電力・エネルギー

火　力
水　力
原子力
送配電
新エネルギー

展　望

電力システムの高度化が進むなかで，平成元年度は発電設備のディジタル制御装置，系統制御コンピュータシステムの高度化，高機能テレコン装置の開発，配電自動化システムの実用化，変電機器におけるインテリジェント化などにおいて着実に技術を発展させるとともに，火力発電機器の寿命予測技術などの実用化をさらに進展させた。

火力発電分野では，ユニット，ボイラ，ローカル制御，タービン制御および自動化装置などに最新式ディジタル制御を採用した関西電力(株)宮津エネルギー研究所向け375MW機を完成し，運転を開始した。このほか，パキスタン水利電力庁ジャムショロ火力発電所向け250MW機の据付完了，タイ電力庁マエモ火力発電所向け300MW機は8号機が運転を開始し，9号機は据付中で，10～11号機は製作中である。地熱発電設備では，米国のコソ地熱発電所向け30MW機8台のほか，レザース発電所，エイドリン発電所向けなど合計11台が運開した。

水力発電分野では，昭和63年に九州電力(株)回淵発電所に納入した一体形ディジタル制御装置に引き続き，平成元年は東北電力(株)本道寺発電所に分散形ディジタル制御装置を製作，納入した。また，電源開発(株)秋葉第三発電所向けに高機能完全ディジタル制御・保護装置の設計製作に着手するとともに，ディジタル制御装置の保護の遠隔保守支援システムの開発をはじめとする人工知能（AI）活用のインテリジェント化を強力に推進中である。

原子力分野では，高速増殖炉もんじゅ発電所の機器，制御装置の製作・据付を順調に進めるとともに，高速増殖炉実証炉に関して免震設計適用の評価研究および燃料取扱システム簡素化のための乾式洗浄法の開発を推進した。また，高温工学試験研究炉の炉心設計，安全評価および原子炉本体，燃料取扱設備などの実施設計を完了した。新技術に関しては，AIを活用した燃料交換機事前故障検知システムの開発を通商産業省より受託し推進中である。放射線機器分野では，放射線管理業務の総合自動化および省力化に継続して取り組んでおり，コンピュータを用いて個人被ばく管理や発電所内外に配置されたモニタからの情報を監視するなど，集中監視方式の自動化システムをめざしている。本システムは，平成元年に北海道電力(株)に納入，平成4年には北陸電力(株)へ納入する予定であるが，コンピュータを二重化し，信頼性を向上させている。また，最近の原子力への関心の高まりに伴い，原子力の安全性をPRするためのシステムを製作，納入している。

変電分野の変圧器部門では，30MVA純ガスタイプのガス絶縁変圧器の納入，またガス絶縁開閉装置（GIS）部門では，従来の既成概念にとらわれない145kV　3相分離形のGISを開発し大幅な重量低減と寸法の縮小化が実現された。保護，制御の分野においては，ディジタル化が進行し，高機能化，高信頼化を達成した。また機器の予防保全技術については，変圧器の予防保全エキスパートシステムなどが開発された。電力系統制御分野では，活発な設備投資に支えられ，大規模な集中監視制御システムを中心に多数の制御システム，装置を製作，納入した。平成元年には，コンピュータ，CRT，LANなどの基本機能が一段と強化され，新しい制御システムが提供されるようになった。コンピュータは，32ビットの「Aシリーズ」に切り替わり，より高機能化されるとともに，高精細度フルグラフィックCRTによるマンマシン機能の高度化が進んだ。LAN結合による機能分散化技術も定着した。またAI応用技術は，実用化に向けて着実な進展を見せた。配電分野では，開閉器制御と並んで配電総合自動化への取組みの重要なステップである，ピークカット，ボトムアップをねらいとする一般需要家機器，例えばクーラや温水器などの入・切を行う負荷制御システム，および需要家との双方向通信による情報サービスシステムの構築を行い，実証試験を開始した。

新エネルギー分野のリン酸形燃料電池発電システムでは，新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）から200kW発電システムの開発委託を受け，沖縄電力(株)渡嘉敷発電所への輸送・据付および調整試験を進めており，引き続いて平成2年度までの運転研究が予定されている。また長期の実証運転を行っている東北電力(株)50kW機は，加圧式燃料電池として世界最長運転を記録した。太陽光発電では，北海道電力(株)に，太陽光発電試験用のインバータ，制御盤および結合監視装置を納入した。

火　力

1 東北電力(株)能代火力発電所1号機600MW発電設備

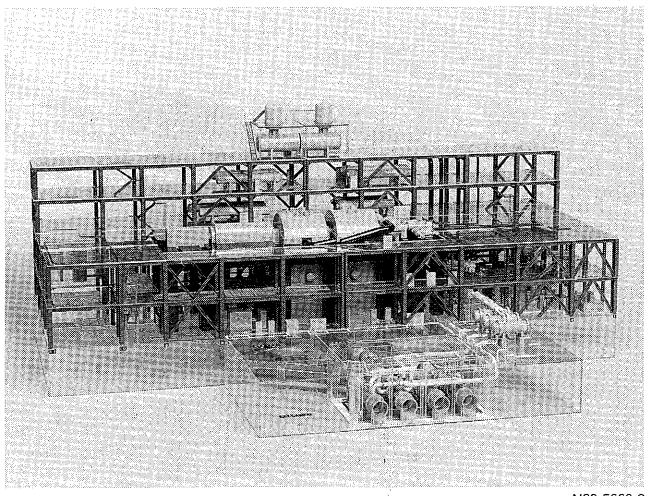
東北電力(株)能代火力発電所1号機600MW発電設備は，平成3年8月の出荷および平成5年7月の運開をめざして鋭意，設計・製作を推進中である。現地工事も循環水配管の一部が先行工事として進行中である。

本ユニットは石炭焚き大容量プラントであり，蒸気タービンは富士電機標準のくし形4ケーシング再熱タービンを採用している。蒸気条件は250kg/cm²g, 538/566℃の高効率ユニットである。

変圧運転方式，全周噴射つぼ形高圧タービン，10m²長大翼など富士電機の特徴技術を十分に適用している。

富士電機の最大容量機であり，エネルギー部門のランクアップをめざして全社を挙げて取組み中である。

図1　能代火力発電所1号機600MWプラントモデル



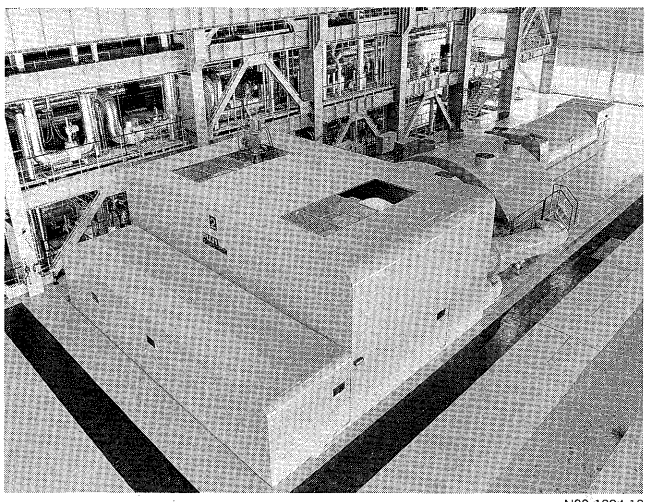
N89-5660-2

2 関西電力(株)宮津エネルギー研究所2号機375MW発電設備

関西電力(株)宮津エネルギー研究所2号機375MW火力発電設備は，平成元年12月に運転を開始した。このプラントは，蒸気条件250kg/cm²，538/566℃，変圧運転方式・再熱器を経由する低圧タービンバイパスシステムを有する火力発電設備である。

蒸気タービンは4気筒反動くし形のHMN形標準再熱タービンであり，中間負荷火力用として最適な全周噴射つぼ形高圧タービン，12% CrMoV不銹鋼中圧タービンロータ，シングルポイント軸受，中・高圧ロータは剛性軸，翼は全段反動翼，セルフスタンディング低圧翼など，富士電機の特徴技術を十分に適用している。制御面ではコンピュータによる全自動化ユニットであり，D-EHG，シーケンス制御，ABCなどのディジタル制御方式を採用している。

図2　宮津エネルギー研究所375MWタービンおよび発電機



N99-1824-18

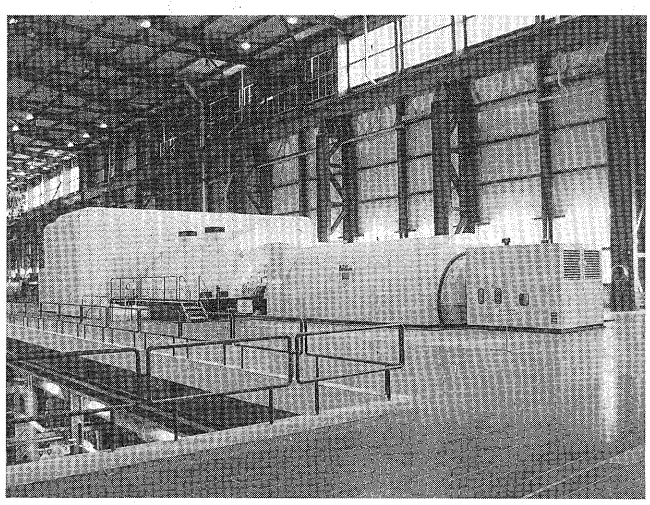
3 タイ電力庁マエモ火力発電所4×300MW発電設備

タイ電力庁マエモ火力発電所向けに，受注済みの増設8～10号機（各300MW）に引き続き，同一容量の11号機を，昭和63年9月に受注した。これにより富士電機は，既設4～7号機（各150MW）と合わせ，計8ユニットを受注したことになる。

