

電力・エネルギー

内需拡大を背景に電力・エネルギーを巡る事業環境も好転の兆しを見せており、堅調な伸びが予想されている。しかし、社会生活の高度化、多様化、さらには地球温暖化など環境問題への関心の高まりとともに電力・エネルギーの質に対する要求は、今後ますます厳しくなるものと思われる。絶えざる技術革新によって、一つ一つ問題の解決を図っていかねばならない。日立グループでは、こうした認識の下に、電力供給の効率化、経済性・信頼性の向上および環境保全などに関する技術の開発に取り組んでいる。

原子力発電設備は、今後とも電力供給の主役となるもので、通商産業省も長期見通しの中で、西暦2000年には、電源構成の25%に当たる53 GWが原子力発電になると述べている。

BWR(沸騰水型原子力発電設備)では、中国電力株式会社島根原子力発電所2号機を1989年2月に完成させた。現在建設中のものには、東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所4号・5号機、北陸電力株式会社志賀原子力発電所1号機、および中部電力株式会社浜岡原子力発電所4号機(タービン側)がある。さらに、ABWR(改良型沸騰水型原子炉)の世界初号機となる東京電力株式会社柏崎刈羽6号・7号機についても、株式会社東芝、米国GE社と共同で建設準備を進めている。また、動的機器を削減し、システムの簡素化と信頼性の向上を図った次世代型BWRの開発も進んでいる。

新型動力炉では、高速増殖炉「もんじゅ発電所」の建設と次の実証炉の開発に参加しているほか、新型転換炉・実証炉および高温ガス試験研究炉の開発にも参加している。また、原子燃料サイクル関係では、青森県六ヶ所村の燃料サイクル施設をはじめウランの濃縮(遠心法、レーザ法など)と再処理などに関する開発計画に参加している。

核融合関係では、文部省核融合科学研究所から大型ヘリカル装置に関する主要部分の研究開発を受注した。核融合実験装置の分野での豊富な経験と技術の蓄積によるものである。

火力発電設備では、ベースロード用の原子力発電を補完するピークロード用、ミドル用(昼・夜間の電力需要の差を調整する中間負荷用)としての運用が強まり、高頻度の起動・停止に対応する技術などを開発し、その期待にこたえている。また、大型化の傾向が見られる石炭火力や既設火力の改造についても新技術を開発し、適用している。

さらに高効率運転とミドル運用への対応を目的としたLNGコンバインドサイクル発電プラントの建設が進められている。大型石炭火力発電所として、1989年には東京電力株式会社広野火力発電所3号機1,000 MW、九州電力株式会社松浦発電所1号機700 MWが完成している。コンバインドサイクル発電プラントとしては、1988年に完成した東京電力株式会社富津火力発電所2号系列1,000 MWに続いて、中国電力株式会社で柳井発電所1号系列700 MWの建設も進んでいる。大型石炭火力での新技術としてはNRバーナ、大型MPSミル、タービン側では60 Hz 40インチチタン翼などがある。また、環境対応製品としては関西電力株式会社宮津発電所1,2号機用排煙脱硫装置も完成した。

水力発電関係では、電源開発株式会社只見発電所65.8 MWバルブ水車・発電機が1989年7月営業運転に入った。この型としての世界最大容量機である。また、関西電力株式会社大河内揚水発電所320 MW可変速揚水発電機器も鋭意設計・製作中で、揚水発電に新分野を開くものと注目されている。さらに、東京電力株式会社蛇尾川揚水発電所300 MWポンプ水車、その他の揚水発電機器の設計にも着手している。

送変電関係では、電源開発株式会社松浦火力発電所1号機用に低損失化を実現した505 kV・70 MVA 起動変圧器2台、510 kV・1,050 MVA 主変圧器1台を納入した。北海道電力株式会社187 kV双葉幹線には電圧の瞬時低下を防止する送電用避雷装置が採用された。また、絶縁性能を高める低誘電率のプレスボードを開発し、ブラジル電力会社向けの765/3 kV、1,500/3 MVA変圧器などに適用した。

情報制御関係では、大規模電力系統リアルタイムシミュレータを関西電力株式会社に納入した。大規模停電の発生を未然に防ぐとともに運転員の訓練にも役立つものである。そのほか、系統制御システムとしては、東京電力株式会社南狭山、新富士両変電所に納入したSVC(静止形無効電力補償装置)、給電システムとして東京電力株式会社銀座給電所に納入した給電自動化計算制御システムおよび給電業務支援システムがある。後者は、制御用計算機、汎(はん)用計算機による複合システムである。また、配電自動化システムを九州電力株式会社大分営業所、四国電力株式会社坂出営業所その他に納入した。

ABWR建設の進展

ABWR(改良型沸騰水型原子炉)の適用プラントは安全審査が行われ、これと並行して実施設計と建設計画を進めている。

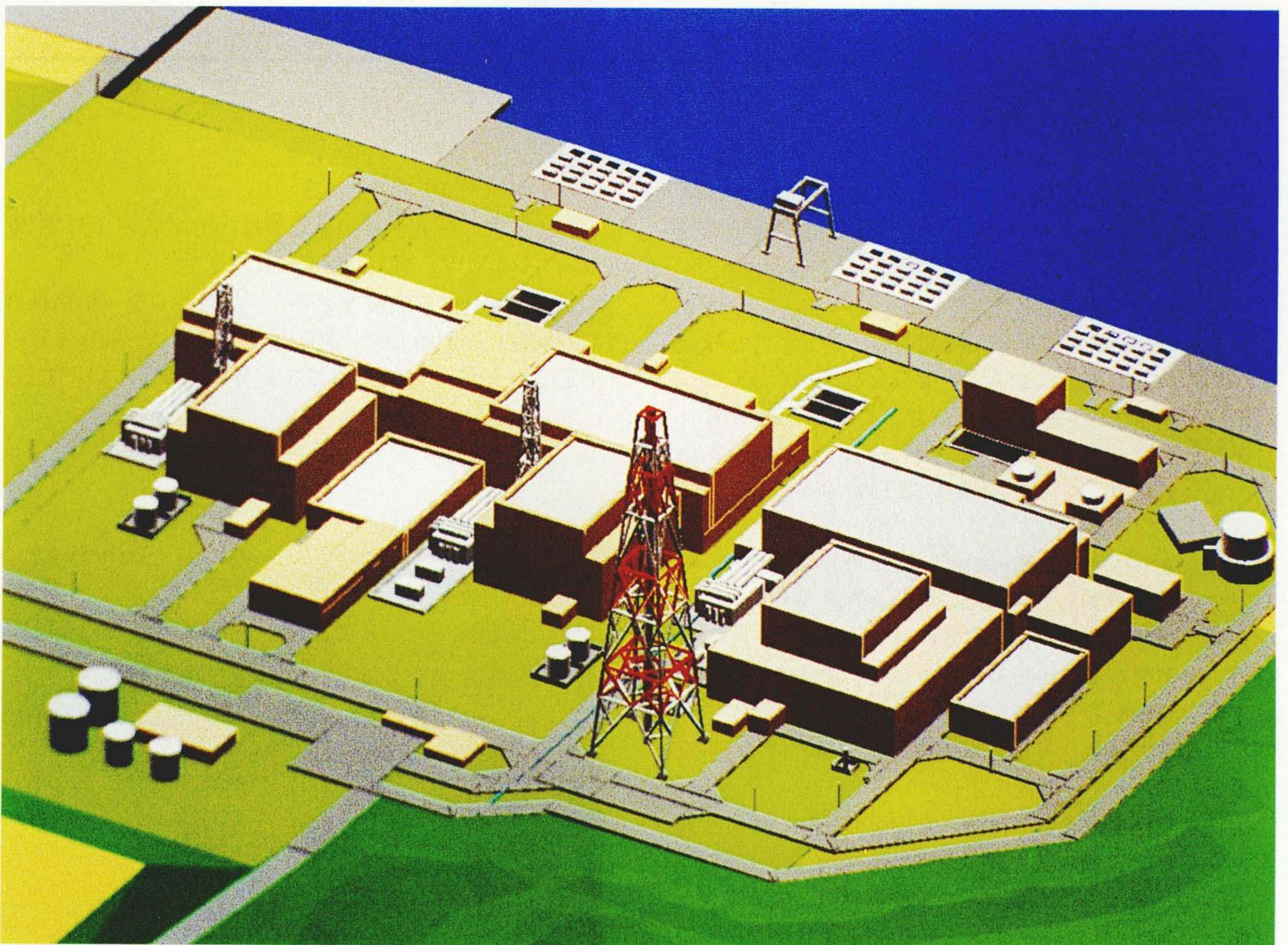
ABWRは、BWRが本来持っている単純な系統、高い安全性などの利点を最大限に追求した高い安全性、経済性、運転性を持つ最新鋭の発電プラントである。米国でもABWRは標準化プラントとして認められ、原子力規制委員会(NRC)によって型式認定(Certification Program)作業中である。

