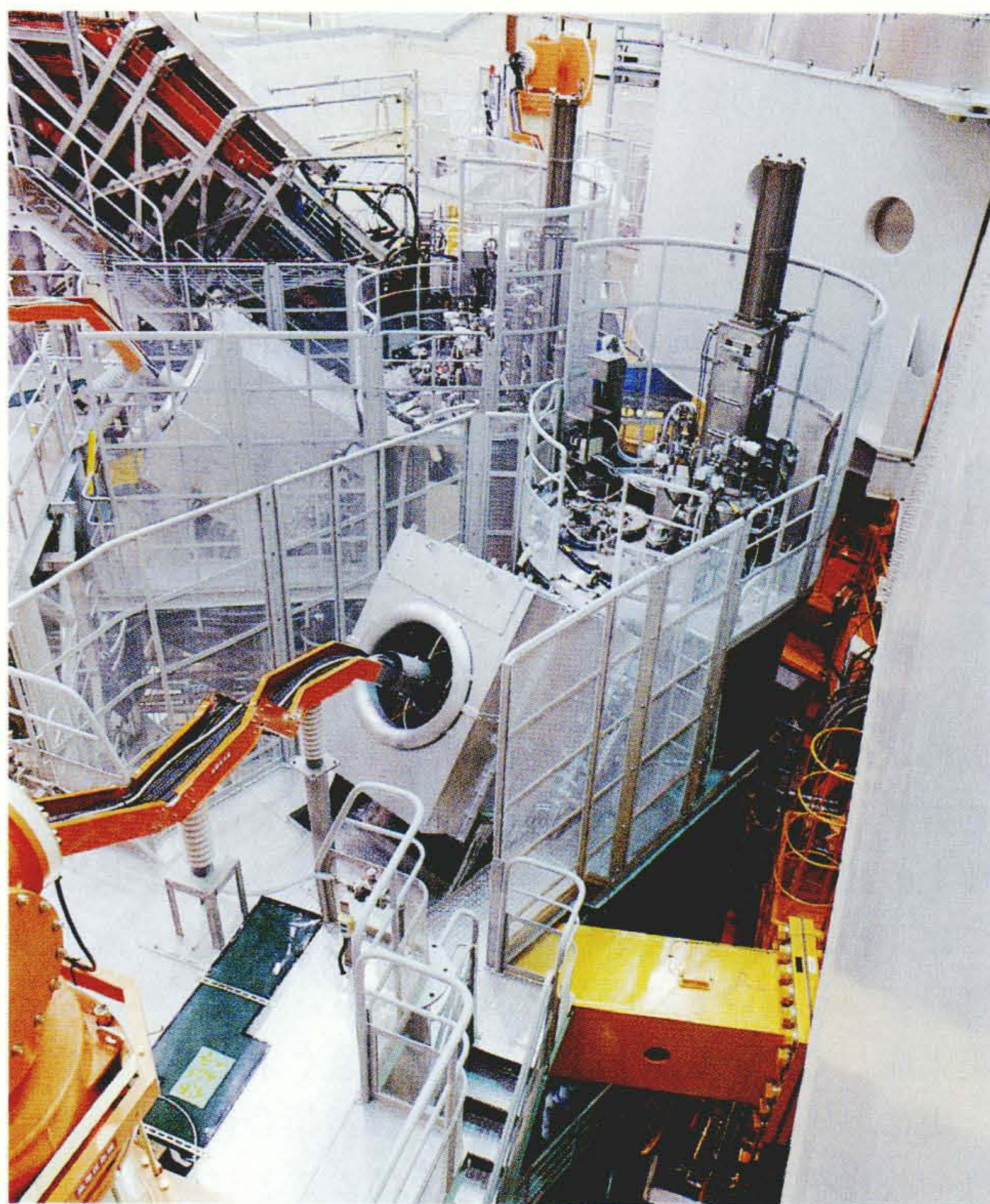
日本原子力研究所納め、臨界プラズマ試験装置JT-60用
粒子入射加熱装置排気系のJT-60装置との結合試験を開
始した。

日本原子力研究所では、臨界プラズマ試験装置JT-60の
完成とジュール加熱実験に引き続き、昭和61年8月から、
JT-60にプラズマを発生させた状態での加熱装置の試験
(結合試験)を開始した。

日立製作所では、JT-60本体や全系制御設備などの受注
に続き、NBI排気系を受注し完成した。NBI排気系は、
JT-60本体の周囲7箇所、上下2段重ねで設置した14基
のビームラインと冷却系、冷媒循環系、真空排気系、制
御系から構成される。

ビームラインには、各種要素試験及び原型ユニットで
性能と信頼性を検証した、 $500\text{W}/\text{cm}^2$ の高エネルギー受熱
機器、高精度イオンビーム偏向装置、140万l/sの大容量ク
ライオポンプ、多機能ビーム計測装置などが用いられて
いる。

冷媒循環系は、クライオポンプ用冷凍能力2,400W(3.7
k)のヘリウム冷凍機、全長500mの低損失ヘリウムトラン
スファライン及び全自動化された制御装置などの特長を
持つ国内最大の装置である。



JT-60に取り付けられた粒子入射加熱装置排気系

強磁場超電導トカマク型核融合装置“TRIAM-1M”の完成

強磁場超電導トカマク型核融合装置“TRIAM-1M”の本体・極低温保持システム・電源・制御系・計算機の全システムが完成し運転を開始した。

九州大学応用力学研究所で建設していた強磁場超電導トカマク型核融合装置“TRIAM-1M”の全システムが完成し、プラズマ実験を開始した。

本装置は次のような特長を持つ機器によって構成されている。

- (1) プラズマ中心磁束密度 8 T を発生する化合物線材 Nb_3Sn を世界で初めて使用した超電導トロイダル磁場コイルと精密直流電源・計測制御装置
- (2) 不整磁場の少ないフラクショナルターン構造を採用したポロイダル磁場コイルと高速プラズマ制御システム
- (3) 冷却水配管・固定リミッタ・可動リミッタなどを装