本発電所は11号機まで完成すると，総発電能力は2,025MWに達し，隣接するマエモ産炭地のリグナイト（褐炭）を燃料として利用した同国最大級の発電所となる。

現在，8号機は試運転調整が順調に進められている。9号機は，平成元年2月から据付工事が開始され，平成2年中には営業運転に入る計画である。10号機と11号機は，それぞれ平成2年3月と9月の工場出荷をめざして，鋭意製作中である。

図3　試運転中のマエモ火力発電所8号機300MW発電設備



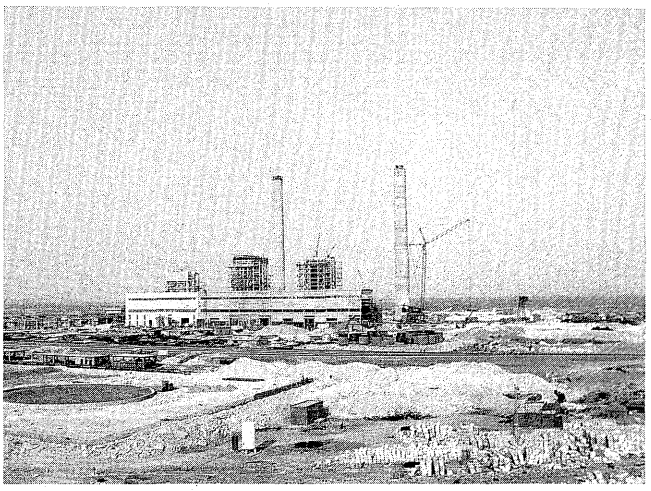
火　力

④ パキスタン水利電力庁ジャムショロ火力発電所1号機250MW発電設備

パキスタン水利電力庁向け250MWジャムショロ火力発電所1号機は，昭和62年に受注して以来，設計，製作，輸送，据付と進み，現在は試運転の最盛期を迎えている。並んで建設中の2，3号機は中国製で，単機容量は210MWである。ほぼ同時期に建設しているため国際競争の観があり，工期，出来栄えなどが比べられる。

現地では，品質，信頼性，性能などすべての面で勝る発電所とするため，細心の注意を払って試運転を進めている。また工程も，中国側よりも早く完工できる見通しであり，さまざまな障害のある海外フルターンキー大形火力発電所でありながら，国内事業用火力発電所よりも短い工期で完成する見込みである。電力需給が最悪となる平成2年の渇水期には重要な供給源となるため，1号機は顧客から高く評価されるものと確信する。

図4　ジャムショロ火力発電所の遠望

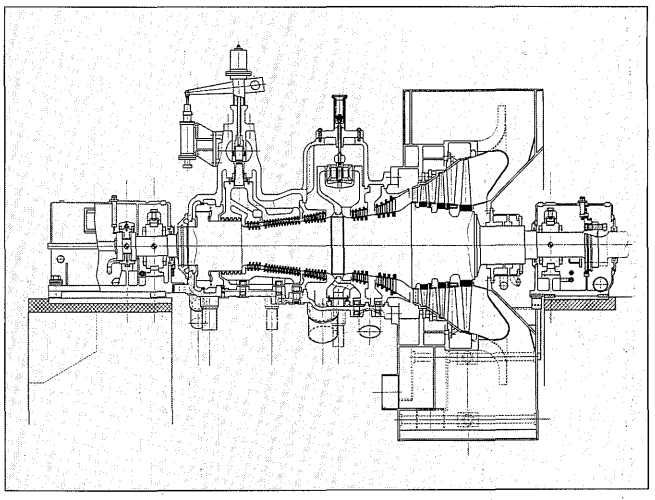


⑤ 高効率自家発電用直結形蒸気タービン設備

台湾Formosa Plastics Corporation向け自家発電用タービン発電機設備を合計9セット（32.5～100.7MW）受注し，現在，蒸気タービンおよび発電機を製作中である。

蒸気タービンは単気筒直結形（新FETシリーズ）であり，発電とともに工場送気を行う抽気背圧式や抽気復水式である。タービンケーシングの高圧高温部には二重シェル構造を採用して，急速な起動，負荷変化を可能にしている。また，蒸気タービンの翼列は調速段をもたない全周噴射方式とし，全段反動式を採用している。これにより，世界トップレベルのタービン効率を実現し，自家発電用設備の省エネルギーに貢献してゆくものと確信する。

図5　100.7MW抽気復水タービン組立断面図



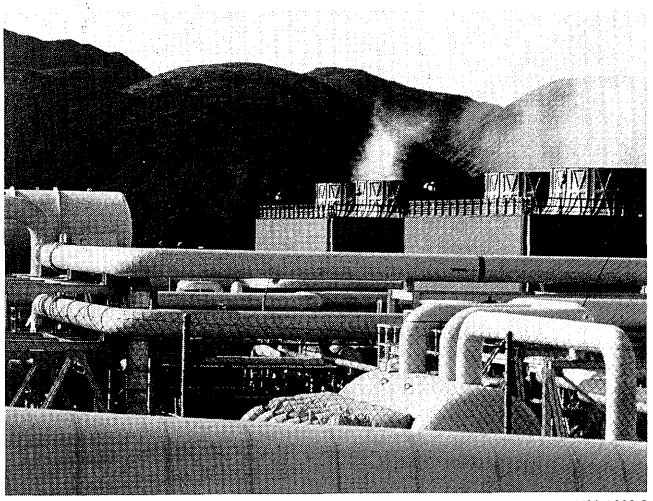
⑥ 米国カリフォルニア州コソ地熱発電所8×30MW地熱発電設備

カリフォルニアエナージー向けに昭和62年8月，8×30MWの地熱発電設備を受注した。発電所は米国カリフォルニア州ロサンゼルスから北へ約300km離れたコソジャンクションに位置し，米海軍航空隊基地内の砂漠地帯に設置されたダブルフラッシュ地熱発電所である。

富士電機が納入した範囲は，地熱蒸気タービン，発電機，ポンプ，電気制御設備である。

タービンは，地熱発電用では最大級の658mm低圧翼を採用した混圧単気筒反動式タービンである。また，本プラントは現地工事期間短縮のための種々の対策が施され，1～4号機の現地作業はタービン台板設定後約3か月という記録的なスピードで系統併入まで完了した。

図6　コソ地熱発電所



N99-1820-2

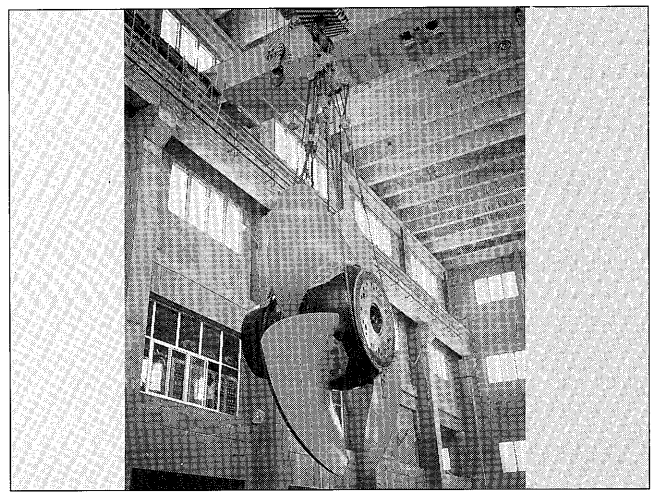
水　力

1 インド・ロアメチュール発電所17.2MW大形バルブ水車・発電機

かねてから現地据付を進めていたロアメチュール発電所向けの大形バルブ水車・発電機（17.2MW，有効落差7.53～3 m，回転速度75rpm，ランナ外径6.25m）8台は，昭和62年11月10日の1号機の運開を皮切りに平成元年9月28日の最終号機の運開をもって完成し，全機順調な運転を続けている。

インドでは地形的な関係から，バルブ水車・発電機を利用した超低落差水力の開発が盛んである。富士電機では，ガンダック（3×5.5MW），ウェスタンヤムナ（8×9.35MW），イースタンガンダック（3×5.7MW），ティースタ（9×8.6MW）の各発電所向けを含め，同国向けに，すでに合計31台のバルブ水車・発電機を納入済み，あるいは製作中である。

