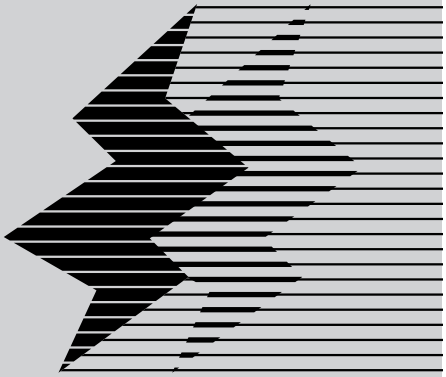
# 電力・エネルギー

火　力
水　力
原子力
送変電
系統制御
放射線
配　電
太陽エネルギー
燃料電池



## 展　望

電力・エネルギー部門においては，21世紀にまた一歩近づくなかで，これまでにも増して顧客第一の意識を高め，社会に貢献できる製品開発を積極的に推進している。

火力分野は，アジアの景気低迷によって多くの設備計画が中止・延期されたものの，電力需要は着実に増加すると予想されている。地球環境に調和した電源開発が社会的要請である。1999年は，単機容量世界最大の地熱タービン，600 MW 発電設備や高効率軸流排気タービンが商用運転に入る。また，120 MVA の試験機を製作して，設計・製造・解析技術の R&D を実施中の空気冷却発電機についてもその成果を世に問うなど，富士電機の火力発電設備の高効率・高信頼性が立証されると確信する。

水力分野では，テフロン軸受など数々の新技術を採用した北海道電力(株)日高発電所向け 10.4 MW カプラン水車・発電機が1998年５月に運転を開始したのをはじめ，関西電力(株)荒谷発電所向け 11.7 MW ペルトン水車・発電機，中国・バイロンタン発電所向け 33 MW バルブ水車・発電機４号機など多くの発電機器が運転を開始した。また，インド・ガトガール発電所向け２×135 MW 揚水機器やベトナム・ダミ発電所向け２×90 MW フランシス水車など海外案件を相次いで受注し，鋭意設計・製造を進めている。

原子力分野では，次世代の新型炉として広範な熱利用が期待される高温ガス炉の試験研究炉（HTTR，日本原子力研究所）の建設を終了した。一方，わが国初の商用原子力発電所東海発電所が約30年の運転を停止したことにより，その廃止措置計画の具体化を進めている。また，ICP（無電極プラズマ）廃樹脂高減容処理技術，MOX（混合酸化物）燃料製造技術，超伝導送電システムなど各分野の特徴ある技術開発にも積極的に取り組んでいる。

送変電分野では，１回線全装輸送が可能で小形・軽量な超高圧ガス絶縁開閉装置を東北電力(株)，中国電力(株)に納入した。また超高圧分解輸送形変圧器が東北電力(株)，中部電力(株)で運転を開始した。さらに，72/84 kV 新縮小形ガス絶縁開閉装置を開発し，新たに系列に加えた。海外向けでは，IPP（独立系発電事業者）事業用の大容量変圧器を納入した。保護制御装置は高機能 MPU，高精度 A-D 変換，LAN 対応を持つ第二世代ディジタルリレー（DUG シリーズ）の製品化を実施した。送電線，変圧器保護装置や電圧・無効電力制御装置を東京電力(株)に納入した。さらに，製品化系列の拡大を展開している。

系統制御分野では，山梨県企業局向けの総合制御所システムが運用を開始した。コンピュータシステムは多数のサーバ，ワークステーションからなる分散形システムが標準となり，情報系システムとの連係も本格化し始めている。テレコンは，より安価でコンパクトな一体形の HDLC テレコンを開発した。

放射線機器の分野では，原子力発電所の放射線管理業務の省力化や高度化に取り組んでいる。汚染モニタでは従来以上に測定作業の効率化や使い勝手を向上させたモニタを納入した。エリア，ダストモニタなどは自己チェック機能などを強化するとともに，そのデータや附帯情報をコンピュータに集め，データの集計や編集が容易にできるようなソフトウェアにより，使い勝手の向上を図っている。