備したD形断面の厚肉真空容器

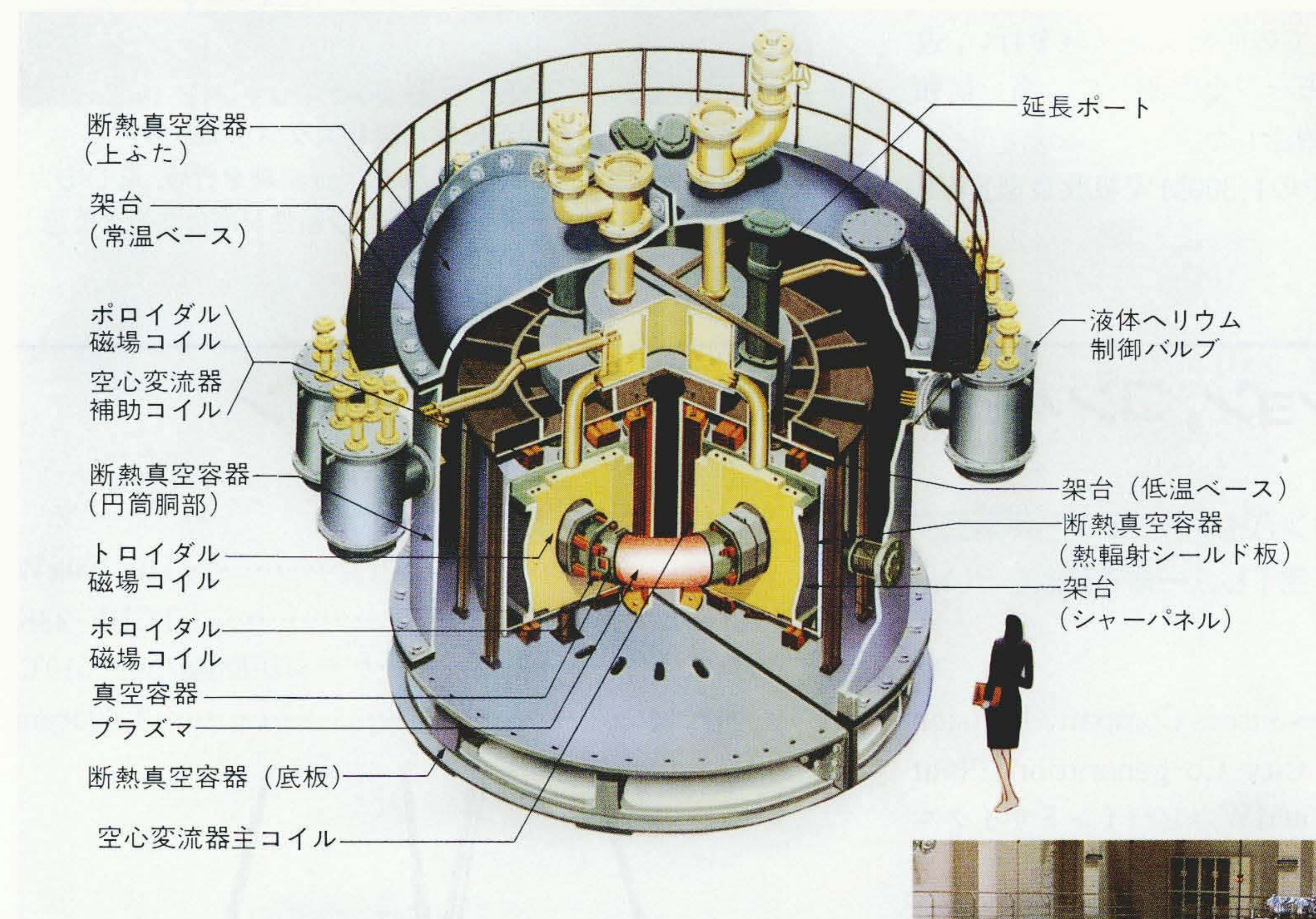
(4) 本体コンポーネントを収容し断熱排気できるとともに一体輸送も可能な断熱真空容器

(5) プラズマ乱流加熱実験のために高電圧に耐える乱流加熱コイルと加熱制御システム

(6) 設備の自動運転を行う中央制御システムとプラズマデータを収集・解析するデータ処理計算機システム

本装置は、我が国で初めて本格的に超電導トロイダル磁場コイルを採用した核融合装置で技術的にも画期的な新しい試みが多く採り入れられた装置であり、今後の核融合装置技術の進歩に寄与するところが大きいと確信している。特に、日立製作所はこのプラントを構成するほとんどの機器の設計・製作から据付け・試運転に至るまで九州大学の指導のもとに一貫して担当し完成させた。

(関連論文：日立評論 第66巻 第9号)



TRIAM-1M外観構造

TRIAM-1Mは、超電導トロイダルコイルを周囲から断熱するために、全体が断熱真空容器の中に収められている。



据付完了したTRIAM-1M

本体右後方の2個のタンクは、超電導トロイダル磁場コイルを極低温に保持するヘリウム液化冷凍設備のコールドボックスと精製器である。

1,800rpm大容量蒸気タービン用52in長翼

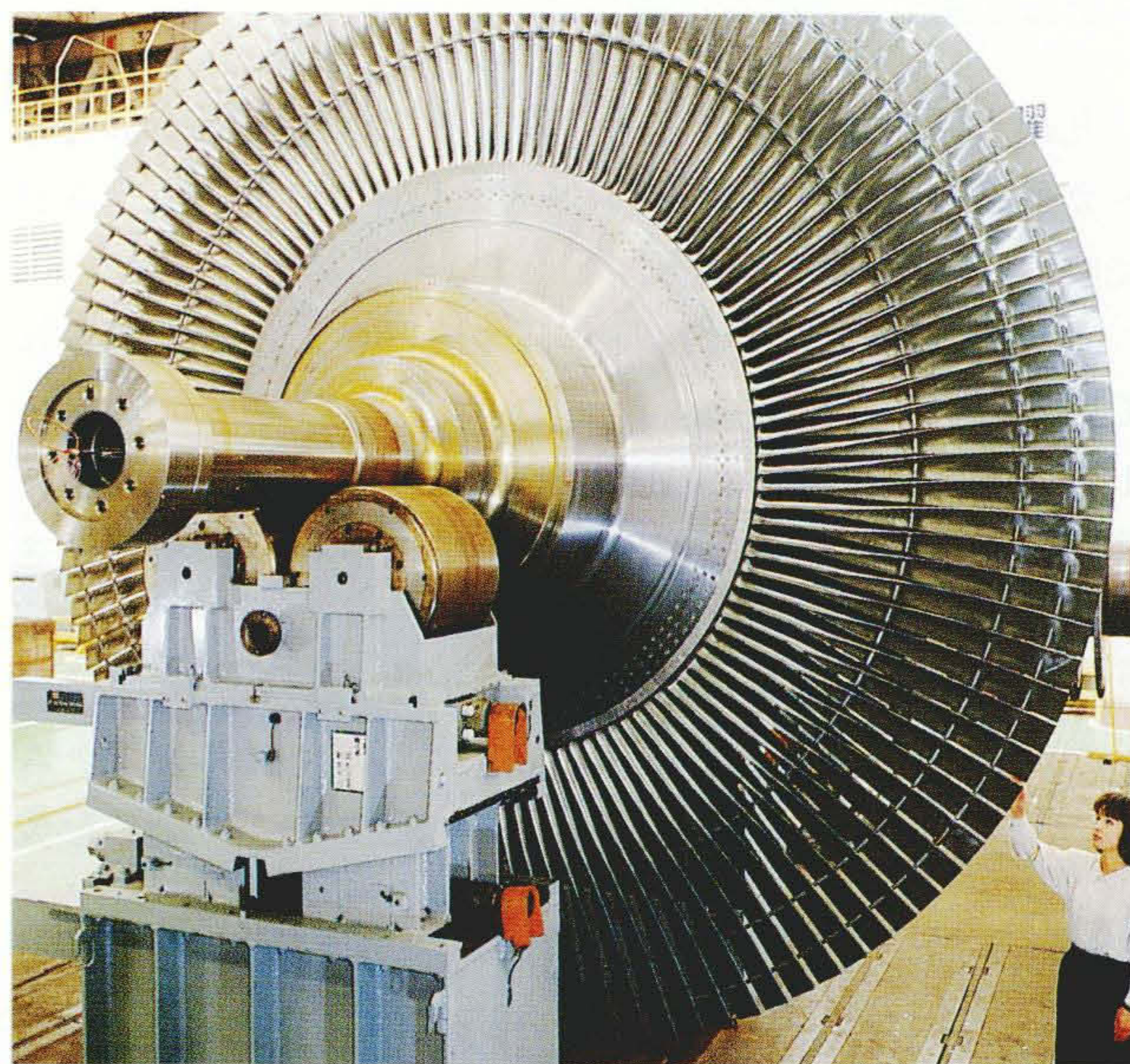
先に開発した1,500rpm用52in長翼に引き続いて、大容量の原子力・火力用蒸気タービンに適用することにより、最大出力1,700MWまで可能な1,800rpm用52in長翼を開発した。