図7　現地吊込み作業中のランナ

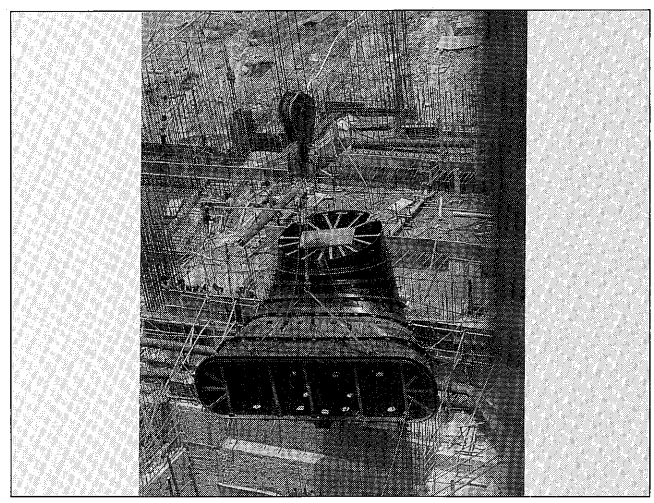


2 インド・アッパインドラバッチ発電所向け160MW大形立軸フランシス水車・発電機

インド・オリッサ州電力庁アッパインドラバッチ発電所向けの大形立軸フランシス水車・発電機（4台×160MW）は平成元年11月にすべての機器が出荷され，現在据付工事が順調に進められている。水車は高落差高速大容量フランシス水車（370m，429rpm）であり，保守点検を考慮してランナ下抜き構造が採用されている。発電機は回転子の周速が過去最大となるため，ポールの取付にはダブルハンマ方式を採用している。また，上部ブラケットを分解せずにポールを分解できる構造とし，保守の簡素化を図っている。制御装置はプログラマブルコントローラ5台により主機4台の効率的な運用と信頼性の向上を達成している。

なお，このような大容量機にもかかわらず，水車・発電機はその大部分が海外調達され，いずれも良好な品質が得られている。

図8　現地吊込み作業中の水車吸出し管



3 米国ブラッドレーレイク発電所63.1MWペルトン水車・発電機

米国アラスカ州ブラッドレーレイク発電所向け立軸6ノズルペルトン水車・発電機（2台×63.1MW）は，平成元年1月から出荷を開始し，同年12月に最終機器が予定どおり現地に到着した。

現地据付工事は，同年4月から始まり，平成3年9月の営業運転に向け順調に進んでいる。本発電所は，海岸線に位置し，放水路が海水面となるため，従来放水路から取水していた冷却水を，水車運転後の水を水車ハウジングに設けたトレーから取水する新方式を採用した。ガバナには単独系統で運転するときの安定性の要求を満足させるため，ディジタル式を採用した。また，発電機はメンテナンスフリー化の要求に対応するため，固定子巻線のスロット内固定方式として，ターボ発電機で多くの実績を有するスプリング支持方式などの新技術を採用している。

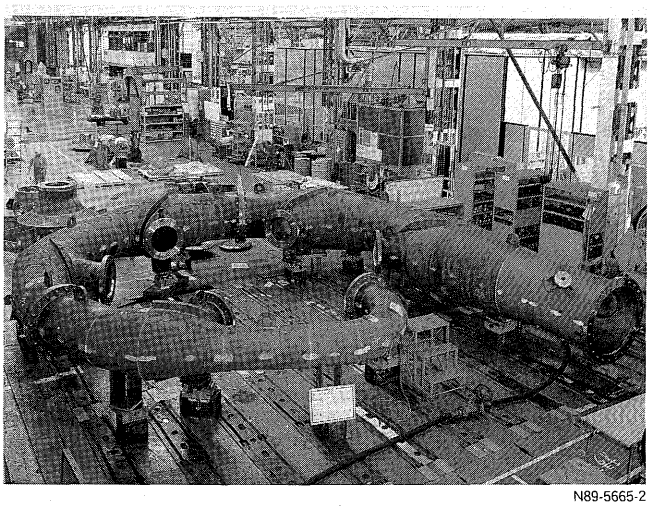
図9　現地据付中のペルトン水車分岐管

水　力

④ 東北電力(株)大笹生発電所12MW ペルトン水車・発電機

本発電所(12MW，215.55m)は，平成元年7月から水車分岐管の現地据付工事を開始した。水車は，ジェット干渉特性を改善した高比速度（20.3m-kW）6ノズルペルトン水車を採用し，高速化している。さらに内蔵ニードルサーボモータ方式を採用し，建屋の縮小化を図っている。発電に使用される河川水は強酸性であるため，水車および入口弁の流水部にはステンレス鋼材を使用している。発電機の冷却は出口管通風方式とし，発電機の上部案内・スラスト軸受，下部案内軸受および水車案内軸受とも空冷化し，完全に冷却水を必要としない方式を採用している。制御装置は，主機制御，AVR，ガバナ機能を一体化したプログラマブルコントローラによるディジタル制御方式を採用し，信頼性の向上，保守の簡素化を図っている。

図10　工場組立中のペルトン水車分岐管



N89-5665-2

⑤ 中部電力(株)笹戸発電所9,690kW カプラン水車・発電機

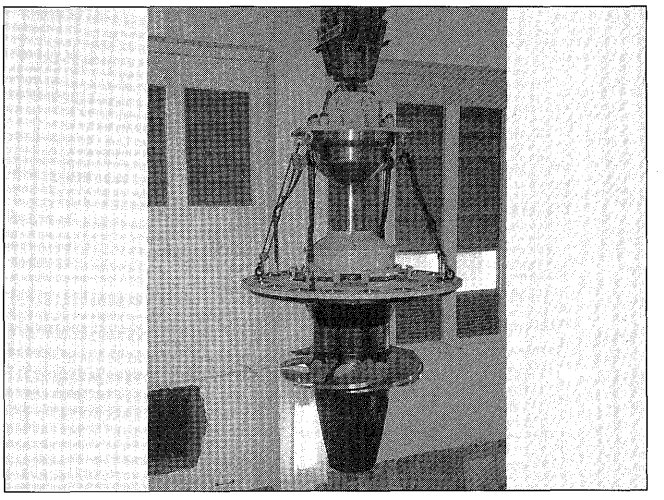
中部電力(株)笹戸発電所向けに納入，据え付けられていた9,690kW 立軸カプラン水車，9,900kVA 発電機が平成元年9月に運転を開始した。

本発電所は年間発生電力量の増大を図るために，立軸フランシス水車からカプラン水車に置き換え，かつ建設コストの圧縮を図り，既設建物を流用した更新プラントである。

建物を流用する関係上，水車吸出し高さ（H_s）＋2 m が要求されたため，流れ解析技術を駆使して，キャビテーション特性を大幅に改善したランナを開発し，採用している。

カプラン水車は変流量特性が優れており，今回開発された技術は H_s プラスのフランシス水車のカプラン水車への更新を実現可能にしたもので，今後の拡販が期待される。

図11　現地吊込み作業中のランナ

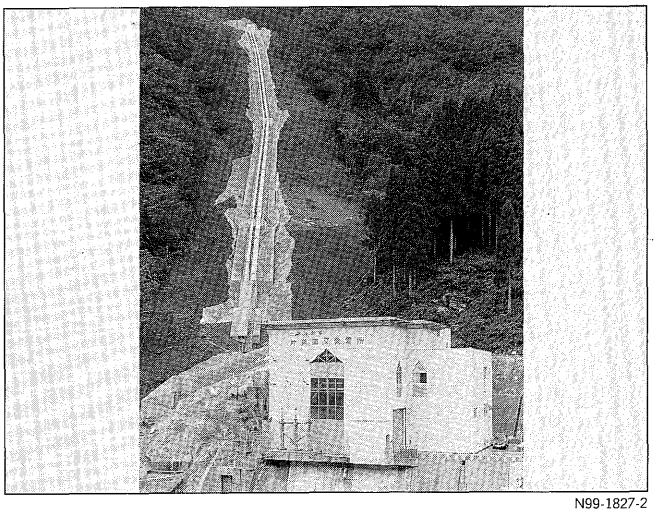


⑥ 日本海発電(株)片貝南又発電所5,230kW ペルトン水車・発電機

富山県片貝川水系の最上流に位置する片貝南又発電所（5,230kW，208m)は，平成元年10月に有水試験を無事終了し，営業運転を開始した。

本発電所は流込み式で小流量域まで運転可能とするために立軸ペルトン水車が採用され，1ノズル運転を含むノズル切換運転に対応している。水車の制御はデフレクタ，ニードル個別制御で機械式リンク機構を排除した簡単な構造で，カム機能，ニードル位置信号を電気的に処理しており，容易に位置の調整が可能である。また，保守を簡素化するために，水車軸受，発電機軸受とも風冷化しており，完全に冷却水をなくしている。制御装置は，上記の水車制御，シーケンス機能，ガバナ，AVR，水調制御などを32ビットプログラマブルコントローラでディジタル化し，信頼性の向上，保守の簡素化を図っている。

