

「電力・エネルギー」

電力需要を巡る環境は、ここ2、3年若干の明るさが見られたものの依然として厳しいものがある。先進諸国では、産業構造のエネルギー低消費形への転換が進んでいるうえ、発展途上国では、財政の窮迫、政情不安などの要因から経済の急成長が阻まれている。我が国の電力需要は、長期的には年率3%程度の伸びと予測されており、'85年秋以来の急激な円高傾向も輸出市場での競争をいっそう厳しいものになっている。

こうした中で、エネルギー需要の中に占める電力の比率は着実に上昇するものと見られており、日立グループでも燃料の多様化、設備運用の最適化など、電力供給の効率化、経済化に対応する新技術の開発に取り組んでいる。

原子力発電の面では、東京電力株式会社福島第二発電所の2号機が、昭和59年2月に営業運転を開始した。本機は、既存型炉に関する改良標準化計画の第1号機であり、現在までの経過から、稼働率の向上、作業員の被ばく低減、定期点検期間の短縮などの目標を十分達成していることが確認された。今後建設するプラントについては、更に長寿命化、運転性の向上を目指したい。

新型軽水炉では、国際協力を行なっているABWR(新型沸騰水型原子炉)の開発設計を完了した。135万kW級の大容量化などによる経済性の向上、稼働率、信頼性、安全性のいっそうの向上、作業員の被ばく低減などを目標としているが、既存実証技術の適用などによって、十分この目標を達成できると確信している。更に次世代型軽水炉についても、その実現を目指して、高機能炉化、燃料の高性能化、長寿命材料、高性能ロボットなどに関する技術の開発を推進している。

新型動力炉については、高速増殖炉の開発が国家プロジェクトで進められ、実験炉「常陽」の建設・運転を経て、原型炉「もんじゅ発電所」が着工された。引き続き、民間主導で実証炉、先行炉、実用炉の建設が進められようとしており、これらに関する新技術の開発にも取り組んでいる。また、高速増殖炉の商用化までの間、原子力燃料利用への多様化を図るた

めの新型転換炉の開発にも着手している。核融合では、“JT-60”が完成し、一連の実験が順序に進められている。これらの製作で得た経験やノウハウを生かし、次期核融合炉実験装置に向けての工学的研究もねばり強く推進していく。

原子力発電の進展とともに、火力発電設備はミドル用、及びピークロード用電源としての役割が強まり、石炭利用の拡大とLNG利用の高度化などの燃料の多様化と環境対策、更に毎日起動停止や運転負荷帯の拡大といったよりいっそうの運用の高度化などが新たな技術課題となっている。日立製作所は、微粉炭燃焼ボイラでの極低NO_x燃焼技術、及び高ダスト脱硝、脱硫、集じん装置、ノンリーク式ガス・ガスヒータなどの技術を総合的に活用した高性能総合排煙処理装置の商用化によって、こうした要請にこたえた。更に、変圧ボイラの採用とデジタル制御技術の高度利用によって、火力発電設備の運用性も格段に向上した。また、蒸気タービンの最終段翼の技術開発は、蒸気タービンの高効率化、耐力向上に画期的な進歩をもたらし、新設タービンだけでなく既設タービンのリプレースにも優れた効果を発揮している。このほか、石炭ガス化コンバインドに適用されるガスタービン技術の開発も重点的に推進している。

水力発電設備では、台湾明湖発電所納め257MWポンプ水車4台をはじめ、米国フライアント発電所納め19.6MWS形チューブラ水車なども続々と運転に入り、この1年間で運転を開始した日立製作所納入の水力発電機器は約500万kWにも達した。

新技術としては、関西電力株式会社との共同研究を進めてきた可変速揚水発電システムがあり、このほど19.5MVA実証プラントの製作に着手した。

送変電関係では、中華人民共和国水利電力部向け500kV変圧器、米国ボンネビル電力庁向け550kVガス絶縁開閉装置などを完成した。いずれも高信頼性を維持し、しかも小形・低損失化を実現している。更に、設備運用の自動化・高度化を図ったものとしては、香港電力納めの自動給電システム、中国電力株式会社向けの零相伝送方式による配電線遠方監視制御の実用化装置などがある。

以上のほか、石炭の新しい利用技術として注目されるCWMについては、電力会社との共同研究による実証試験の段階に進んでおり、200kW学校用太陽光発電システムの運転研究も開始された。更に、18Tの超高磁界発生用の超電導マグネットの開発など、エネルギー新技術の開発も活発である。

ABWR(新型沸騰水型原子力発電設備)開発の完了

ABWRは、従来のBWRの性能をあらゆる面でしのぐ軽水炉の決定版として開発され、実用化の段階を迎えるに至った。その性能について紹介する。

日立製作所は、ゼネラル・エレクトリック社、株式会社東芝と共同して、東京電力株式会社をはじめとするBWRユーザー電力各社の指導、支援の下に、軽水炉の最終像であるABWRの開発を完了した。開発のねらいは、我が国でのBWR技術と運転実績をベースに、欧米諸国で実績のある優れた技術も採り入れ、BWRの単純な系統、高い安全性などの利点を最大限に発揮した、安全性・経済性の極めて高い発電プラントを確立することである。ABWRのキーコンポーネントとなるインターナルポンプ、新型制御棒駆動装置、52in長翼タービン、湿分分離加熱器などについては試作と試験を完了し、国産化への見通しをつけた。

ABWRの主要な仕様を表に示す。同表に見るとおり、ABWRの機能・性能及び経済性は発展的・飛躍的に向上している。仕様の基礎となる技術に対しては自主確証を徹底し、設計段階で設備に高い信頼性を組み込んだ。

(1) 安全性

インターナルポンプの採用で、炉心より低い位置の大口径配管がなくなり、仮想的な冷却材喪失事故下でも炉心が露出することはない。

(2) 運転性

炉心流量調整と新型制御棒駆動装置の操作で、出力変動幅100%-50%の日間負荷追従運転が可能である。改良炉心、新型制御棒駆動装置、自動化技術の採用によって、運転員の操作が著しく容易となり、負担が大幅に軽減され一段と安定した運転が確保されている。

(3) 設備利用率

カーボンシール不要の新型制御棒駆動装置の採用、改良炉心による燃料取替時シャッフリング体数の低減などによって、プラントの定期検査日数が著しく短縮される



ため、長期サイクル運転の実施とあいまって約86%以上の高い設備利用率が可能となっている。

(4) 年間被ばく線量

インターナルポンプ採用によるドライウエル内空間線量率の低減、新型制御棒駆動装置に対する保守点検要求の緩和に加え、改良標準型BWRで実証されたプラント水質向上技術を適用することによって、定期検査時の被ばく線量を大幅に低減できる。このことから、年間被ばく線量は50人・rem以下になるよう配慮されている。

(5) 経済性

大容量化とプラント効率の向上は、発電コスト低減の重要因子である。更に濃縮度上下二領域炉心をベースに、ボイド制御によるスペクトルシフトなどを採用した省ウラン技術と濃縮度の増加とを組み合わせることによって、燃料の高燃焼度化と長期サイクル化の技術の見通しを得た。この設計をABWRへ適用することによって、燃料サイクル費が低減できるばかりでなく、設備利用率のいっそうの向上が可能となる。インターナルポンプ式再循環系の採用で、原子炉格納容器及び原子炉建屋がコンパクトとなり、安全設備の設備容量も半減する。更に鉄筋コンクリート製円筒格納容器と小さな原子炉建屋で建設工程も短縮される。

以上の要素が総合的に最適化されて、ABWRは優れた安全性を維持しながら、極めて経済性の高い発電設備となっている。

主要仕様

No.	項目	ABWR	参 考	効 果
			BWR-5	
1	プラント出力 ●電気出力 ●熱出力	約1,356MW 3,926MW	1,100MW 3,293MW	●高効率プラント ●著しいスケールメリット
2	炉心設計 ●燃料集集体数 ●制御棒本数	872 205	764 185	●高経済性炉心 (低燃料サイクルコスト)
3	制御棒駆動 ●駆動方式	(新型制御棒駆動機構) 常駆動：電動 スクラム：水圧	常駆動：水圧 スクラム：水圧	●運転性向上 ●保守点検工数と被ばく低減
4	原子炉再循環 ●再循環方式 ●ポンプ台数	インターナルポンプ 10台	外部ループ+ ジェットポンプ20基 外部ループポンプ:2台	●コンパクト格納容器 ●小容量ECCS ●被ばく低減
5	システム設計 ●非常用炉心冷却系 (ECCS) 区分数 ●残留熱除去系 系統数 機 能	3 高压系：3系統 低压系：3系統 3(低压系ECCSポンプを兼用) 停止時冷却及び格納容器冷却	3 高压系：1系統 低压系：4系統 2(低压系ECCSポンプを兼用) ECCS、停止時冷却及び格納容器冷却	●事故時炉心露出なし (極めて高い安全性) ●高信頼度 ●小容量ECCS
6	制御・計装	デジタル制御 多重伝送	リレーロジック 電線ケーブル	●信頼性向上 ●低ケーブル量
7	格納容器 ●型 式 ●ベント型式	鉄筋コンクリート製 原子炉建屋一体型 水平ベント	鋼製自立改良型 マークI又はII 垂直ベント	●建設工期短縮 ●原子炉建屋コンパクト化
8	タービン設備 ●主タービン ヒートサイクル タービン型式 ●給水復水系統 給水加熱器段数	2段再熱サイクル TC6F-52" 高压2段×2系列 低压4段×3系列	非再熱サイクル TC6F-41"・43" 高压2段×2系列 低压4段×3系列	●プラント効率向上 ●合理化によるタービン建屋コンパクト化