配電分野では，営業所境界の枠を超えた高度な運用を可能とする広域配電サーバ構想による次世代配電自動化システムの提案のほか，配電系統図表示にマッピング方式とスケルトン方式両者の特徴を持つ簡易マッピング方式や他システムとオンライン連係し配電系統のデータメンテナンス作業を省力化する機能などを開発した。また，お客様個々の負荷状況を遠隔で自動管理する共同研究も進めている。

太陽光発電分野では，中国電力(株)三隅火力発電所内に建設された「ふれあいホール」の屋上に 12.7 kW の太陽光発電システムを納入したほか，新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）から国際共同実証開発の一環として「太陽光マイクロ水力ハイブリッドシステム実証研究」を受託し，ベトナムにおいて実証研究を開始した。

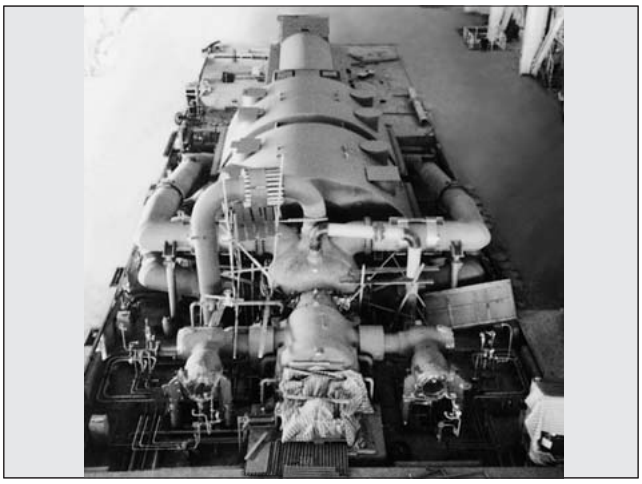
燃料電池分野では，りん酸形でオンサイト用100 kW 機の商品機開発を進めている。1996年から出荷を開始した第二世代機は 95 %以上の稼動率で順調に運転を続けている。1997年に出荷した商品機プロトタイプに続き，さらに 40 %のコストダウンと 25 %のコンパクト化を達成した第一次商品機の出荷を1998年８月から開始した。

## 火　力

### 1　FP-1プロジェクトの建設

1996年６月に台湾の台塑石化股份有限公司から，４×600 MW 蒸気タービン・発電機設備（FP-1 プロジェクト）を受注した。この発電設備は IPP（独立系発電事業者）ではあるが，事業用石炭だき大容量プラントに相当する規模を有し，かつ超臨界圧高効率ユニットとして計画された。受注後この設備は順調に設計・製作を行い，１号機は1997年１月末，２号機は同年６月末，３号機は1998年４月末，４号機のタービンは同年９月末に，計画どおり出荷された。４号機の発電機は1999年５月末に出荷予定である。１号機のタービン，発電機および附属設備は，その据付けをほぼ完了し，現在各種テストを実施中である。これらの設備は1999年春に予定された通気に向け，関係者全員一丸となって建設に取り組んでいる。一方，２号機のタービン，発電機も１号機に引き続き現在鋭意据付け中である。