図12　片貝南又発電所



N99-1827-2

原子力

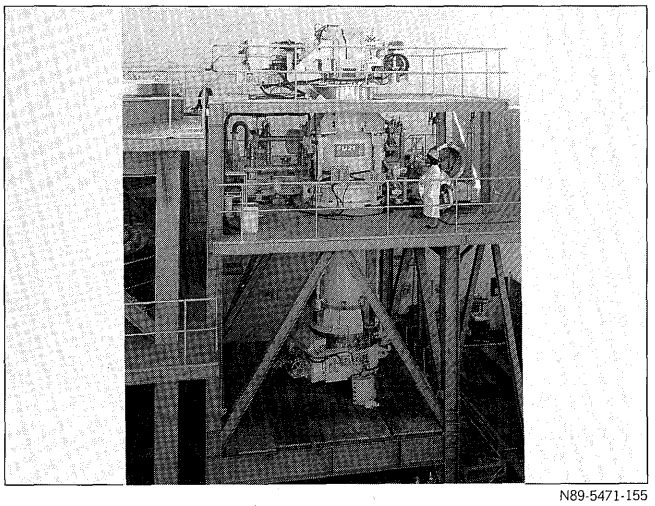
1 高速増殖炉

動力炉・核燃料開発事業団から受注している高速増殖炉もんじゅ発電所の機器製作・据付は順調に進んでいる。

富士電機では，燃料取扱設備の主要機器である炉外燃料貯蔵設備遮へいプラグ，回転ラック，燃料出入機などを製作中である。また，燃料取扱設備のコンピュータシステム，制御盤など，ならびに放射性廃棄物処理系および放射線監視設備の制御盤などの製作，試験が進められている。

高速増殖炉実証炉に関して，日本原子力発電(株)から，免震設計適用の評価研究および燃料取扱システム簡素化のための乾式燃料洗浄法の試験を受託し，作業を進めている。また，通商産業省の第二期高速増殖炉新技術実現性調査に関し，人工知能を活用した燃料交換機事前故障検知システムの開発に取り組んでいる。

図13　高速増殖炉もんじゅ発電所向け燃料出入機本体



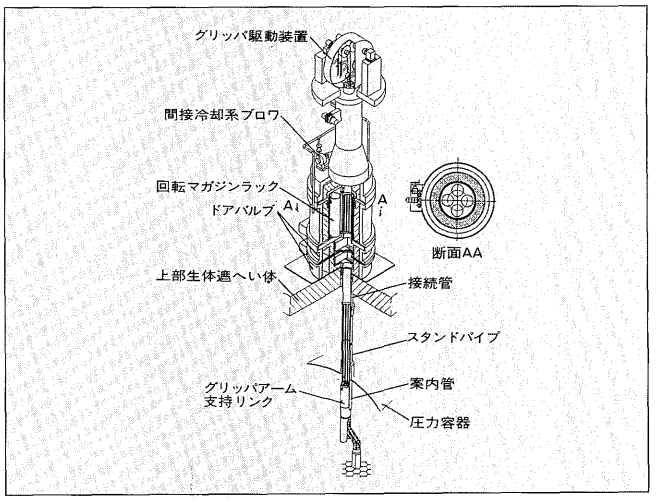
N89-5471-155

2 高温ガス炉

高温工学試験研究炉は，昭和63年に引き続き国の安全審査が進められている。富士電機は，平成元年12月に日本原子力研究所に納入した実施設計において，炉心設計，安全評価および原子炉本体，燃料取扱設備などの設備設計を担当し，現在，引き続き建設に向けて，安全審査への助勢などを行っている。これと並行して，平成元年に日本原子力研究所から燃料交換機（図参照）の機能確認を行うための燃料交換機モックアップ試験装置を受注し，平成２年３月末に完成の計画で現在製作を進めている。

一方，自主研究として，米国，西ドイツで開発中のモジュール形商用高温ガス炉プラントの日本適合化予備検討を進めており，HTTRで開発した設計技術を基盤に，耐震性，安全性の検討を行っている。

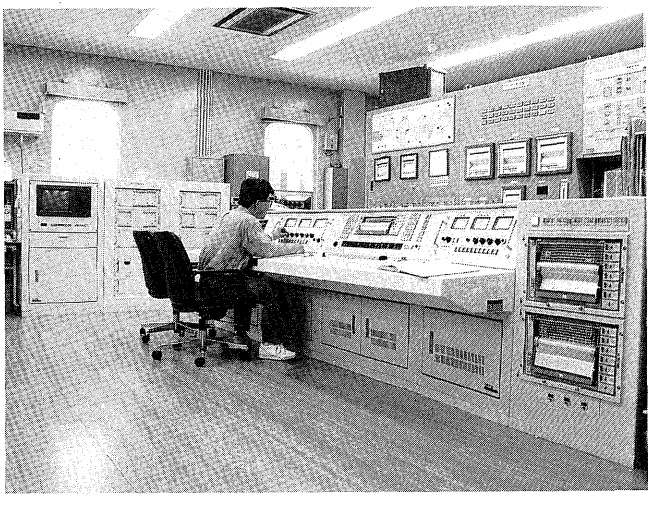
図14　高温工学試験研究炉の燃料交換機



3 原子炉安全性研究炉の制御系統施設

日本原子力研究所の原子炉安全性研究炉制御系統施設の運転性能高度化のための設備を納入した。本設備の特徴は，①発電用原子炉の運転出力を模擬できるよう最高出力10MWまで運転できること，および②高出力運転状態から単発形高出力パルス運転ができることである。さらに，③世界で初めて計算機による本格的な全自動運転を実現した点である。この結果，①数百kWから10MWへ２秒間で高速立ち上げ，②その後の高精度（２～３％）の出力一定運転，③パルス出力約２万MW後の高出力（３万MW）一定運転などが可能となった。また，運転前に計算機によるシミュレーションを行い，安全な運転を実現した。この装置の完成により，未照射燃料に加え照射済み燃料の反応度事故時の挙動の把握など，原子炉安全性研究の一層の促進が期待されている。

図15　原子炉安全性研究炉の制御卓



原子力

4 個人用警報線量計（APD）入退域管理システム

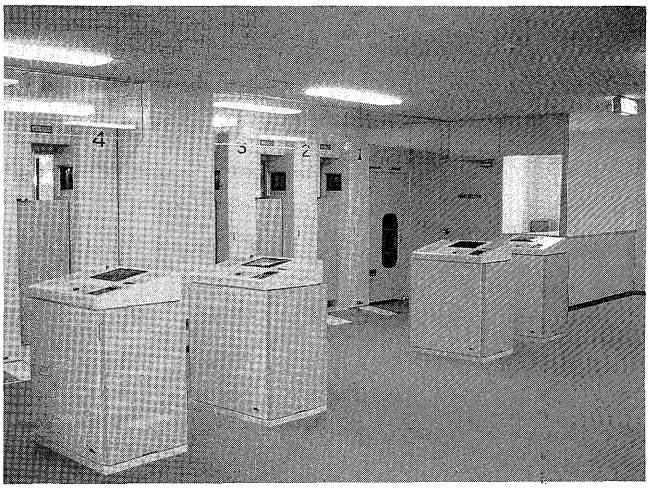
東京電力(株)柏崎刈羽原子力発電所5号機向けに個人用警報線量計（APD）を用いた入退域管理システムを納入した。本システムでは，富士電機が開発し近年信頼性が一層向上した半導体式APD（NRQ 4形）を，管理用計器として新しく採用している。

本システムはAPD620台，入退域管理装置（ARG）9台，端末制御装置，中央処理装置で構成される。

システムによってはARGが最大15台まで接続できる。

本システムの特徴は，入退域の処理性能が従来より約3倍向上したこと，端末制御装置への機能分散化や光データウェイ(DPCS-F)の採用により，システムの信頼性が向上したことなどが挙げられる。

図16　APDを用いた入退域管理システム



5 PA用モニタリングポスト

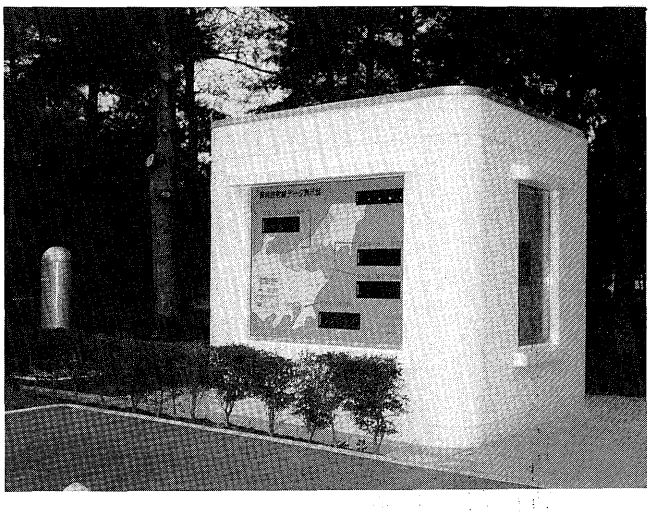
原子力発電の安全性を一般市民により一層理解してもらうことを目的としたPA（Public Acceptance）用モニタリングポストを東京電力(株)向けに納入した。

このシステムは福島第一，福島第二，柏崎刈羽原子力発電所の3サイトと東京・渋谷の電力館にモニタリングポストを設置し，環境の放射線を測定，表示するものである。

モニタにはNaIシンチレーション検出器を用い，測定部，信号伝送装置，データ処理装置，大形LED表示器で構成されている。

放射線データは電話回線などを通じて，電力館の原子力展示場や各サイトのサービスホールで表示され，発電所設置地域と東京の放射線レベルをリアルタイムで見ることができる。