ABWRの特性を生み出す改良技術として、インターナルポンプおよび鉄筋コンクリート製格納容器がある。従来の原子炉冷却水循環用の大口径配管、および大型ポンプに替え、原子炉圧力容器に内蔵する小型ポンプ(インターナルポンプ)を設置することで設備を単純化し、原子炉建屋の縮小、作業者の受ける放射線量の低減、安全性の向上を図った。また、プラント負荷変動に対する追従性、制御性も大幅に改善される。インターナルポンプは社内試験と国の確証試験を経て、その性能は十分確認されて

いる。原子炉格納容器は、建屋と一体構造の鉄筋コンクリート製で、格納容器自身が建屋の耐震壁になる。これにより、コンパクトな建屋構造とすることができた。さらに、円筒形で単純な形状であること、および原子炉建屋と並進建設工事が可能であることから、建設工期も短縮されている。

ABWR初号機となる東京電力株式会社柏崎刈羽6・7号機は、共に電気出力1,356 MWの計画で、現在安全審査の段階にある。日立製作所は、株式会社東芝およびGETSCO社とともに共同設計・建設体制を組み、実施設計と建設計画を進めている。

柏崎刈羽6・7号機の制御建屋、廃棄物処理建屋およびサービス建屋は、中央に共用建屋として配置されている。各建屋は建設性を確保しながら合理的に集中して、建屋容積の低減、掘削土量の低減などを図っている。主排気筒は原子炉建屋上に配置している。原子炉建屋、タービン建屋は先行機に比べて、コンパクトになっている。



3D-CADによる東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所6・7号機完成予想図(左から7号機、6号機、5号機)

中国電力株式会社島根原子力発電所2号機の完成

中国電力株式会社島根原子力発電所2号機は、1989年2月、R/B基礎マット工事開始以降49か月の短工期で完成した。本機は800 MW級改良標準化初号機であり、随所に最新技術を取り入れている。

1989年2月に完成した中国電力株式会社納め島根原子力発電所2号機(電気出力820 MW, 沸騰水型軽水炉)は、日立製作所が国産1号機として機器を製作し、高い稼働率で高評価を得ている島根1号機の完成後、約10年の歳月を経て着工したものである。49か月の工期はこれまでの最短工程長である。この島根2号機には、島根1号機の運転実績あるいは先行機の建設、運転を通して得た多くの経験と、国によって進められた改良標準化の成果を基に中国電力株式会社ともども検討評価したきめ細かい配慮や改善が加えられている。その結果、信頼性の向上はもとより、作業者が受ける放射線量の低減、運転・保守性の向上にも十分留意した設計を行って、いっそう優れたプラントとすることができた。主な特長は次のとおりである。

(1) 原子炉格納容器は改良標準型マークI型で800 MWクラスではわが国で初めてである。

(2) 原子炉水の浄化系系統流量を5%とし、本系統に追加した補助熱交換器を利用し、原子炉停止時などの熱除去を行えるようにした。

(3) 放射能低減、線量率低減、定期検査作業の遠隔自動化、定期検査作業性改善、その他の作業管理や汚染拡大防止などによって作業者が受ける放射線量の低減を図るとともに、建設途上ではクリーンプラントを目ざし種々の作業改善を図った。

(4) 電源としての信頼性向上のため、800 MWクラスで初めてタービン100%バイパス容量を採用した。



中国電力株式会社島根原子力発電所2号機

BWRの建設状況

日立製作所は、現在4基のBWR(沸騰水型原子力発電設備)を鋭意建設中で、そのうち1基は営業運転開始間近である。これらのプラントの建設状況について紹介する。

(1) 東京電力株式会社納め柏崎刈羽原子力発電所5号機(電気出力1,100 MW, MARK-II改良標準型)

系統別機能試験も順調に進捗(ちよく)し、1989年6月に燃料を装荷した。同年9月に初併入後、現在は100%出力の起動試験中で、営業運転開始は1990年4月の予定である。

(2) 東京電力株式会社納め柏崎刈羽原子力発電所4号機(電気出力1,100 MW, MARK-II改良標準型)

1989年10月に岩盤検査を終え、現在は建屋ベースマットの工事中である。1990年7月から原子炉格納容器据付け工事を開始する予定である。

(3) 中部電力株式会社納め浜岡原子力発電所4号機(電気出力1,137 MW, 再熱式タービン設備)

沸騰水型軽水炉としては初めての湿分分離加熱器を備えたタービン設備一式を納入する。1989年9月に6,500 T-Mタワークレーンが稼働し、配管据付け、機器搬入など順調に進捗(ちよく)している。1990年4月から復水器

組立を開始する。

(4) 北陸電力株式会社納め志賀原子力発電所1号機(電気出力540 MW, MARK-I改良標準型)

1989年5月に岩盤検査を終え、10月から原子炉格納容器の据付けを開始した。耐圧漏えい試験は1990年4月の予定であり、引き続いて機器の据付け工事が本格化する。



東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所5号機

株式会社BWR運転訓練センタ納め3号シミュレータの稼動

設計ベースを越える事故を含む多種多様な対応操作訓練ができ、さらに使いやすい高度な訓練支援機能が付加されたフルスコープシミュレータを納入し、原子力発電所の運転員の訓練に活用されている。

従来2基のシミュレータを用いてBWR(沸騰水型原子力発電設備)の運転員の養成訓練を実施している株式会社BWR運転訓練センタに、800 MW級の原子力発電所を忠実に模擬したフルスコープ型3号シミュレータを1989年6月末に納入した。インストラクタによる3か月間の習熟期間を経て同年10月から同センタによる訓練が開始された。