図１　据付け中のタービン・発電機



### 2　国内 IPP 火力発電設備

経済的で安定した電力供給が要求されている IPP（独立系発電事業者）発電分野で，富士電機の高信頼性が認められ，以下の３件を受注した。

(1)（株)神戸製鋼所加古川製鉄所 58 MW 発電設備

高効率軸流排気形タービンを採用しており，1999年４月に需給開始予定となっている。

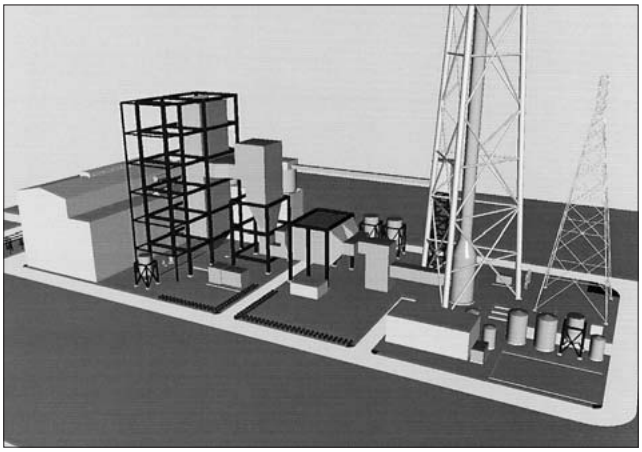
(2)　住友重機械工業(株)経由太平洋セメント(株)149 MW 発電設備

国内初の，循環流動層ボイラと組み合わせた再熱形発電設備であり，2000年７月に需給開始予定である。

(3)（株)ユービーイーパワーセンター 216 MW 発電設備

本顧客は宇部興産(株)と日商岩井(株)との合弁会社である。設備は宇部興産(株)構内に設置され，フルターンキー契約である。2004年３月に需給開始予定である。

図２　(株)ユービーイーパワーセンター向け 216 MW 発電設備の完成予想図



### 3　地熱発電所の建設

富士電機は1997年に受注した地熱発電所を世界各地で順調に建設中である。これらは1999年前半に営業運転を開始し，地域の電力供給に大きく貢献する。

(1)　東京電力(株)八丈島地熱発電所

出力 3.3 MW，ターンキー契約

(2)　マンダラヌサンタラ社ワイアンウィンド地熱発電所（インドネシア）

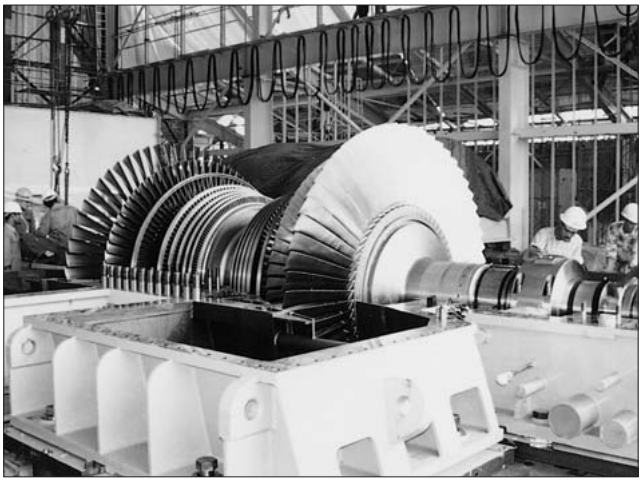
出力２×110 MW，フルターンキー契約

図に示す単機容量世界最大の地熱タービンを採用している。

(3)　エルサルバドル電力庁ベルリン地熱発電所（エルサルバドル）

出力２×31.5 MW，フルターンキー契約

図３　据付け中のワイアンウィンド地熱発電所のタービン発電機



## 火　力

### 4　自家用火力発電設備

１ケーシング反動タービンと空気冷却２極発電機との技術および信頼性が評価された結果，次の自家用発電設備を受注した。

(1)　住友重機械工業(株)経由住友大阪セメント(株)向け 61 MW タービン・発電機設備

四国地区向け納入１号機で，1999年７月に運転開始予定。

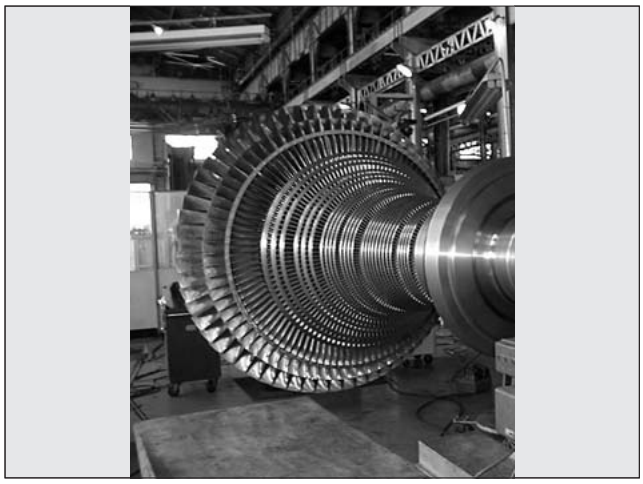
(2)　台湾化学繊維股份有限公司向け 28.8 MW タービン・発電機設備

工場の余剰蒸気を利用した発電設備である。1999年３月に工場出荷，同年８月に運転開始予定。

(3)　台湾化学繊維股份有限公司向け 147.88 MW タービン・発電機設備

