

電力・エネルギー

原子力

火力発電設備

水力発電設備

送変電機器

その他エネルギー

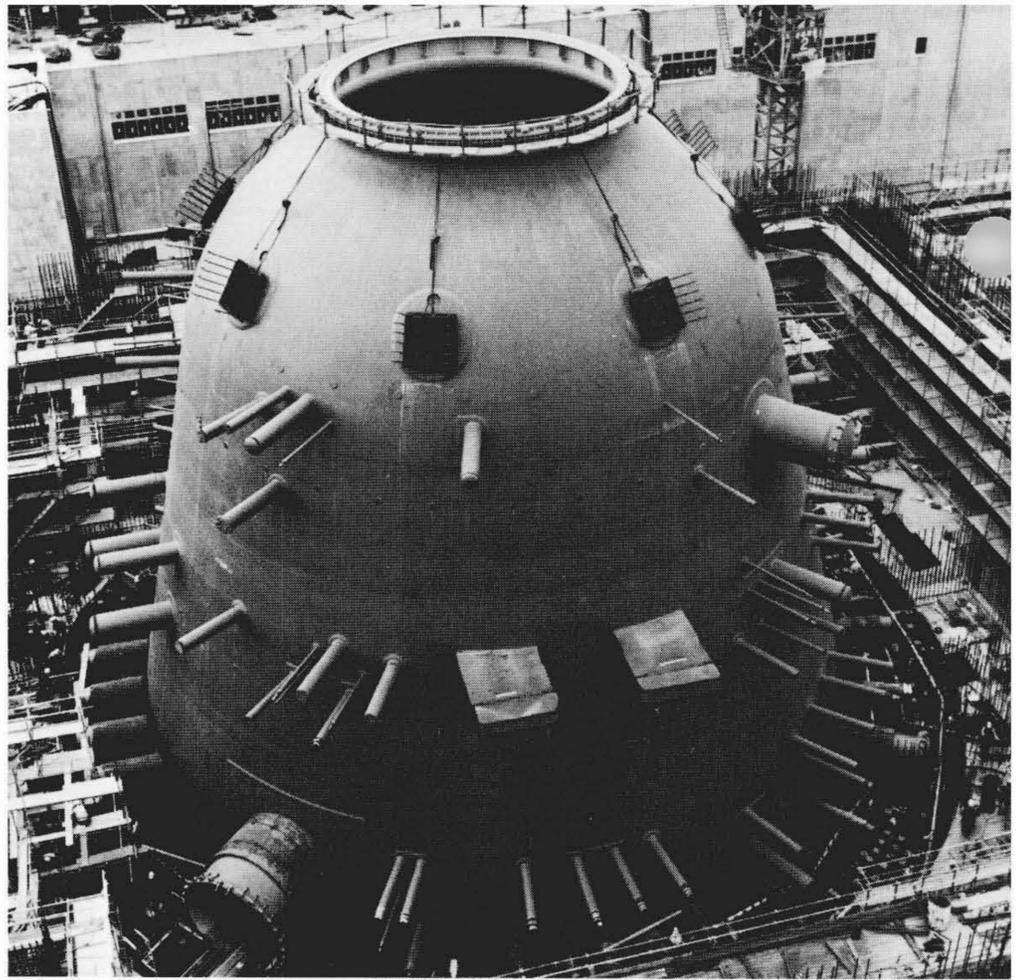


図1 東京電力株式会社納め福島第二原子力発電所2号機の原子炉格納容器

電力・エネルギーを取り巻く環境は、石油問題を契機とした代替エネルギーの開発、エネルギー源の多様化に対する対応を必要としており、日立製作所でも、このようなエネルギー動向に対処して、新エネルギー、省エネルギー関連システムの開発を積極的に推進している。また原子力、火力、水力などの従来技術の発電システムについても、信頼性の向上を第一に留意しながら、大容量化、高効率化を目指した研究開発に努力を払っている。

原子力発電機器では、軽水炉関係で信頼性、保守性のいっそう向上した1,100MW沸騰水型原子力発電所用“MARKII”改良標準型原子炉格納容器が完成した。高速増殖炉関係では原型炉及び実証炉の一連の研究開発が進められており、核融合関係では非軸対称系トーラスとして世界最大の「ヘリオトロンE」が完成し、臨界プラズマ試験装置“JT60”本体の心臓部である超高真空用の大型真空容器の製作が順調に進行している。

火力発電設備では、石炭火力、コンバインドサイクル、多種燃料への対応、中間負荷運用、環境設備などが主要な技術課題であり、新技術の開発が精力的に進められている。東京電力株式会社納め広野火力発電所2号機変圧ベンソンボイラ、北海道電力株式会社納め苫東厚真発電所1号機石炭燃焼ボイラ及び総合排煙処理システムが完成し、営業運転に入った。我が国初の日本国有鉄道納め川崎発電所向けガスタービン、蒸気タービンコンバインドサイクルが試運転に入っており、昭和56年2月に営業運転に入る予定である。廃熱利用のオイルフロントタービン、LNG冷熱利用のフロントタービンなどの新製品が製作された。

水力発電設備では、中部電力株式会社納め奥矢作第二発電所向け1号機267MWポンプ水車発電機、ブラジル・フォスドアレリア向け1号機386MW水車などが完成した。また、1,000m級2段ポンプ水車の技術開発が完成し、800m級に引き続いて超高落差への対応が可能となった。水力発電所向けデジタル制御装置が開発され、運転制御の信頼性向上、運転保守性の向上が可能となった。

送変電機器では、電源開発株式会社向け北海道・本州電力連系設備（第2期）が完成し、営業運転に入った。1期分と合わせて送電容量は300MWとなり、九州から北海道までの全電力系統が連系され、広域運用が可能となった。'60年代半ばに運転開始が予定されているUHV送電に備えて、UHV機器開発のためのUHV実験室が完成した。500kV級変圧器を引き続き完成しており、また500kV系統用酸化亜鉛避雷器も納入を開始した。

新エネルギー関連開発テーマの一つである太陽光発電システムについても鋭意開発を進めており、1kW太陽光発電システムを完成した。

原子力

沸騰水型原子力発電所用 MARK-II改良型原子炉 格納容器の完成

東京電力株式会社納め福島第二原子力発電所2号機の原子炉格納容器（図1）は、昭和55年8月耐圧及び漏洩率試験の官庁試験に合格して据付を完了した。

この原子炉格納容器は、世界最初のMARK-II改良型であり、保守点検時の作業性向上のために直径を大きくしたことをはじめ、直径29mの世界最大級のステンレス鋼製ダイアフラムフロアシールベローズの開発も行ない、信頼性の向上を図るなど数多くの新設計が盛り込まれている。また、据付の面では超大形ジブクレーンの採用による一体つり込み形状の大形化、全溶接作業の自動化及び底部ライナ、ダイアフラムフロア上方に工事用床を設け、上下作業を並行して行なうなどの新据付方法を採用し、工期の短縮を図った。

沸騰水型原子力発電所用再循環 流量制御系流体継手の完成

沸騰水型原子炉の出力を制御するために、炉内再循環冷却水の流量制御を行っており、これには迅速かつ広範囲な安定した制御が要求される。流量制御には、MFGセット（誘導電動機-

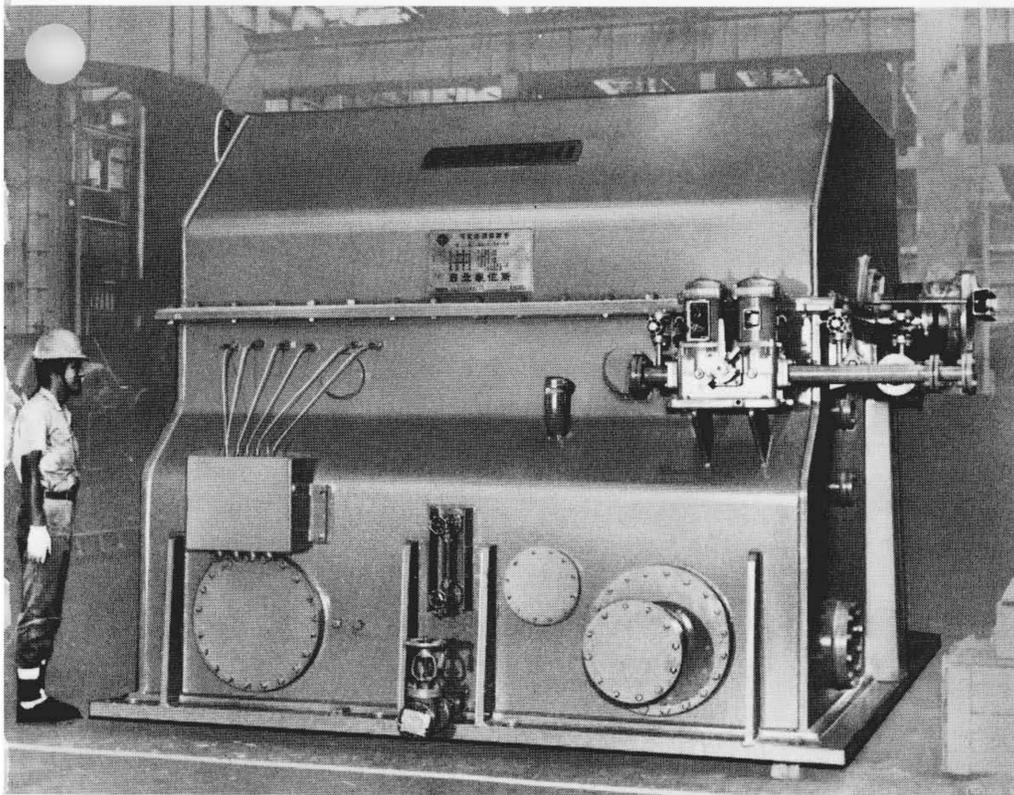


図2 再循環流量制御系MGセット用流体継手(形式SHLPI58-CH)

流体継手-交流発電機)を用い、再循環ポンプ電動機の電源周波数を制御することにより、ポンプの回転数を変化させて行なう。したがって、流体継手には高度の速度制御性と信頼性が要求される。

日立製作所は東京電力株式会社福島第二原子力発電所2号機用として、国産最大容量の流体継手を完成し再循環ポンプとの組合せ試験を行なった。その結果、実負荷条件で速度変動が従来よりも大幅に改善され、高い速度制御性をもつことを立証した。図2に完成した流体継手を示す。

中国電力株式会社島根原子力発電所納め上下ウラン濃縮度2領域燃料の装荷

日立製作所は、沸騰水型原子炉用燃料として新たに上下ウラン濃縮度2領域燃料を開発した。本燃料は、上部のウラン濃縮度を下部よりも高めたもので、燃料自体で常に安定した平坦な出力分布が実現でき、制御棒の操作をほとんど必要とせずに大きな熱的余裕が得られる。このため、従来燃料に比べて燃料の信頼性が大幅に向上する。また、燃料交換時に行なっていた燃料配置替え工数が低減でき、定期検査時間の短縮が期待される。今後予想される運転期間の長期化に対しても、上下ウラン濃縮度2領域燃料の考え方が効果的に適用できる。このたび中国電力株

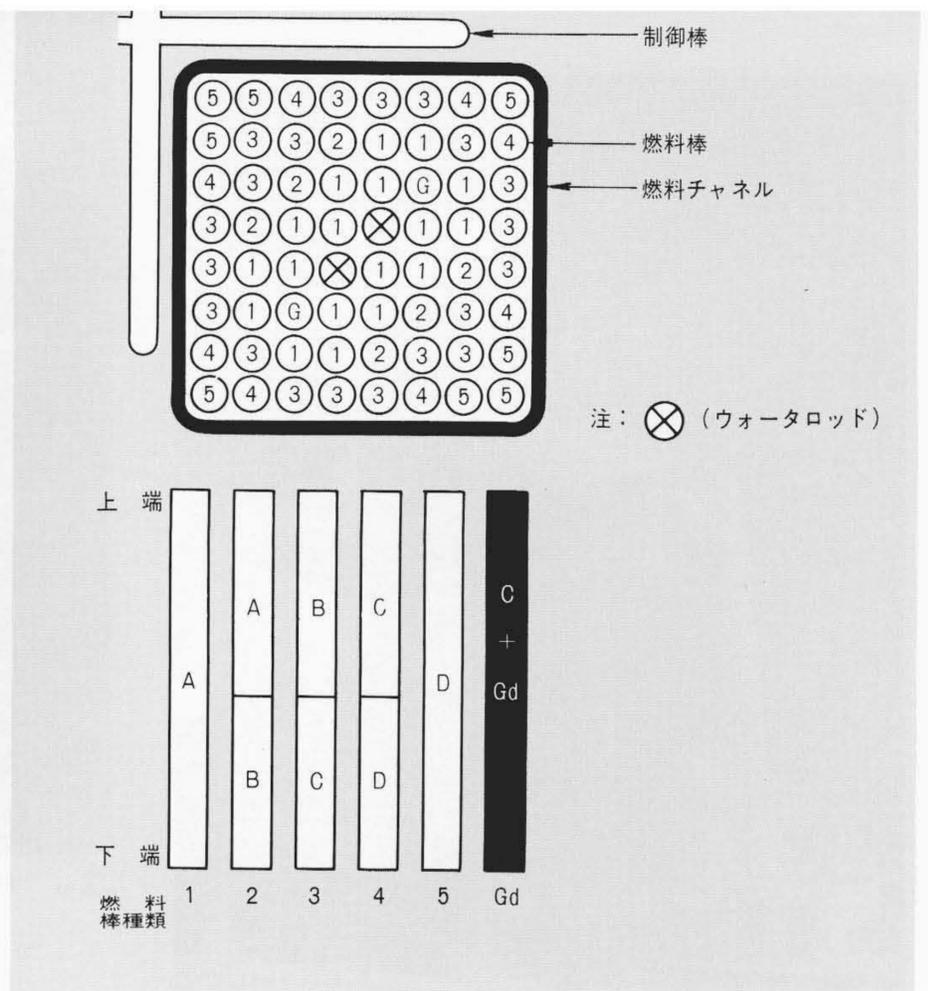


図3 燃料棒内ウラン濃縮度分布

式会社の協力を得て、昭和55年春に本燃料8体を同社島根原子力発電所へ装荷した。本燃料は我が国初の改良型8×8燃料仕様で、燃料棒内ウラン濃縮度分布は図3に示すようになっている。