3号シミュレータは発電所の通常(起動・停止)操作だけでなく、微細な異常や小さな故障から設計ベースを越える事故を含む異常・事故を十分な臨場感を持って模擬できる。また、任意の弁やポンプなど、プラント機器の状態をインストラクタの指示により、個別に、また任意に状態変更することもできる。さらに、これらの事故や状態変更を組み合わせるプラントの運転状況に対応させて自動的に発生・進展させるスケジューリングも可能で、これを容易に作成し、使用できる。また、発電所のイン

タロック動作は各発電所ごとに異なるが、これらを切り替えて模擬することも可能である。これらの機能によって訓練生にとっては、より高度で臨場感のある訓練が可能となり、またインストラクタにとっては、より簡単に使い勝手の良い訓練設備となった。

なお3号シミュレータは、制御盤ハードウェアの一部が他社に分割発注され、日立製作所は主な制御盤とシミュレータ計算機システムおよび全体取りまとめ業務を担当した。



株式会社BWR運転訓練センタ納め3号シミュレータ

システムを簡素化した中小型BWR

重力や対流などの自然の力を利用した静的機器を採用することによって、システムの簡素化と信頼性向上を図った中小型BWRシステムを開発した。

世界的に、システムが簡素でより経済性、信頼性の高い次世代中小型BWRへの期待が高まっている。

動的機器の代わりに静的機器を採用した新開発の中小型BWR(電気出力600 MW以下)は、こうしたニーズにこたえたものである。通常運転時だけでなく、事故時にも自然力を利用して原子炉を冷却できる。

本システムの特徴は以下のとおりである。

- (1) 自然対流によって冷却水を循環させて、炉心で発生する熱を取り出す。
- (2) 冷却材喪失のような仮想的な事故に対しては、ポンプを使った注水方式に変えて、圧力差・重力を利用して非常用の水が自然に炉心に入るようにした。
- (3) 事故時に破断口から放出される蒸気を圧力抑制プール内で凝縮し、格納容器壁を介して外周プールに自然放熱させる。

静的システムの導入により、原子炉システムを簡素化して信頼性・経済性を向上させた。



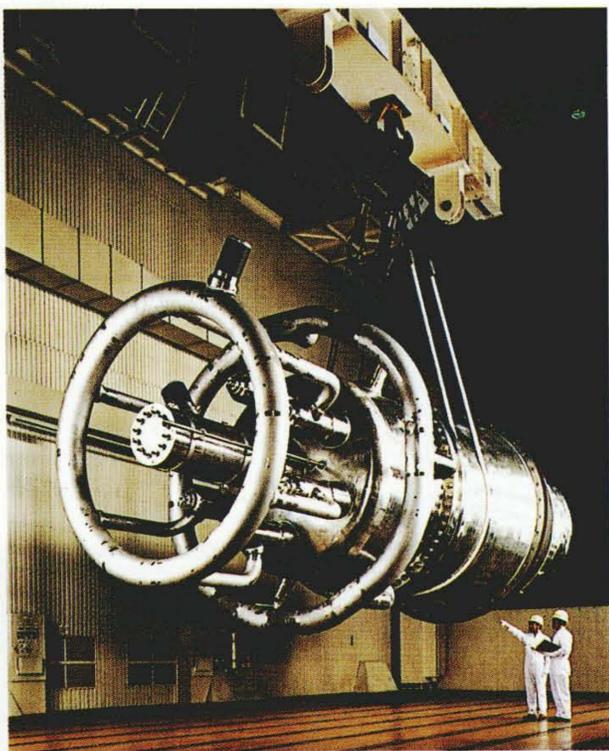
中小型BWR

高速増殖炉もんじゅ発電所の建設状況

国家プロジェクトとして高速増殖炉もんじゅ発電所の建設が進められている。このうち日立製作所が担当する設備の製作・建設状況について紹介する。

動力炉・核燃料開発事業団の高速増殖炉もんじゅ発電所(電気出力280 MW)は、1991年4月の機器据付け完了を旨として、現在、機器・配管類の工場製作および現地据付け工事が計画どおり進められている。

約3,300本/基の伝熱管を持つ中間熱交換器(3基)は、約2年6か月の歳月をかけて、1989年6～7月に製作を完了した。全高約10 mのたて型機械式の主循環ポンプ(3基)は、工場での単体特性試験によって所要性能が確保されていることを確認した上、据付け工程に合わせて外ケーシングは1989年6～7月に、内ケーシングは10月に現地に発送し、1989年12月に組立を完了した。また、約150本/基のヘリカルコイル型伝熱管を持つナトリウム・蒸気の熱交換器である蒸気発生器(過熱器3基)は、



完成過熱器の外観



一次主冷却系配管

1989年7～8月に製作・据付けを完了した。

なお、微調整棒駆動機構(3基)は、組立を完了したもののから順次性能試験を実施し、1990年5月現地に発送の予定である。

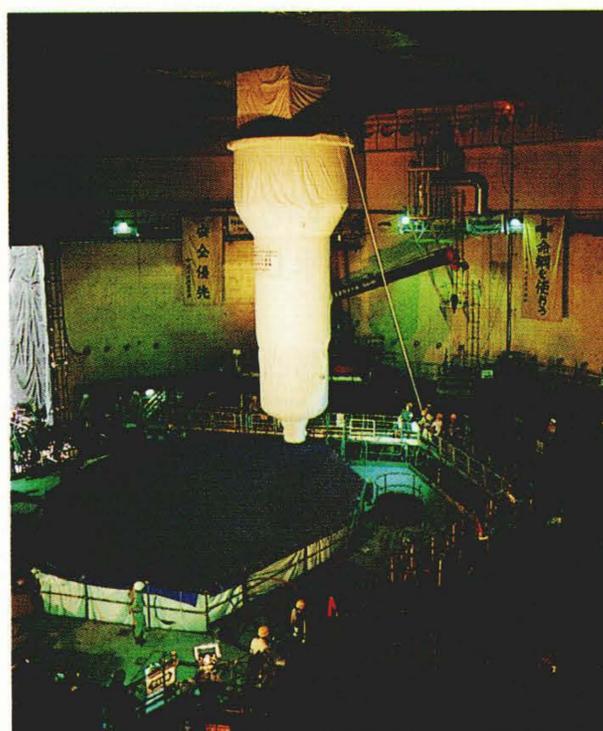
現地では、主冷却系室・ダンプタンク室など原子炉建物内のライニング設備工事はこれまでに18室を完了し、残り6室は1990年4月に完了の予定である。このほか、原子炉補助建物内の炉外燃料貯蔵室など9室のライニング設備工事を完了した。

原子炉建物内では、1989年6～7月の中間熱交換器、主循環ポンプなどの大型機器の据付けに続いて、これらの機器を接続する一次主冷却系配管の据付けを完了し、1990年1月末の耐圧試験を経て、予熱ヒータ・保温設備の据付け工事に入る予定である。