現在、我が国で実用化されている蒸気タービン用低圧最終段翼は、50Hz用の41in翼、60Hz用の43in翼が最大であるが、このたび、先に開発した1,500rpm用52in長翼に引き続いて、1,800rpm用52in長翼の開発を完了した。本長翼は、原子力及び火力用蒸気タービンの最終段翼として使用可能である。

41in長翼、43in長翼、1,500rpm用52in長翼を設計のベースとし、翼形選定に当たっては、スーパーコンピュータを用いた各種のシミュレーションを実施し、また翼列試験などを行い、最適な形状を選定している。実物大の52in長翼を植え込んだテストロータを試作し、定格回転数の1.2倍に当たる2,160rpmまでの回転実証試験を行い、遠心応力、翼振動数、翼振動モードを実測して、高い信頼性を持った翼であることを確認した。

この52in長翼を現在開発中の1,300MW級改良型BWR

に適用した場合、43in長翼を使用した場合に比較して、約3%の出力増加を得ることができる。



1,800rpm用52in長翼回転試験用実物大テストロータ
実物大テストロータを試作し、回転実証試験を行い、遠心応力、翼振動数、翼振動モードを実測し、信頼性が高いことを確認した。

コ・ジェネレーション、コンバインドプラント用蒸気タービン

コ・ジェネレーション、コンバインドプラント用蒸気タービンが、工場での組立てを完了し、一体で輸送を行い、現在据付け中である。

米国Northern Natural Resources Company Division of Internorth, Inc.のTexas City Co-generation Plant No.2として設置される、約450MWコンバインドサイクル用140MW蒸気タービンを完成した。

本プラントは、Internorth, Inc.が売電及び蒸気供給を目的としているコ・ジェネレーション用コンバインドサイクルである。ガスタービン3台・排熱回収ボイラ3台と蒸気タービン1台が組合わされて、効率よく運転し、更に蒸気タービンには、熱供給用の蒸気量を制御する蒸気加減弁が取り付けられている。

機器は、据付けを簡略化するためのパッケージデザインが要求され、蒸気タービンでは、ベースの上に蒸気タービン本体、制御装置、主蒸気止め弁、蒸気加減弁、抽気加減弁などすべてを工場では組立てて、一体輸送を行った。輸送も無事終了し、現在、現地で据付け中である。