株式会社BWR運転訓練センター納めシミュレータ盤の完成

近年、電力会社を中心に事故時を含む運転員訓練内容の充実と強化が強く要望されている。日立製作所はこの動向の一環として株式会社BWR運転訓練センター納めのシミュレータ盤を完成

し、昭和55年11月から営業運転を開始した。本盤は既設シミュレータに増設した排ガス制御盤、タービンテスト盤、中性子計装盤から構成され、実プラントを模擬するため計算機に組み込んだシミュレーションモデルにより駆動される(図4)。今回、微分方程式を基本とする動的シミュレーション手法を採用して、プラント通常時の運転訓練はもちろん、実プラントでは実現困難で、かつ予期できない事故状態を模擬した異常時での運転訓練をも可能である。更に、中性子計装盤は実プラントと同一仕様であり、電子装置の高度な保守訓練も一部実施できる。

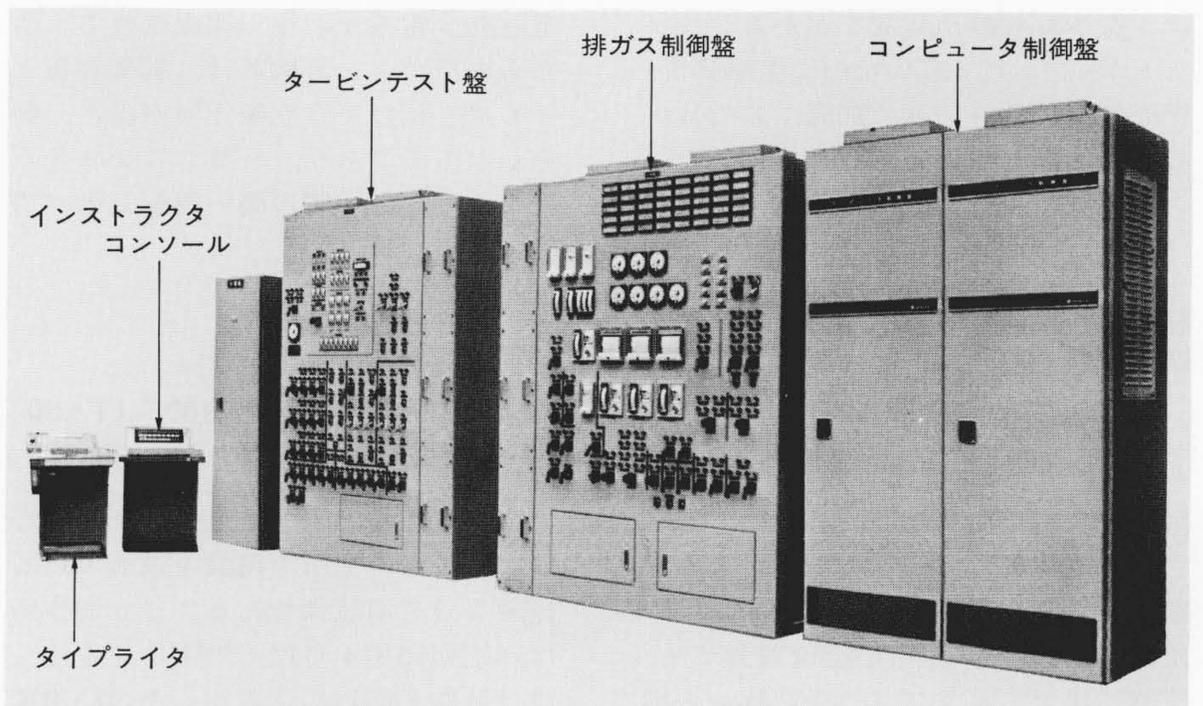


図4 株式会社BWR運転訓練センター納めシミュレータ盤の外観



図5 高速増殖原型炉「もんじゅ」中間熱交換器水流動試験装置

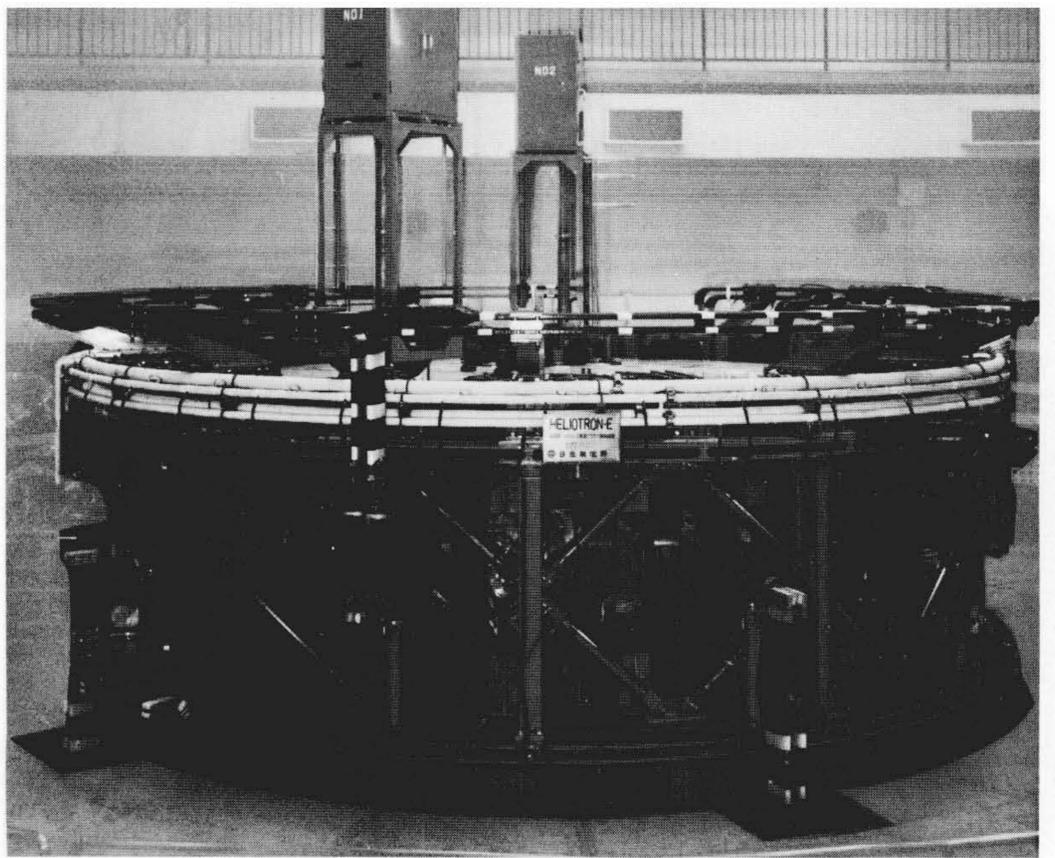


図6 核融合装置「ヘリオトロンE」本体部の外観

高速増殖炉開発の現状

高速増殖炉の開発設計では、原型炉「もんじゅ」が「製作設計準備」の段階にあって、プラントの整合性の詰めを進めており、日立製作所は一次主冷却系を中心にこれに参画している。実証炉ではプラント概念の検討段階にあり、動力炉・核燃料開発事業団のプロジェクトでは、炉心設計及び一次主冷却系を担当し、電力事業連合会のプロジェクトでは原子炉本体などを主として担当している。

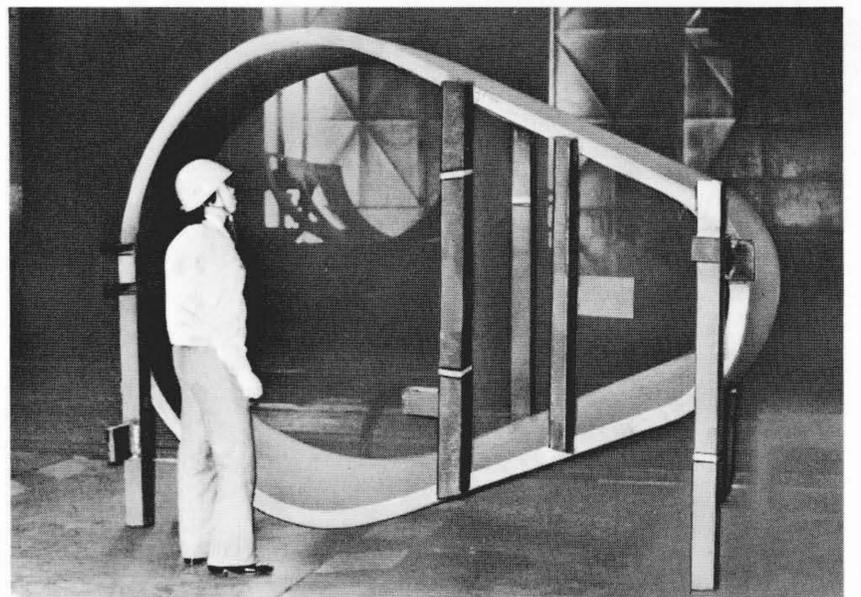
昭和55年実施のR&D(Research and Development)の主なものは、中間熱交換器の水流動試験(図5)ほか、蒸気発生器の振動試験、主ポンプの信頼性に関する試験、制御棒駆動装置、ナトリウム微量漏洩検出装置などがあり、ソフトウェアとして三次元炉心変形解析、炉心性能評価コードの開発、非均質炉心の評価などが実施された。

核融合装置「ヘリオトロンE」の完成

非軸対称系トーラスとして世界最大級の「ヘリオトロンE」装置を完成し、京都大学へ納入した。

装置本体部は、ヘリカル溝付大形真空容器、高精度ヘリカルコイル、トロイダル磁場コイル、空心変流器コイル、垂直磁場コイル及び支持構造物から構成される。その外観を図6に示す。本

図7 完成した真空容器の1セクタ



体の周辺には分子ポンプを主体とした真空排気装置、真空容器ベーキング設備、プラズマ加熱用6MW中性粒子入射装置などが配置されている。電源は330MVA、650rpmの高速・大容量電動発電機、大容量サイリスタ変換器、サイリスタスイッチ式ジュール加熱用高電圧発生電源などから構成される。これらの全プラント機器は、制御装置とともに一括して日立製作所が受注し製作したものであり、一貫したシステムのもとでの信頼度の高い運転制御が可能である。

日本原子力研究所納め“JT-60”用真空容器の製作

臨界プラズマ試験装置“JT-60”は、日本原子力研究所で建設を進めている核融合研究用設備である。日立製作所は、昭和53年4月にその本体を受注し設計製作を進めているが、その心臓部となる超高真空用の大形真空容器の一

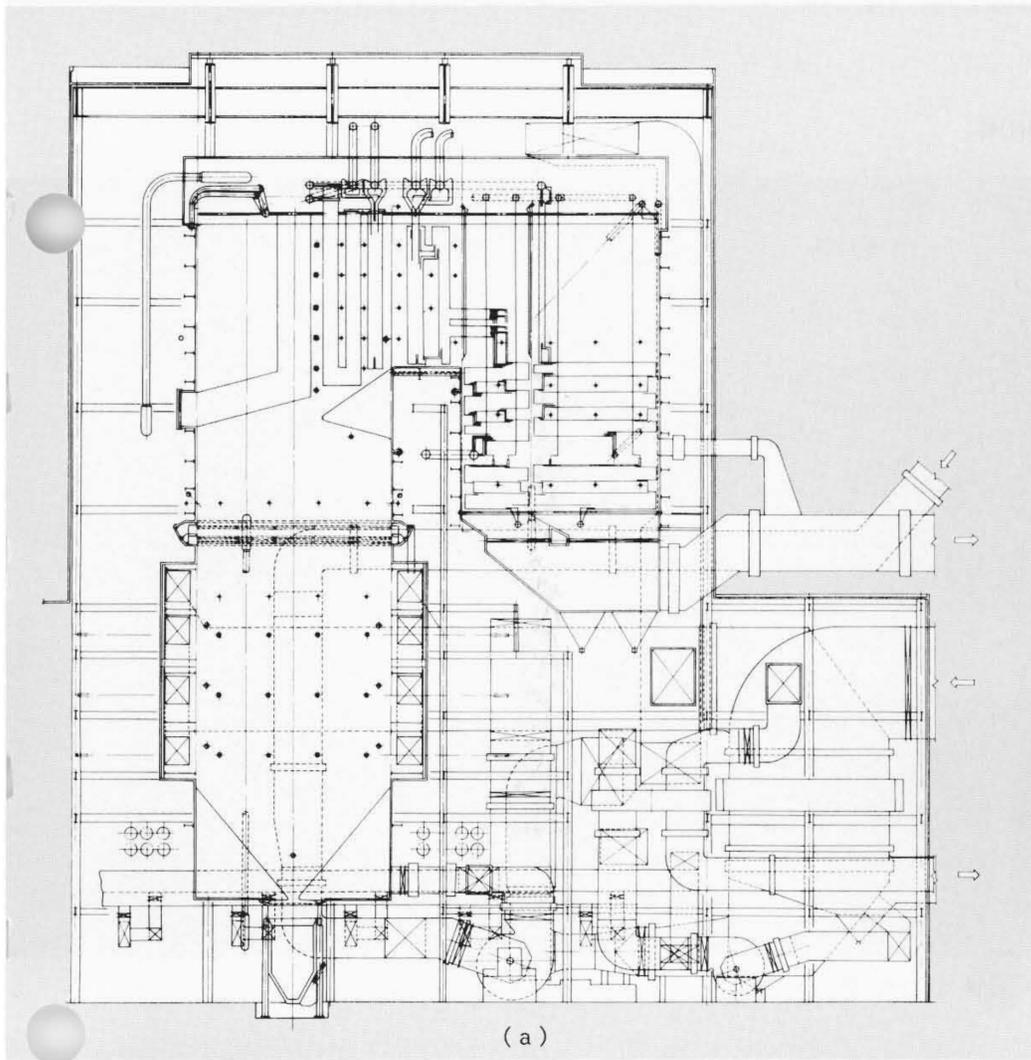
部を完成した(図7)。真空容器は、内部にプラズマを発生させるトーラス状の容器で、卵形断面をもち、8セクタの厚肉リングとベローズとをトーラス方向に交互に配置した複雑な形状となっているばかりでなく、真空力、500℃の熱変形熱応力及び各種電磁力を受けるといった過酷な仕様の構造物である。