建設工事は、機器・盤類の据付けから配管およびケーブル工事へと移り、1990年に建設最盛期を迎える。



サイト建設状況



中間熱交換器搬入状況

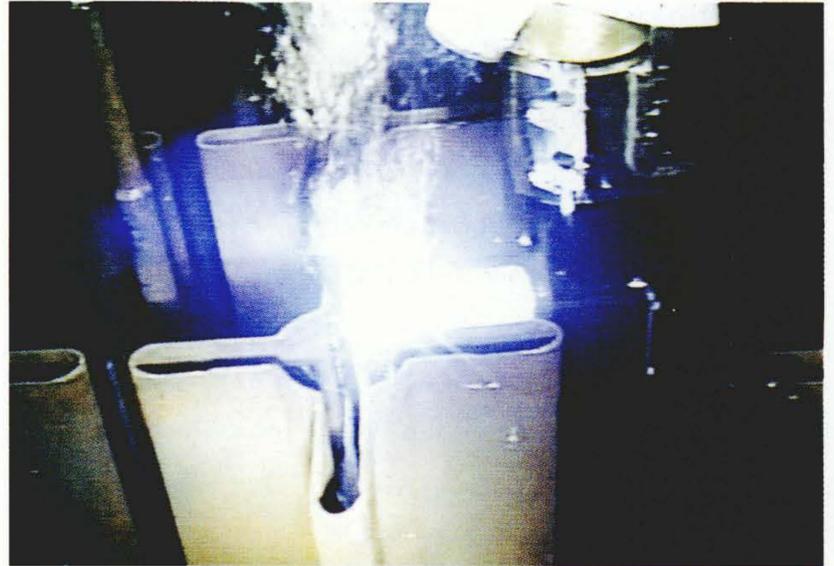
動力試験炉の炉内構造物解体実地試験

原子炉炉内構造物の切断解体撤去のため、水中プラズマ切断技術を開発した。さらに、これを動力試験炉の解体撤去工事に適用し、無事工事を終了した。

日本原子力研究所動力試験炉(JPDR)の解体実地試験は、科学技術庁の委託によるもので、1986年度から1992年度(予定)まで実施される。わが国初の本格的原子炉解体工事であり、今後本格化する商用炉の解体技術を実証するものとして世界各国から注目されている。

日立製作所は、原子炉解体工事のうち最も重要な工事の一つである炉内構造物解体工事を担当した。日本原子力研究所の指導の下、最大板厚130 mmまで対応可能な水中プラズマ切断技術を開発して、動力試験炉の炉内構造物解体工事に適用し、無事工事を終了した。

本工事は、放射化された複雑形状の鋼構造物の切断および搬送作業、除染作業、副次生成物の回収・処理作業など難易度の高い作業である。このため、事前検討を十分に行い工事の安全性および信頼性の確保、ならびに作業者が受ける放射線量の低減を図った。



水中プラズマアーク切断状況

技術抄録

■原子力発電所用静止形冷却材再循環ポンプ電源装置

沸騰水型原子炉の再循環ポンプ用に流体継手付きMGセットに代わる可変周波数電源装置として、電流形サイリスタインバータを開発した。冗長化など高信頼化を実現しており、システムとして効率・応答性の向上に寄与できる。

■放射性廃棄物搬出管理システム用自動検査設備

ドラム缶詰めの放射性廃棄物固化体を、原子力発電所から埋設施設に搬出する際に、非破壊で自動検査する設備を開発した。本設備は表面線量、汚染密度、質量などを自動測定するものである。心臓部の核種別濃度測定では、スペクトル補正方式を採用して高精度・迅速測定を可能にしている。

■海水熱交換器防食用電解鉄イオン発生装置

原子力発電所などの海水熱交換器の銅合金伝熱管腐食を防止するため、電解によって鉄イオンを発生させる装置を開発し納入した。1回の電極交換で6か月以上の連続運転ができ、防食効果を発揮する。

■再処理技術

日立製作所は、軽水炉燃料および高速炉燃料用の再処理プラントの設計に参画し、高信頼性確保のためのプロセス技術、高耐食性技術などの研究開発に取り組んでいる。

■原子力発電プラント総合予防保全システムの完成

原子力発電プラントの高稼働率、高信頼性を維持していくためには、精度の高い予防保全計画が求められている。今回開発した総合予防保全システムは、それにこたえるものである。設備情報、劣化診断、保守履歴管理などのシステムで構成している。

■沸騰水型発電プラント定期検査時線量の大幅低減

東京電力株式会社納め福島第二原子力発電所4号機(電気出力1,100 MW)では、第1回定期検査時、一般定期検査作業従事者の受けた線量を0.2人・Sv以下に低減した。放射線源付着抑制のプレフィルミング、炉水放射能濃度低減の鉄・ニッケル比制御など、日立製作所の最新の線量率低減技術と、詳細計画に基づく線量低減策の適用によるものである。

■高速増殖炉の高性能炉心

電気出力600 MWから1,300 MWまでの幅広い出力範囲に適用できる軸方向非均質炉心を設計した。炉心の軸方向中央部に設けた内部ブランケット領域の配置・構成を制御棒運用法と合わせて最適化し、出力分布や中性子束分布を平坦化したものである。従来の均質炉心に比べて約20%の運転長期化と高燃焼度化が可能である。

大容量タービン発電機の運開

1989年度火力用タービン発電機としては国内最大容量級のタンデムコンパウンド700 MW機およびクロスコンパウンド1,000 MW機があいついで営業運転を開始した。

(1) タンデムコンパウンド700 MW機

九州電力株式会社松浦発電所1号機が1989年6月に営業運転を開始した。本機はタンデムコンパウンド型石炭火力プラントであり、タービン発電機の単機容量778 MVAは火力用発電機としては国内最大容量級である。

タービン発電機の容量は回転子径の二乗と回転子長の積に比例するが、回転子径は遠心力、回転子長は軸振動の観点から制限されている。本機では回転子軸材に高強度のNi-Cr-Mo-V鋼を採用し、二極機では最大の回転子径と、さらに、回転子長を従来機並みに抑えることでタービン発電機軸系の振動感度を低減し、大容量化を図ることができた。

また発電機の大容量化に伴い、電圧は日立製作所最大の25 kVを採用し、電機子巻線の電流低減を図っている。

近年、ベース負荷を担う原子力発電に対して、火力機には昼夜間の電力需要の差を調整する中間負荷運用が求められてきている。そのため、本機には高頻度の起動・停止を行うDSS(Daily Start and Stop)に対応した種々の最新技術が盛り込まれている。例えば、軸ねじり振動に弱いとされる回転子ジャーナル部は、調質熱処理温度を他の部分より若干下げる二段調質法によって軸ねじり耐力の向上を図った。また、繰返し疲労の影響を受けやすいウェッジや界磁巻線極間接続線の形状改善によって疲労強度の向上などを行っている。

さらに、効率面でも99%を達成した高効率設計となっている。

(2) クロスコンパウンド1,000 MW機

東京電力株式会社広野火力発電所3号機が1989年7月に営業運転を開始した。本機はプライマリー側に634.8 MVA、セコンダリー側に519.9 MVAと2台のタービン発電機を配し、合計1,000 MWの出力はクロスコンパウンド火力として国内最大容量級である。

本機は時代のニーズに応じた高効率型機として特に注目を集め、プライマリー機およびセコンダリー機を合わせた総合効率として99.04%という高性能を達成した。

700 MW機と同様中間負荷運用に対応するため、ウェッジや界磁巻線極間接続線の形状改善による疲労強度の向上を図っている。

タービン発電機仕様

項目	仕様・区分 松浦発電所1号機	広野火力発電所3号機	
		プライマリー機	セコンダリー機
出力 (MW)	700	1,000	
容量 (MVA)	778	634.8	519.9
回転数 (min ⁻¹)	3,600	3,000	1,500
周波数 (Hz)	60	50	50
極数	2	2	4
電圧 (kV)	25	20	20
力率	0.9	0.9	0.9
水素圧力 (kPaG)	412	412	314
励磁方式	分巻自励式サイリスタ励磁方式		