主な仕様は次のとおりである。

出力	140,100kW
タービン形式	TCDF-23K
蒸気条件	ゲージ圧88kg/cm ² -510°C
回転数	3,600rpm



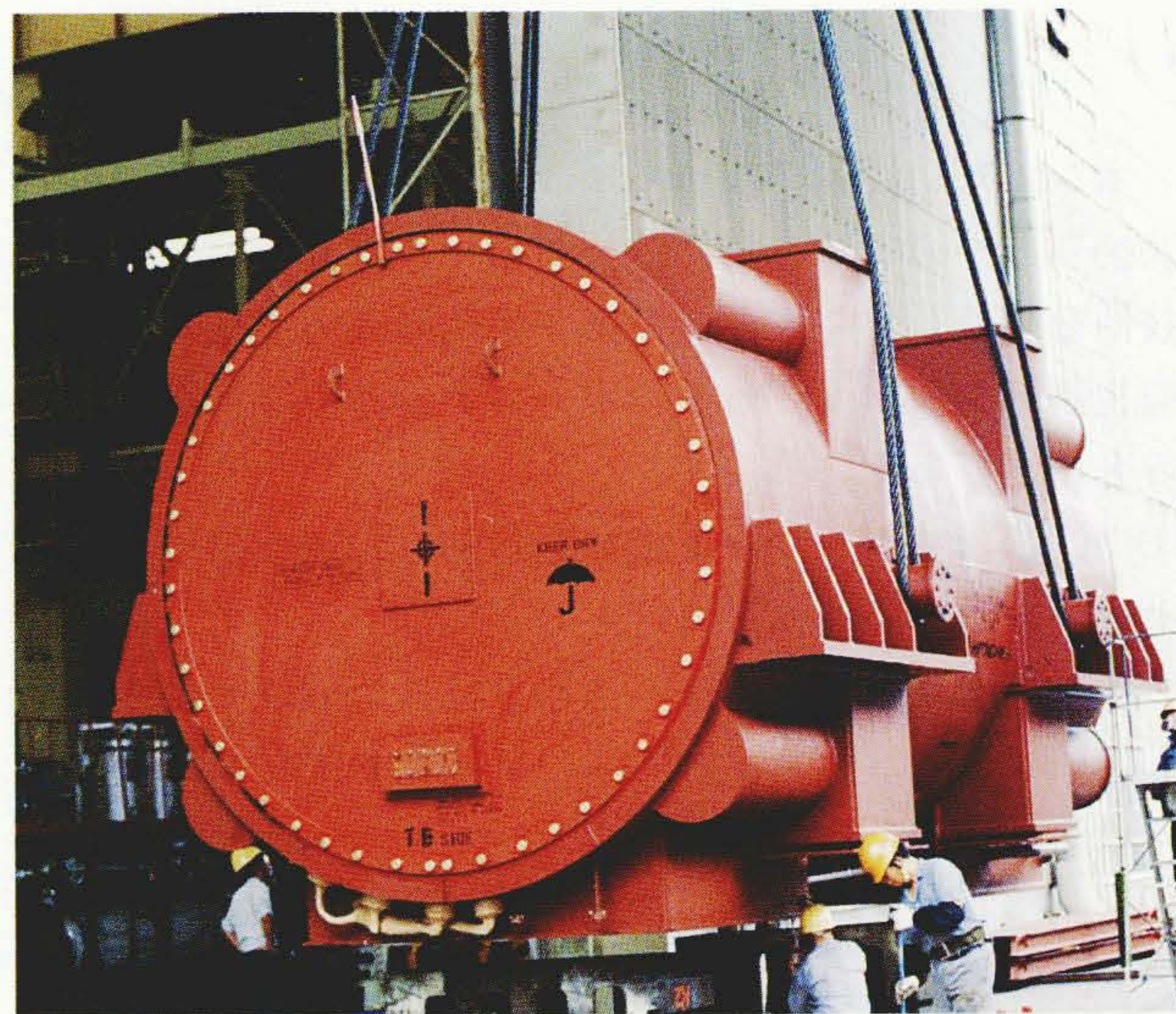
一体輸送を行うコ・ジェネレーション、コンバインドプラント用蒸気タービン

オーストラリア クインズランド州電力庁カライド発電所納め391MVAタービン発電機

カライド発電所納め391MVAタービン発電機はHPDシリーズ機であり、先行機のタロン発電所納め発電機4台と同様、高効率・高信頼性運転への寄与が期待される。

オーストラリア国クインズランド州電力庁カライド発電所納めの1号機が、昭和61年5月、出荷された。同タービン発電機は石炭火力発電プラントとして、現在、順調に運転を継続中の同電力納めタロン発電所向けタービン発電機4台と同様、HPD(高負荷密度)形シリーズ機である。現在、稼働中のタロン発電所納めタービン発電機は、高効率で信頼性高い運転を続けクインズランド州の消費電力の50%近くを補うベースロード用として活躍中であり、カライド発電所納めタービン発電機も同様に、高効率・高信頼性運転が期待される。

なお、この後、同シリーズ機5台が製作される予定であり、クインズランド州で計10台の日立タービン発電機が次々と運転を開始することになる。



カライド発電所納め391MVAタービン発電機1号機の工場出荷

微粉炭燃焼日立-NRバーナ

微粉炭燃焼ボイラの超低NO_x化、高効率化を目的として日立-NRバーナを開発し、実機実証により極めて良好な結果を得ることができた。

日立-NR(NO_x Reduction)バーナは、単一火炎内に脱硝領域を作り、発生したNO_xをN₂に還元させて低NO_x化を図るものである。図に日立-NRバーナの構造及び火炎写真を示す。このバーナの特徴は、次に述べるとおりである。

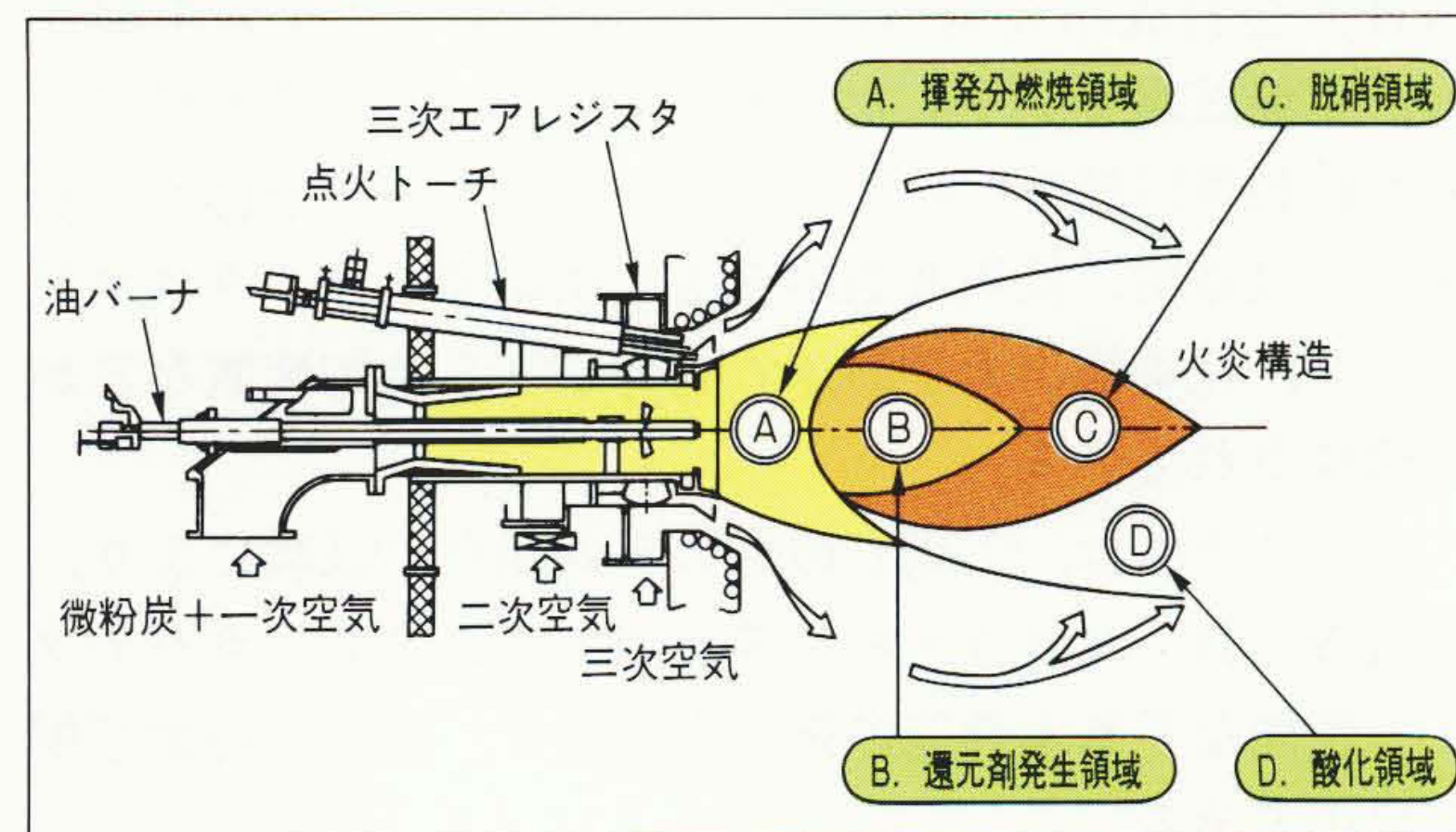
- (1) 高速着火を行うための保炎リング
 - (2) 燃焼空気流れを最適化するためのガイドスリーブ
 - (3) 燃焼空気量及び旋回力を制御する三次エアレジスタ
- 富山共同火力発電株式会社富山新港共同火力発電所1号缶、2号缶(出力200MW、バーナ16本装着)に昭和61年度の設備改善として採用された。従来のバブコック日立製低NO_xバーナ(デュアル形)と比較し、下記の結果を得た。
- (1) NO_x低減率…40～50%(当社低NO_xバーナ比)
 - (2) 火炎安定性向上……(低負荷時の安定燃焼確認)
 - (3) 空気過剰率低減……(Eco O₂: 2～3%確認)
 - (4) (1)により脱硝NH₃の低減……(ユーティリティ節減)