容器の材料は、Ni基超合金のインコネル625相当材であり、65mmの厚板を一体成形し、電子ビーム溶接法により接続し信頼性の高い真空容器となっている。

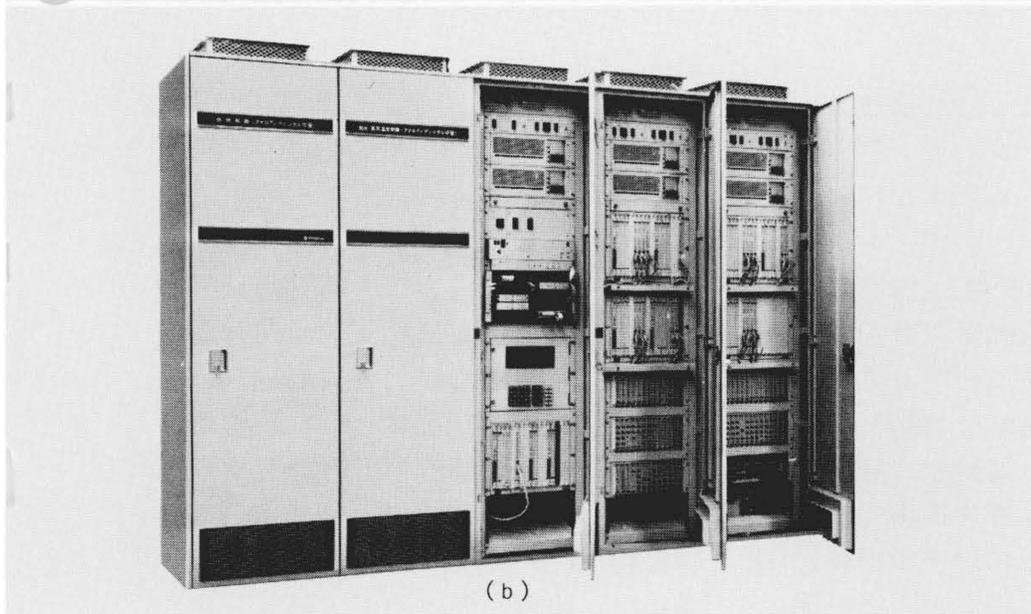
火力発電設備

国内最大の石炭燃焼火力発電設備の建設

電源開発株式会社竹原火力発電所納め3号機は、国内最大の700MW石炭燃焼火力発電設備であり、昭和57年度中の運転開始を期して、現在鋭意建設中である。



(a)



(b)

図8 (a)電源開発株式会社竹原火力発電所3号機納め2,300t/h超臨界圧石炭燃焼UPボイラ, (b)日立デジタル式プラント自動制御装置

新しいエネルギー源として、石炭火力の導入が急ピッチで進められているが、本プラントは多くの最新の技術を駆使した大容量火力として、今後のプラントのモデルとなるものである。

本プラントの主な特長を次に述べる。

(1) 大容量石炭火力として世界に最多の実績をもつ超臨界圧UPボイラを採用している。内外19種の多種石炭にも十分対応可能であり、かつNO_x（窒素酸化物）対策など運転性能向上にも万全を期した最新の設計が適用された信頼性の高いボイラである〔図8(a)〕。

(2) タービンは、38in長翼を用いた700MW級では初のクロスコンパウンド形の採用により、極めて高い効率向上を図るとともに、従来焼ばめ式ロータを

用いていた低圧タービンに一体形ロータを採用するなど、機器の信頼性向上に十分配慮した設計となっている。

(3) プラントの運転制御は、電子計算機を活用した高度の自動化を図るとともに、デジタル式プラント自動制御装置〔図8(b)〕の大容量機での初の導入など最新の技術が採用されており、大容量石炭火力プラントの運転機能、信頼性確保の面でも画期的な配慮が払われている。

大容量ボイラの新技术

火力発電所の燃料は石油代替エネルギーとして、LNG（液化天然ガス）、

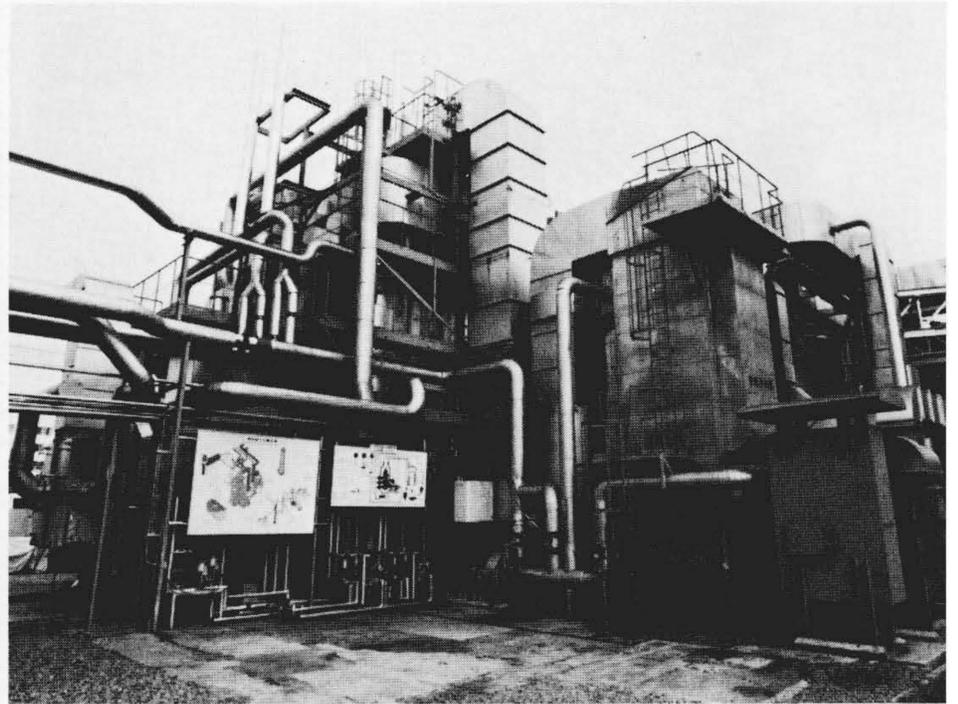


図9 燃焼試験用大形立形燃焼炉

LPG（液化石油ガス）、石炭と多様化してきているが、IEA（International Energy Agency）の勧告を受けて特に石炭火力が加速的に促進されている。しかし、この石炭も海外に依存せざるを得ず、多種銘柄炭の燃焼技術の確立と環境改善を図る低NO_x（低窒素酸化物）、低煤塵ボイラの技術開発が進められている。海外の多種銘柄炭の適用に対しては、石炭性状分析による燃料評価と、工場内大形燃焼試験炉（図9）や実缶による燃焼試験によって個々の石炭の特性を把握し、実際の設計に反映している。また、NO_x低減には、燃焼過程中に発生する中間生成物を利用し、炉内でNO_xを還元脱硝する炉内脱硝法を開発した。既に基礎研究と燃焼試験炉により確認試験を実施し、炉内脱硝法が実缶への適用可能であることを確認している。

低品位炭の有効活用、環境改善ボイラとして流動層ボイラが石炭利用新技术の一つとして脚光を浴びており、産業用としては既に日立製作所で実績をもっているが、事業用大容量流動層ボイラの開発が国家プロジェクトの一環として積極的に進められている。またCOM（石炭と重油の混合燃料）も石炭利用技術として技術開発が進み、250MW発電プラントでの実缶燃焼試験が計画されている。

このような燃料問題への対応に加え、最近の火力発電プラントでは、省エネルギー化のための高効率化、中間負荷運用といった課題に対しても新しい技術の適用が進められている。

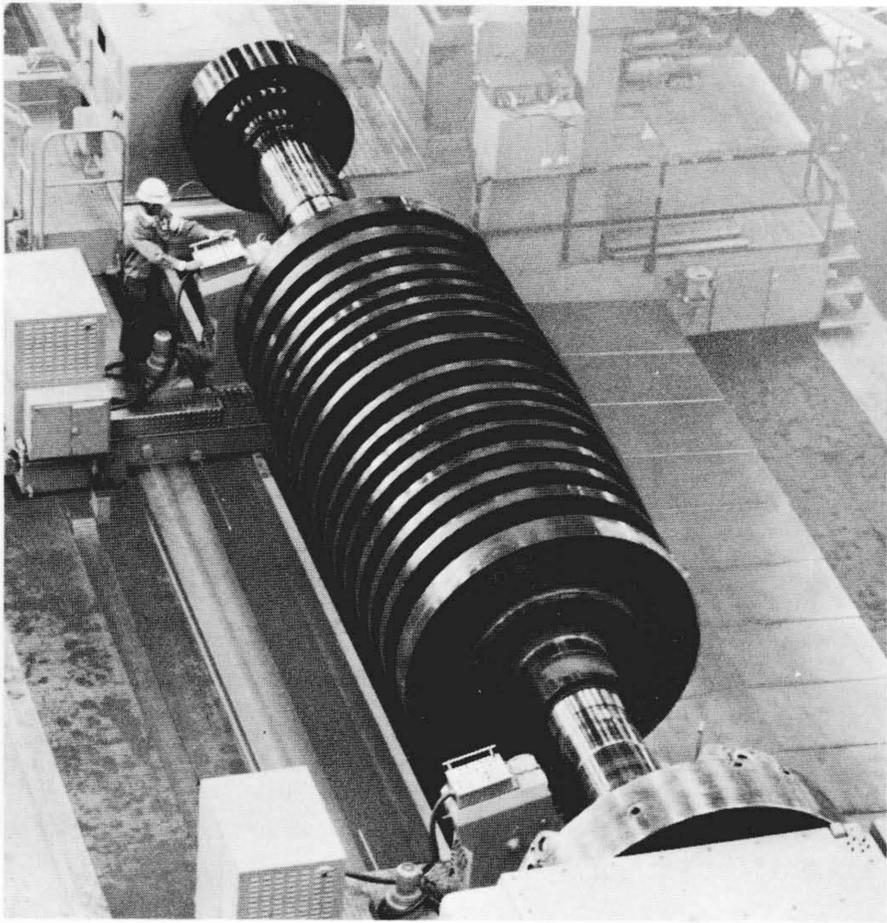
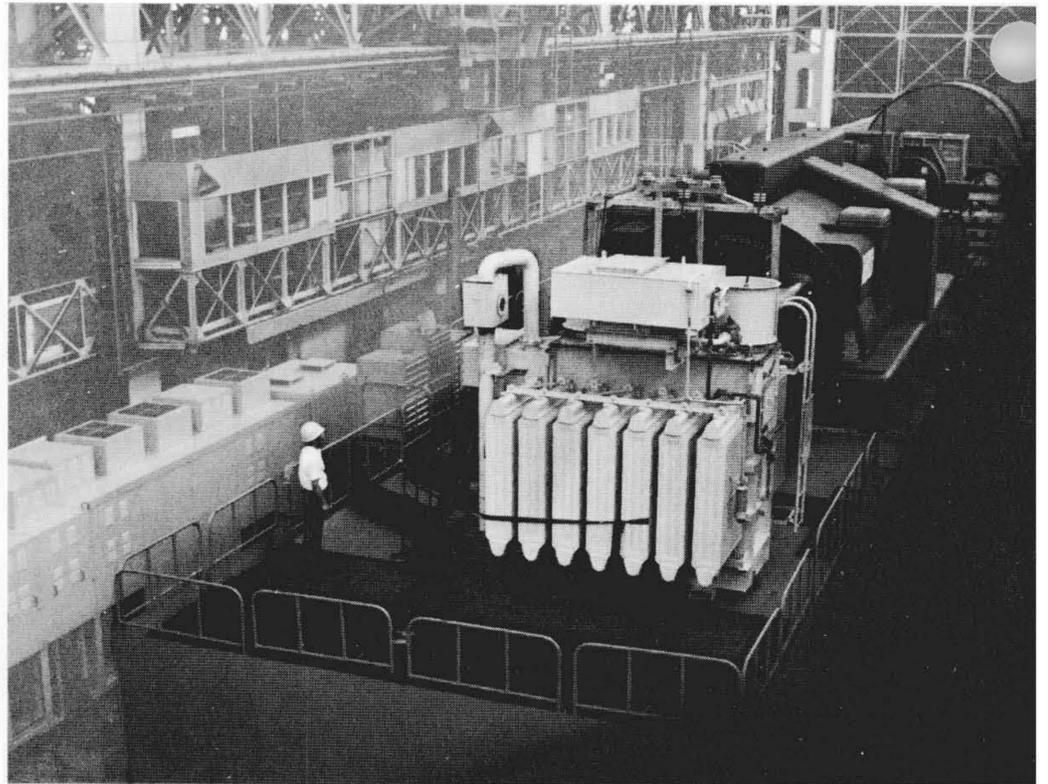


図10 (a) 大形低圧一体ロータ(長さ約12m, 最大胴径2.5m)



(b) 工場組合せ試験中のサイリスタ分巻自励励磁装置

蒸気タービン、発電機の信頼性向上技術

蒸気発電プラントが大容量化ばかりでなく、ミドル運用化計画も進められている現在、その信頼性及び効率の向上が一段と注目されてきているが、これらに関して開発、実用化している新技術について述べる〔図10(a),(b)〕。

(1) 大形低圧一体ロータ

従来、焼ばめ構造であった半速機の低圧ロータを一体鍛造とし、信頼性を向上させた。

(2) 40in最終段長翼の適用

40in長翼は大きな環帯面積をもち、効率の向上、機器の小形化が図れる。

(3) 大容量火力機へのサイリスタ分巻自励方式の適用

電源開発株式会社松島発電所向け556MVA機に採用し、順調に稼働している。

(4) 大電流通電バランス装置の完成

現地での実運転状態を工場再現し、熱振動を含め最適バランスを得られるようになった。

国内初の高効率コンバインドサイクル発電設備の完成

国内初の日本国有鉄道川崎発電所納め大容量コンバインドサイクル発電設備を完成した。本設備は100MWガスタービン (MS9001)、44.2MW蒸気タービン (SSF-23)、排熱回収ボイラ(141 t/h) 及び排煙脱硝装置 (乾式アンモニ