図17　PA用モニタリングポスト



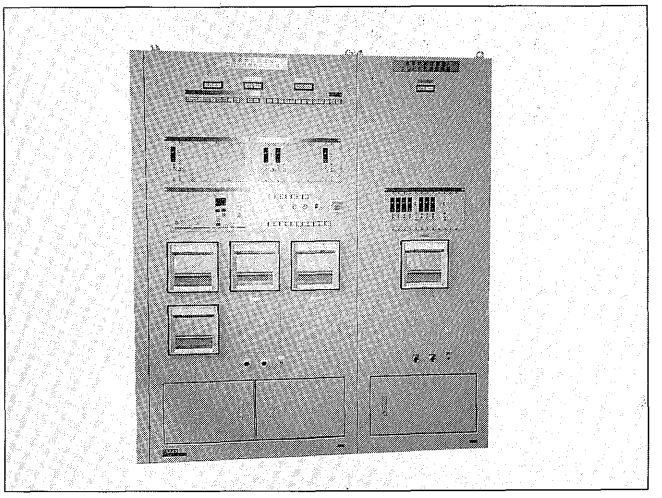
6 放射性廃棄物貯蔵施設の放射線監視設備

動力炉・核燃料開発事業団ふげん発電所向けに放射性廃棄物貯蔵施設の放射線監視設備を平成元年10月に納入した。

今回増設された廃棄物処理建屋は，専用の排気筒が設置されているため，ダスト，ヨウ素の捕集およびトリチウムの捕集を含む排気筒放射線モニタを設置して，建屋から環境へ放出される放射性物質の監視を行っている。また，排気筒放射線モニタには，腐食性ガスを含む焼却炉廃ガスが流入するため，①保温・加熱による酸分の結露防止，②耐腐食材料(SUS316Lまたは樹脂コーティングなど)の使用，の対策を行い，さらにメンテナンス性についても考慮した。

本放射線監視設備は，排気筒放射線モニタのほかに，換気系放射線モニタ2 ch，エリア放射線モニタ7 chにより構成される。

図18　放射性廃棄物貯蔵施設の放射線監視盤



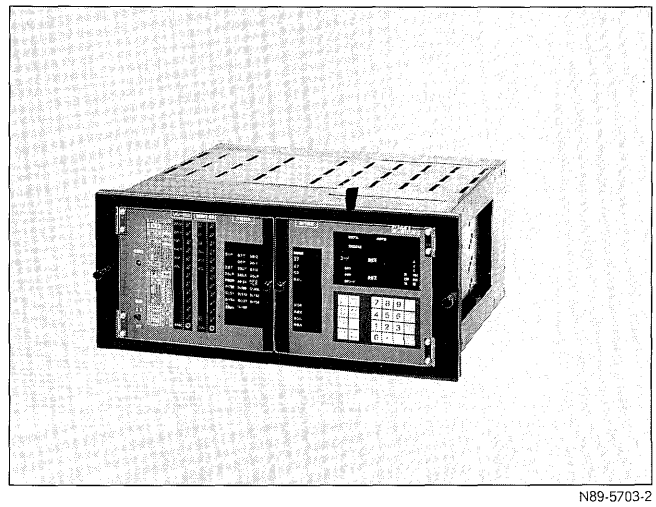
送配電

1 北海道電力(株)向けユニット形ディジタルリレー

富士電機は配電用変電所の保護・制御・計測機能を機器，回線単位ごとに独立させたユニット形ディジタルリレーシステムを開発し，北海道電力(株)に納入した。システムは16ビットワンチップマイクロコンピュータを採用した，①バンク(87, 51, 64)，②電圧調整(90, プログラム制御, LDC, 微地絡，27，電圧・電流計測)，③フィーダ（51，67G，64，79，電流計測）の3種類のユニットにて構成される。

自動点検・常時監視機能を付加し，保護ユニットではフェイルセイフCPUを設けアナログ入力部を含め二重化を図った高信頼度設計を採用している。また，キュービクルへの分散実装，またはパネルへの集中実装いずれも可能である。現在まで4発変電所（5変圧器19配電線）用として29ユニットを製作，納入している。

図19　ユニット形ディジタルリレー



N89-5703-2

2 輸出用145kV相分離形ガス絶縁開閉装置

145kV輸出専用器として相分離形ガス絶縁開閉装置を開発した。現在，主要性能はほぼ検証を完了し，平成2年には1号器を納入の予定である。定格は72.5～145kV, 2,000/3,150A, 31.5/40kA，である。このガス絶縁開閉装置は，海外の顧客ニーズにこたえて，完全相分離形としたが，富士電機の従来からの相分離形の設計思想をさらに拡大発展させて，アルミ製タンクの採用や合理的なレイアウトによる寸法の低減など，従来にない経済性とコンパクト化を図ることにより，世界で最も小さいものとすることができた。また，重量も従来の三相一括形の約30%まで低減することができた。これにより組立作業も容易になり，輸送費，据付工事，建屋建設費などを含めた総合コストの低減にも貢献するものと確信している。

図20　145kV 40kA 2,000A 相分離形ガス絶縁開閉装置

N89-5629-4

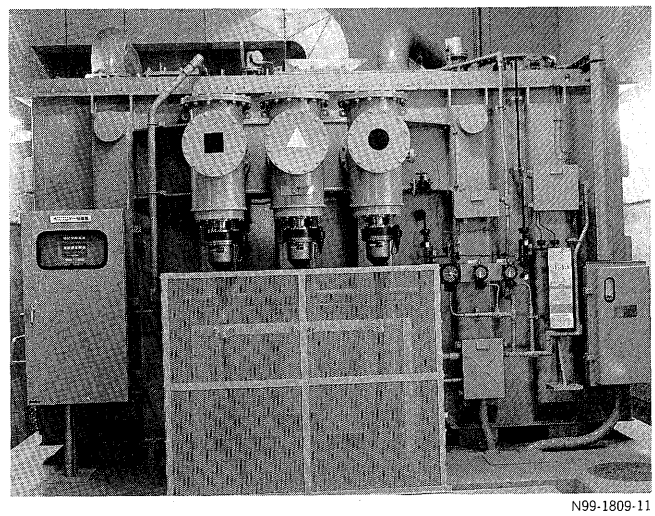
3 東北電力(株)向け30MVAガス絶縁変圧器

富士電機は，純ガス式として世界最大容量級となる30MVA 64.5kV送ガス水冷式負荷時タップ切換器付SF_6ガス絶縁変圧器を東北電力(株)本町通変電所に納入した。

変圧器はビル内の地下変電所に，冷却塔は屋上に設置している。冷却水設備には，ヒートポンプ，蓄熱水槽などを用いない直接接触式排熱利用装置が組み込まれており，冷却水温は負荷率にかかわりなく常に一定となるよう水温制御装置を備えている。また，冷却水系統は閉鎖循環式とし寒冷地対策として，冷却水は不凍液を，さらに屋上に設置した冷却塔は，密封形空冷式とするなど保守上の配慮をしている。タップ切換器は，真空バルブ式（VS-LTC）を採用している。

一方，ガス冷却器は2系統に分割しており，また冷却器は2基設置（1基予備）するなど信頼性を高めている。

図21　30MVA 64.5kV ガス絶縁変圧器



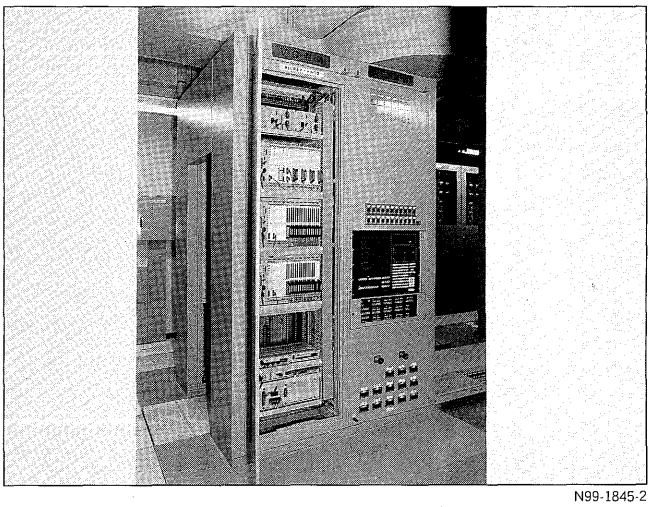
N99-1809-11

送配電

4 高性能電圧・無効電力制御装置

富士電機では，近年の厳しい電圧制御の要求を満足する高性能電圧・無効電力制御装置を開発し，東京電力(株)に納入した。最大の特長は，高速度，高精度の電圧検出器の採用であり，通常時の精度0.2%，高調波含有時あるいは周波数変動時の精度0.3%，90%応答時間50ms 以内の性能を持つ。これにより高速度，高精度の電圧制御が可能である。また，本装置では従来の装置に比べ飛躍的に多い制御パターンを持つことができ，装置が設置された電気所に対応するきめ細かな運用が可能であるとともに，系統状態の V-Q 平面上での表示などマンマシンインタフェース性能の向上も図られている。装置の基本ハードウェアとして，32ビットプログラマブルコントローラ MICREX-F500を採用した。