以上により超低NO_xによるユーティリティの節減、所内動力の低減、ボイラ高効率化を達成した。本成果により、今後の超低NO_xボイラ、中間負荷運用化、最低負荷切下げなどの顧客ニーズにこたえるための設計技術確立した。現在、微粉炭燃焼ボイラへの日立-NRバーナの



火炎写真

採用を図るとともに、欧米先進国への技術供与を鋭意推進中である。



日立-NRバーナの構造

火力発電所最新形デジタル制御システム“HIACS-3000”

火力発電所最新形デジタル制御システム“HIACS-3000”システムを完成した。

本システムは、従来のデジタル制御システム“HIACS-2000”ほかの実績を基に、最新のマイクロコンピュータ技術を駆使して完成させた第2世代の火力発電プラント監視制御システムである。本システムの主な特徴は下記のとおりである。

- (1) CRTオペレーション機能を付加し、運転操作性の向上と少人数での運転を可能とした。
- (2) コントローラを系統・機器単位に分散させたシステム構成により、サブシステムの自律性を強化し、システムの信頼性向上を図った。
- (3) 調整制御とシーケンス制御を融合させたユニコンセプト設計の高機能コントローラHISEC-04Mを開発し、制御性を向上させた。
- (4) 制御装置間は高速のネットワーク伝送システムで結合する一方、従来、リレー回路などで構成していた入出力回路のソリッド化を図り、盤面数低減とケーブルの削減を可能とした。

- (5) ネットワーク介して全コントローラと結合した中央集約形ツールを装備し、ロジック図ベースのプログラムも可能とした。

(関連論文：日立評論 第68巻 第6号)



HIACS-3000システムのコンソールと制御装置
CRTオペレータコンソール(前列中央部)、中央集約形専用保守ツールであるエンジニアコンソール(前列両側)、及びボイラ、バーナ、補機、タービンを制御対象とした制御キャビネット群(後列)から成る。

可変速実証プラント用発電システム工場完成

可変速揚水発電システムの実証を行う関西電力株式会社成出發電所納め可変速発電システムについて、発電機など構成機器の製作及び工場組合せ試験を終了し、その運転性能を確認した。

電力系統で、原子力発電の比率が増加するのに伴い、夜間電力の調整能力が不足しつつある。このため、電力調整能力を持った可変速揚水発電システムを、関西電力株式会社と共同で開発中である。

今回、その実証プラントとして計画されている関西電力株式会社成出發電所納め可変速発電システムを製作し、工場試験を完了した。本システムは、交流励磁できる高信頼性円筒形回転子及びコレクタリングを持つ可変速水車発電機、低周波数の交流を供給するサイクロコンバータ、発電機出力を高速で制御できる制御装置などから構成されている。

本システムは、工場でのシステム組合せ試験により、発電機特性、可変速運転性能、電力応答性能、ガバナフリー性能など基本性能の確認を実施し、現在、現地で据付け中である。

各機器の仕様は下記のとおりである。

- (1) 発電機：容量2万2,000kVA、回転速度190～210rpm、電圧11kV、極数36
 - (2) サイクロコンバータ：容量3,830kVA、アーム数72
- (関連論文：日立評論 第68巻 第8号)