ア接触還元分解法) によって構成される本格的排熱回収形コンバインドサイクル発電プラントである。主な特長を次に述べる。

(1) 既設設備を最大限に利用して効率、容量を高めたこと。(2) 起動から負荷運転及び停止までの広範囲にわたって自動化を採用し、高効率運転を目指していること。(3) 大気汚染、温排水、騒音などの公害対策に最新技術を採用したこと。(4) 毎日起動、停止に対する信頼性の確保と起動時間を短縮したこと (図11)。

超臨界圧変圧運転ベンソンボイラの完成

昭和55年7月、東京電力株式会社納め広野火力発電所2号缶(図12)は好調裏に営業運転を開始した。中間負荷火力として、超臨界圧力から85kg/cm²までの変圧運転を行なうベンソンボイラである。汽水分離器をもち、スパイラルメンブレン水壁の採用により、良好な起動・停止特性と均一な温度分布が得られ、比較的高い効率で15%負荷の安定運転が行なえる。負荷変化率も大

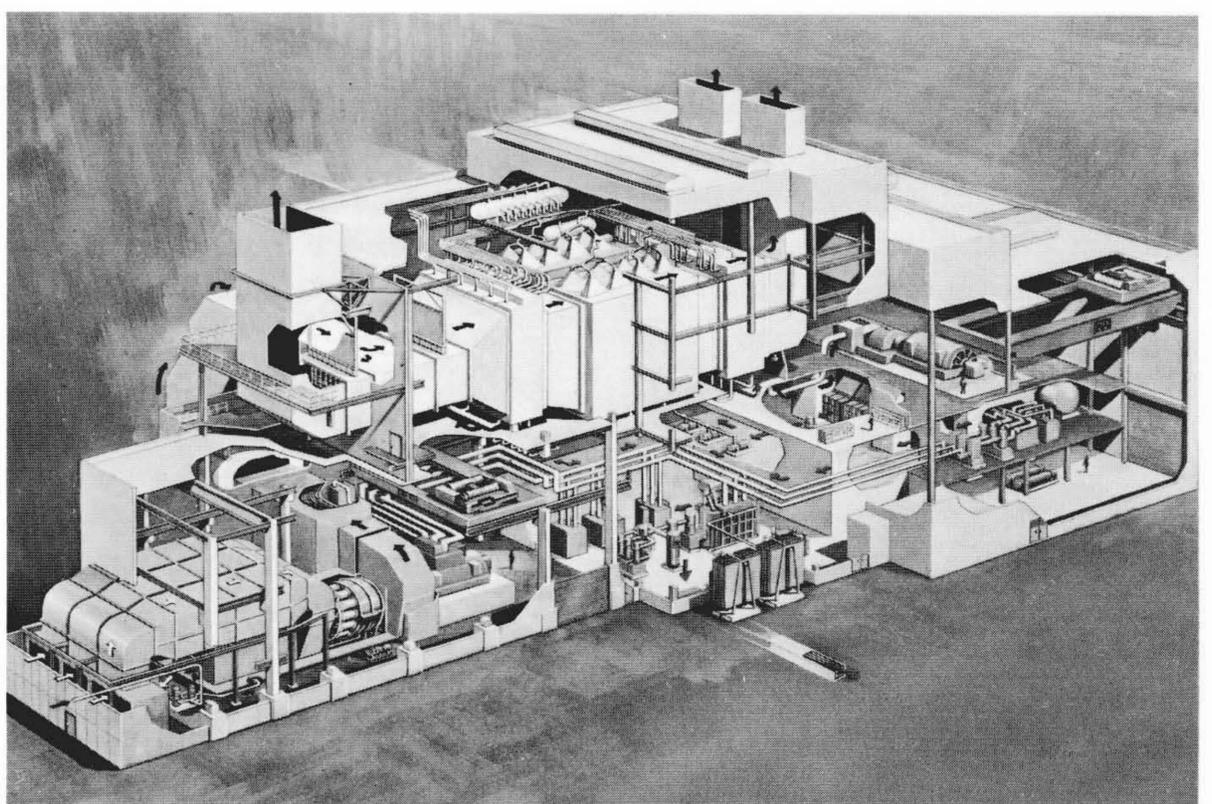


図11 日本国有鉄道川崎発電所複合サイクル発電設備の概要

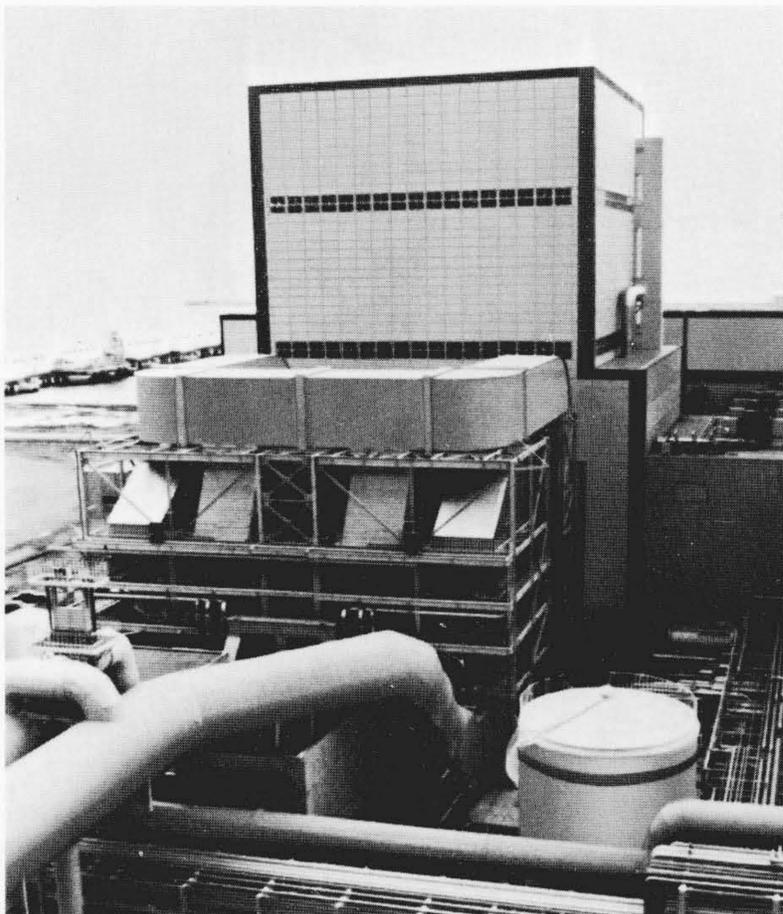


図12 東京電力株式会社広野火力発電所 2号缶

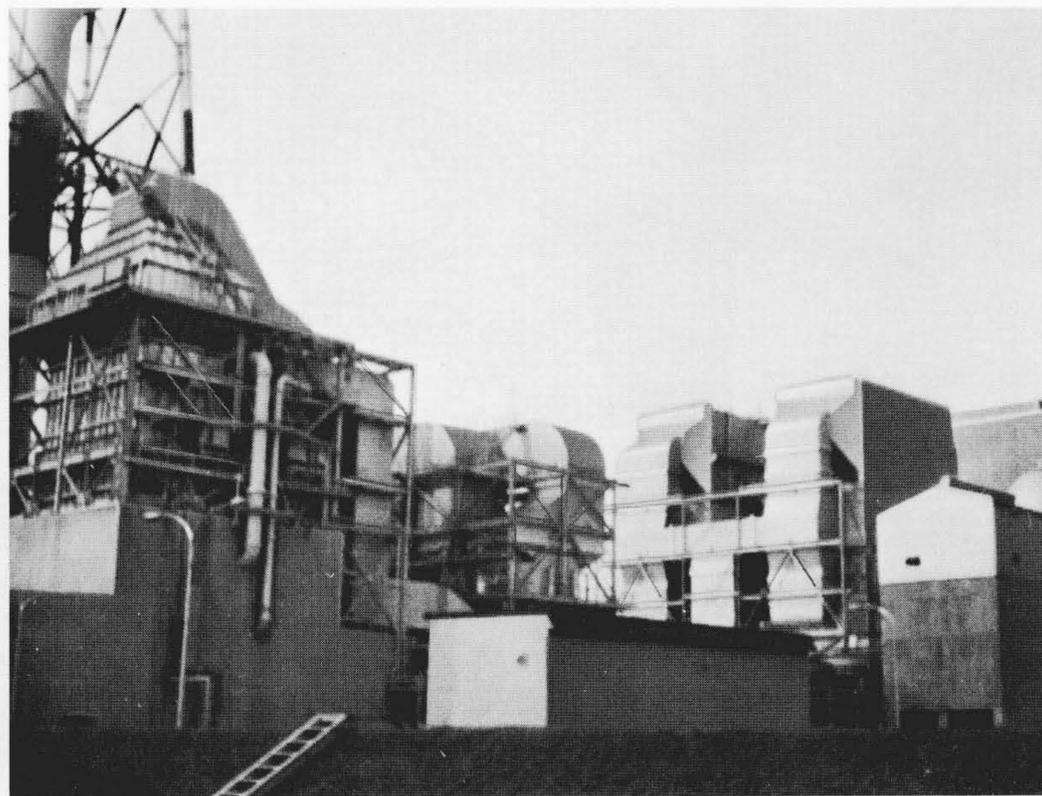


図13 北海道電力株式会社苫東厚真発電所の全景

幅に向上し、緊急時の所内単独運転へのカットバックも確実に作動することを確認した。

大容量石炭燃焼プラントの完成

北海道電力株式会社苫東厚真発電所納め1号350MW石炭燃焼プラントは、昭和55年10月好調裏に営業運転を開始した(図13)。本プラントの特長は国内石炭専焼火力としては最大級であり、微粉炭燃焼装置などの自動化・省力化を図ったボイラ設備と、国内初の高性能・高温電気集塵器、大容量脱硝装置(乾式アンモニア接触還元法)及び大容量脱硫装置(石灰石-石膏法)を採用した環境装置の協調を図ったものであり、日立の技術を集約したプラントである。

MS7001E形大容量ガスタービンの完成

昭和55年7月、サウジアラビアRoyal Commission for Jubail and Yanbu Project納め60Hz用73MW大容量ガスタービンが完成し、現地発送された。1号機は56年2月運開の予定である。本ガスタービンは従来のB形モデルに比べ、大幅に効率及び容量の向上を図っており、性能比較を表1に示す。本体部分の燃焼器、タービンについては、冷却方式を改善している。また補機部分には、従来B形モデルの実績を基に

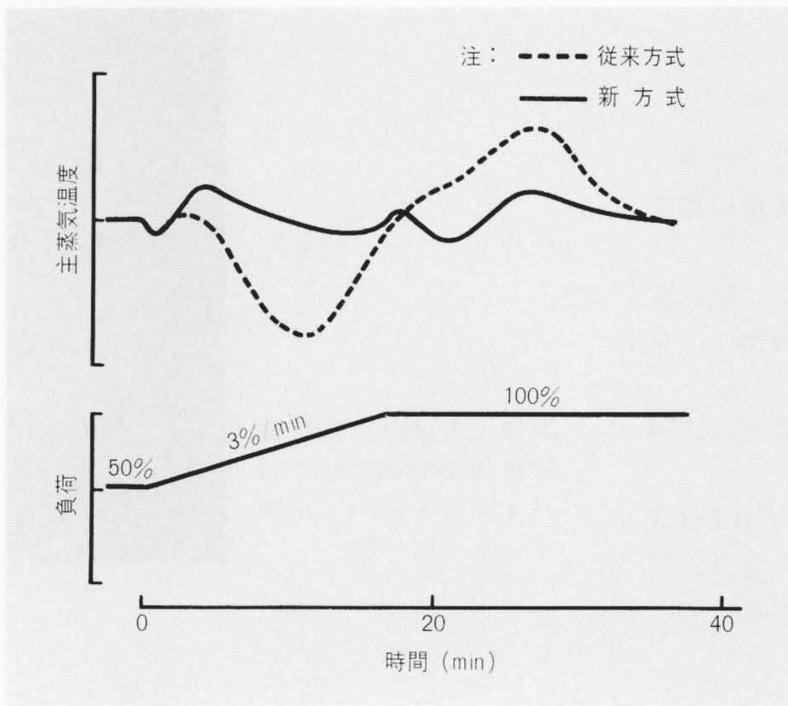


図14 大容量石炭燃焼貫流ボイラプラント負荷調整運転時のシミュレーション結果

日立独自のシステムを取り入れて、信頼性を向上させている。本プラントは、運開当初は単純サイクル運転を行なうが、排熱回収ボイラが増設された場合

には海水淡水化装置に蒸気を送る予定になっている。

大容量石炭燃焼発電プラントの制御システム

最近のエネルギー情勢の変化により、石炭燃焼発電プラントの建設が増大している。同プラントは自動運転や負荷調整運転を目指すなど、そのニーズが高度化したことから制御システムはますます大規模、複雑化の傾向を強めている。

エネルギー多様化時代の要請に応じて、マイクロプロセッサ技術を駆使した石炭燃焼発電プラント分散制御システムを開発した。主な特長を次に述べ

表1 MS7001形ガスタービンの性能比較

項目	モデル	MS7001E	MS7001B
出力(kW)		72,900	60,000
回転数(rpm)		3,600	3,600
空気流量(kg/s)		272	245
圧縮比		11.3	9.4
燃焼温度(℃)		1,085	1,010
排気温度(℃)		527	510
ヒートレート(LHV)(kcal/kWh)		2,719	2,805