3 次元プラントレイアウト計画CADシステム

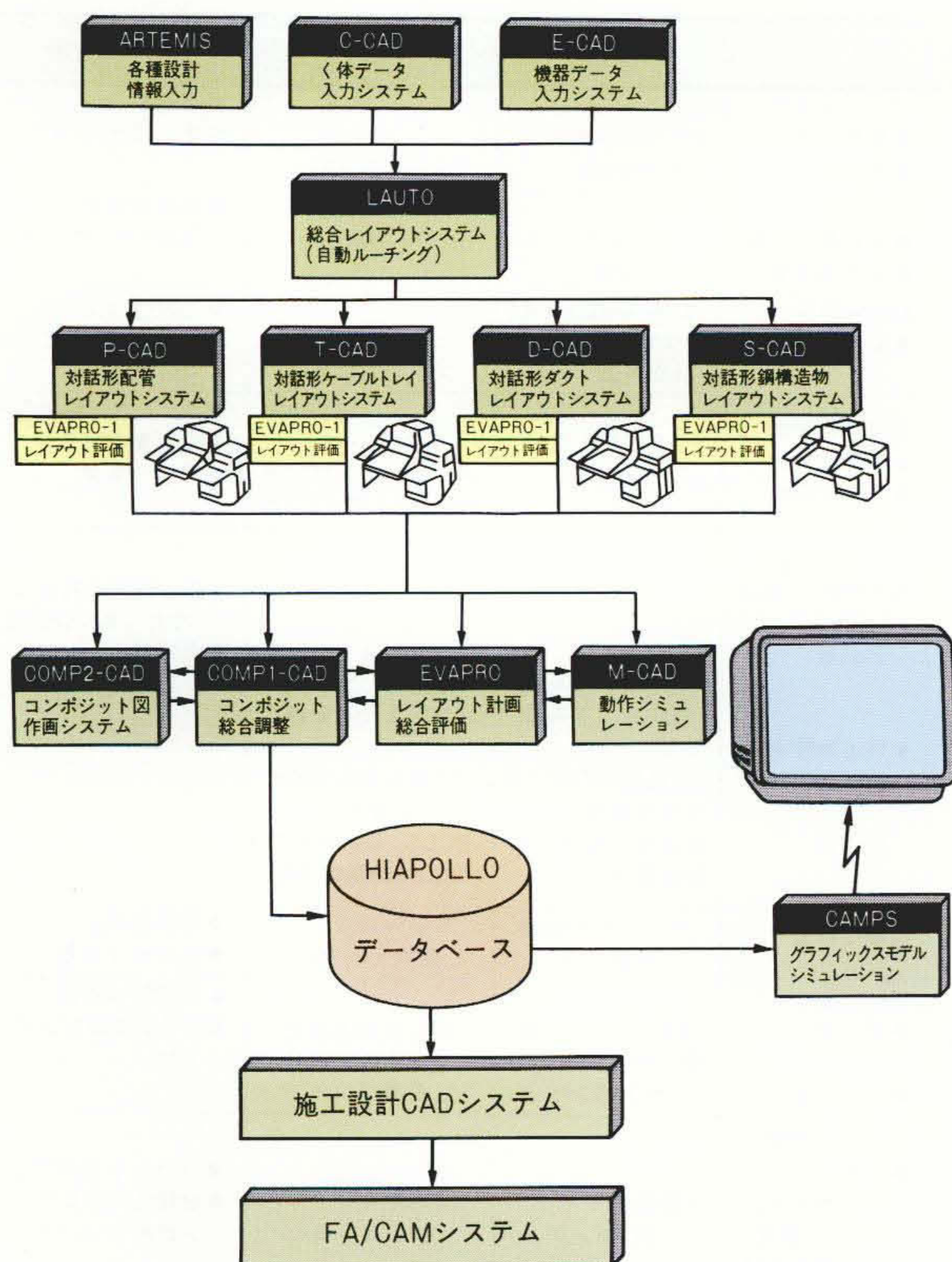
原子力プラントのレイアウト計画に知識工学、コンピュータグラフィックなどの最新技術を取り入れ、データベース構築による総合設計・製造一貫システムを開発した。

原子力プラントの最適配置計画を短期間に確立するため、従来の図面計画及びプラスチックモデルによる手法からコンピュータ利用による抜本的な手法改善が必要となってきた。そのために、原子力発電プラントのレイアウト計画に、知識工学、CAD/CAM、コンピュータグラフィックスなどの最新技術を取り入れ、総合設計・製造一貫システムとして3次元プラントレイアウト計画CADシステムを開発した。

本システムの特徴は配管、トレイ、ダクトのルーチングを3次元シミュレーションと知識工学的手法によって自動化するとともに、配管FAまで含めた一貫システムとなっている点にある。図にそのシステムフローを示す。

(1) 自動ルーチング

本システムは、設計者が蓄積してきた豊富な設計クライテリアを計算機に知識として記憶させ、知識工学的手法でそれらの設計クライテリアを直接ルーチングに反映させたものであり、3次元のレイアウト空間を探索手法で最適経路を決定する手順と、知識ベースに格納したクライテリアを用いて推論し、経路探索上の指針となる条件を設定する手順とを、フレームと呼ぶ階層的なデータ構造で知識を記述することによって結合させ、知識のルーチングへの導入を実現した。



3次元プラントレイアウト計画CADシステムフロー

(2) 対話形レイアウトシステム

本システムは設計者と計算機との対話処理を目的としており、3次元の図形処理が高速であることと、データ構造がコンパクトであることが特に要求される。そのため、基本立体単位に専用の作画プログラムを用意することによって高速化を図った。また、データ構造のコンパクト化のために3次元形状を基本立体の組合せで記述するCSG(Constructive Solid Geometry)の方法を採用した。

(3) レイアウト評価システム

計画が終了した段階でレイアウトの良否を総合的に評価する必要がある。そのため、グラフィックモデルシミュレーションで、従来のプラスチックモデルに代わる、高速グラフィック処理によってく体、機器、配管などの3次元形状をリアルに表現し、それらをVTRに記録した後、大形スクリーン(72in)に高精細かつ臨場感あふれる「コンピュータモデル」(写真)を投影し、レイアウトの総合調整を行なうことが可能となる。

(4) データベース

データベースシステムは、3次元プラントレイアウト計画CADで扱う膨大なデータ群を一元管理し、データの信頼性、機密保護を保証し、エンジニアリング業務の円滑な運用を支援するものである。本システムでは基本図形の組合せによる3次元図形データのモデル化と、非図形データのコード化によって、データ量の低減を図っている。更に高速検索キー手法で、処理データ量を最小限にどめ、応答性の高速化を可能とした。

(5) 施工設計CAD・配管FA/CAMシステム

計画設計CADによる構築されたデータは、データベースを介して配管応力解析、大口径配管、小口径配管、サポート、埋込金物、操作架台などの製作・施工設計CAD、更には配管FA/CAMシステムにまで引き継がれ、3次元データを有効に活用している。

本システムの有効性を高めるために、高速、高精細、大容量の画像処理装置、AI(Artificial Intelligence)専用マシンの開発動向をフォローしながら、更にシステムの拡充を図る必要がある。



コンピュータモデルの例

原子力発電支援システム(インストラクションシステム)

原子力発電プラントに異常・事故が発生した場合、その原因を診断し、プラントの将来状態を予測し、合わせて運転員に操作ガイドを出力するシステムを開発した。



インストラクションシステムが組み込まれた新形中央監視制御システム

インストラクションシステムは、原子力発電所の運転信頼性及び稼働率のよりいっそうの向上を目指したもので、通商産業省補助事業として昭和55年度から5年間にわたって研究を行ってきた。具体的には原子力発電所に異常・事故が発生した場合、その原因推定、波及予測及び対応処置ガイドをプラント情報と合わせて運転員に提供するもので、下記のような各種システムを開発した。