図22　高性能電圧・無効電力制御装置



N99-1845-2

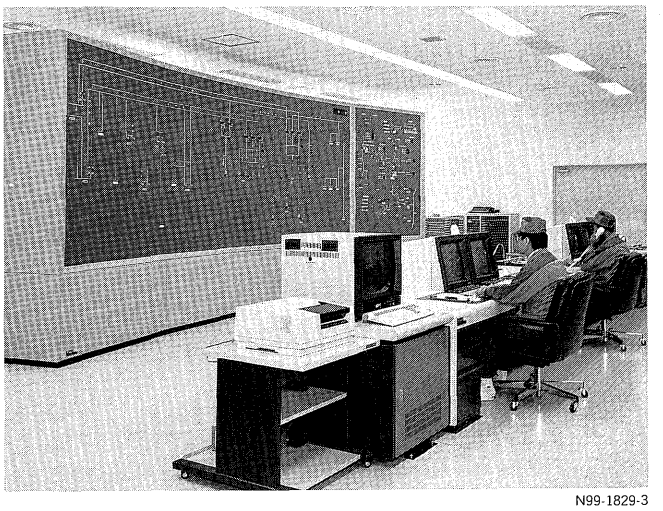
5 東京電力(株)早川工務所集中監視制御システム

東京電力(株)早川工務所向けに，山梨県早川水系にある流込み式発電所群を水利使用条件の制約内で高効率に運用する集中監視制御システムを完成した。

本システムは，これらの発電所群とその周辺変電所ならびに局部配電用変電所から構成される地域電力系統網を連系し，効率的に監視，操作，運用する諸機能（自動操作機能など）を有する。

システムの構成は，最新鋭の32ビットコンパクト A シリーズコンピュータ（A-70）を二重化し，これを中核として，伝送制御装置に FASMIC G500（32ビット）ならびに SAS-100を適用した階層構造を形成している。伝送制御手順には，HDLC（X25-ABM 準拠）を採用し，情報伝送の効率化を図っている。

図23　早川工務所集中監視制御室（総合監視盤，制御卓）



N99-1829-3

6 関西電力(株)堺港制御所集中監視制御システム

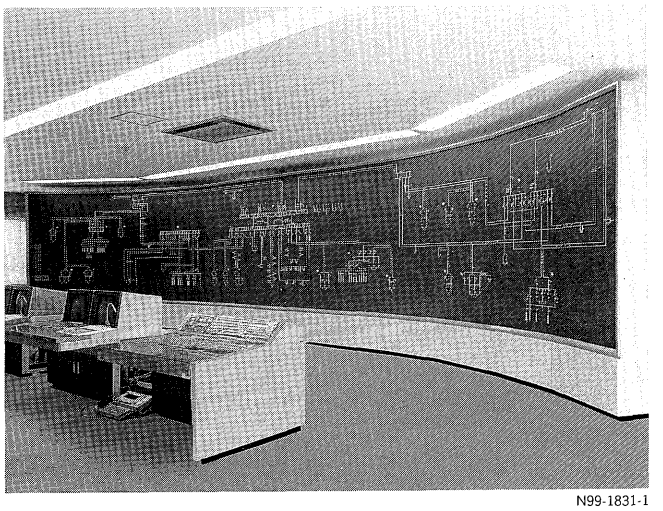
関西電力(株)堺港制御所向けに，堺市およびその周辺の電気所（最終40局）を対象とする大規模集中監視制御システムを完成した。

システム構成は，コンピュータと1：N テレコンをともにデュプレックス構成とし，相互の接続をタンデム，クロスのいずれにも対応可能とさせた高信頼性システムである。

監視制御は，CRT 机，系統監視盤および漢字プリンタを用いて行うが，バックアップ機能としてテレコン補助机と系統監視盤により運転することも可能である。

機能的な特長は，個別操作，自動操作における操作内容の妥当性チェックと誤操作防止機能，操作票の自動作成，操作手順チェック機能などである。加えて，環線系統で給電している特別高圧需要家に関する事故復旧業務をサポートする機能を有する。

図24　堺港制御所集中監視制御室



N99-1831-1

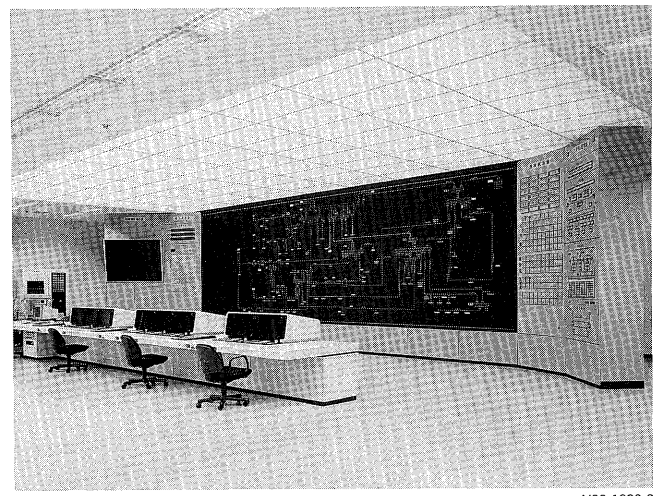
送配電

7 中部電力(株)豊橋制御所集中監視制御システム

大規模化した既設岡崎給電制御所システムの管轄電気所を分轄し，豊橋地区電気所を一括運用するための豊橋制御所システムを中部電力(株)の標準仕様に基づき製作，納入した。システム機能上の主な特長は次のとおりである。

(1) スーパー A（A-500）の二重化システムである。
(2) 目的ごとのマイクロプロセッサ応用装置配置による機能分散処理を実現し，主コンピュータの業務処理効率を高めた。
(3) 一部装置の障害または停止ではシステム機能全体を喪失することなく，縮退運転が可能なシステム構成とした。
(4) 電力系統状態の迅速・的確な把握と監視制御の安全確実性の向上のため，フルグラフィック CRT を採用した。
(5) 電力系統の拡張および変更に伴うシステムのメンテナンスがオンライン機能を停止することなく容易にできる。

図25 豊橋制御所集中監視制御室



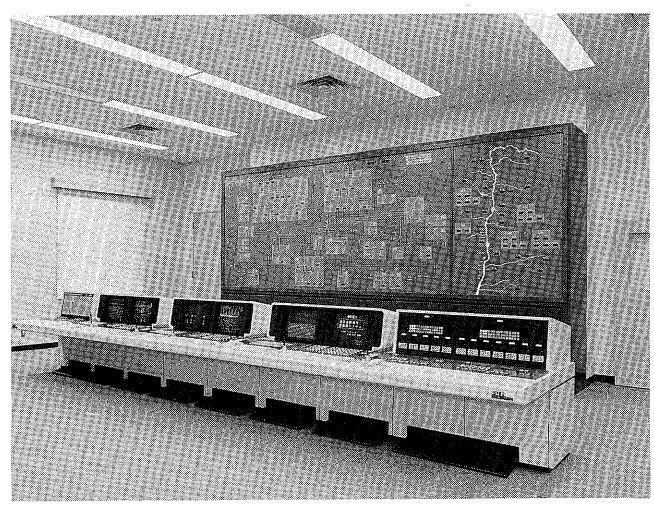
N99-1830-2

8 東北電力(株)西福島制御所集中監視制御システム

東北電力(株)西福島制御所では，昭和50年にコンピュータシステムが導入され，発変電所24か所，ダム 5 か所の集中監視制御が行われてきた。この制御所システムは，すでに十数年の運用実績を持つが，今回，福島変電所(超高圧)の遠方制御化を契機に，最新鋭の32ビット A シリーズコンピュータを用いた新システムに更新された。

福島地区の集中制御所としては初めてのコンピュータ二重化システムや LAN 結合による独立分散制御方式の系統監視盤を採用し，システムの運用信頼度を高めたほか，CPU の高速化や高機能・高解像度グラフィック CRT の採用により，マンマシンインタフェースの機能を一段と向上させた。主なハードウェア構成は，A-50 コンピュータ，FASMIC G500/32F コントローラ，FIVC-800グラフィック CRT などである。

図26 西福島制御所集中監視制御室



N99-1832-2

9 九州電力(株)配電系総合制御・情報システム

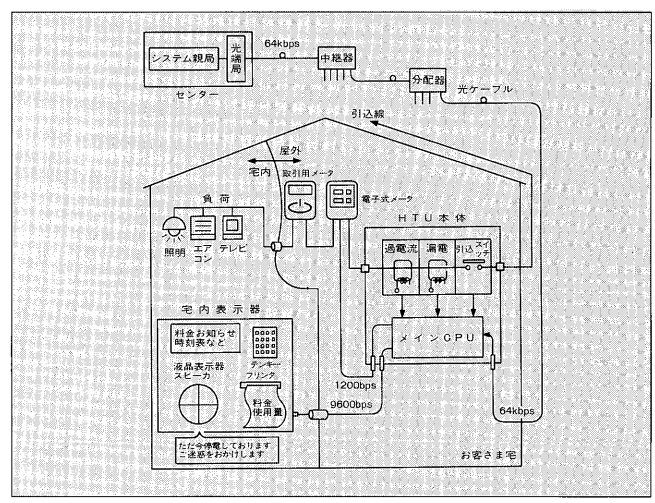
九州電力(株)では配電総合自動化をめざし，「配電系総合制御・情報システム」の開発を進めているが，平成元年には，伝送路に光ケーブルを用いて64k ビット/秒の高速度で結んだ高機能のシステムの実証試験を開始した。