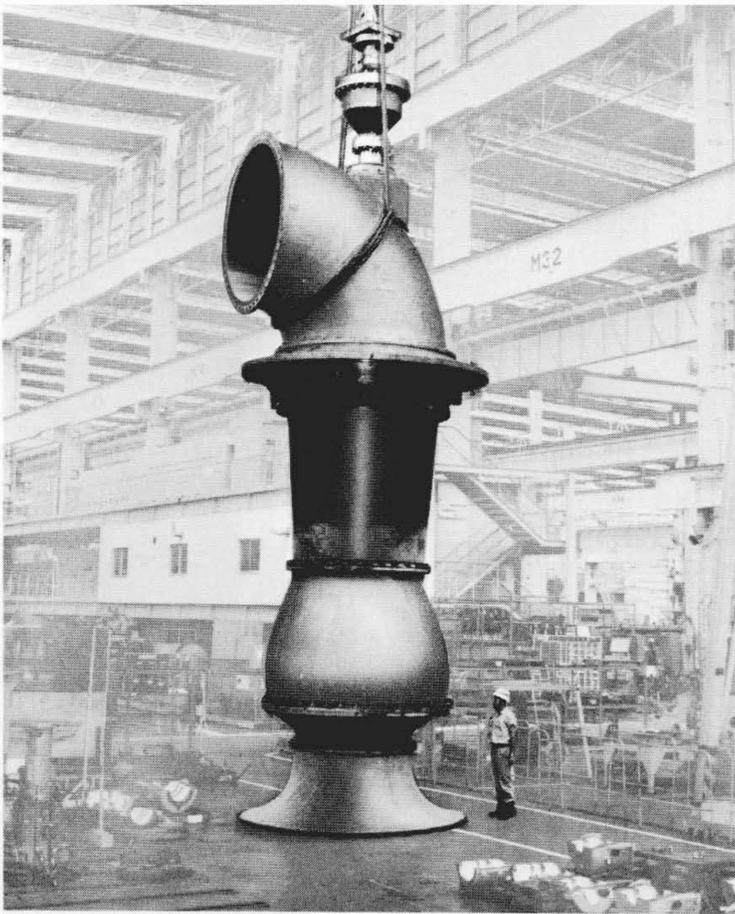


図15 東北電力株式会社東新潟火力発電所向け可動翼斜流循環水ポンプ

る。

- (1) 現代制御理論に基づいた予測適応制御技術によりプラントの負荷追従能力を向上できる(図14)。
- (2) 情報処理・総合判断機能の集約化と制御機能の分散化により操作性、信頼性及び保守性が向上する。
- (3) 異常診断と重要部の多重化により故障波及を防止する。
- (4) 図形や一般言語を使ったCRT(Cathode Ray Tube)形ツールにより、制御システムと容易に対話できる。

火力用補機省エネルギー技術

火力発電所の部分負荷運転に伴う火力発電所用補機の省エネルギー機器として、流体継手、可動翼斜流ポンプなどが採用されている。

流体継手は、電動機駆動ボイラ給水ポンプ、ガス再循環ファン、誘引ファンなどの速度制御機として新設火力発電所をはじめ既設火力発電所の改造にも広く採用されており、各電力会社でプラントの効率向上に役立っている。

可動翼斜流ポンプは、火力発電所の循環水ポンプとして最近数多く採用されており、温排水温度差一定制御を含め、広範囲な流域にわたり高効率な運転を行ない、省エネルギーに役立っている(図15)。

両設備ともプラント全体の効率向上に役立っており、今後の需要拡大が期待されている。

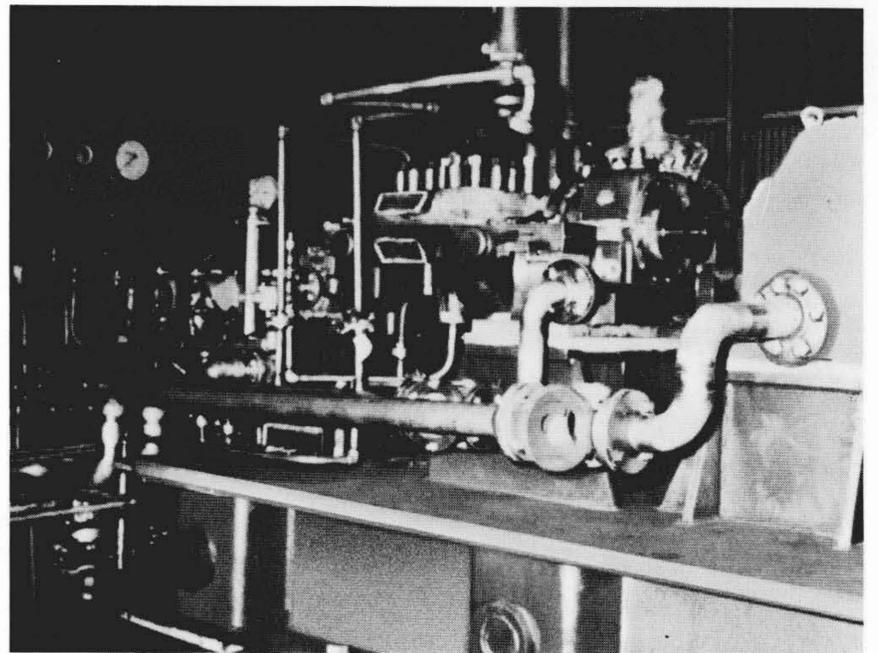
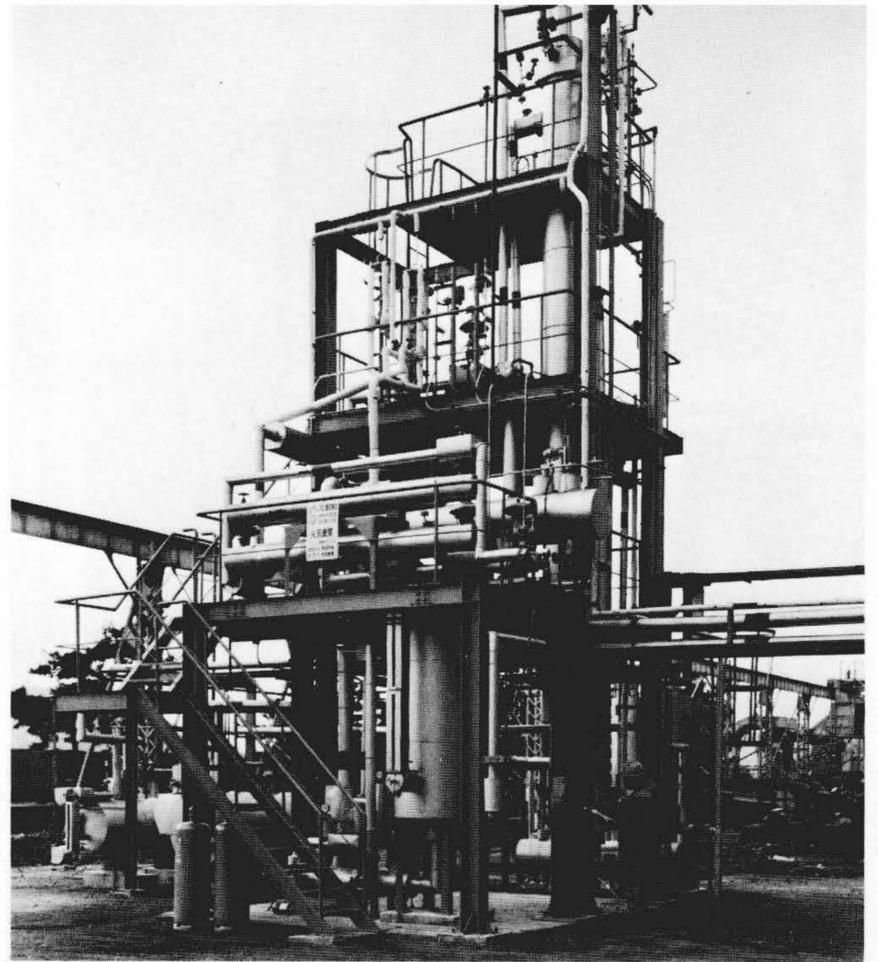


図16 上はLPG気化試験設備の外観及び下はパイロットプラント用タービンの外観

液化ガスの発電設備への応用

- (1) 火力発電用LPG(液化石油ガス)気化設備の動作特性解析

LPG液化石油ガスを発電用燃料に使用する場合、ボイラの大幅な燃料要求量の変化に対応して気化させる必要があり、負荷変化に対する気化設備の動特性が問題となる。

日立製作所ではコンピュータによるシミュレーション解析と並行して、LPG気化試験設備(図16上)で実測し、最適制御システムの確立など信頼性の確保に努めている。

- (2) 火力発電用燃料液化ガス設備の安全性評価手法

確率論的安全性解析、事故時シミュレーション、故障波及シミュレーションの三つの手法を併用して、初期事象の網羅的抽出及び重大事故の詳細検討をバランスよく行なえるプラントの安

全性・信頼性解析を行なう手法を開発した。

- (3) LNG(液化天然ガス)冷熱利用発電
近年、火力発電所及び都市ガス用として、LNGの導入が盛んに行なわれている。このLNGを気化する際に発生する冷熱を利用して発電を行なうシステムの開発が、電力会社、ガス会社で行なわれている。

このたび日立製作所は、千代田化工建設株式会社経由東京瓦斯株式会社へ(図16下)に示すLNG冷熱利用発電パイロットプラント用タービン・発電機を納入し、運転を開始した。本冷熱発電設備は混合作動流体を用いたランキンサイクルを採用している。また、LNG冷熱発電システムのサイクルの検討、動特性解析シミュレータの開発をも行ない、タービン、発電機、熱交換器などの主要機器を含めた全体システム構成の詳細な検討も行なっている。

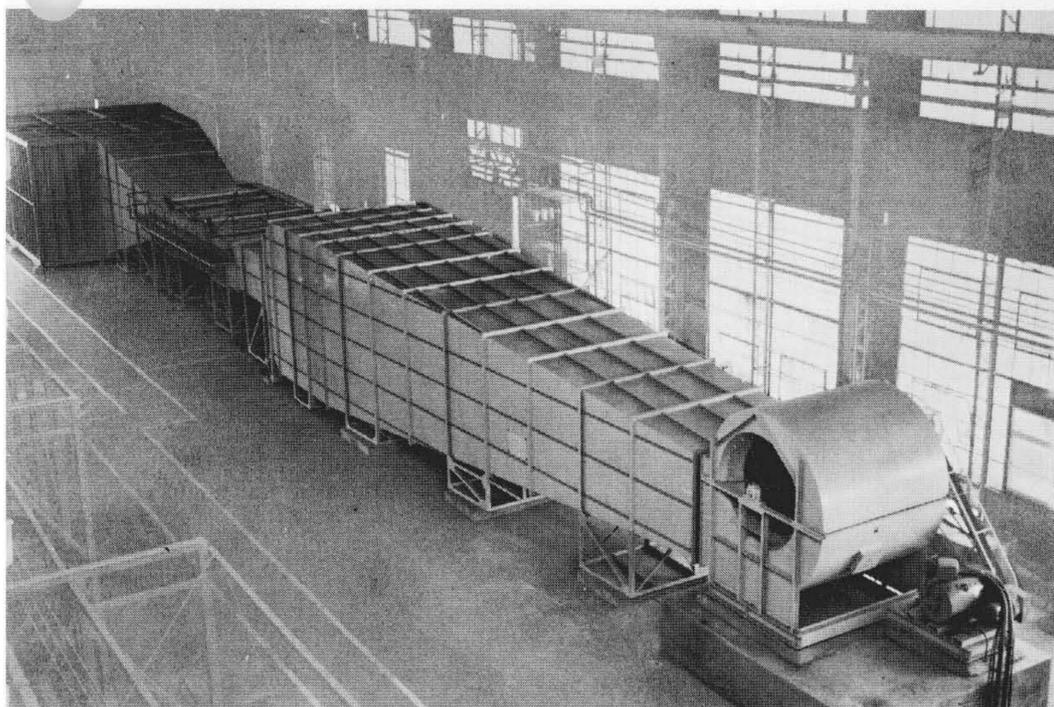


図17 貯炭ヤード試験用大形風洞

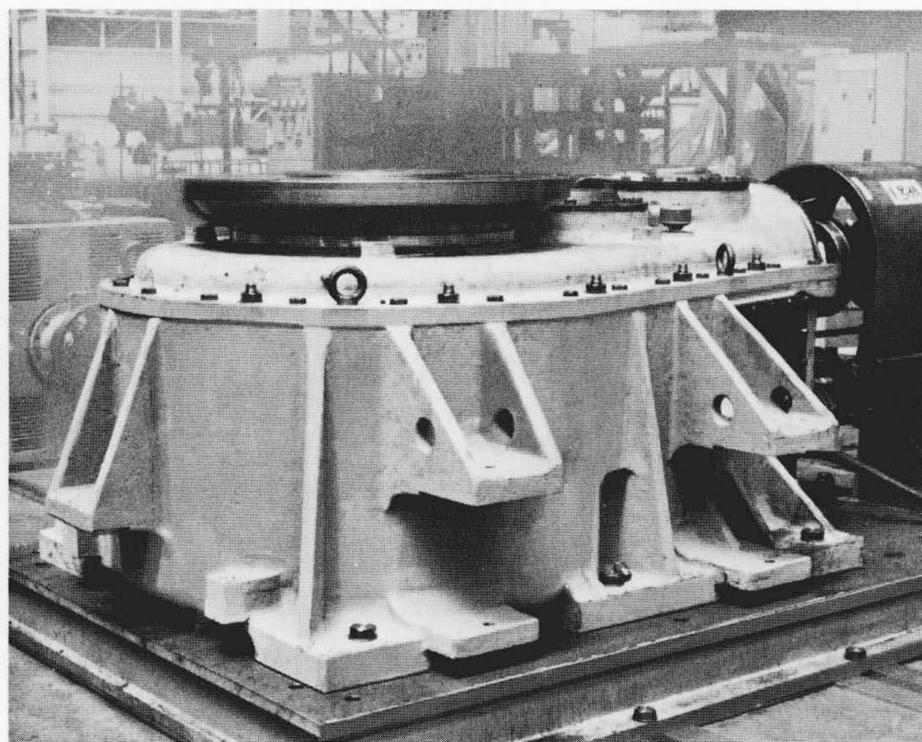


図18 運転試験中の8.5Eミル用減速機

石炭火力発電所揚運貯炭システム

近年、脚光を浴びてきた石炭火力発電所の揚運貯炭システムでは、大容量化とともに環境対策が大きな課題となっている。日立製作所では、まず大形風洞を新設して、屋外貯炭の防塵対策の開発を進めてきた(図17)。その結果、剛性をもった防風網が貯炭ヤード内の風速を著しく低減させ、発塵防止に非常に効果的であることが分かった。屋内貯炭に対しては、5万ないし10万tの石炭を長期間貯蔵しても閉塞現象を生じない大容量サイロの開発を行ない、現在試験中である。また、長期貯炭時に検討が必要な石炭自然発火の可能性については、予測診断が行なえるシミュレーションプログラムを開発した。また、スラリ関係についても、湿式造粒法によりバルク炭と同程度まで脱水できる技術を開発することができた。