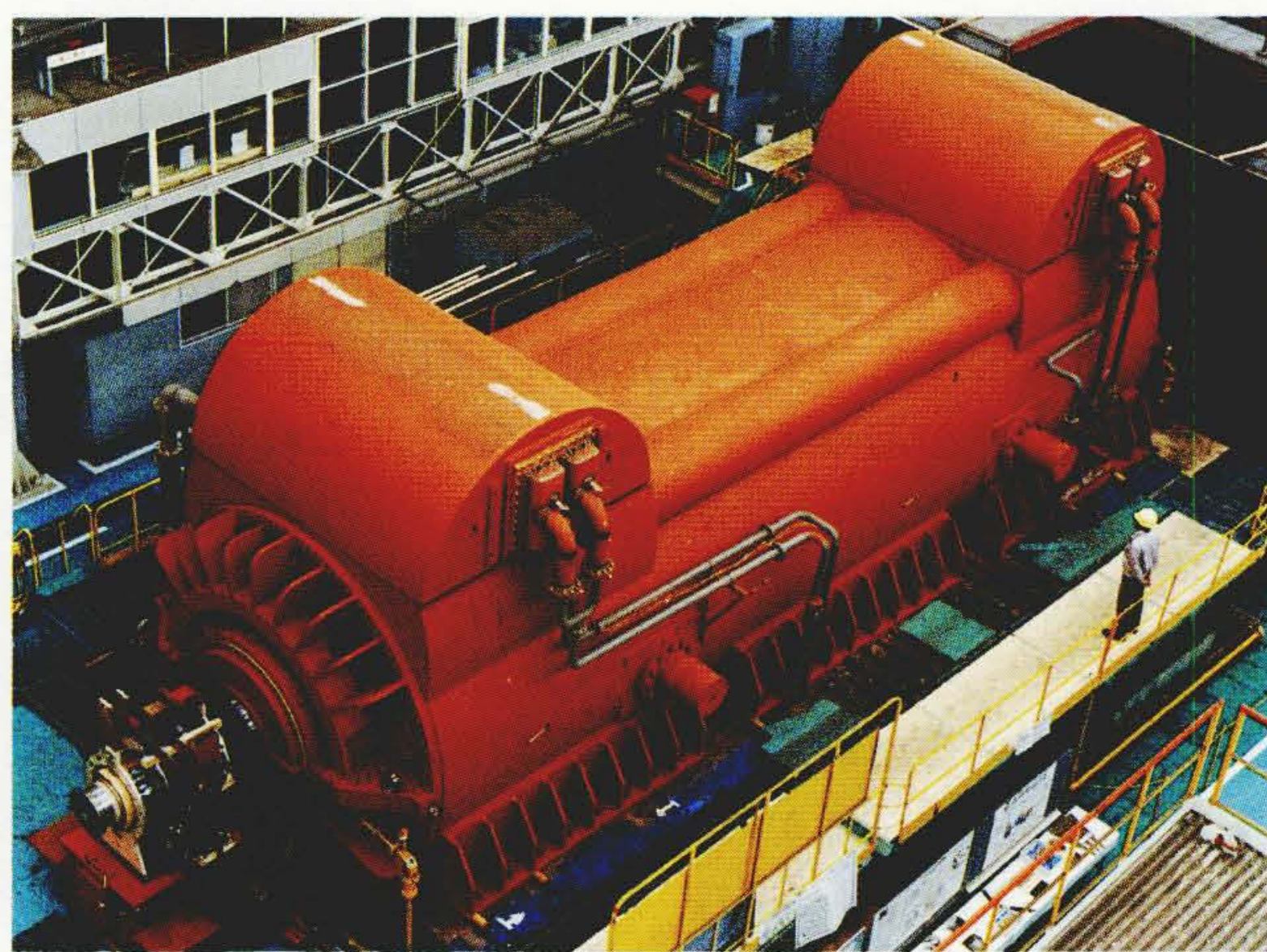
- (1) 故障・異常の波及関係を記述した樹木状あるいは網目状モデルの解析による原因診断、及び波及予測
- (2) 小LOCA(冷却材喪失事故)の早期検出
- (3) 原子炉スクラム後、原子炉を安全に冷温停止させるための操作手順ガイド
- (4) 高速予測シミュレータによるプラント将来状態の予測

上記各システムと運転員の対話を効果的に実施するため、音声入力装置、音声告知装置、タッチスクリーンによるCRT入力方式などの適用を図った。

また、本システムに合わせて開発した原子力発電プラントシミュレータを使用して、発電所運転員の参画を得た検証試験を実施し、その有効性を確認した。

中部電力株式会社浜岡原子力発電所納め3号機1,280MVAタービン発電機

60Hz地区での我が国最大容量級機である中部電力株式会社浜岡原子力発電所納め3号機1,280MVAタービン発電機がこのほど工場で完成した。



工場完成した1,280MVAタービン発電機

中部電力株式会社浜岡原子力発電所3号機1,280MVAタービン発電機がこのほど日立製作所の工場で完成した。浜岡原子力発電所には1号機626MVA、2号機940MVAに続き3号機1,280MVAとすべて日立がタービン・発電機設備を納入することとなる。本機は50Hz地区での東京電力株式会社福島第二原子力発電所2、4号機1,300MVAと並び60Hz地区での我が国最大容量級機である。

本発電機の特徴を以下に述べる。

- (1) 容量1,280MVAは60Hz地区での日立の記録品で国内最大級
- (2) 水素ガス冷却器をステータフレーム上部に設置するトップドーム方式ステータフレームの採用
- (3) 耐圧強度向上のため球形ターミナルボックスを採用
- (4) 固定子鉄心端部温度上昇低減のためのシールド鉄心付き
- (5) 直接水冷却方式(片道流)固定子コイルの採用
- (6) 効率改善のための混合素線固定子コイルの採用
- (7) 逆相耐力向上のための全長ダンパ付き回転子の採用
- (8) 回転子温度上昇低減のための強化ラジアルフロー形直接水素冷却方式の採用

東京電力株式会社納め柏崎刈羽原子力発電所 5 号機建設における 750t-54m大型移動式クレーンの活用

東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 5 号機の建設現場で世界最大の大型移動式クレーンが稼動を開始した。発電所の建設工法改善に大きく役立つものである。



大型移動式クレーンによる原子炉格納容器の地組

原子力発電所建設の工法改善に寄与する世界最大の最新鋭クレーンが、昭和60年6月から柏崎刈羽原子力発電所 5 号機で稼動を開始した。本クレーンは、約140mの巻上げ装置を支持する前・後部の各クローラを伸縮可能なフレームで連結した複座式構造となっている。そのため、安定性に優れ、作業半径54mで750tの重量物をつり下げたままの状態ですelf走、旋回、起伏が可能となっており、広い作動範囲をもつ。

この大型移動式クレーンは、原子炉格納容器の地上大組ブロック化工法(つり込み回数は従来の約1/2)や建築部材のプレハブ化工法などの工法改善、品質・安全性向上に威力を発揮しており、機械と建築の両分野にわたって、更に新しい工法を生み出す原動力になっている。また、約730tの原子炉圧力容器や発電機固定子などの大形機器も、本クレーン1台でつり上げることができ、空中から建屋の中にすっぽりと収められるようになったので、建築工事と機器搬入工事との併進作業も大幅に可能となった。この結果、建設工期は、従来の工法に比べ約2箇月短縮できるはずである。

大型移動式クレーンの導入は、顧客の建設工法改善に対する強いニーズを先取りしたもので、本クレーンの有効活用に対する期待はますます大きい。

高速増殖炉「もんじゅ」発電所の建設着工

動力炉・核燃料開発事業団の高速増殖炉「もんじゅ」発電所は、いよいよ建設着工の運びとなった。設工認、工認申請に向けて各種設計を鋭意推進中である。



「もんじゅ」サイトの近況

動力炉・核燃料開発事業団の高速増殖炉「もんじゅ」発電所は、昭和58年1月から福井県敦賀市白木地区で進められてきた敷地造成などの建設準備工事も終わり、昭和60年10月28日の起工式とともに、いよいよ建設着工の運びとなった。今後は、昭和61年2月のベースマツト打設開始に向け、掘削を推進し、機器据付完了は昭和66年4月を予定している。

一方、「もんじゅ」の建設には、高い科学技術水準と工業力を必要とするため、日立製作所は、これまでに各種の研究開発を進めてきており、現在、これらに基づく信頼性の高い製品作りを目指すとともに、設工認(設計及び工事の方法の認可)、工認(工事計画の認可)申請に向けてのシステム設計・機器設計を鋭意推進中である。日立製作所の主要担当設備は、微調整棒集合体及び同駆動機構、主循環ポンプほかの一次冷却システム及び機器、ナトリウム・ナトリウムの熱交換を行なう中間熱交換器、ナトリウム・蒸気の熱交換を行なう過熱器、中央計算機、中央監視盤などである。

表 プラント基本仕様

原子炉型式	ナトリウム冷却高速中性子型
熱出力	714MW
電気出力	約280MW
炉心燃料	Pu・U混合酸化物
増殖比	約1.2
ループ数	3

臨界プラズマ試験装置“JT-60”

日本原子力研究所の臨界プラズマ試験装置“JT-60”が昭和60年4月初めに完成し、日本原子力研究所により、同月8日ファーストプラズマ点火に成功した。

核融合は、人類にとって究極のエネルギー源とされている。この無限のエネルギーを求めて、日立製作所は四半世紀前に核融合の研究開発に着手し、以来、日本原子力研究所をはじめ各大学と協力してその研究を推進してきた。

JT-60は、昭和50年7月原子力委員会が国のプロジェクトとしてスタートさせた「第2段階核融合研究開発計画」の主計画であり、日本原子力研究所が那珂研究所に建設を進めてきたものである。

JT-60は昭和48年から概念設計・予備設計、昭和50年から詳細設計・R&D(Research and Development)などの各段階を経て、昭和53年から建設に着手した。その後7年間の建設期間を経て、昭和60年4月初めに、加熱装置、計測設備を除く本体などの主要設備が完成し、日本原子力研究所により実験が開始された。

日立製作所は、JT-60の各設計、R&Dに参画したのをはじめ、昭和53年の本体の受注に引続き、全系制御設備、加熱用発電設備を受注し、これらのJT-60主要機器を昭和60年4月初めに完成、納入した。また、JT-60の製作に関連した業務の円滑な推進を目的とした総合調整業務を担当