１ケーシングタービンの最大出力機である。1999年10月に工場出荷，2000年６月に運転開始予定。

図４　住友大阪セメント(株)向けタービンロータ



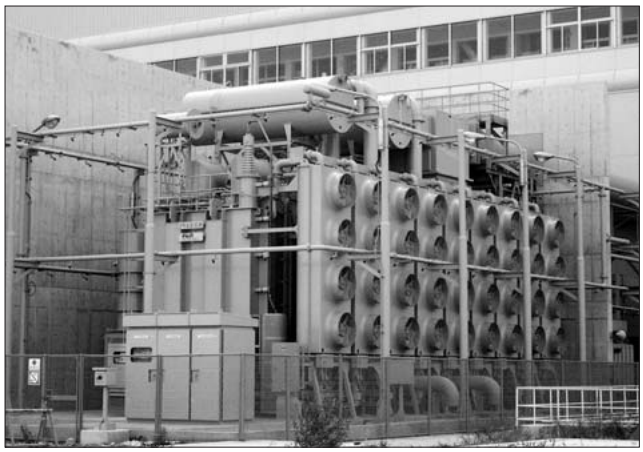
### 5　火力発電所用大容量昇圧変圧器

関連論文：富士時報 1998.9 p.473-478，p.488-493

富士電機が最近納入し，現地調整を進めていた火力発電所用大容量昇圧変圧器が，1998年に相次いで運転を開始した。まず，1998年１月には東京電力(株)横浜火力発電所７号系列用（４台×395 MVA）および８号系列用（４台×395 MVA）の全台が，続いて７月には北陸電力(株)七尾大田火力発電所２号機用（１台×740 MVA）と東北電力(株)原町火力発電所２号機用（１台×1,050 MVA）が運転を開始し，さらに８月から1999年にかけては中部電力(株)新名古屋火力発電所７号系列用（6 台×265 MVA）が順次運転に入る予定である。

富士電機の昇圧変圧器は，低騒音化や所内変圧器との一体化，全装による現地輸送など，個々の変圧器に最適かつ最新の技術を設計計画段階から十分検討して適用し，お客様の多様なニーズにおこたえしている。

図５　運転を開始した東北電力(株)原町火力発電所 1,050 MVA 変圧器

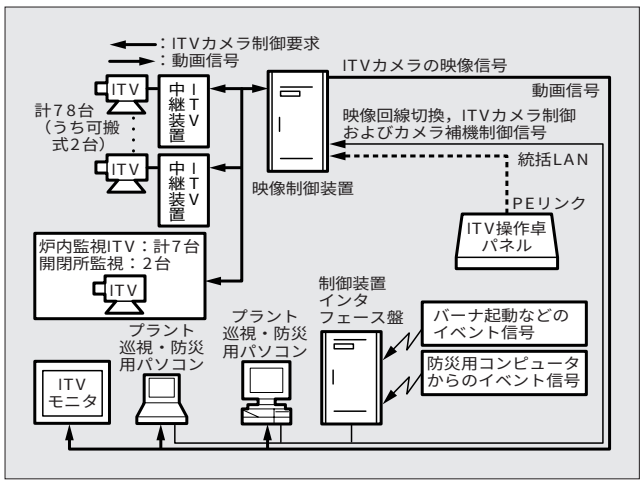


### 6　電源開発(株)橘湾火力発電所向け統括管理装置

統括管理装置は，発電所内の保守・運用データをネットワーク上で一元管理し，日常の保守・定期点検作業の効率化と安全確保を目的としている。富士電機では，電源開発(株)橘湾火力発電所向けの，プラント巡視装置，防災監視装置，総合情報管理装置および全体を統合する統括 LAN 設備を，2001年１月に運用開始の予定である。

プラント巡視装置では，発電所構内に計 78 台の ITV カメラを設置し，主要機器および各現場から取り込んだ映像信号を，映像制御装置を経由して運転センター，事務所などに設置の CRT 上に表示することで監視業務の高密度化を図る。また，任意の映像選択のほかに，あらかじめ登録された切換パターンによる順次映像切換や，バーナ点火などのイベント発生に連動して映像を表示する機能も併せ持つ。

図６　プラント巡視装置の概略システム



## 水　力

### 1　インド・ガトガール発電所向け 2×135 MW 揚水発電設備

インド・マハラシュトラ州灌漑（かんがい）局（GOMID）ガトガール発電所向け２台×135 MW 立軸フランシス形揚水発電設備は10年来の見積期間を経て，1998年６月に正式に契約，受注した。