Eミル用減速機のシリーズ化

我が国では、総発電量に対する石炭火力発電の割合は非常に低くわずか8%程度にすぎないが、アメリカ、イギリス、西ドイツなど主要先進国では50%以上を占め、その比率はますます増加する傾向にある。石炭火力発電所で使用する石炭粉砕機は世界的にもその需要は非常に多く、大容量ミル用減速機も大きな市場をもっている。日立製作所では北海道電力株式会社苫東厚真

火力発電所向け10Eミル用減速機をはじめとして、南アフリカ、インド、メキシコなどから8.5E、10Eミル用などを受注し、実績は既に130台を突破している。日立製作所ではこれらの設計と運転実績をもとに、各サイズのミルに対するシリーズ化を行なった。各サイズの減速機の仕様を表2に、一例として8.5Eミルの外観を図18に示す。石炭火力発電所の重要機器であるこの減速機の信頼性を確保するため、理論的検討と併せて各種の実験研究も進め、実際の製品に反映させてきた。今回その結果を盛り込んでシリーズ化を行なったものである。この減速機的主要な特長は、

(1) 最も重要なギヤケースは、有限要素法による検討で最適な肉厚とリブの配置が決定され、実機相当の荷重により応力、ひずみなどが確認されており極めて信頼性が高い。

(2) かさ歯車、はすば歯車ともに浸炭焼入歯車を採用しており、耐久性が高い。
 (3) クラウニングしたはすば歯車の採用により、重荷重によるケースのたわみや軸の傾きによって片当たりすることがないため、歯の切損やピッチングのおそれがない。

水力発電設備

大容量揚水発電機器など続々と完成

据付中であった中部電力株式会社奥矢作第二発電所納め267MWポンプ水車及び290MVA発電電動機〔図19(a)〕各3台のうち1号機が、昭和55年9月営業運転を開始したのをはじめとし、昭和55年度中に米国ブラウンリー発電所納め265MW水車及び288MVA発電機各1台、インドのナガルジュナサガール発電所納め120MWポンプ水車2台、ブラジルのフォスタレイア発電所納め386MW水車4台のうちの1号機、タイのスリナガリンド発電所納め150MVA発電機3台、並びにカナダのハインズレーク発電所納め83MVA発電機1台がそれぞれ営業運転に入り順調に稼動している。また、最近のエネルギー事情により見直されている小容量水力発電の分野では、星野温泉株式会社星野温泉第二発電所納め150kW水車及び発電機〔図19(b)〕各1台が昭和55年1月に営業

表2 Eミル用減速機の仕様

項目	ミルサイズ					
	7E	8.5E	10E	12E	12.9E	
伝達動力 (kW)	132	270	330	640	720	
入力回転数 (rpm)	580	970	970	970	970	
出力回転数 (rpm)	45	40	37	34	34	
減速比	12.89	24.25	26.22	28.53	28.53	
スラスト荷重	静荷重(t)	51	76	102	169	169
	動荷重(t)	102	152	204	338	338
	アンバランス荷重	12	18	25	43	43

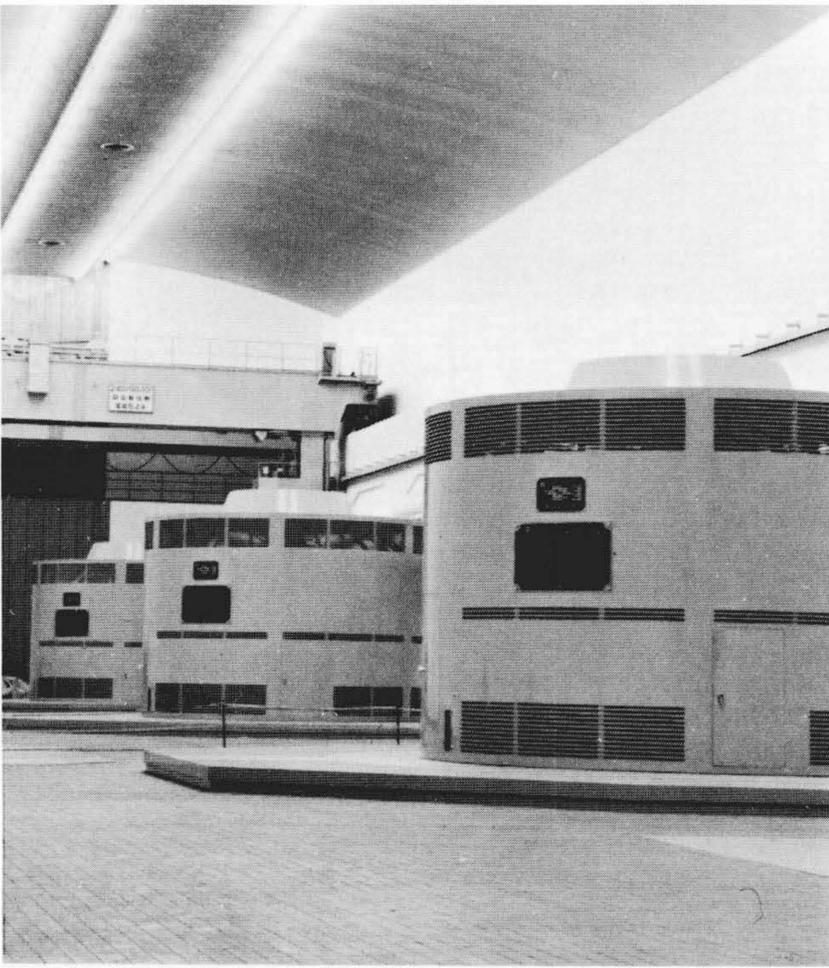


図19(a) 中部電力株式会社奥矢作第二発電所納め290MVA
発電電動機

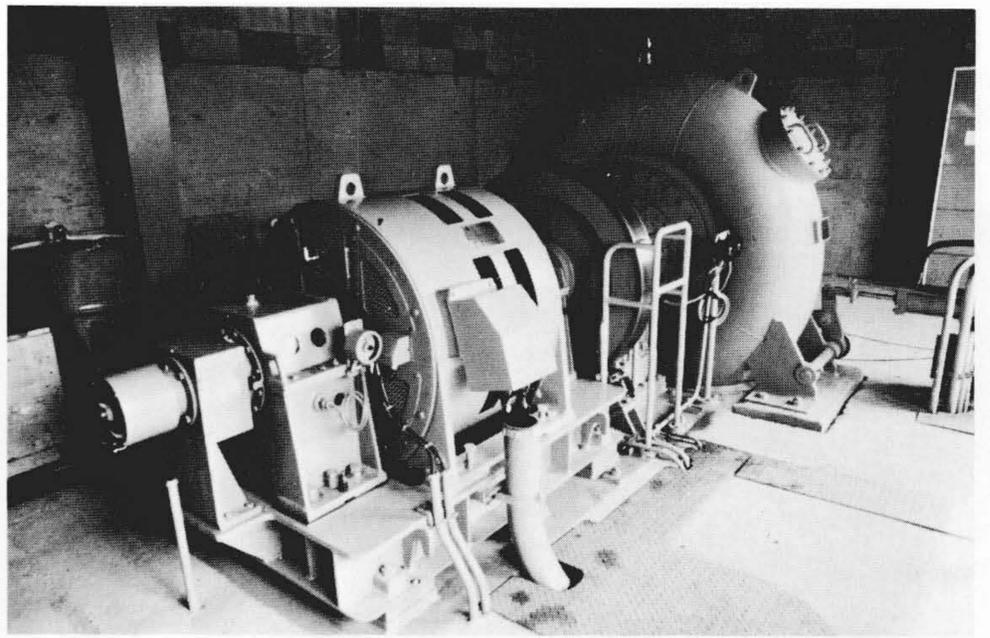


図19(b) 星野温泉株式会社星野温泉第二発電所150kW水車及び発電機

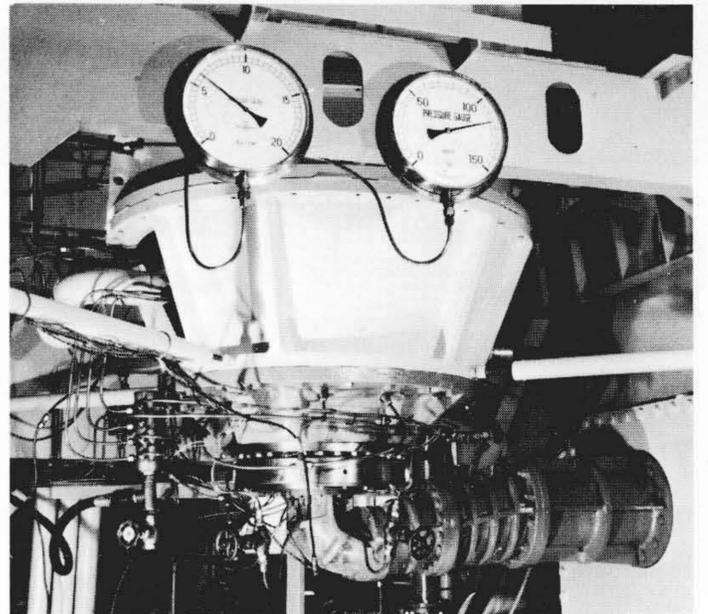
運転に入り、引き続き富山県大長谷第三発電所納め8,300kW水車及び発電機1台、東北電力株式会社新大川発電所納め21,900kW水車及び発電機1台、四国電力株式会社新面河第三発電所納め22,700kW水車及び発電機1台などの設計製作が進行中である。

新規製品の納入も始まり、水力発電所の計算機制御として関西電力株式会社成出發電所、中国電力株式会社小坂部発電所及び北陸電力株式会社有峰第二発電所でデジタル式自動運転制御装置が完成した。また、ロータリドラム方式の冷却水除塵装置は関西電力株式会社との共同研究が成功裏に終了し、同社黒部川第三発電所などに納入されている。

1,000m級二段ポンプ水車の開発

700～800m級超高落差単段ポンプ水車の開発に引き続き、昭和52年から1,000m、350,000kW級二段ポンプ水車の開発を行ってきた。水力性能確認、構造強度の検討、過渡現象解析及びポンプ起動時の給排気試験などの研究を行なうとともに、実揚程試験を実施し揚水能力の検証を行なった(図20)。このポンプ水車は、水車出力調整可能な上下段可動案内羽根をもち、ピーク電力負荷に敏速に対応でき、また揚程を2個のランナで分担するため高効率、ランナ小形化(輸送問題の解消)、設備吸出し高さの浅形化(建設費の低減)などの長所をもち、計画地点の拡大が期待

図20 1,000m級二段ポンプ水車の
実揚程試験



できる。なお、併行して東京電力株式会社と共同して昭和54年から二段ポンプ水車の制御方式の開発及び先に開発済みの800m級単段ポンプ水車との比較を主に研究を実施し、昭和55年9月に終了した。

水力発電所向けデジタル式運転制御装置の完成

水力発電所での運転制御の信頼性の向上と運転保守の省力化を目的として、マイクロプロセッサを中核としたデジタル式運転制御装置を関西電力株式会社と共同で開発した。

本装置は昭和55年3月から成出發電所でフィールド試験中であり、良好な稼働実績を挙げている。その特長を次に述べる。

- (1) 装置主要部である電源部、演算記憶部を二重化し、信頼性の向上とともに稼働率の向上を図った。
- (2) 渋滞監視、常時監視、入力監視などの自動監視機能の充実を図り、不具合箇所の早期発見を可能にした。

- (3) 操作盤、現場機器との入出力信号は、シリアル伝送方式を採用することにより分散設置を可能とし、大幅なケーブル削減ができた。
- (4) 主要な現場接点は無接点化し、信頼性の向上を図った。

更に、本装置はストアードプログラム方式を採用しているが、マイクロプロセッサに関する高度な知識をもっていなくても、プラントの動きが理解できる人であれば、論理シーケンスから直接プログラムが作れるようプログラムサポートツールを準備している(図21)。プログラムサポートツールの主な特長を次に述べる。

- (1) ドキュメントを見ながら電子式卓上計算機のイメージでキー操作することにより、直接キーインが可能である。
- (2) CRT(Cathode Ray Tube)に図形表示をするとともに、論理記号表現でプログラムのリスト表現ができる。
- (3) マイクロプロセッサのプログラム内容の検索も、CRTに論理記号表現で読み出すことができる。
- (4) 既作成プログラムの内容を、論理記号表現で修正が行なえる。