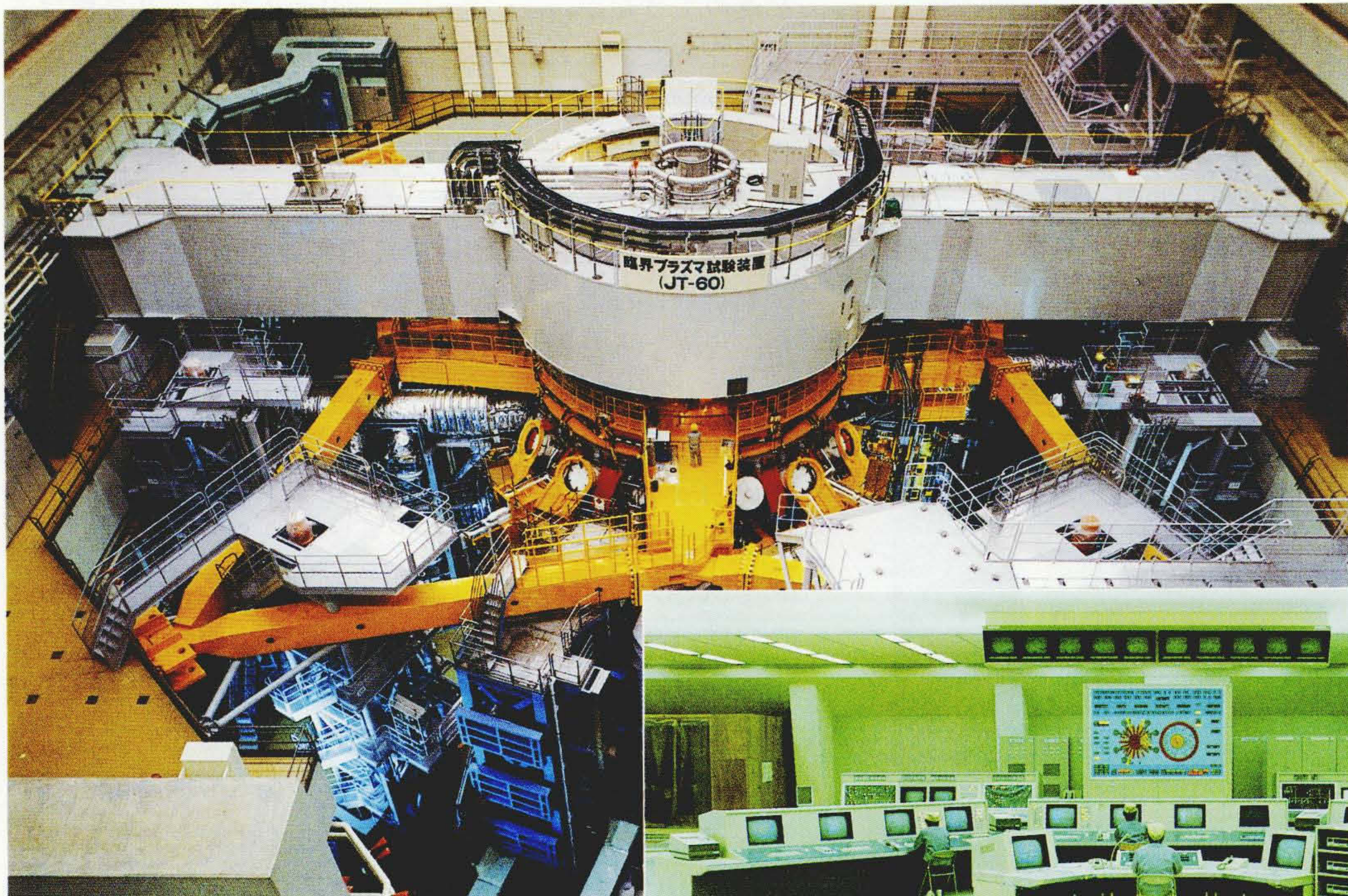
し、プロジェクトの取りまとめを行なってきた。更に、計測共通設備及び中性粒子入射加熱装置排気系を受注し、現在製作・据付中である。

JT-60は、強いトロイダル磁場でプラズマを安定化する環状放電装置に属するトカマク型装置であり、本体の直径は約15m、高さは約13m、重さは約5,000tに及ぶ。

10^{-8} Torrの超高真空及び極めて高度な寸法精度などを実現した卵形断面の半径約3mの環状真空容器の製作、半径約3.3m、1個当たり重量約100t、全18個の総起磁力67.5MATのトロイダル磁場コイルの製作、国際規格CAMACを採用した高度な計算機制御技術の開発、立軸で出力400MVAのフライホイール直結型の世界最大級の電動発電機の製作など、JT-60には数多くの先端技術が適用されている。

JT-60は、米国のTFTR、ECのJET及びソ連のT-15と並んで世界の4大トカマクの一つであり、共に臨界プラズマ条件の達成を目指して激しい国際レースを演じている。一足早く運転を開始したTFTRとJETに遅れることなく、JT-60もまた昭和62年に臨界プラズマ条件を達成する見込である。

核融合の開発は、科学的実証段階から工学的実証段階へ移行する新しい局面を迎えている。将来の核融合炉のためには、広範囲な工学研究が必要であり、産業界の果たすべき役割はますます増大するものと考えられる。今後とも開発努力を続けていきたい。



現地据付を完了した臨界プラズマ試験装置“JT-60”の本体及び全系制御設備



本格的DSS運転用変圧ベンソンボイラ

油燃焼火力は将来の展望としてピークロード用となる。今回、国内初の600MWのDSS用の火力発電所向けボイラを納入して順調な稼動を続けている。

関西電力株式会社では、系統全体を効率的に運用するためベースロードを原子力、ピークを油燃焼火力に配分する計画を進めている。同社御坊発電所2号ボイラもその一つで、油燃焼600MW中間負荷火力用として計画された。したがって、AFC(自動周波数制御)で負荷変化率8%/min、DSS(Daily Start Stop：毎日起動停止)のための100分以内の急速ホットスタートなど、従来の同形式のボイラに比べて運用条件がいっそう厳しくなっている。この目標を達成するため、負荷追従性のよいベンソンボイラを採用し、伝熱面配置、操作条件の最適化を図ることによって、当初計画を満足する運転実績を得た。