営業運転を開始した九州電力株式会社松浦発電所1号機

25 MW高効率ガスタービンコージェネレーションシステム

エネルギーの高効率利用を実現するコージェネレーションシステムを完成した。高効率ガスタービンH-25形を採用し、その排熱で蒸気を発生するものである。

ゼネラル石油株式会社堺製油所では、製油所副生ガスの有効利用による省資源・省エネルギーと電力自給率の向上を図るため、ガスタービン発電装置と排熱回収ボイラを組み合わせたコージェネレーション設備を完成した。

本設備の特徴は次のとおりである。

- (1) 日立製作所が自主開発した25 MW級ヘビーデューティ高効率ガスタービンを採用し、32%の発電熱効率と67%の総合熱効率を達成した。
- (2) ガスタービン燃焼器部への蒸気噴射と、排熱回収ボイラに組み込まれた脱硝装置によってNO_x排出量を大幅に低減している。
- (3) 最新のガスタービン・発電機制御装置を採用し、これを石油装置などを集中制御する中央計器室の既設CRT監視制御システムに組み込み、省力化を図っている。

本設備の完成によって製油所に必要な電力量の約70%に当たる2万4,800 kWの電力を発電するとともに、必要

な蒸気量の30~40%に当たる35トン/hの蒸気を有効に使用できるようになった。



ゼネラル石油株式会社堺製油所納めガスタービン発電装置

コンバインドサイクル発電プラント総合デジタル監視制御システムの工場完成

高度マンマシン技術、高信頼化デジタル制御技術、光情報伝送ネットワーク技術などの最新技術を駆使した総合デジタル監視制御システムを工場完成した。

中国電力株式会社柳井発電所1号系列(700 MW)および九州電力株式会社新大分発電所1号系列(690 MW)納め1軸型コンバインドサイクル発電プラント総合デジタル監視制御システムを完成し、現地へ納入した。

本システムは日立発電プラント総合監視制御システムHIACS-3000を適用したものである。マイクロコントローラHISEC-04M/F, HISEC-GX, 日立制御用計算機HIDIC V90/25およびHIDIC V90/65で構成している。

軸制御盤の小型化と中央操作化を実現した全面的なCRTオペレーションの採用、プラント監視の容易化と集約化を可能とした高精細CRTの採用、ガスタービン、蒸気タービン、排熱回収ボイラの自動化を含むすべての監視・制御の一体化の実現、発電所OAの導入などといった最新の技術を駆使して、プラントの運転・保守の高度化を図るとともに、信頼性を飛躍的に高めている。

現在、現地で順調に試運転中であり、柳井発電所は1990

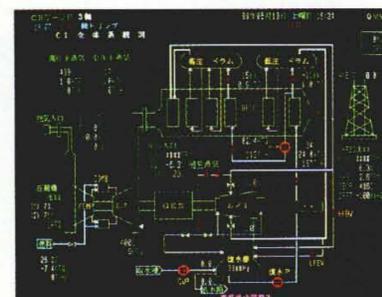
年11月に、新大分発電所は1991年7月に、それぞれ世界最新鋭のコンバインドサイクル発電プラントとして運開の運びとなる。



軸制御盤



CRTオペレーション画面



CRT集約監視画面

省エネルギー型脱硫装置

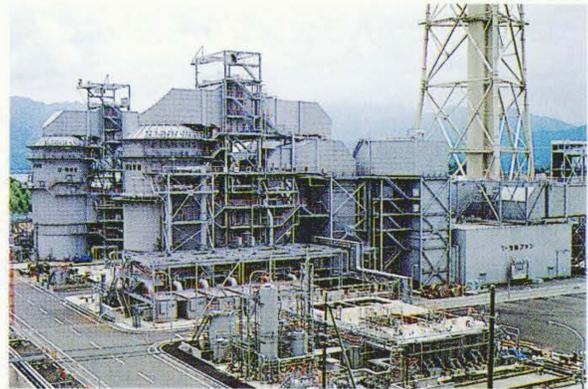
湿式脱硫装置の省エネルギー運転のために、負荷に応じて吸収塔循環液量を変化させ、脱硫性能を一定に維持する計算機予測制御システムを完成した。

関西電力株式会社宮津エネルギー研究所1号機375MW発電設備に設置した湿式石灰石・石膏(こう)法脱硫装置が、1989年8月に営業運転を開始した。

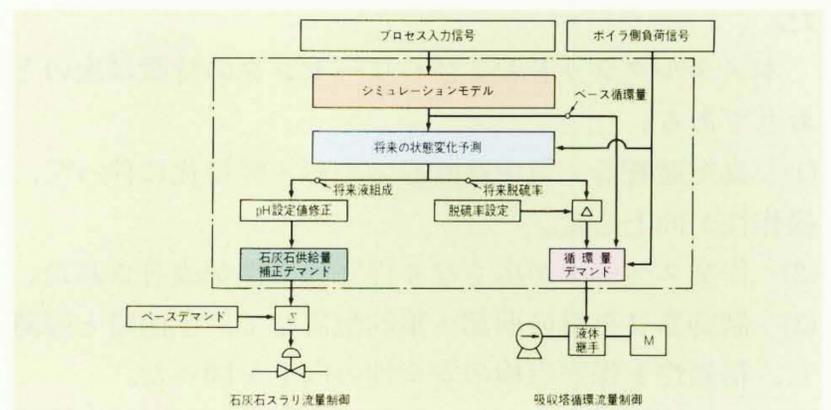
本装置は、DSS運用、高速負荷変化への対応だけでなく、徹底した省エネルギー運転が求められている。このため、従来の装置では負荷にかかわらず吸収塔循環液量が一定であったが、本装置では吸収塔循環ポンプに流体継手を組み込み、循環液量を変化させることで脱硫性能を一定に維持する方式とし、特に部分負荷時の電力低減を図る新たな制御機能を持たせている。この機能を発揮させるためには、負荷変化予測とともに脱硫性能に影響する液量およびpHなどをリアルタイムに予測し制御する必要がある。そこで、これまでに蓄積したノウハウに基づき計算機予測制御システムを開発し実用化したものである。

実機で、同一負荷パターンで従来の運転方式と予測制御方式の比較試験を実施した結果、脱硫装置全体の消費

電力が従来に比べて約15%低減できた。



関西電力株式会社宮津エネルギー研究所1, 2号機の脱硫装置(手前が1号機)



予測制御機能の概要

世界最大容量バルブ水車発電機の運開

世界最大容量の電源開発株式会社只見発電所納め65.8MWバルブ水車発電機が据付け、現地調整試験を完了し、1989年7月28日から営業運転に入った。

電源開発株式会社只見発電所は、新潟県との県境に近い福島県南会津郡只見町に建設された。冬季は、一晩に1mもの積雪がある豪雪地帯であり、メンテナンスフリーおよび高信頼性確保に重点をおいた設計がなされている。