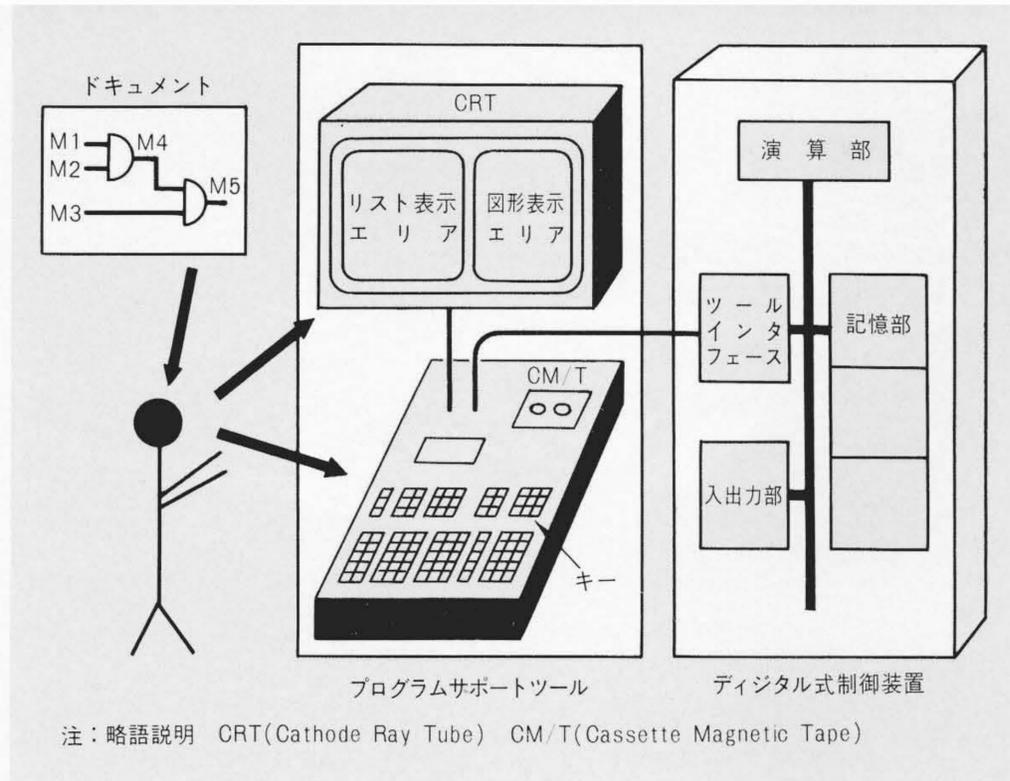


図21 プログラムサポートツールの構成

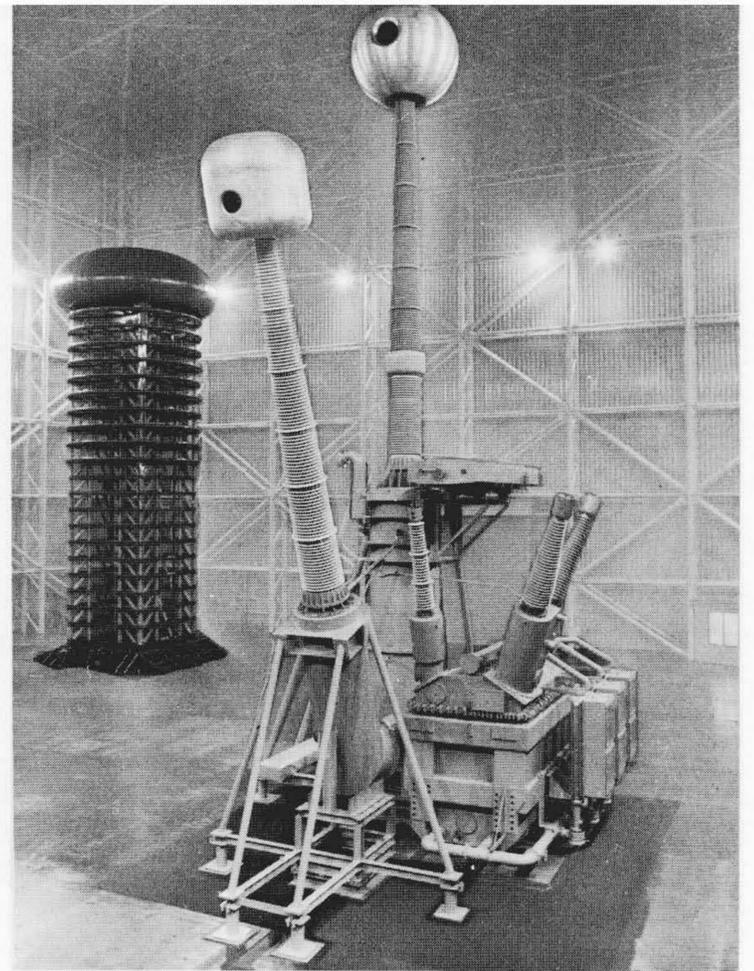


図23 UHV実験室の内部状況

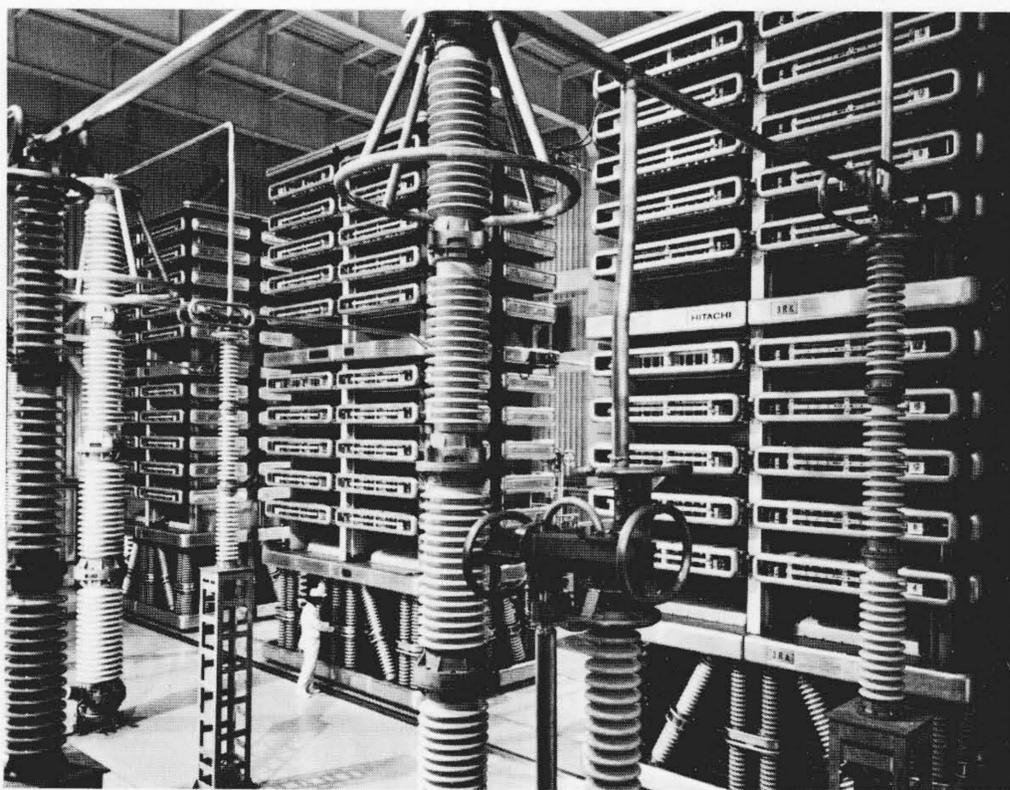


図22 空気絶縁風冷式サイリスタバルブ

(5) 記憶部に格納されたプログラムのステップ進行、トレース、テストランなどが可能である。

送変電機器

北海道-本州間電力連系設備の完成

昭和55年6月、電源開発株式会社納め北海道-本州間電力連系設備(第2期)が完成し、営業運転を開始した。この設備は、北海道-本州間を海底ケーブルを含む長さ168kmの直流送電線で連系するもので、定格直流電圧250kV、送電容量300MWをもつ我が国初の本格的直流送電設備である。日立製作所は、本連系設備の主要機器であるサイリスタバルブ(図22)、変圧器、直流リアク

トル、制御保護装置をはじめ、直流避雷器、帰線保護用直流しゃ断器などを製作し納入した。

本設備の完成により、九州から北海道までの全電力系統が連系され、電力の経済融通、緊急融通といった電力系統の広域運用にその威力を発揮している。

UHV実験室の完成

昭和60年代半ばに運開が予定されているUHV(Ultra High Voltage)送電に備え、昭和55年10月日立製作所の工場内に機器開発のためのUHV実験室が完成した。図23にその内部状況を示す。本実験室の主な特長を次に述べる。

(1) 世界最大級の規模(面積57m×60m、高さ48m)

- (2) 外部雑音しゃへい(天井・側壁鋼板溶接、床面銅板埋設構造)
- (3) 大規模高電圧発生装置(インパルス6MV、交流現在1.65MV、昭和56年6月2.2MV、エアパレット移動式)

今後、本実験室で、UHV機器の実規模要素モデル、プロトタイプ器などの破壊試験まで行なって、信頼度の高いUHV機器の完成を目指している。

ブロック制御事故波及未然防止システム

このたび、超高压基幹送電系統の運用潮流限界値を、従来の2倍以上に向上できる新形の系統安定化システムを東北電力株式会社と共同で開発のうえ実用化し、同社宮城変電所へ納入した。

本システムは、広大な供給区域に需要が分散している東北電力株式会社の系統構成に適合し、同社の仙台以北基幹系統での事故波及を未然に防止する役割を果たすもので、主制御装置(図24)は高速マイクロコンピュータ7台から成るマルチ構成となっており、下記の特長をもっている。

- (1) 異なった原理に基づく主制御装置と後備制御機能とを具備し、それぞれを独立構成とし装置の動作信頼度を高めた。
- (2) 多チャンネル同時標本化高速A-D変換器、系統電圧電流波形の実時間処理、高速度符合伝送システムなど、最新のデジタル技術を駆使し、従来のローカル制御からブロック制御へと最適な



図24 ブロック制御事故波及未然防止システムの主制御装置

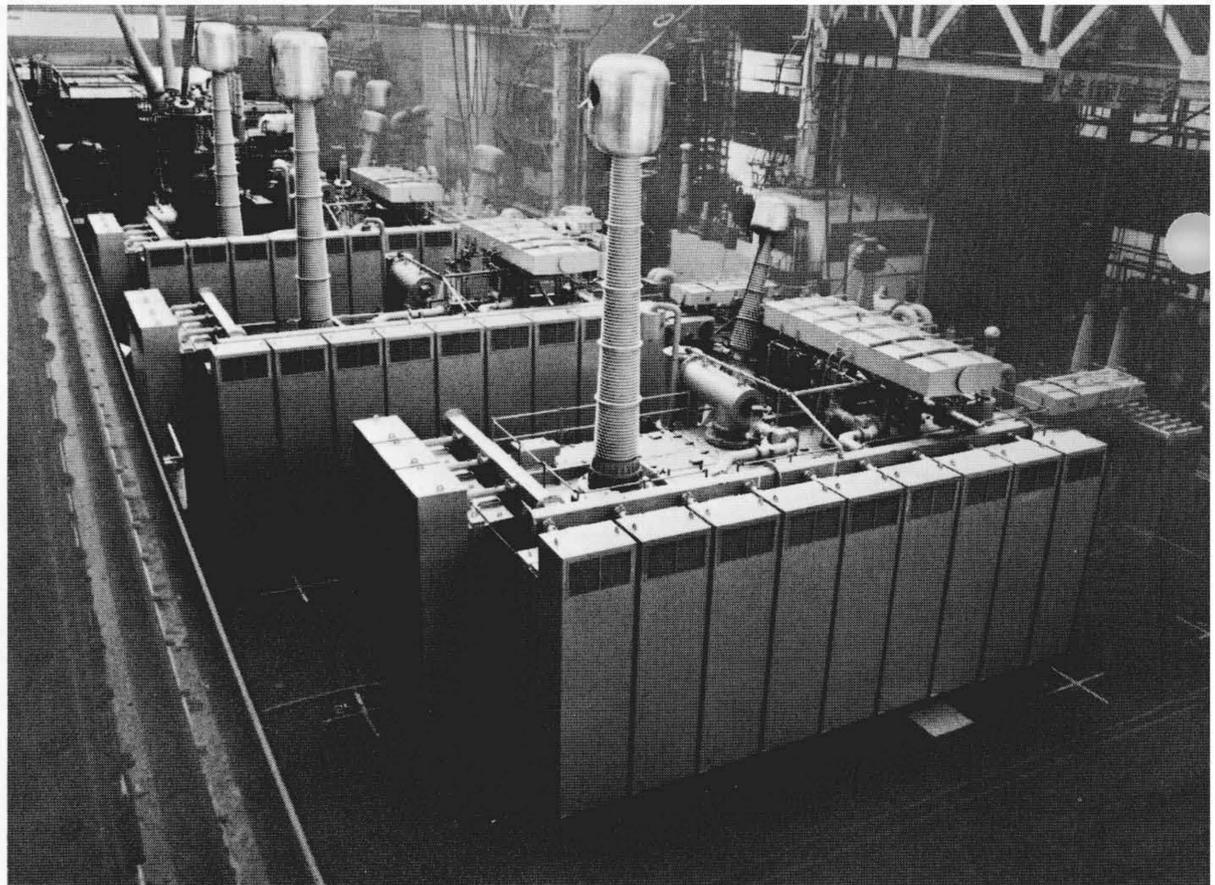


図25 500kV, 1,500MVA負荷時タップ切換変圧器

事故波及未然防止を可能にした。

(3) 電力システムのクリティカルな運転状態で発生する電力動揺などの不安定現象の検出を可能にした。

(4) 制御演算の余裕時間を活用し、高頻度に行なう時分割点検、記憶している事故模擬波形を再生印加し、動特性を含む装置健否を点検する方式を開発するなど自動監視の強化を図り、メンテナンスフリー指向を徹底した。

(5) IC発熱を効率よくユニットケースへ伝達し放熱する手法を開発し、ファンレス化を実現した。

既に昭和55年から実運用に入っているが、本システムの適用によりこれまで30万kWであった幹線運用潮流限界が70万kWと大幅に拡大でき、これにより新設の同社秋田火力発電所4号機（出力60万kW）を含む火力電源のいっそうの効率運用が図れるなどの効果がある。

500kV変圧器及び大容量変圧器の完成

昭和55年には我が国西部地区の500kV送電が開始され、各電力会社で日立製作所が製作、納入した500kV変圧器が順調な運転を続けている。

昭和55年の主な完成品には東京電力株式会社新岡部変電所納め500kV, 1,500MVA(図25)、500kV, 750MVA各2バンクの負荷時タップ切換変圧器のほか、東京電力株式会社袖ヶ浦火力発電所納め525kV, 200MVA三相負荷時タップ