本ボイラの主な特徴を以下に述べる。

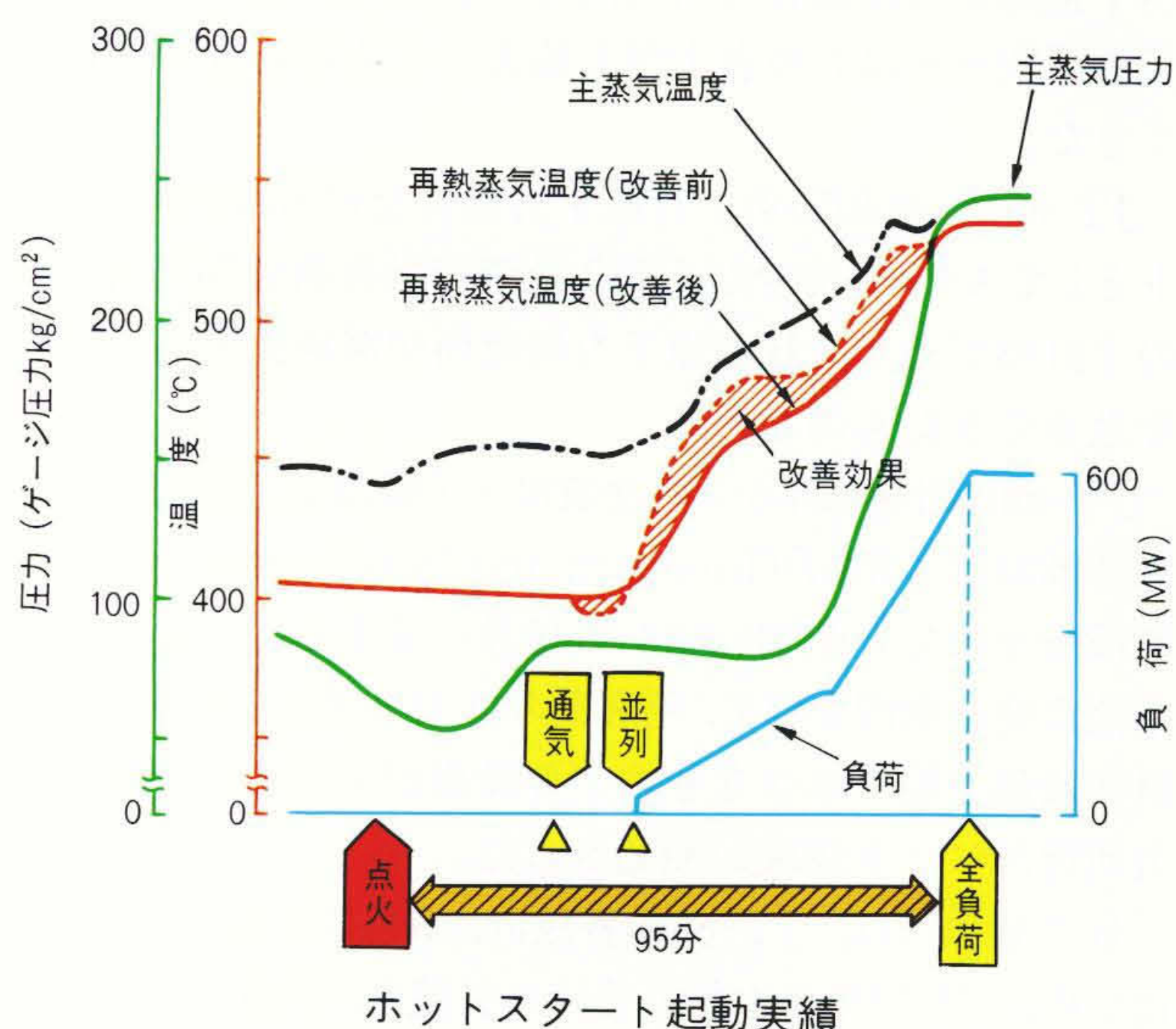
(1) ベンソンボイラ動特性予測技術の確立

急速な起動、負荷上昇に対応するためには、再熱器への通気、燃料の投入、循環ポンプ切替に伴う蒸気圧力、温度変動を正確に予測し、これを抑え込むことが必要で

ある。このため、動特性解析用シミュレータの精度を先行プラントの実績チェックによって確認し、予測技術の妥当性を実証した。

(2) プラント起動時間短縮化の新技术を適用

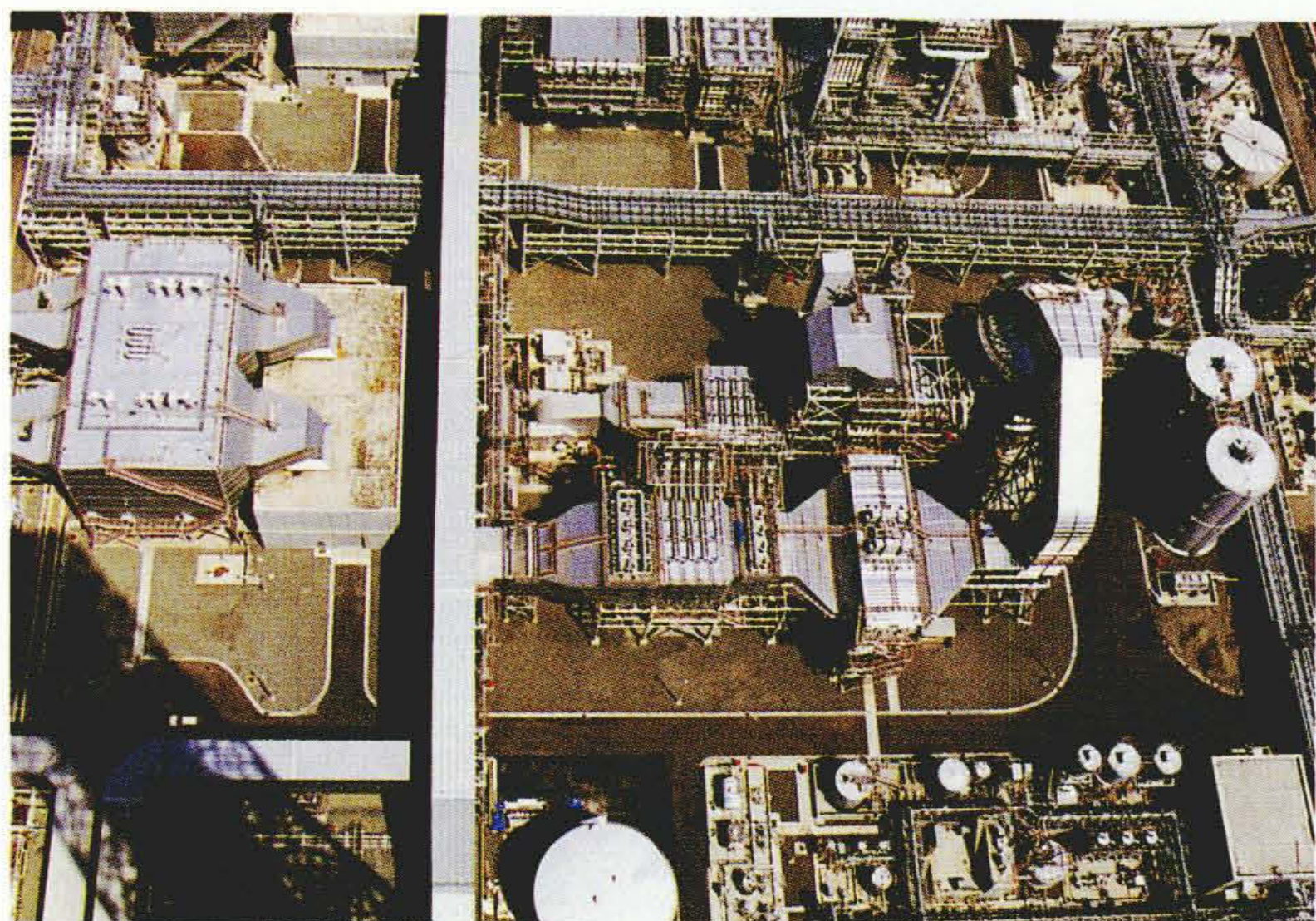
起動時間の短縮には、再熱蒸気温度の安定化が有効であることを明確にし、設備計画に反映させた。この結果、図のホットスタート起動実績に示す成果を得た。



東京電力株式会社横須賀火力発電所納めCOM燃焼ボイラ用排煙処理設備

COM燃焼ボイラ(265MW)用排煙処理設備が昭和60年5月に完成し、営業運転に入った。本設備の構成、特徴について紹介する。

エネルギーの長期安定化及び脱石油の一環として、東京電力株式会社は横須賀火力発電所1、2号機に新燃料COM(Coal Oil Mixture)を使用することとし、その建設



営業運転に入ったCOM燃料ボイラ用排煙処理設備の全景

を進めてきたが、1号機は昭和60年2月に、2号機は5月に完成し、それぞれ営業運転に入った。

日立製作所は、2号機(出力265MW)用排煙処理設備一式を納入した。本設備は乾式低温EP(電気式集じん装置)、DeSOx(脱硫装置)、MC(ミストキャッチャー)、GGH(ガスガスヒータ)及び脱硫排水処理装置で構成されている。

本排煙処理設備には、厳しい排出基準を達成するために、次のような新技术を採用している。

- (1) 集じんシステム：EP、DeSOx及びMCの合理的な組合せで、高集じん率を達成。
- (2) EP：出口ダスト濃度を一定値とする自動荷電制御方式の採用。
- (3) DeSOx：高性能で、電力消費量の少ないスプレー式吸収塔、高・低品位石こう回収システムを採用。
- (4) GGH：分離形ヒートパイプを用いたノンリークGGHによって、重油火力並みの低ばいじん化を達成。
- (5) 排水処理装置：フッ素とカルシウムの同時除去プロセス、フッ素高度処理プロセス、両性イオン交換樹脂を使ったCOD(化学的酸素要求量)処理プロセスなどの組合せ。

600MW蒸気タービン

最終段翼には新しく開発した40in長翼を採用し、高圧部、中圧部を1車室にまとめた、50Hz地区向けのTC 4F-40形3車室600MW蒸気タービンを完成した。

北海道電力株式会社苫東厚真発電所納め2号機600MW蒸気タービンが昭和60年10月4日営業運転に入った。

本プラントは、我が国でも最大級の石炭専焼超臨界圧変圧運転プラントであり、多銘柄海外炭を使用し、ベース運用及び中間負荷運用が可能のように計画されている。

50Hz地域向け600MW蒸気タービンとしては、これまで6台のクロスコンパウンド機の納入実績をもつが、この苫東厚真2号機600MW蒸気タービンは、日立製作所が独自に開発した40in長翼を用いたタンデムコンパウンド機であり、高圧部、中圧部を一体化した3車室形のコンパクトな機械となっている。主な特徴は次のとおりである。

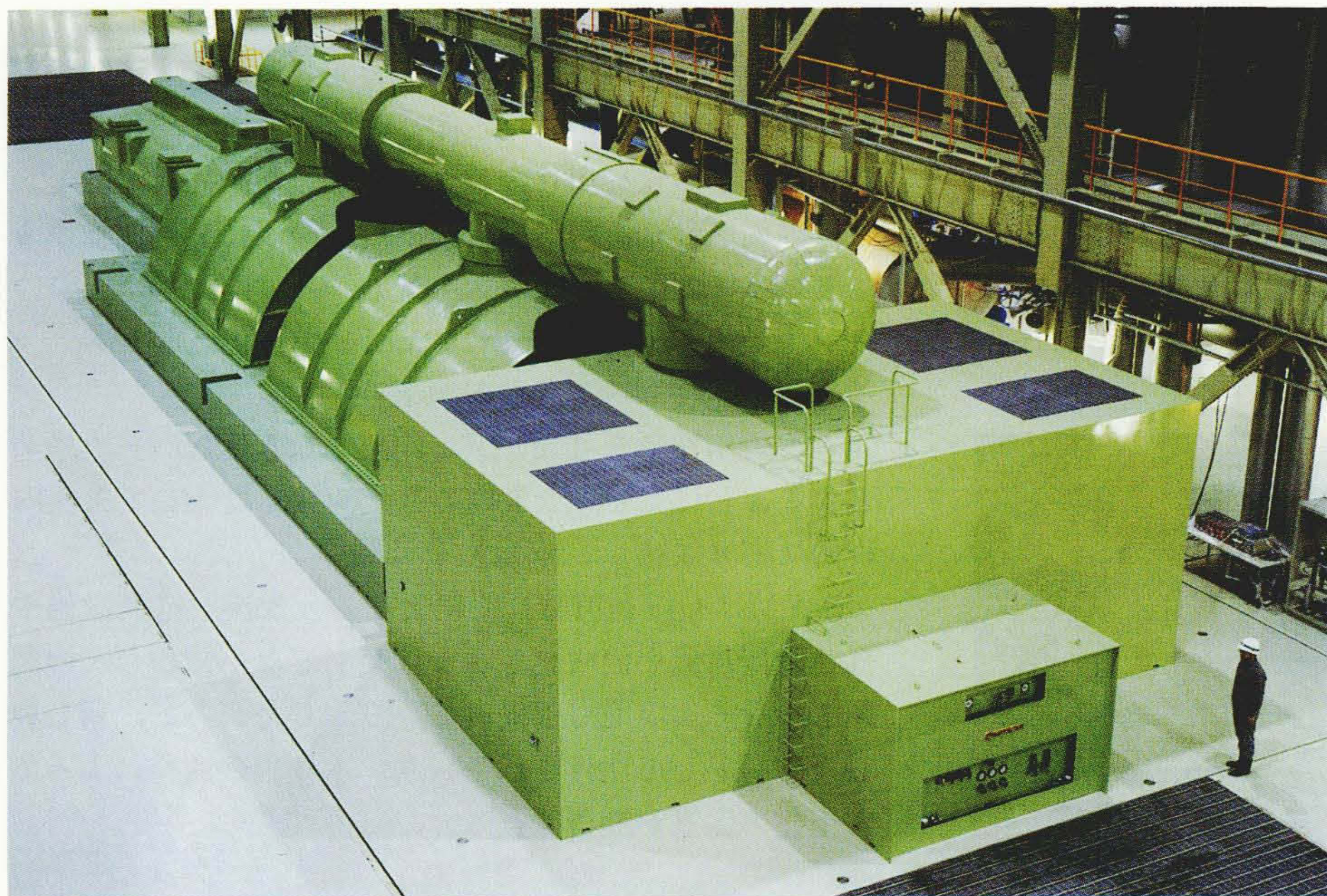
- (1) タンデムコンパウンド、3車室形として、長さ方向、幅方向共にコンパクトな機械とした。
- (2) 実物翼モデルロータ回転試験で信頼性を確認済みの40in最終段落用長翼を採用し、海水温度の低い地域向けの効率向上策とした。
- (3) 変圧運転に適したタービン構造とした。
- (4) その他種々の新技術を採用した高効率タービンとした。