この発電所は大形揚水発電所であり，1997年に発足した富士・フォイトハイドロ(株)が今後揚水発電分野をターゲットにしていくうえで技術的な足がかりとなるものである。

また，この案件の特徴としては，インドの重電メーカーとの国際水平分業体制をとっていることが挙げられる。今後，2001年６月の運転開始を目標に設計・製作を進めていく予定である。

図７　ガトガール発電所モデルランナ

### 2　インド・アッパーインドラバッチ発電所向け 4×172 MW フランシス水車・発電機

1991年７月の水害にて機器を含む建屋全体が水没し，現地据付け工事がその日からストップしたままとなっていたが，1998年３月から念願の現地据付け工事が再開した。水害で損傷した発電機コイル類および配電盤，キュービクル類の補修作業も，主機の据付けと並行して進められている。

発電機の固定子，回転子の一体組立作業に数か月が必要となることから，全体据付け工程の効率化を図るため，水車関係を先行して組み立てるシャフトフリー方式を採用している。現在，富士電機から４人の技術者が高温多湿の環境下で懸命に営業運転開始に向けて努力を続けている。１号機は1999年３月，２号機は1999年８月に営業運転を開始の予定である。

図８　つり込み中の水車ランナ

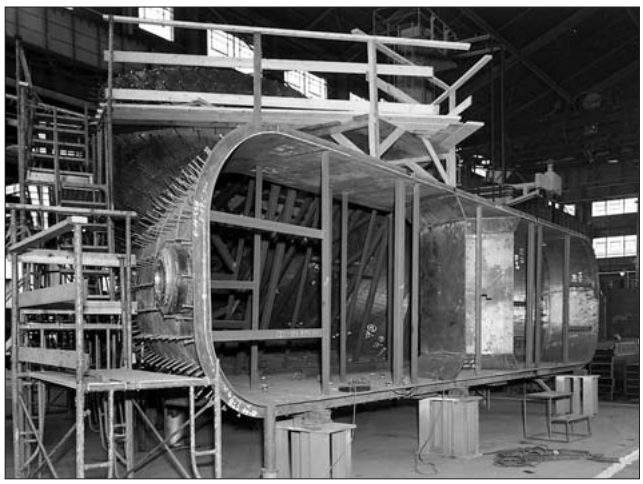
### 3　ベトナム・ダミ発電所向け 2×90 MW フランシス水車機器

ベトナム電力庁（EVN）ダミ発電所向け２台×90 MW 立軸フランシス水車機器を受注し，設計・製作を行っている。この発電所は，ベトナム・ホーチミン市から約 200 km 北東に入った場所に設けられたダム水路式発電所で，有効落差 147.8 m を利用して最大 180 MW の発電を行う。富士電機は，水車と調速機およびそれらの現地機器据付け工事を担当している。

なお，現地土木工事も着々と進んでおり，1998年９月には水車の最下部に据え付けるドラフトチューブライナを現地へ向けて出荷し，すでに据付け作業を開始している。

1999年は，2000年12月の運転開始予定に向け，水車本体の現地搬入も始まることから，発電所としての様相が着々と現れるものと思われる。

図９　工場での製作が完了したフランシス水車の吸出し管



N89-6658-1

## 水　力

### 4　東北電力(株)新鷹の巣発電所向け 2×8.3 MW バルブ水車・発電機

東北電力(株)新鷹の巣発電所向け横軸バルブ水車・発電設備（２台×8.3 MW）は主要機器の製作・据付け工事が順調に進んでいる。

この発電所は荒川水系荒川に設置されている東北電力(株)鷹の巣発電所を廃止し，新たに築造される高さ 28 m のダムから取水するダム式発電所である。

富士電機は多くの大容量バルブ水車の納入実績を有するが，この発電所では年間発生電力量の向上を図り，中容量バルブ水車２台の構成としている。

ダムの建設工程に合わせ，水車埋込み部品（上下流ケーシングおよび吸出し管ほか）がすでに据付けを完了している。

現在，2001年１月の運転開始に向け，水車本体，発電機ならびに各制御装置を鋭意設計・製作中である。

図 10　工場での製作が完了したバルブ水車吸出し管

N89-6650-2

### 5　北海道電力(株)日高発電所向け 10 MW カプラン水車・発電機

北海道電力(株)日高発電所向け 10.4 MW 立軸カプラン水車・発電設備および 66 kV 屋外変電設備が1998年５月に営業運転に入った。この発電所は沙流川水系で４番目の発電所で，上流の右左府発電所の放流水と沙流川の河川水により，有効落差 56.5 m，最大流量 21 $m^3/s$ で 10 MW の発電を行う流込み式発電所である。