工場完成した可変速発電機
本発電機は、背後に見えるサイクロコンバータ及び制御装置などと組み合わせて試験を実施し、各種性能の確認を行った。

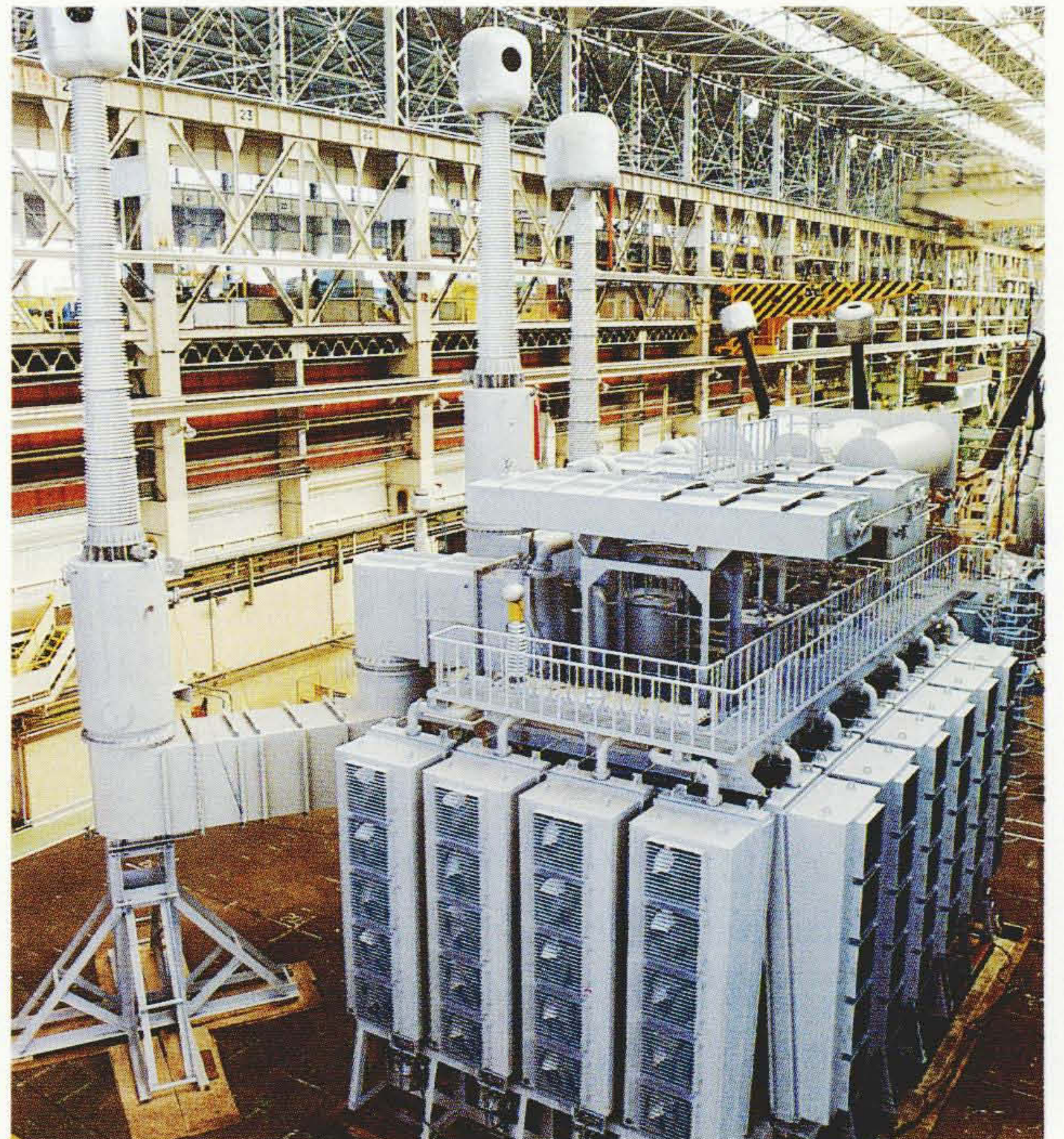
高効率超大容量三相変圧器

超大形鉄心及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世界最高水準の高効率525kV、1,200MVA三相変圧器を完成した。

火力・原子力発電所は常時高出力で運転されることから、それに使用される変圧器には高負荷領域で効率が低い、いわゆる鉄機械化が要求される。このため、日立製作所では最近の高精度各種解析技術の向上と製造設備の充実による超大形鉄心製作技術をもとに鉄心を大形化し、更に500kV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た小形・低損失大容量三相変圧器の実用化に取り組んだ。

その1号器として東京電力株式会社福島第二原子力発電所納め4号機用525kV、1,200MVA三相変圧器を完成し、大幅な損失低減を実現するとともに巻線構造の改善によって、よりいっそうの信頼性向上を図った。

なお、今回実用化した非分割円板巻線にはUHV絶縁技術が応用できるため、今後の低インピーダンス化及び超々大容量化への対応が容易となった。



高効率525kV、1,200MVA三相変圧器工場試験 絶縁試験を行うため、525kV試験用ブッシングを二次側に設けている。

超小形ガス絶縁開閉装置

各構成機器の小形化及び複合化・集積化により、大幅な据付け面積の縮小化を図った66～132kV超小形ガス絶縁開閉装置を完成した。

66～132kV超小形ガス絶縁開閉装置を開発していたが、このたび国内電力会社向け及び輸出向けとして受注製作し、現地据付けを完了し運転に入った。本ガス絶縁開閉装置は、変電所の用地・建設費を含めたトータルコストミニマムの観点から、機器のよりいっそう大幅な小形・軽量化のニーズにこたえたものである。

本ガス絶縁開閉装置は、構成機器の小形・軽量化を図るとともに、機器の機能上及び保守点検性から根本的に見直し、各構成機器の複合化・集積化により小形・軽量化を図ったものである。すなわち、遮断器容器に点検用接地開閉器、変流器を収納し、母線容器に母線用断路器を収納し、ケーブルヘッド容器に線路用断路器、接地開閉器を収納しているのが特徴である。