高圧部、中圧部の一体構造による3車室機は、コンパクト化が可能ばかりでなく、高圧部、中圧部が対向流配置となるので、スラスト力のバランスが良くなる。更

に高圧、高温部が車室の中央に集められているので、両端に向かって圧力、温度共に低下し、車室の熱膨張によるアライメント変化が小さくなる。また、中間パッキンを通して、高圧初段から中圧初段に向かって流れる漏れ蒸気によって、中圧初段部のロータ冷却が自然に行なわれる利点がある。そのほか高圧初段からの漏れ蒸気が中圧部に回収されること、及びシャフトパッキン部が4箇所から2箇所となり、漏れ蒸気が減少することなど、熱効率のいっそう向上が図られている。

高効率化を図るため、(1)ニュー シュリクト動翼、(2)コントロールド ボルテックス ノズル、(3)マルチプルフィンシール法(翼頂部シール法)、(4)チタン合金製止め翼、(5)中圧排気スクロール、(6)ディフューザ付き排気室、(7)CCS (Turbine Computerized Clearance Control System)の採用など、効率向上のために日立製作所が開発したすべての新技術を採用している。

今回新しく採用した40in長翼は、従来のクロスコンパウンド機用33.5in長翼に比べて、環帯面積が約30%大きく、排気エネルギー損失を減少させることができ、効率向上の極めて大きな部分を占めている。この長翼の実用化は、複雑にねじれた翼形の流体力学設計をはじめ、高い遠心応力に耐えうる材料強度、単翼振動測定、翼形性能試験、翼支持部強度検討、ハイロード化のために改良した翼連結構造の強度試験、実物翼モデルロータによる回転振動試験、部分噴射蒸気流中での長時間耐久試験など数多くの試験の積み重ねによって達成された。



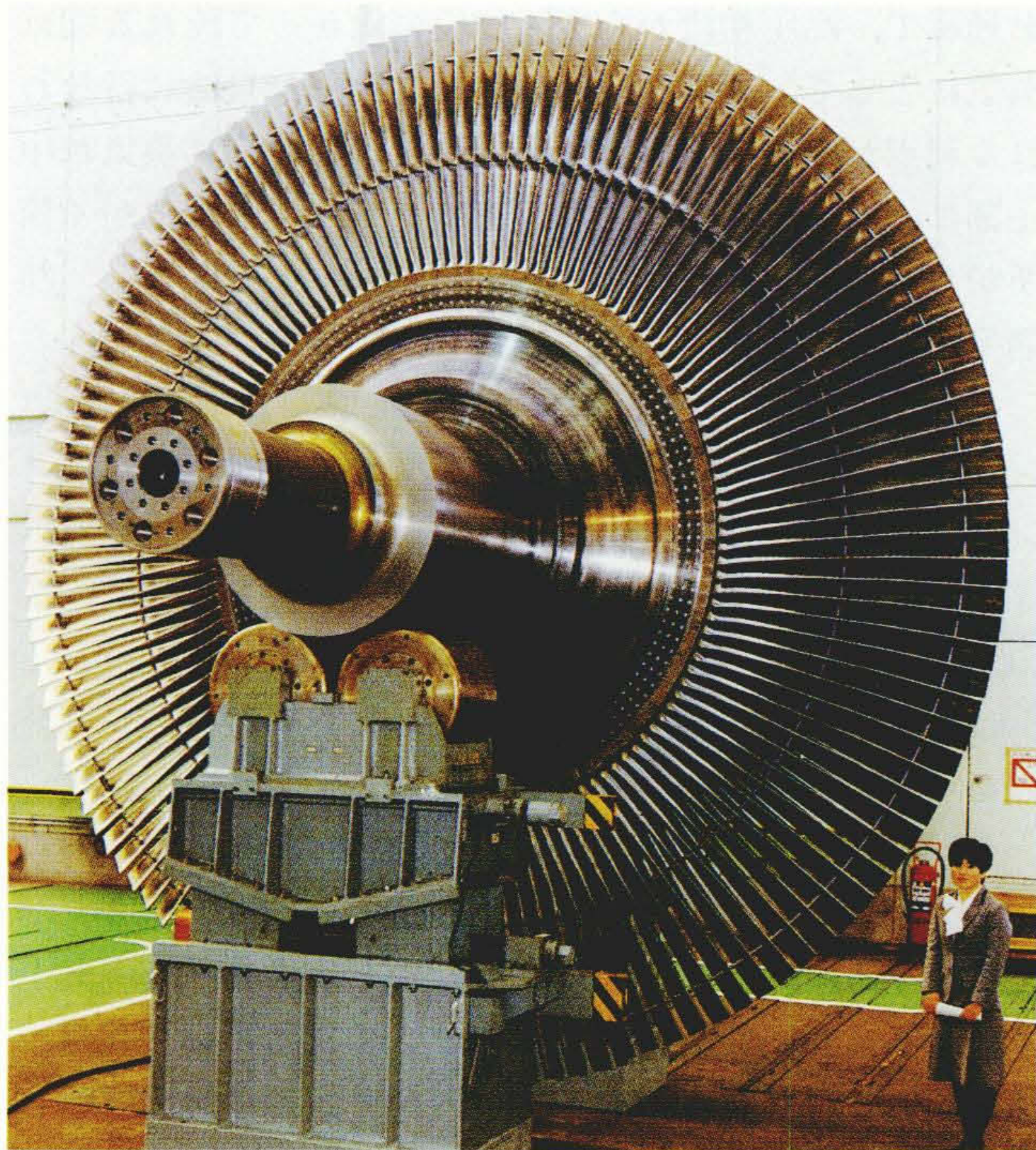
良好な運転を続けているTC4F-40形3車室600MW蒸気タービン

■主な仕様は次のとおりである。

定格出力	600,000kW
タービン形式	TC 4 F - 40(3 車室形)
回 転 数	3,000rpm
蒸 気 条 件	246ゲージ圧kg/cm ² ・538℃・566℃
排 気 真 空	735mmHg
最終段翼長	1,016mm(40in)

1,500rpm用52in長翼の開発

大容量の原子力用蒸気タービンや火力用蒸気タービンに適用することにより、最大1,700MWまでの出力を得ることができる52in長翼を開発した。



52in長翼回転試験用実物大テストロータ

現在、我が国で実用化されている低圧最終段翼は、50Hz用が41in、60Hz用が43in翼が最大である。このたび開発した50Hz用52in翼はこれらを大きく上回るものである。新開発の52in翼は、原子力、火力用蒸気タービンの最終段に適用できるよう設計がなされている。41in翼に比べ44%も多く蒸気を排出することができ、これを適用することで従来は熱効率低下が大きく、経済性がないとされていた1,350～1,700MWまでの大出力でも経済性の良いプラントを得ることができる。開発に当たっては41in及び43in長翼を設計のベースとし、これに改良を加えた。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1,800rpmまでの回転実証試験を行ない、遠心応力、翼振動数、翼振動モードを実測して、設計値との整合性の確認を行なった。この52in長翼を現在開発中の1,300MW級新型BWR(ABWR)に適用すれば、約4%の出力増加が期待できる。また、1,100MW級原子力機に適用した場合も同等である。一方1,000MW級火力機では1～2%の効率向上を図ることができる。

なお、日立製作所は引き続いて、1,800rpm用52in長翼についても開発を進めている。

CWM(石炭-水スラリー)の開発

石炭の取扱い性向上に期待の大きいCWMの実用化を目指し、低コスト製造技術と高効率燃焼技術の基礎研究、実証研究を推進中である。

CWM(Coal Water Mixture)は石炭と水を混合した流体燃料で取扱い性に優れているが、少ない水分で流動性を向上させるためには微粉碎や界面活性剤添加が必要であり、燃焼面からは着火性にやや難点がある。石炭粉碎・粒径調整技術、スラリーの流動特性、微粒化噴霧法、燃焼特性などを基礎的に検討するとともに、東京電力株式会

社、東北電力株式会社及び常磐共同火力株式会社との共同研究によるCWM実証試験や工場の大形炉での燃焼試験を行ない、低コスト製造技術、高効率低NOx燃焼技術の開発を推進している。