このシステムは自動検針をはじめとする各種の機能を採り入れているが，その主な機能としては，

(1) 自動検針
(2) 引込みスイッチ制御の自動化
(3) 過電流，漏電の監視とアンペア・ブレーカの遮断
(4) 宅内表示器による各種の情報提供

などである。特に(4)の情報提供においては，文字表示，音声により，電車の時刻表，停電時の緊急放送など，お客さまへの多様なサービスが試みられている。

図27 配電系総合制御・情報システム



送配電

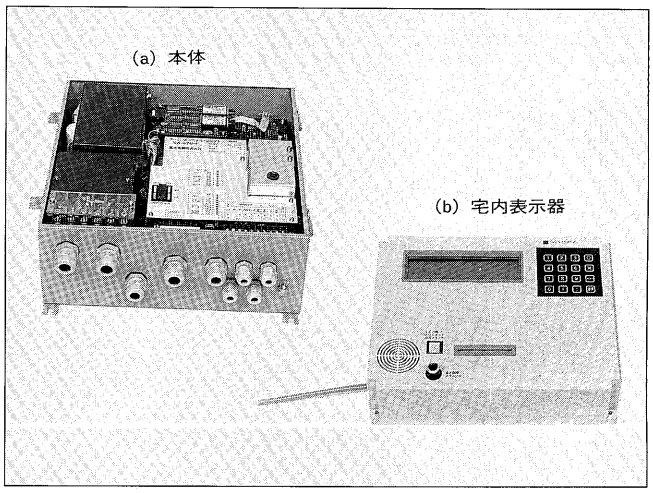
⑩ 九州電力(株)ホームターミナルユニット

九州電力(株)で実証試験を進めている「配電系総合制御・情報システム」用ホームターミナルユニットを開発した。

本ユニットはシステム親局と光伝送を行うCPU内蔵の端末機器で，需要家外壁に設置する本体と宅内に設置する表示器で構成される。主な機能，仕様を次に記す。

(1) 光伝送（64kビット/秒マンチェスタ符号方式）
(2) 電子式WHMインタフェース（パルスカウント）
(3) 電子式過電流検出(I-t特性，過電流遮断，短絡電流時ロック，定格電流設定切換）
(4) 電子式漏電検出（負荷電流有無検出機能と合わせた引込みスイッチ遮断，センターへの通知，宅内表示器への警報通知）
(5) 宅内表示器制御(音声，LCD表示，プリンタ出力制御）
(6) 停電検出およびバックアップ電源内蔵(1時間動作保証)

図28 ホームターミナルユニット



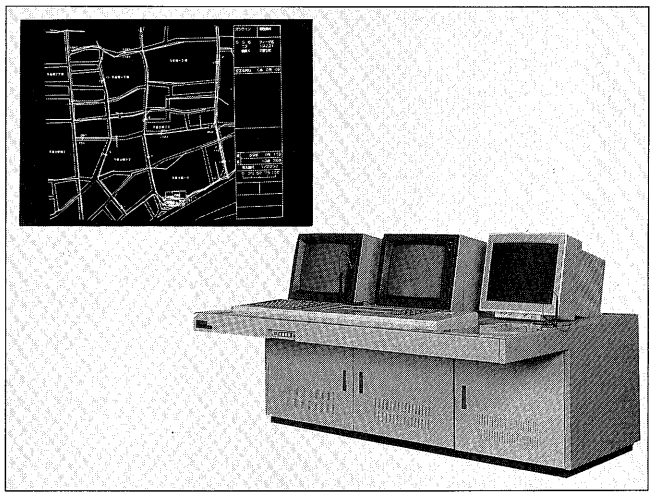
⑪ 四国電力(株)配電系統自動化計算機制御システム

関連論文：富士時報 1989.3 pp.198-202

富士電機は配電系統運用業務の効率化，停電時間の短縮などを目的に，四国電力(株)向けに配電系統自動化計算機制御システムの開発を行い，平成元年10月に阿南営業所に納入し，平成2年4月運転開始に向け現地調整中である。また平成2年10月に観音寺営業所にて運用開始予定である。

本システムは，営業所に設置したコンピュータにより配電線の開閉器，変電所の機器を監視し，事故・過負荷および現場作業時に系統切換手順を作成，開閉器の自動操作を行うものである。特徴として，充停電，融通中などの配電系統状態を街路図対応にてグラフィックCRT上に表示するとともに，開閉器の制御についても画面から行うことができる。また，営業所窓口に，事故，作業情報を自動表示し，お客さまへの対応の的確・迅速化を図っている。

図29 配電系統自動化計算機制御システム

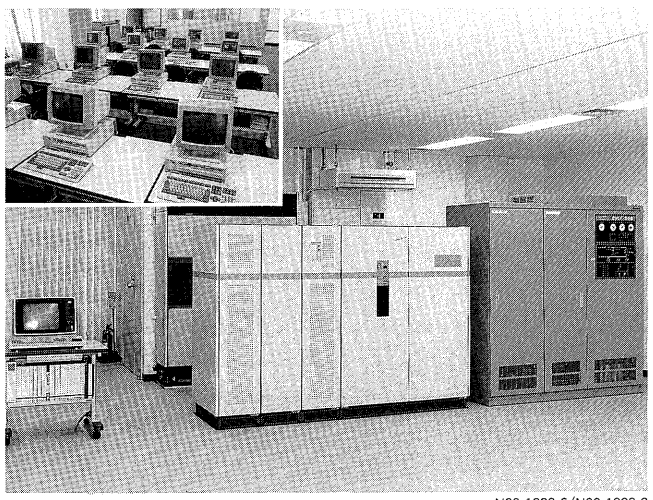


⑫ 東京電力(株)配電自動化ソフトウェア開発支援システム

富士電機は，東京電力(株)が推進している配電自動化システムのソフトウェア開発をソフトウェア，ハードウェアの両面にわたりサポートしており，平成元年4月にソフトウェア開発支援システムを総合自動化推進室に納入した。

本システムは，32ビットスーパーミニコンピュータ(A-500)を中核とし，日本語ディスプレイ端末×15台，日本語ラインプリンタ装置などにより構成される。また，ソフトウェアは，UNIXとの完全互換性を保ちつつ高性能リアルタイム処理を実現したOS（SX/UTS）にてC言語，FORTRAN77，テキストエディタ，開発支援ツールなどのほか，日本語機能，高速データファイル管理機能などを提供し，ソフトウェア開発環境の充実を図っている。

図30 配電自動化ソフトウェア開発支援システム



N99-1828-6/N99-1828-2

新エネルギー

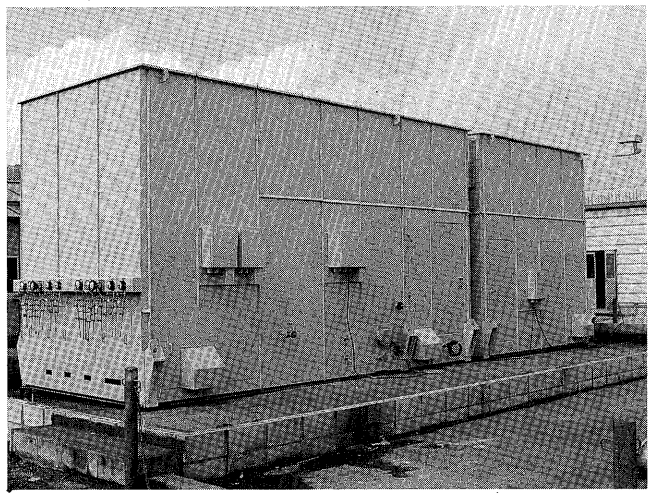
1 新エネルギー・産業技術総合開発機構委託200kW 燃料電池発電設備

昭和61年度に新エネルギー・産業技術総合開発機構から委託を受けた「離島用燃料電池発電システムの研究開発」は，昭和63年度で機器類の製作と工場総合調整試験の準備を終了した。平成元年度は，PAC 試験および燃料電池スタックと直交変換装置を組み合わせた総合調整試験を行い，次の主なプラント仕様をいずれも満たすことを確認した。

(1) 定格出力　　：200kW（AC 送電端）
(2) 送電端効率　：37%以上（HHV）
(3) 負荷応答時間：20%↔100%　30秒以下
(4) 冷機起動時間：3時間以内
(5) 燃　料　　：メタノール

工場試験を終了後，沖縄電力(株)渡嘉敷発電所への輸送・据付および調整試験を進めており，引き続いて平成2年度までの運転研究が予定されている。

図31　200kW 燃料電池発電装置パッケージの外観



2 東北電力(株)50kW 燃料電池発電設備

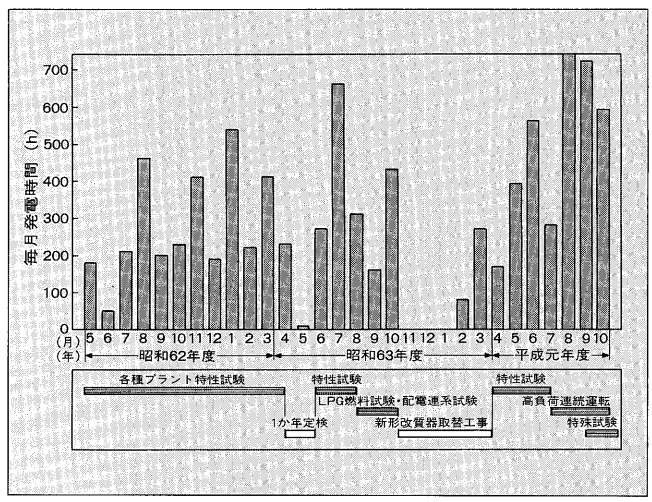
東北電力(株)50kW 燃料電池発電設備は，昭和62年5月から平成元年10月までの30か月にわたる長期の実証運転試験を終了した。