更に顧客のニーズにより、保守点検の省力化の観点から、遮断器に電動ばね操作器を、断路器、接地開閉器に電動操作器又は電動ばね操作器を採用し、エアレス化を

図ったものも納入して運転に入っている。

以上のように、機器の機能・信頼性を保ち、保守点検性・事故対応性・据付工数低減などの点に十分配慮した超小形ガス絶縁開閉装置と言える。

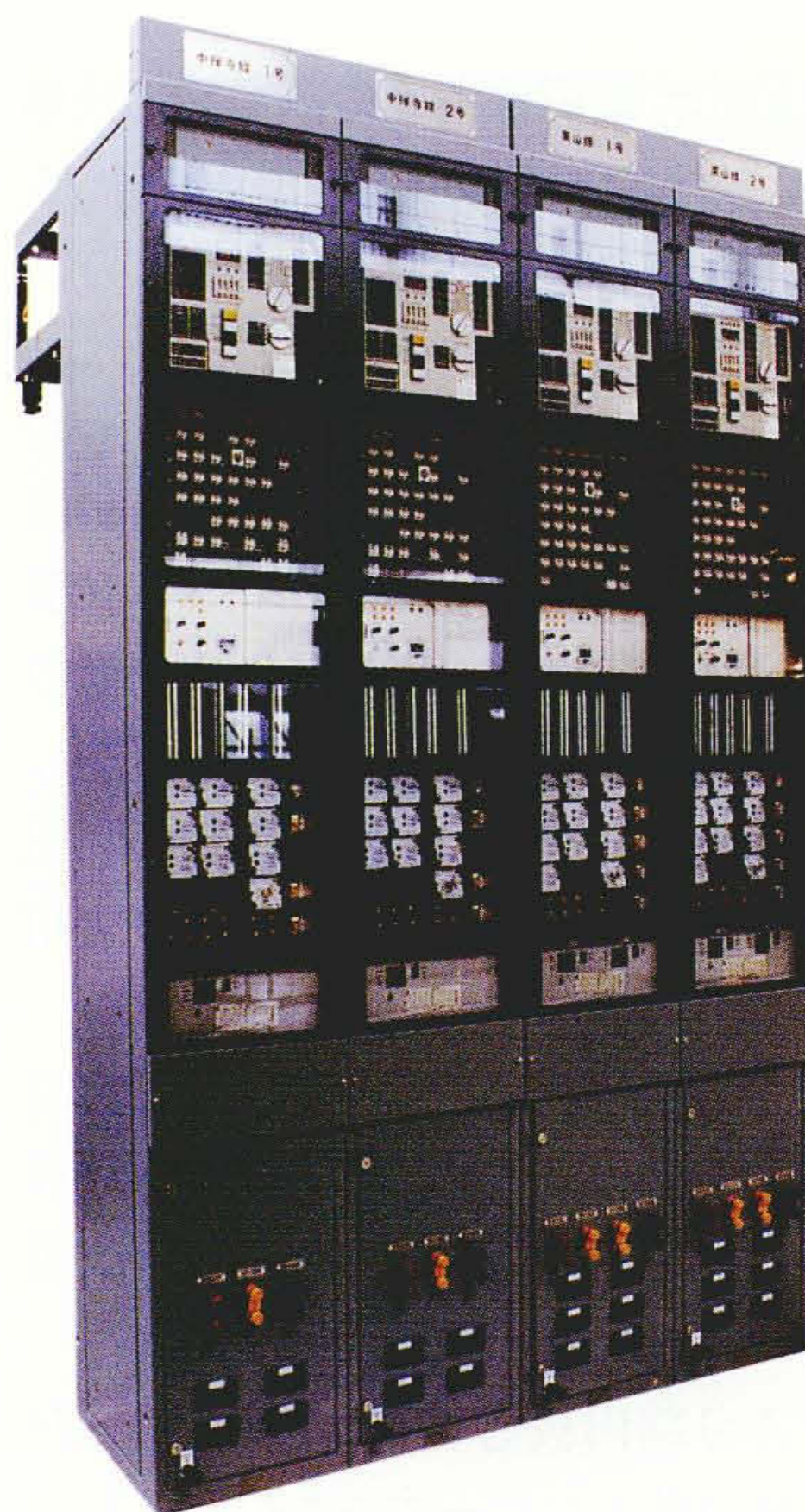


72kV超小形ガス絶縁開閉装置(二重母線方式)

新シリーズデジタル保護継電装置

新シリーズデジタル保護継電装置を開発製品化した。
本装置はマルチプロセッサ方式を採用することによって高性能化、高機能化及び高信頼度化を図ったものである。

電力系統の大規模化・複雑化に伴い、安定した電力供給を維持するためには、保護リレーシステムのいっそうの高性能化、高機能化、高信頼度化及び保守運用の省力化が必要であり、これらにこたえるためマルチプロセッサ方式を基本とする新シリーズのデジタル保護リレーシステムを開発した。そのハードウェア構成は、機能単位のマルチプロセッサ方式の採用と、LSI化及びCMOS形ICの適用などにより、装置の低負担化、小形化を実現した。また、ソフトウェアについては、マルチプロセッサによる機能分割化及びソフトウェアのパッケージ化による標準化、高品質化を図ると同時にシステム信頼性の向上を図った。写真本システムを適用した送電線用保護継電装置である。



新シリーズデジタル形送電線保護継電装置

本装置は幅350mm×奥行450mm×高さ2,300mmの盤に1回線分の保護機能を収納した4回線実装の例を示す。

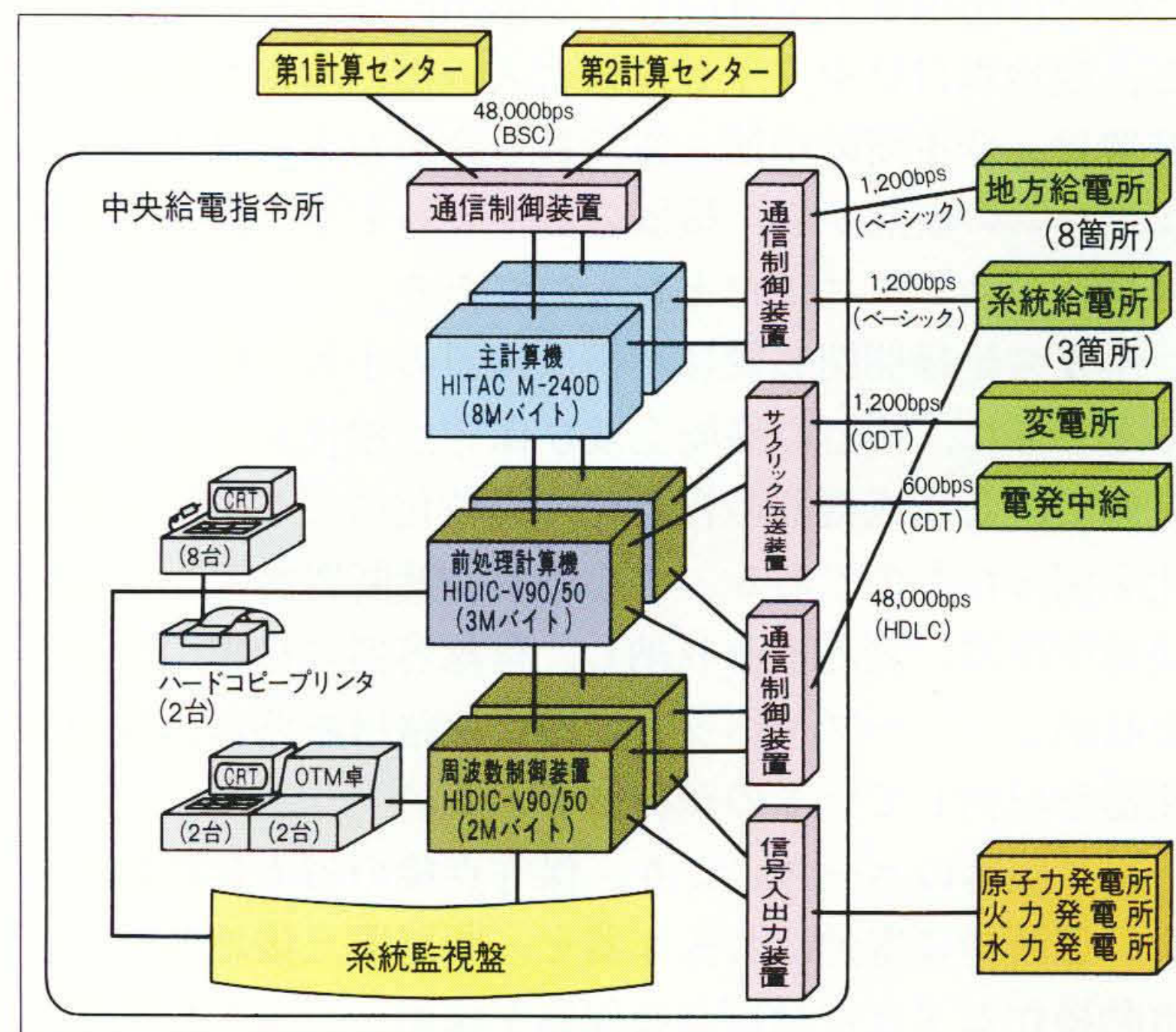
関西電力株式会社中央給電指令所納め 自動給電システム

制御用計算機と汎用計算機によるホットスタンバイデュプレックスシステムを構築し、高信頼度、高性能な自動給電システムを開発した。

関西電力株式会社中央給電指令所の自動給電システムは、このたび全面更新を完了し、運用に入った。この新システムの主な特徴は次に述べるとおりである。

- (1) 制御用計算機“HIDIC-V90/50”とはん(汎)用計算機“HITAC M-240D”の各々を二重化したホットスタンバイデュプレックスシステムを構築し、高信頼度を確保した。
- (2) 制御用計算機による単純、短周期、高速のデータ入出力処理と、はん用計算機による大量データの複雑な給電業務処理という、各々の特徴を生かした業務分担の確立。
- (3) 従来のCDT(サイクリック情報伝送装置)に代わるパケット交換網との接続による伝送の集約化、高速化。
- (4) 計算機の大容量化とデータメンテナンスソフトウェアの充実による、将来予想される自動化機能の高度化と系統規模の拡大への容易な対応。
- (5) 高密度CRT(4,032字、8台)を中心としたマンマシンインタフェースの操作性、運用性の向上。