バルブ水車は5~20m程度の低落差で、流量の多い地点に採用される。バルブ(電球)形のケーシングの中に一体化した水車と発電機を収め、水中に放置する方式である。このため、水路損失が少なくエネルギー効率が高い。また、回転速度を高くとれるため機器の寸法が小さくできる、掘削量が少なく土木工事が容易、といった利点がある。

本機は、米国のロックアイランド発電所53MWをしのぐ世界最大容量機である。このため、種々の試験および解析を実施した。これらの結果は実機の現地据付けおよび調整試験の過程でも確認され、負荷運転試験で最終的

にその信頼性が立証された。

本発電所の運開は国内外から注目されていたが、関係者の努力によって無事完成した。2号機S形チューブラ水車発電機とともに現在好調に営業運転中であり、今後の低落差地点の開発に大いに貢献するものと期待される。



只見発電所の遠景

新シリーズ遮断器収納メタルクラッド, パワーセンタ

電動ばね蓄勢投入機構を備えた真空遮断器と気中遮断器の新シリーズ完成に伴い, これらを収納したメタルクラッド, パワーセンタのモデルチェンジを完成した。

電動ばね蓄勢投入式遮断器は, 従来の電磁投入式遮断器に比べて直流制御電力が小さいので, バッテリー容量を低減できる。また, 大規模プラントでは2系統電源の瞬時切替が可能となり, プラントの運転信頼性を向上できる。

これらの遮断器を収納した7.2 kV, 40 kA真空遮断器収納二段積みメタルクラッド, および600 V, 50 kA気中遮断器三段積みパワーセンタのモデルチェンジを行った。

本メタルクラッドおよびパワーセンタの特徴は次のとおりである。

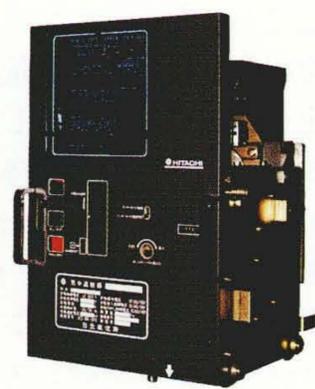
- (1) 真空遮断器, 気中遮断器の小形・軽量化に伴って, 操作性が向上した。
- (2) 作業スペースが広くなり保守作業性が改善された。
- (3) 制御器具を盤の前部へ集約配置して, 主回路と隔離し, 信頼性と保守点検の安全性の向上を図った。



7.2 kV真空遮断器二段積みメタルクラッド



7.2 kV, RC40 kA
真空遮断器



600 V, RC50 kA
気中遮断器

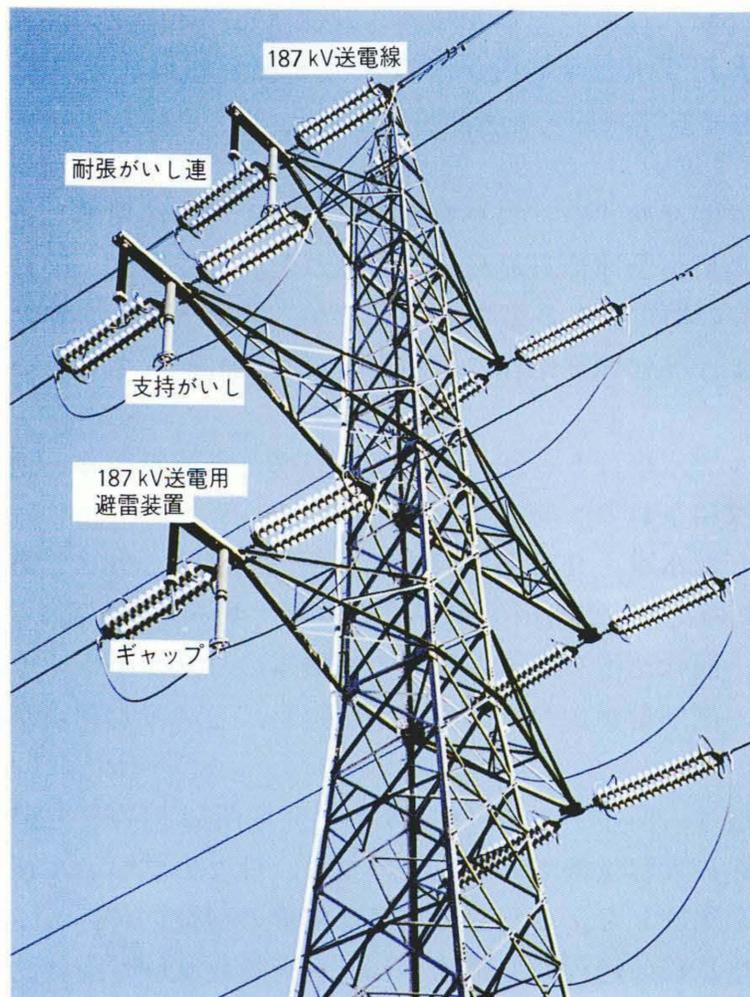
187 kV送電用避雷装置

187 kV送電用避雷装置を開発し, 送電線支持がいし連との絶縁協調を図り, 落雷による送電線の瞬時電圧低下などの防止対策を実現した。

最近, 送電線への落雷に起因する瞬時電圧低下の防止, 送電線の2回線の同時閃(せん)絡の防止など電力の質的向上を図る観点から, 送電線に避雷装置を適用することが急速に普及し始めている。

187 kV送電用避雷装置は, 単一ギャップと避雷器要素によってがいし連のアーカホーンとの絶縁協調を実現した。また, 容器には従来の磁器がい管ではなく, シリコン系ゴム被覆絶縁容器を開発した。質量は磁器がい管の約50%で避雷器要素の小形化, 防爆性能の改善を実現した。

187 kV送電用として北海道電力株式会社187 kV双葉幹線に適用され, 1989年6月から運転を開始した。このほか, 同種の送電用避雷装置は北陸電力株式会社154 kV北金沢線, 66 kV高浜線, 東北電力株式会社66 kV酒田鶴岡線で稼働している。



187 kV送電用避雷装置(耐張がいし連用)

誘電率整合絶縁変圧器

超高圧・大容量変圧器の極限技術の一つとして、誘電率を4.7から3.5に低減した特殊なプレスボードを開発し、絶縁構造に応用することに成功した。

超高圧・大容量変圧器の絶縁構造は、鉱油と油浸プレスボードの直列配置から成る複合絶縁系を基本にしてきた。

このような絶縁構造を原点に立ち返って見直すと、それぞれの材料の誘電率の大小関係が、その材料の破壊電界と整合がとれていないという欠点に気づく。

そこでこのような欠点を解消し、より高い絶縁信頼性と小形・軽量化を実現するため、油浸プレスボードの低誘電率化(現行4.7, 目標3.5)に取り組むことになった。これを実現すれば破壊電界の低い鉱油(誘電率2.2)の負担を誘電率の低減分だけ軽くし、破壊電界の高い油浸プレスボードの負担を重くすることができる。また、巻線のクラフト紙被覆層(誘電率3.5)とも整合させられる結果、全体で30%程度の絶縁耐力向上効果が得られるはずである。

まず天然の木材パルプに低誘電率のプラスチック繊維

を混抄する方式で種々検討した。高温油中での耐油性の良好なプラスチック繊維を探索することが難問であったが、ついにポリメチルペンテン繊維を見いだすことができた。物性評価、絶縁特性評価、機械特性評価など多くの評価研究によって、低誘電率プレスボードが実際の変圧器に適用可能であることが明らかになった。実規模モデルでの絶縁耐力向上効果も30%以上あることが判明した。