本実証運転試験は，各種プラント特性の確認のほか，熱利用試験(制御室空調に利用)，原燃料の変更試験(LNG↔LPG)，系統連系の変更試験(発電所所内連系↔市中配電線連系)，一部の設備変更によるプラント特性の変化の確認および高負荷連続運転試験などを実施し，多くの貴重なデータを収集した。

運転実績は次のとおりである。とりわけ，連続運転時間は燃料電池プラントとしての世界最長記録である。

(1) 累積発電時間　：9,400時間（起動停止：105回）
(2) 累積発電電力量：305,000kWh（平均負荷：65%）
(3) 連続運転時間　：2,200時間（平均負荷：87%）

図32　50kW 燃料電池発電設備の月別発電実績

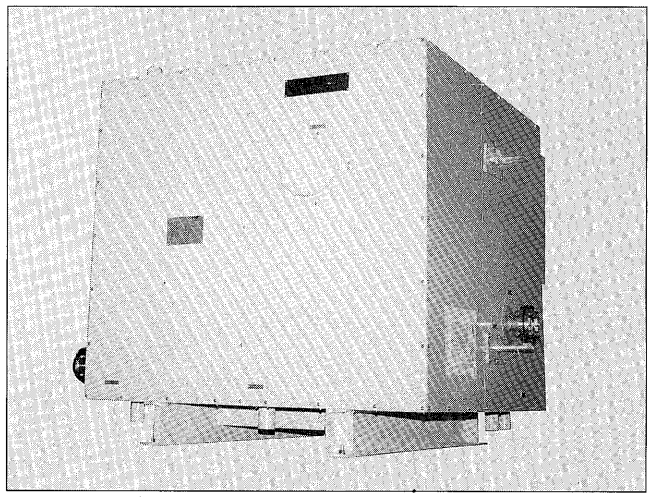


3 オランダ KTI 社25kW リン酸形燃料電池スタック

ヨーロッパの燃料電池開発計画の一環として，オランダのKTI 社が燃料電池プラントの各種特性を把握するためデモンストレーション用の燃料電池プラントを建設している。その発電プラントに使用する燃料電池スタックを昭和63年6月に出荷した。現在，オランダのデルフト工科大学にて順調に発電調整試験中である。

この燃料電池は，常圧で動作する出力25kW のリン酸形燃料電池で，電池サイズは3,600cm²級である。本燃料電池プラントは，この種の設備としてはヨーロッパではじめてのものであり，富士電機においても燃料電池の海外進出の先べんとなるものである。ほかに，同様の燃料電池スタックを平成元年2月にイタリアに出荷している。

図33　25kW リン酸形燃料電池スタックの外観



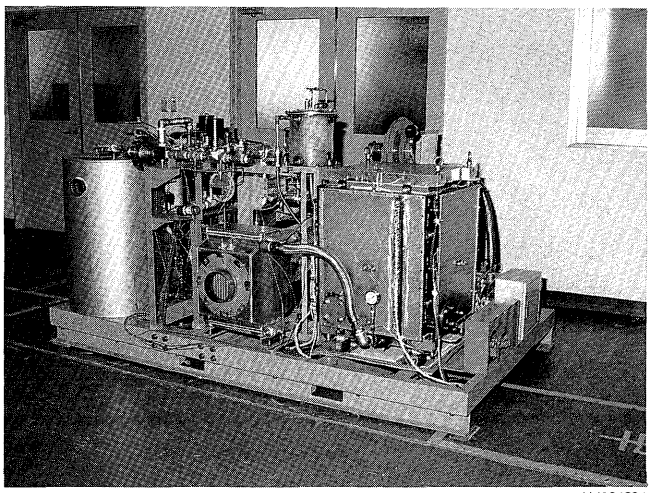
4 米国エネルギー省 バス用燃料電池システム

バス用燃料電池は，環境適合性に優れた燃料電池をバッテリーとハイブリッド構成してバスに適用し，従来のバッテリー駆動車両を上回る走行性能を得る目的で米国エネルギー省が開発を推進しており，平成7年までに四つの開発フェーズを経てプロトタイプバスを試作評価する計画である。

富士電機は全体取りまとめを行うブースアレン&ハミルトン社の下で燃料電池サブシステムを担当し，第1フェーズの駆動系との組合せ評価試験のため，平成元年6月，25kWのブラスボード機を米国に搬入した。

本ブラスボード機は，リン酸形油冷式常圧タイプの燃料電池，メタノール改質器，昇圧チョッパ，制御装置などで構成され，出力容量は実用機のほぼ1/2である。

図34　25kW ブラスボード機の外観



AM124634

5 北海道電力(株)太陽光発電試験システム

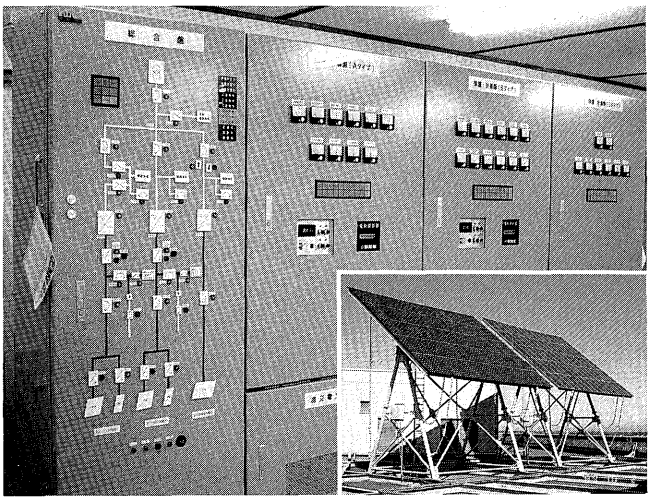
(株)ほくさんから北海道電力(株)向け太陽光発電試験用のインバータおよび制御盤各3セットならびに総合監視盤1セットを受注し，平成元年3月に納入した。

本システムは北海道電力(株)が札幌地区固有の気象条件を考慮した個人住宅用太陽光発電システム仕様の検討のため，3種類の方式につき研究を行うためのものである。

本インバータは正弦波PWM方式，容量3 kVAで3種類のシステムはそれぞれ次の特長を有している。

(1)　システム1：非連系独立方式（蓄電池付）
(2)　システム2：系統連系一方向潮流方式（蓄電池付）
(3)　システム3：系統連系両方向潮流方式（蓄電池なし）

図35　太陽光発電試験システム



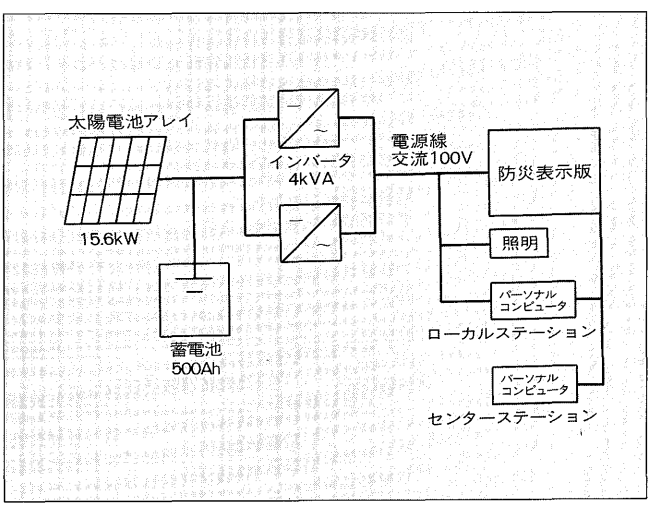
6 新エネルギー・産業技術総合開発機構共同研究「防災用太陽光発電システム」

富士電機は，新エネルギー・産業技術総合開発機構から「防災用太陽光発電システム」の実証研究を，静岡県および中部電力(株)と共同受託し平成2年3月に完成予定である。

本システムは，災害時に停電のおそれがなく，無補給，無公害，メンテナンスフリーなどの太陽光発電の特性が防災用電源に適したものであることに着目したもので，今回は防災情報伝達用画像システムと組み合わせるものとした。

静岡県地震防災センターの構内に，15.6kWの太陽電池，4 kVAのインバータ，500Ahの蓄電池，制御装置および表示システムを設置し，表示画面作成，表示指令は1.6km離れた県庁防災総合指令室から通信回線を介して行うものである。太陽電池アレイなどの耐震構造と過密な都市部に設置することから，他の都市設備との共存などに注意を払って設計した。

図36　防災用太陽光発電システム図



＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。