切換変圧器1台がある。これは200～300MVAクラスの大容量器で、500kVから66～77kVに直接降圧するものとしては国内初の製品である。

一方、輸出品の中では中華人民共和国、武漢変電所納め500kV, 750MVA負荷時タップ切換変圧器2バンクが完成した。これは750/3MVAを巻線一脚構造としている。また、台湾電力・馬鞍山原子力発電所納め345kV, 1,008MVA変圧器1バンクを高圧巻線非分割構造により製作した。今後は、これらの技術を国内向け変圧器にも適用して小形化を図っていく予定である。

500kV系統用酸化亜鉛避雷器

ZLA(酸化亜鉛避雷器)は従来の直列ギャップ付避雷器に比べ、多重雷に対する処理能力があること、部品点数が少ないことなどから、避雷器としての信頼性が高く、500kV系統でも大幅に採用されつつある。

このたび関西電力株式会社より500kV系統用420kV ZLAを多数受注し(図26)、既に一部納入を完了した。残りZLAは現在製作中であり、近々線路引込用として納入の予定である。

ZLAの特長とする優れた急峻波応答特性による雷サージ抑制効果により、500kV系統用変圧器の絶縁保護や、線路引込口の開閉装置との絶縁協調に寄与することが期待される。

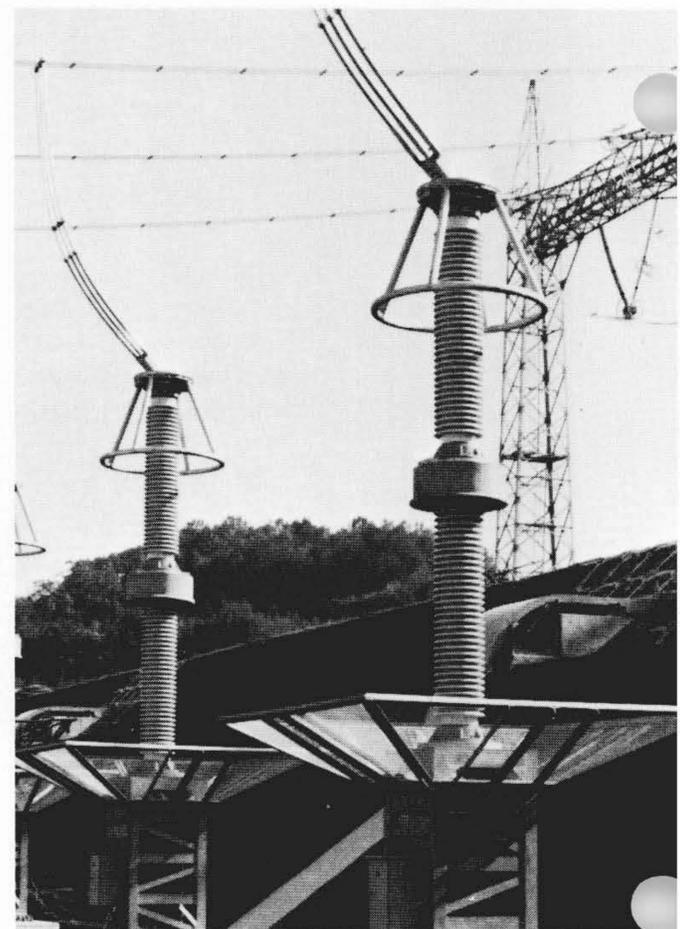


図26 500kV系統用420kV酸化亜鉛避雷器

店所給電所自動化システムの完成

東京電力株式会社との共同研究をベースとした、荒川、埼玉両給電所納め自動化システムが完成し運用開始した。本システム(図27)の主な特長は、(1)4指令台、8CRT(Cathode Ray Tube)を駆使した高度なマンマシン性を実現し、(2)系統操作指令の自動化を図り、(3)系統計画のための高速潮流計算(AC法、DC法、SC法)を開発した。(4)大容量DISC(300Mバイト)を採用した、データメンテナンスシステムを開発した。

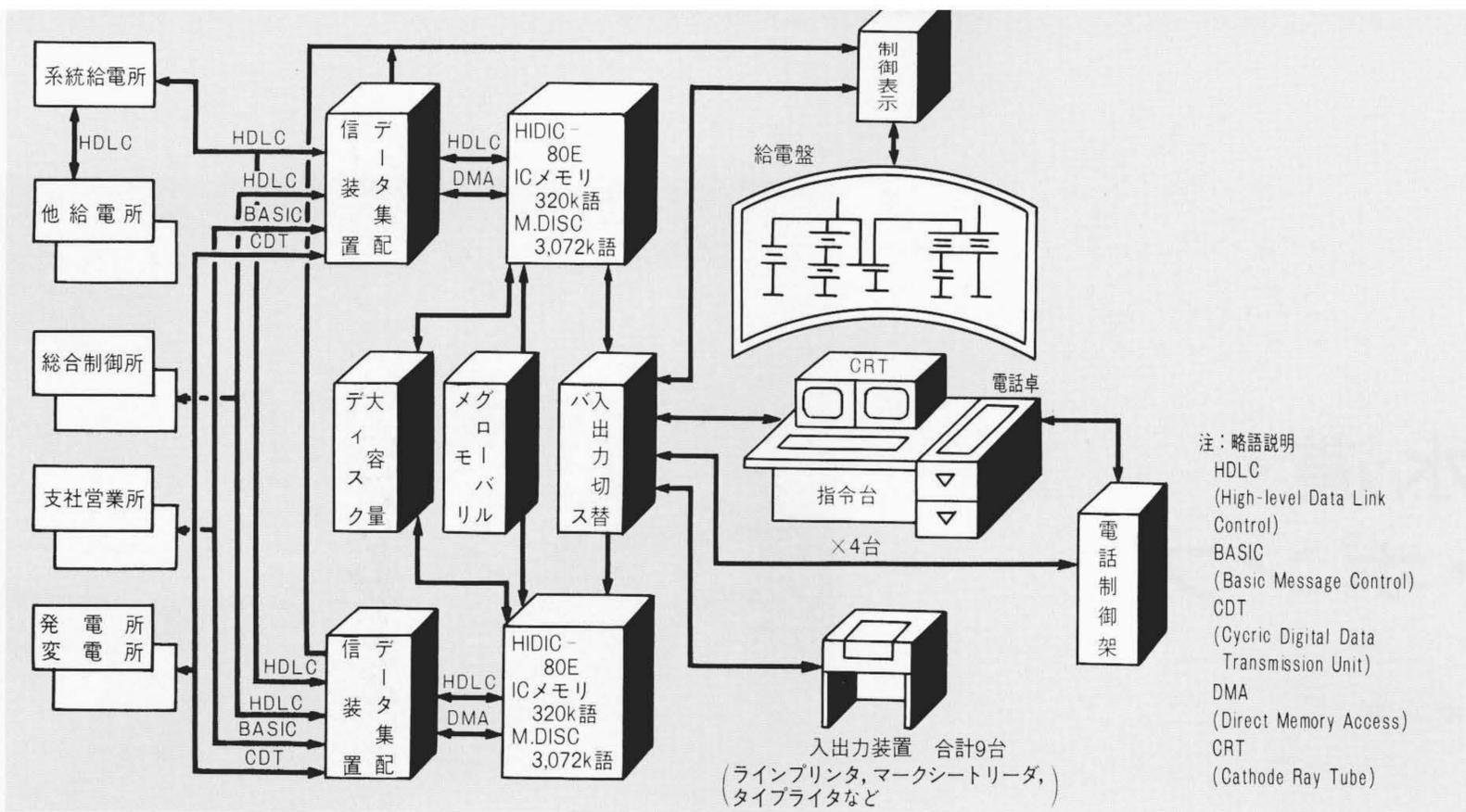


図27 店所給電所自動化システム構成

(5) グローバルメモリをもったロードシェアシステムである反面、設備データメンテナンス後の模擬シミュレーションをオンライン業務と切り離して実行可能なシステムを実現した。(6) 系統給電指令所(上位系)と総合制御所をHDLC(High-level Data Link Control)で結合した、コンピュータネットワーク網としてのパケット交換システムを実現した。

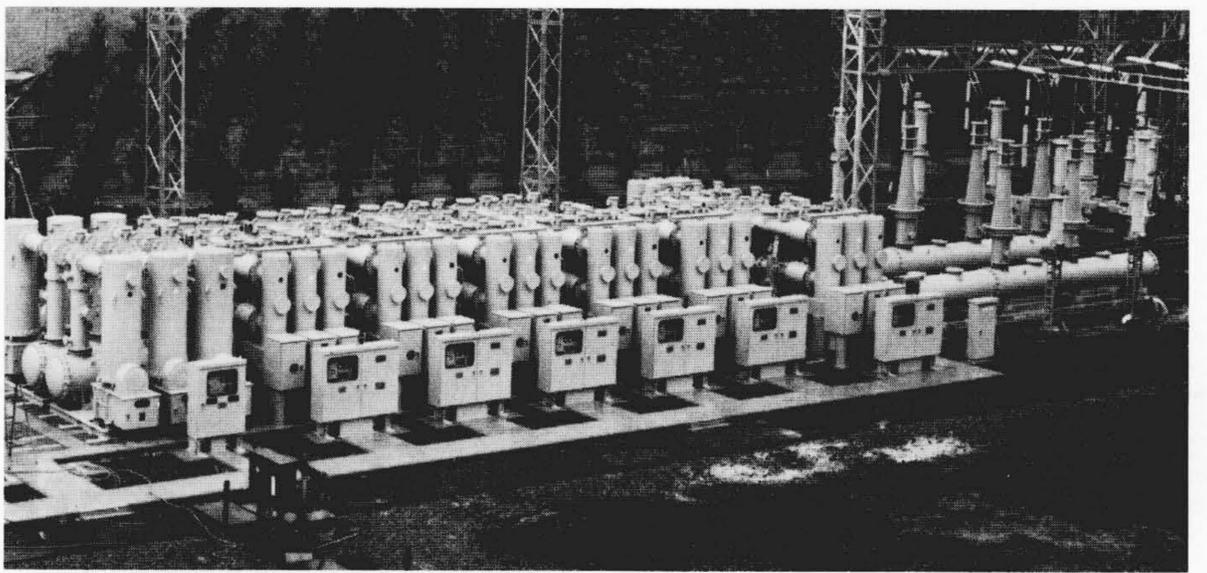


図28 現地据付けの187kV, 6,000A, 40kAガス絶縁開閉装置

187kV, 6,000A, 40kAガス絶縁開閉装置を納入

四国電力株式会社大洲変電所に、187kV, 6,000A, 40kAガス絶縁開閉装置を納入した(図28)。

本設備は、原子力発電所の連系強化を図るために、既設変電所の狭い敷地に増設したガス絶縁開閉装置であり、小形で高い信頼性を保つように設計、製作されている。主な特長を次に述べる。

(1) 主母線は三相一括形で、本定格電圧では最大級の定格電流である。(2) しゃ断時間2サイクルの1点切40kAガスしゃ断器を縦形に配置し、据付面積を縮小している。(3) しゃ断器と母線を一体輸送し、現地組立作業の縮減、及び信頼性の向上を図っている。(4) 既設気中機器とはガスブッシングで取り合い、三相一括形主母線で増設し各機器に引き込んでいる。(5) 避雷器に無発弧で急峻波応答性の優れた酸化亜鉛避雷器を採用している。

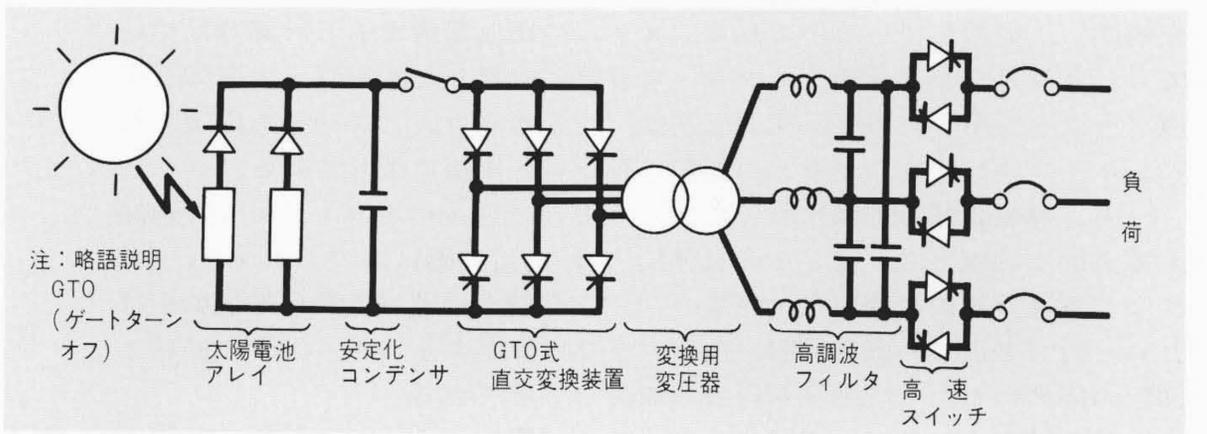


図29 試験用1kW太陽光発電システム構成

その他エネルギー

東京電力株式会社納め1kW太陽光発電システムを完成

昭和55年3月、東京電力株式会社技術開発研究所内に試験用1kW太陽光発電システムを設置した。試験装置は、太陽電池と直交変換装置(図29)から構成されている。

その特長は、(1) 太陽電池は数種類のもものが組み込まれており、各種の性能データが測定できるようになっている。

日立製作所製SOG(ソーラーグレード)シリコン形太陽電池も昭和55年度末には追加納入し、試験する予定である。(2) 直交変換装置は、GTO(ゲートターンオフ)サイリスタを用い、PWM(パルス幅変調)制御方式を採用した自励式となっている。(3) 日射量に応じて、太陽電池の最大出力・効率点となるよう運転制御される。

今回の試験装置の開発により、太陽光発電システムの基礎技術が確立された。今後、多方面への適用が期待される。