ブラジル向け750 kV, 500 MVA変圧器に適用し、これまで二脚構造であったものを一脚構造にするという世界一の技術レベルを達成することができた。

また、この技術は国内向け超高圧・大容量変圧器にも適用する計画である。

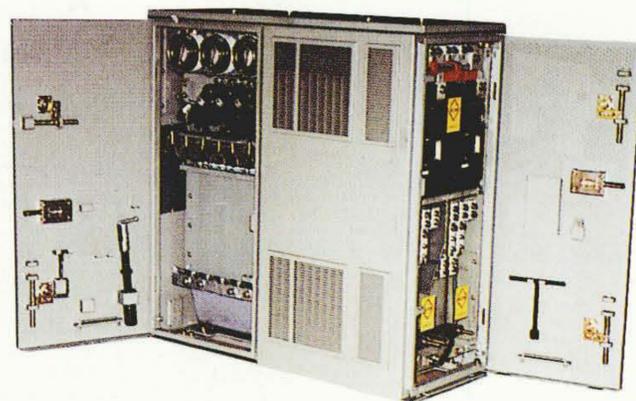
地中配電用パッドマウント変圧器

電力会社での配電機器近代化の一環とし、地中配電線路用として道路上に設置されるパッドマウント変圧器を開発し、いっそうの小形化、多機能化を図った。

配電線路の地中埋設化に対応して、市街地の歩道や公園などの公共施設にパッドマウント変圧器が設置され、市街地美観の向上に寄与している。しかし、道路の管理者や地域の住民の間ではいっそうの小形化、特に変圧器の高さを低くすることへの要請が強い。また、電力会社も需要家サービスの面から、低圧側保護方式の改善を望んでいる。東京電力株式会社との共同研究で開発したコンパクトなパッドマウント変圧器はこうした要求にこたえたものである。この変圧器は、1台で単相、三相の負荷がとれるよう、単相器2台を組み込んだ異容量V結線変圧器であるほか、高圧カットアウト、保護ヒューズ、高圧開閉器、低圧遮断器など各種の保護機器を内蔵した多機能形変圧器である。開発に当たっては、路上設置を考慮し、内蔵した機器の信頼性、安全性など各種性能を検証して実用化を図った。今後さらに使い勝手手を改善することになっている。

この変圧器の主な特長は次のとおりである。

- (1) 変圧器高さを、1,450 mmから1,100 mmへと従来比76%に小形化した。
- (2) 高・低圧ケーブル接続作業空間を約700 mmに確保した。
- (3) 高圧ケーブルはエルボ端末を使用し、前面で各相(6相)の保守点検を容易にした。
- (4) 低圧側の保護方式をヒューズから遮断器使用に変更し、欠相防止、保守性の向上を図った。
- (5) 低圧側の分岐は2系統、4分岐とし、負荷の細分化を可能とした。



パッドマウント変圧器の外観

大規模電力系統リアルタイムシミュレータ

HITAC M-660H, HIDIC-V90/50および電力機器モデル500台余りから成る世界最大規模の電力系統シミュレータを開発し、関西電力株式会社総合技術研究所に納入した。

電力系統シミュレータは発電機、送電線、変圧器などの縮小モデルを組み合わせて模擬電力系統を構成し、系統に発生する事故時の現象を把握・解析するとともに、新規な電力機器や制御・保護装置の効果の検証を可能にする装置である。

従来、この種の装置は実機の形態を保った形で縮小したスケールモデルを用いているが、機器特性を模擬するうえで縮小に限界があるため、大規模なシミュレータを構築することは困難であった。また、デジタルシミュレーションを駆使した解析も、広い時間領域にまたがる現象は複数のプログラムを使い分けて解析する必要があり、正確な現象把握は困難であった。

本シミュレータは、このような電力系統解析上の問題点を解決するためのツールである。電力系統運用方法に関する問題の事前予測・対策、新種設備の開発・検討・効果確認、系統異常時に発生する諸現象の再現・解明など大規模な電力系統を、細部にわたりリアルタイムで高

精度に模擬できるようになった。

本シミュレータの主な特徴は以下のとおりである。

(1) 世界最大規模

発電機30台、負荷20台、送電線300ユニットなど合計500ユニットを超えるモデルにより、大規模な電力系統の実時間シミュレーションが可能である。

(2) コンピュータ支援オペレーションシステム

7台のワークステーションから、電力系統図イメージで模擬電力系統の作成、データ収集・解析が可能である。

(3) 発電機・負荷モデルのエレクトロニクス化

世界に先駆けてマイクロコンピュータによるリアルタイム発電機および負荷モデルを実用化した。

(4) 低損失サイリスタ変換器モデル

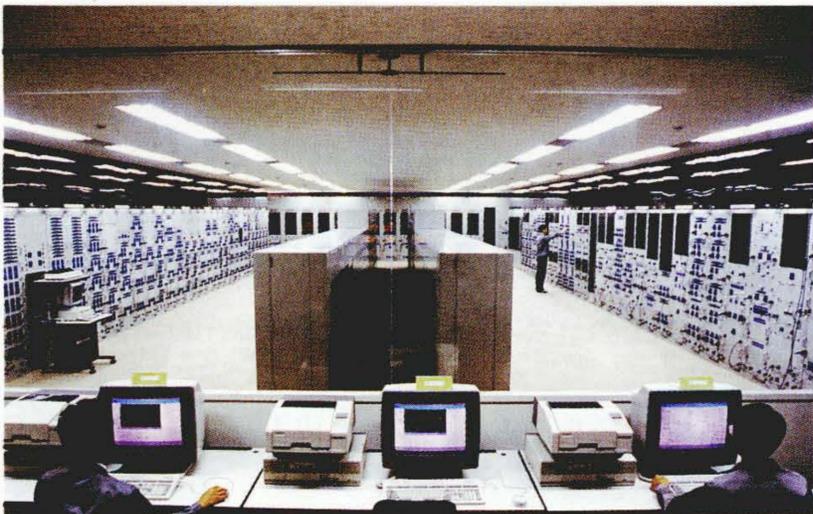
損失の小さなサイリスタ変換器モデルの開発により、高調波や過渡現象を正確にシミュレーションできる。

(5) 広い解析時間領域

ミリ秒オーダーの高調波現象から、分オーダーの電圧不安定現象まで、広い時間領域の現象を同時に解析できるので、時間領域の異なる現象の競合現象や協調制御などをリアルタイムで解析できる。