開発中の技術の特長は次のとおりである。

- (1) ボールミルを用いた単機2段粉碎方式で、粉碎室を粗粉碎用と微粉碎用に分割することで粉碎効率を向上。
- (2) 界面活性剤を粉碎工程の前段と後段に分割添加することによって、その使用量を低減。
- (3) 少量の空気でも効率的にCWMを微粒化できるアトマイザの開発による着火性の向上。
- (4) 燃焼用空気を外周から旋回流で吹き込むバーナ構造とすることにより、火炎内の還元領域を拡大して火炎内脱硝反応を促進し、NOx量を低減。

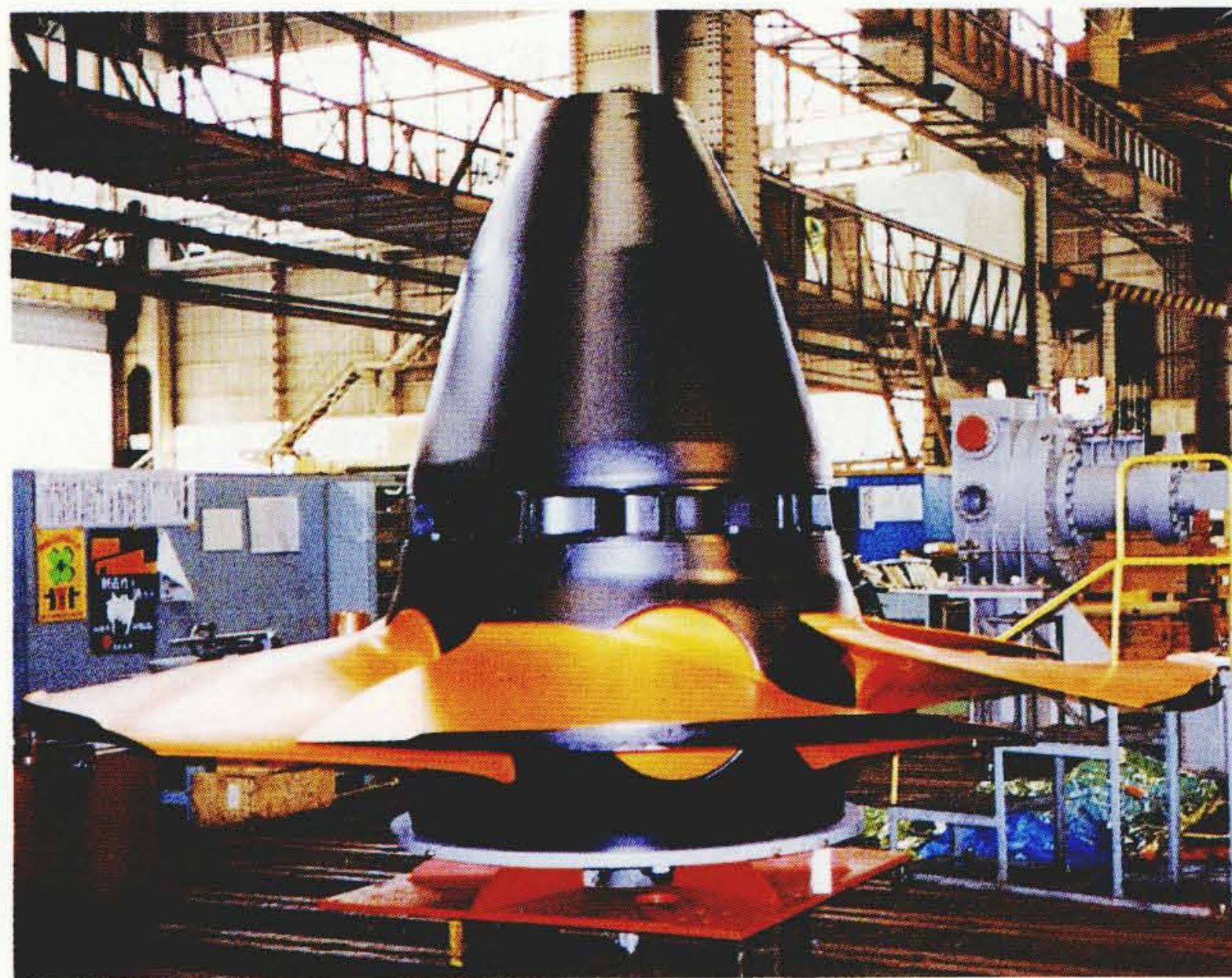
CWMは石炭利用時に問題となる大規模な港湾設備や揚運貯炭設備を簡略化できるばかりでなく、粉じんの問題も少なく環境面でも優れている。したがって、新しい石炭燃料として注目されており、本技術の開発によって実用化の促進が期待される。



常磐共同火力株式会社勿来発電所で実機試験中のCWM
製造能力15t/hのボールミルとCWMの燃焼状況(右上)

世界最大級容量S形チューブラ水車

世界最大級容量で世界最高落差のS形チューブラ水車2機種が、米国フレズノ市にあるフライアントダムで相次いで据付を完了した。



26,300HP S形チューブラ水車のランナ工場組立

米国フライアント電力のフライアントカーン第一発電所納め2万6,300HP(1万9,260kW)、マデラ発電所納め1万3,980HP(約1万430kW)の2種のS形チューブラ水車の据付が相次いで完了した。マデラ発電所は昭和60年8月営業運転に入り、フライアントカーン第一発電所は昭和61年1月から営業運転に入った。

両発電所は、昭和60年4月に営業運転に入ったリバーアウトレット発電所(フランシス形水車で出力2,945HP:2,197kW)とともに米国フレズノ市の北東25mileにあるかんがい用のフライアントダムに建設されており、放流水エネルギーの有効利用によってダムの再生化を図るフライアント電力プロジェクトの基幹を成すものである。なお、これら3発電所の発電機も日立製作所が納入している。

両S形チューブラ水車は、世界最大級の出力を誇るもので、落差では世界最高である。また、両水車とも放流弁付きで、水車と放流弁の流量和を負荷遮断などの過渡時でも高い精度で一定化する独特の制御方式を採用し、数十マイルもある既設のかんがい水路が損傷を受けないよう特に工夫している。

複合絶縁を適用した輸出用500kV級変圧器

UHV変圧器製作のために開発した油隙細分割と紙充てん方式を有効に組み合わせた複合絶縁を適用し、小形軽量化、低損失化した輸出用500kV変圧器を完成した。



工場完成した500kV 300MVA三相変圧器

日立製作所では、将来のUHV送電用変圧器の技術開発を通じて得られた高精度の電界・磁界解析技術や、複合絶縁(ハイブリット絶縁)方式を高電圧電力用変圧器に適用して、小形・軽量化、低損失化の成果を挙げているが、このたび、これらの技術を適用した輸出用500kV級変圧器を数多く完成した。

複合絶縁方式とは、油隙細分割と紙充てん絶縁を、従来の油中絶縁構造と有効に組み合わせたもので、この方式の適用により、高電圧変圧器の合理的な小形・軽量化、低損失化を図ることができる。

この複合絶縁方式を適用して、写真に示す中華人民共和国葛州壩発電所納め500kV 300MVA三相変圧器3台をはじめ、各国向けに500kV級単相変圧器を21台(7バンク)、三相変圧器4台を完成した。

BPA納め550kVガス絶縁開閉装置

屋内用550kVガス絶縁開閉装置を据付完成した。本装置は機器の縮小化及び母線の積層配置を採用し、大幅な据付スペースの縮小化を図ったものである。



BPA納め550kVガス絶縁開閉装置(1 $\frac{1}{2}$ CB方式)

BPA(米国ボンネビル電力庁)から550kVガス絶縁開閉装置を受注製作していたが、このたび現地据付を完了し、運転に入った。本ガス絶縁開閉装置は山中の雪害対策として、建屋内に機器を収納する顧客ニーズにこたえたもので、ガス絶縁開閉装置の小形・軽量化を迫するとともに、ガス絶縁開閉装置の母線を主要機器の上部に積層配置することによって、大幅な据付スペースの縮小化を実現した。

また、主要構成機器として、2点切パッファ形ガス遮断器、ガス絶縁形計器用変圧器、高速再閉路形接地開閉器などの最新技術を適用し、更に信頼性の観点から気中絶縁箇所を局限するため、架空線までの接続には、全長1,000mにも及ぶガス絶縁母線を採用し、装置の小形化、信頼性の向上を図っている。

一方、設計段階から建屋内での保守点検性、事故対応性、拡張性を考慮し、保守上の安全性に対しても十分配慮している。

香港電力納め自動給電システム

香港電力に制御用計算機HIDIC V90/50を使用し、電力アドバンスドソフトウェアを備えた大形計算機制御システムを納入し、昭和60年5月からオンライン運用を開始した。



運用を開始した自動給電システム HIDIC V90/50を使用した二重系システムで、香港島全域の発電、送電、配電を監視制御する

香港電力(The Hongkong Electric Co., Ltd.)のAp Lei Chau発電所に、香港電力系統全体を集中制御する計算機システムを納入し、運用を開始した。このシステムはスーパーミニコンピュータHIDIC V90/50を使用した二重系システムで、地理的に集中した香港島全域の発電(設備容量：約1,600MW)、送電、配電を監視制御するものである。

基本となる発電所、変電所機器の監視制御のほか、主要機能として2ms分解能で事象を記録する機能(Sequence of Event機能)、オペレータートレーニングシミュレーション機能のほか、(1)負荷予想、(2)経済負荷配分計算、(3)自動発電機制御、(4)状態推定、(5)想定事故計算、(6)潮流計算を行なう電力アドバンスドソフトウェアなどを備えている。