なお、本システムの運用に先立ち従来のハードロジックによるAFC(周波数制御装置)への制御用計算機(二重化システム)の導入、CRT採用による運用性の向上、及びデータ自動記録機能の追加による周波数変動解析への有効利用を図った。



自動給電システム構成図

技術抄録

■BWR一次循環水Ni-Fe制御技術

最新のBWRプラントでは、クラッド低減対策が進み、炉内に持ち込まれるクラッドが著しく低減した。プラントの線量率を更に低減するためには、給水中のFeとNiの比率を最適化する必要があり、そのためのFe濃度制御装置を開発した。

■ルームモジュール工法

原子力発電所の建設工期短縮の工法として「ルームモジュール」の採用を図っている。これは建屋外でプレハブルームを組み立て、制御盤、計算機などの収納機器を収めた後、クレーンで一体つり込みし、ルームを建屋に固定する工法である。最新のプラントでは、燃料交換機制御室(約4m角)に適用するが、今後の適用拡大の期待が大きい。

■JPDR解体用水中プラズマ切断技術

我が国初の発電用原子炉JPDRの解体に当たり、同原子炉炉内構造物解体システムが完成し、日本原子力研究所へ納入した。本システムは水中プラズマ切断技術を利用した5軸駆動切断装置、及び周辺付帯設備で構成される。

■低被ばく横型ポンプ

原子力発電所に使用されるポンプで、被ばく線量をできるだけ少なくするために、軸受や軸封装置などの消耗品を狭いスペースで容易に交換できるポンプを開発した。例えば、炉浄化系循環ポンプでは従来の約 $\frac{1}{3}$ に低減できる。

■100万kW級FBR

軽水炉に競合できるプラント概念を開発するため、日本原子力発電株式会社の実証炉設計研究に参画している。また、動力炉・核燃料開発事業団、財団法人電力中央研究所などの各種R&Dを他のメーカー等と分担し、実証炉の基盤技術の確立を急いでいる。

■管群内小径管溶接部の自動超音波探傷装置

配管間げきの小さな小口径管群内部配管の溶接部へ、自動アクセス可能な自動超音波深傷装置を開発した。これを、新型転換炉ふげん発電所の第5回定期検査に使用し、性能・機能を確認した。

■高機能電動サーボマニピュレータ

原子力施設などの保守作業用にマスタスレーブ形を開発した。自重補償、摩擦補償を綿密に実施した結果、所要操作力が約200gfと小さく操作性に優れている。また、連続回転形、伸縮形、多指形などの交換用ハンドを備えている。

■高効率石炭ガス化基本技術の確立

新エネルギー総合開発機構からの委託により、微粉炭の高信頼乾式供給法、高効率ガス化炉構造などの開発を進め、水素あるいは合成用ガスの製造に適用できる噴流層石炭ガス化基本技術を確立した。

■CWM(石炭水スラリー)燃焼技術

取扱い性の優れた新しい石炭燃料として注目されているCWM(石炭水スラリー)は、燃焼面で技術的課題があった。微粒化噴霧の促進、着火・保炎性の向上、火炎内還元領域の拡大を図った新形バーナを開発し、CWMの高効率低NOx燃焼を実現した。

■タービンロータディスクの自動検査

蒸気タービンの信頼性確保のため、高度な検査が必要である。日立製作所では、超音波ホログラフィ技術を使って、焼ばめディスク深部の微小欠陥も見逃がさず0.5mmの高解像度で立体的に映像化できる検査装置を開発した。

■火力プラント起動スケジュール作成支援方式

頻繁な起動・停止が要求される最近のプラントで、タービンの熱応力を許容値内に抑え、起動時間を最小にするために、運転員の高度な判断能力を活用した知識処理応用起動スケジュール作成支援方式を開発した。

■火力発電所用2段動翼可変軸流押込通風機

火力発電所では中間負荷運用が行われ、部分負荷での補機動力低減が要求される。これにこたえるために、動力低減効果の大きい2段軸流押込通風機を完成した。工場試験で部分負荷での高効率、各部の信頼性を確認した。

■海外炭専焼の火力発電所用電気式集じん装置

沖縄では最大規模の電源開発株式会社石川石炭火力発電所(156MW×2基)納め電気式集じん装置が完成した。本装置は多種類の海外炭燃焼に対応できるよう集じん極ダストはく離効果の向上、放電特性の良い放電極構造などを採用しており、順調に運転中である。

■離島用海水淡水化システム

新エネルギー総合開発機構の委託により、財団法人造水促進センター、バブコック日立株式会社と共同で定格10t/dの太陽光発電、電気透析法海水淡水化複合システムの実証プラントを長崎県福江市黄島に設置し、運転を開始した。 《写真右》▶

■中国電力株式会社俣野川発電所納め300MW揚水発電設備

高落差大容量機である中国電力株式会社俣野川発電所の1号機が昭和61年10月に運転を開始した。本機は大容量であるとともに、400rpmの高速機で、日立独自の技術を駆使して高効率、高信頼性を図っている。主機のほかにはサイリスタ始動装置、デジタルAVR・調速機・運転制御装置など日立の最新技術を用いた機器が納入されている。

■輸出向け11kV・22kVメタルクラッド配電盤

高温、高湿下に適用し、かつ耐内部アーク、耐じん(塵)式メタルクラッド配電盤を開発し、2,300面を受注、納入した。炉中封止形真空バルブを用いた真空遮断器、リベット組立式枠構造など新技術を駆使した製品で、引き続き大量受注が期待される。

■発電機と直流系統の干渉によるSSR(軸ねじれ振動)の抑制制御

将来の大電力直流送電系統をモデル化してSSR(軸ねじれ振動)現象のデジタル解析を行い、系統及び機器定数とSSR発生・不発生との相関関係を明らかにした。また、SSRが発生した場合でも、直流系統の電力を振動と逆位相制御して抑制する方式を開発した。

■中国電力株式会社日野制御所納めHIDIC-V90/30集中制御システム

中国電力株式会社俣野川発電所(30万kW×4台)と同社日野変電所を集中制御する計算機システムが完成した。このシステムでは主機、補機の予防保全、建屋、人員の保安監視など、今後要求の高まる技術の基礎を確立した。