(6) 実用器の検証試験機能

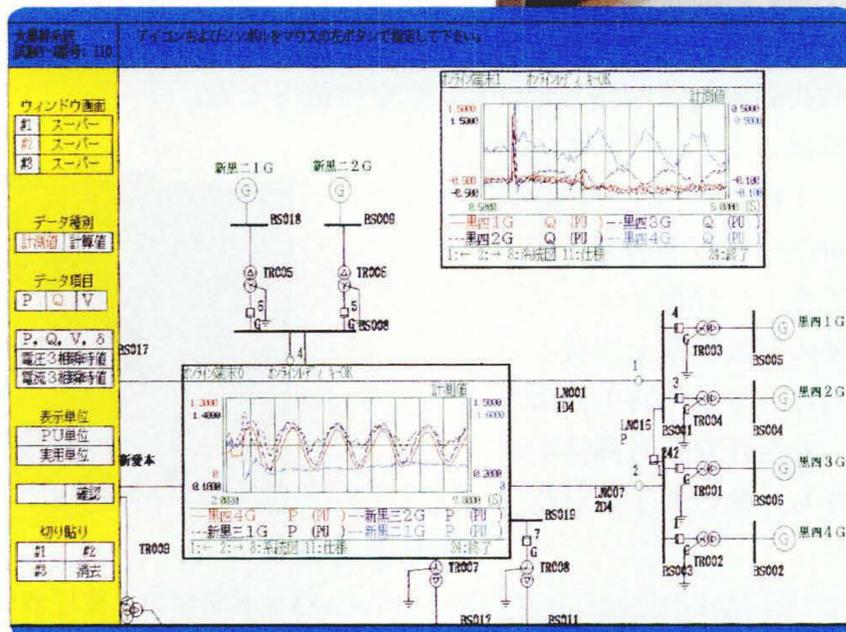
50 V, 0.125 Aの定格値を110 V, 5 Aに増幅する試験用アンプを接続することにより、保護リレーシステムや系統安定化システムの実用器の検証が可能である。



シミュレータ室



オペレーション室



解析データ例

配電系統自動化計算機制御システム

四国電力株式会社に配電系統自動化計算機制御システムを納入した。本システムは、配電線事故発生時、停電時間の短縮と配電業務の効率向上を目的としている。

配電系統自動化計算機制御システムは、電力供給設備の中で、直接顧客へ電気を供給する配電系統を遠方監視制御するシステムである。これによって顧客への電力供給を一段と安定させることができるようになった。

本システムの主な機能は次のとおりである。

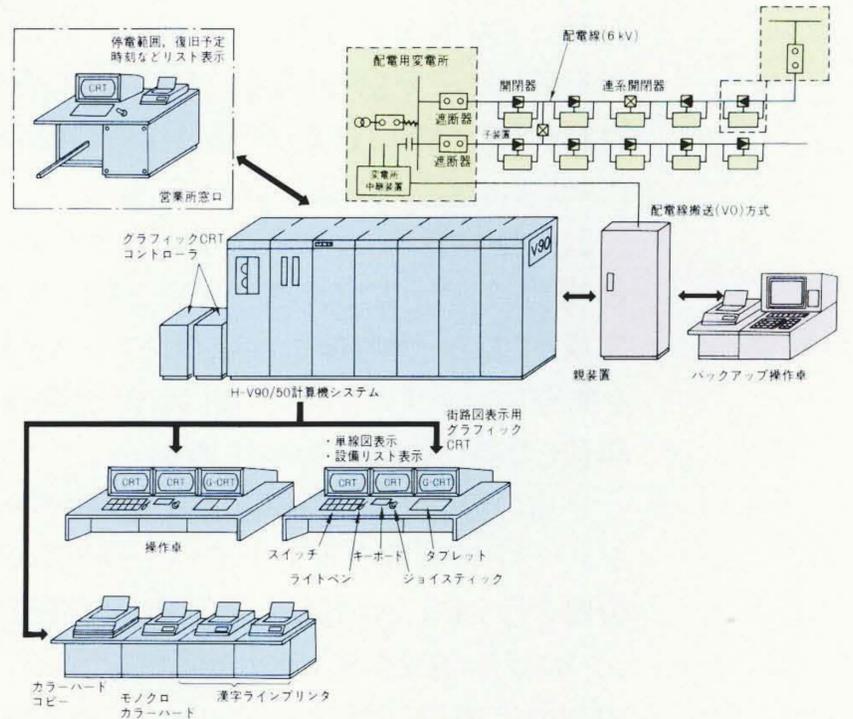
- (1) 変電所のバンク事故および配電線事故の監視ならびに復旧操作をする「監視操作処理」
- (2) 配電系統作業時の開閉器切換操作計画を立案する「作業計画操作処理」
- (3) 地図を利用した「配電線路図表示処理」
- (4) 配電設備、顧客情報および配電線路図を修整する「メンテナンス処理」
- (5) 事故停電、作業停電操作など運用実績を記録する「運用記録」および「負荷管理処理」

本システムの導入で、次の効果が期待できる。

- (1) 事故時の停電時間を大幅に短縮することができる。

(停電時間0.75~1.5時間→2分~15分)

- (2) 配電線開閉器の遠方制御により、現場作業を大幅に削減できる。
- (3) 配電運用業務の機械化により、効率化が図れる。



配電系統自動化計算機制御システム

技術抄録

■1,000 MW石炭火力用動翼可変軸流ファン

国内最大の1,000 MW石炭火力である電源開発株式会社松浦火力発電所1号機に誘引通風機(IDF)として、二段動翼可変軸流ファンを納入した。高温、じんあいを含む排ガスを扱う用途への適用拡大が期待されている。

■既設ボイラ給水ポンプの改良

部分負荷運転時間の増大による初段インペラのキャビテーションエロージョンを低減するため、吸込性能の優れたインペラを開発した。既設ボイラ給水ポンプのインペラ交換により、信頼性の向上に寄与するものと期待されている。

■1,000 MW用可動翼循環水ポンプ

東京電力株式会社広野火力発電所3号機の運開とともに、1,000 MW用可動翼循環水ポンプが稼動を開始した。本機は最大級の可動翼循環水ポンプであり、中間操作油圧式翼操作機構、ボス油レスなどの最新技術が適用されている。

■世界最大級石炭燃焼ボイラ用脱硝装置

西ドイツPreussen Elektra社のHeyden発電所(石炭燃焼800 MW)およびMehrum発電所(石炭燃焼700 MW)に脱硝装置を納入した。それぞれ好調に稼動している。これらは、ボイラ排ガス中にNO_xの還元剤としてNH₃を注入し、反応器中の触媒によってNO_xを除去する装置で、触媒としてバブコック日立株式会社が独自に開発した板状触媒が使用されている。Heyden発電所納めの装置は処理ガス量で世界最大級である。また、Mehrum発電所納めの装置は、ボイラ排ガスの全量を反応器1基で処理するもので、反応器寸法(幅31m×奥行き14m×高さ15m)は、世界最大である。

■765/√3 kV, 1,500/3 MVA変圧器

ブラジルFurnas-Centrales Eletricas S. A. 納め765/√3 kV, 1,500/3 MVA単巻変圧器に低誘電率プレスボード使用の誘電率整合絶縁技術を適用した。これにより、500 MVA一脚化(一脚当たりの容量として世界最大容量)を実現して大幅な損失低減、小形化を達成した。

■500 kV起動変圧器、主変圧器

わが国最大の石炭火力発電所である電源開発株式会社松浦火力発電所1号機用として、スプリット巻線タイプの505 kV, 70/35-35 MVA起動変圧器2台と、鉄機械化技術を適用して低損失を実現した(高負荷領域での効率改善)510 kV, 1,050 MVA主変圧器1台を相次いで納入した。

■機能分散形電力制御システム

ソフトウェアが大規模複雑化している電力制御システムの開発保守を容易にするための新方式を、東京電力株式会社と共同で開発した。LANなどで結ばれた5~10台の計算機に電力制御機能を分散し、サイクリックに並列処理するシステムである。