本システムは運用開始以降順調に稼動中で、上記機能を生かすマンマシンインタフェース、速いレスポンス(平均1秒以下)、多重化による高信頼性などによって、香港電力系統の安全かつ安定な運用、経済的運用を大きく支えている。

技術抄録

■東京電力株式会社福島第二原子力発電所2号機の運転実績

昭和59年2月運転以降、現在まで順調に運転され、59年度稼働率は、80.5%に達した。プラントの線量率も低く、第1回定期検査時の被ばく線量は、89人・remと国内電気出力1,100MW級プラントの新記録を樹立した。

■配管FAシステムの開発

原子力発電所の膨大な配管を、高品質かつ建設工程に即応して製作するための移動FAシステムを完成し、稼働を開始した。設計データベースと直結して設計・製作を一元化し、自動刻印・曲げ・切断・開先加工を行なうことができる。

■再処理設備排ガス処理施設の開発着手

使用済み原子燃料再処理施設のせん断・溶解排ガス中のヨウ素及びNOxの乾式方法による除去プロセスの開発を目的として吸着試験を実施し、基礎技術を確認した。

■強トロイダル磁場実験装置“TRIAM-1M”の本体製作

九州大学応用力学研究所は、世界で初めて化合物超電導体をトロイダル磁場コイルに使用した核融合実験装置TRIAM-1Mを建設中である。本体は各部製作がほぼ完了し、工場組立が行なわれている。

■コンバインドサイクル用ポンプ

コンバインドサイクル排熱回収設備用ポンプは、激しい水温変化の下で運転される。この条件に適合するため、FEM(熱解析)による設計を行ない、実機試験(水温変化率±6℃/s)でその信頼性を実証した。

■火力プラント用デジタル制御システム

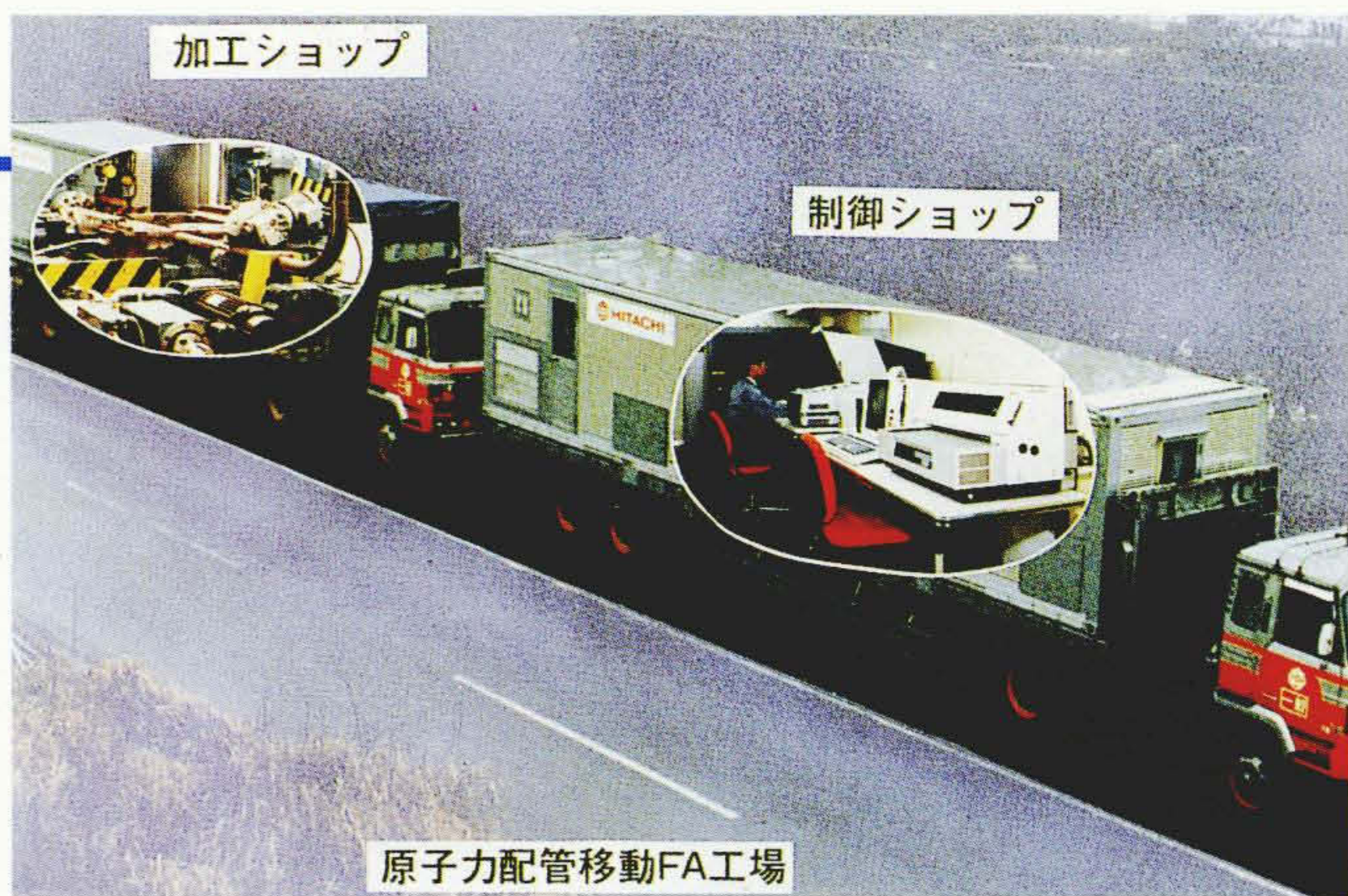
DSS(Daily Start Stop)運用、石炭燃焼プラントの増加に伴う火力プラントの多様化、高度化に対応して、第二世代のデジタル制御システムHIACS-3000を完成した。高速、大容量のマイクロコンピュータを駆使して、プラントのプロセス構造に合わせた機能階層自律形・系統単位分散ネットワークシステムを構築し、更に視覚性に富むCRTオペレーション及び中央集約形の保守を可能としたものである。

■東京電力株式会社富津火力発電所納めコンバインドサイクル制御装置

大容量コンバインドサイクルプラントの高効率運用、急速起動・停止などを可能とするコンバインドサイクル制御装置を完成した。プラントシミュレータと組み合わせて、各種自動化機能試験を実施し、高い運用性能が確認された。

■電源開発株式会社石川石炭火力発電所納めデジタル式ボイラ制御システム(HIACS-2000)の工場完成

156MW石炭専焼変圧ペンソンボイラは、沖繩



全電力量の $\frac{1}{3}$ を担う中間負荷運用火力である。制御装置は、コントローラの多重化によって信頼性の向上を図るとともに、予測適応制御を導入して負荷追従性の向上を図っている。

■火炎の立体表示による監視

火力発電所では石炭燃焼ボイラが増加の傾向にあり、未燃分、NOx(窒素酸化物)を抑制し、良好な燃焼状態を保持する必要がある。このための基礎技術として、燃焼状態の監視に火炎の立体画像表示方法を開発した。

■台湾電力明湖(ミンフ)発電所納め257MWポンプ水車

台湾初の揚水発電所(4台、総出力1,000MW)である。ポンプ水車は、高速・高効率化を図ることで、機器のコンパクト化に成功している。また、発電・揚水両方向の調相運転が可能であり、案内羽根操作機構の軸受など全面的に無給油化を図っている。

■可変速揚水発電システムの研究

可変速発電システムは、現在の定速運転揚水発電では不可能な揚水時の系統周波数調整、運転効率向上などを、運転速度の調整で可能とするものである。日立製作所は関西電力株式会社との共同研究で、周波数変換器で発電電動機回転子を交流励磁する方式の開発を進めてきたが、このたび実用化への見通しを得たので、19.5MVA実証プラントの製作に着手した。昭和62年度から実証試験を行なう予定である。

■200kW太陽光発電学校用システム

新エネルギー総合開発機構の委託で研究開発を進めている題記システムが完成し、運転評価研究を開始した。これは太陽光発電利用システムの一つとして学校に発電電力を供給するもので、実用化への期待が大きい。

■6~20kV真空遮断器収納メタルクラッド配電盤

モデルチェンジによる新シリーズを完成した。炉中封止形真空バルブの採用で、真空遮断器を小形化し、メタルクラッドは薄板パネルをリベット接合構造として、生産ラインの合理化を進め、競争力のある製品とした。

■SVC(静止形無効電力補償装置)

本装置は、定格遅相容量32MVA(過負荷64MVA、0.2秒間)で、電力系統への適用の一例として、直流送電へ適用した場合の効果、信頼性などの実証することを目的としている。水冷式光直接点弧サイリスタバルブ及びデジタル制御装置の採用で、高信頼度・高速応答性を実現した。

■配電線遠方監視制御装置

配電総合自動化に必要な情報伝送手段として、配電線を利用した日立製作所独自の零相キャリア伝送方式による遠方監視制御装置を開発した。本装置により、配電線路上の開閉器に対する監視制御や負荷制御及び遠隔検針などが可能となる。

■超高磁界超電導マグネット

九州大学から受注し完成させた高磁界化合物系超電導マグネットは、Ti添加、Nb₃Sn極細多心線を使用し、既納バイアスコイル(11.3T)と組み合わせて、世界最高級磁界15.6Tをトレーニング及びクエンチなしで達成した。

■極低温機器用GFRP

極低温機器に用いられるGFRP(ガラス繊維強化プラスチック)では、冷却による機器各部の緩みを防止するため低熱収縮性が要求される。今回、クロスの織り方などを工夫し、積層方向熱収縮率が金属並みのGFRPを得た。



200kW太陽光発電学校用システム