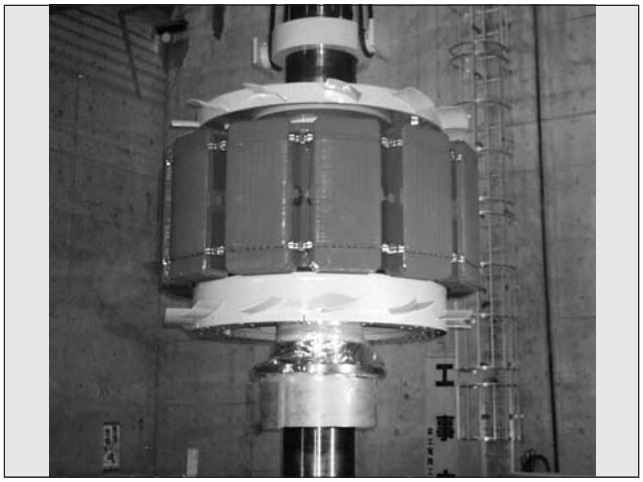
この発電所の特徴は次のとおりである。

(1)　発電機スラスト軸受にテフロン（PTFE）を使用し，平均面圧 4.9 MPa の高面圧を可能にした。

(2)　ディジタル保護リレーによる発電機および送電保護（一系列＋シーケンサによる一部要素バックアップ）

(3)　HDLC 方式のテレコンを採用した。

図 11　つり込み中の回転子



### 6　中小水力発電設備向け一体化盤

富士電機では機器や据付けのコストと設置スペースの大幅な削減を第一に置いた制御・保護・監視機能を一体化した，中小水力発電設備向け一体化盤の開発を完了し，現在複数のプラントにおいて製作・工場試験を行っている。一体化盤の特長は次のとおりである。

(1)　標準化したディジタルリレーユニット内に CPU，補助変成器，表示設定部，出力部を搭載し，省スペース，高信頼性を実現した。このリレーの単独設置も可能としている。

(2)　大画面プログラマブル操作表示器（POD）を採用し，POD 画面上で操作・監視・計測・故障表示を行わせることにより，監視制御盤の簡素化を実現した。

(3)　一つの CPU で，主機，AVR，ガバナ，自動同期，テレコン子局の制御を行うことが可能である。

図 12　中小水力発電設備向け一体化盤

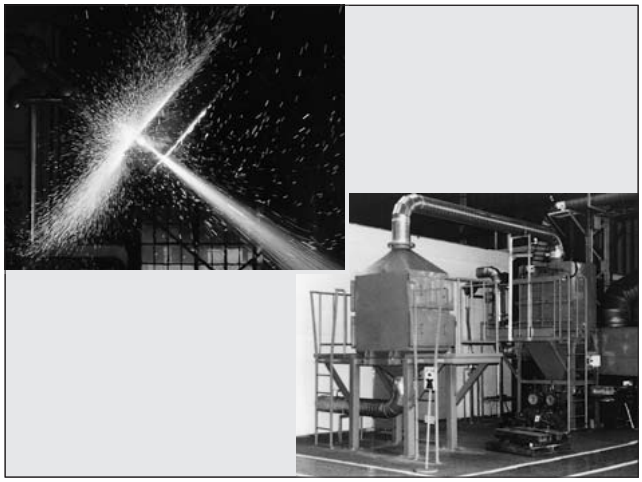
N99-2467-2

## 原子力

### 1　原子炉廃止措置

わが国初の商業用原子力発電所として順調に運転してきた日本原子力発電(株)東海発電所は，経済性などの理由で1998年３月末に停止した。富士電機は，東海発電所の建設以来，プラントの保守・補修にかかわってきた経験を生かし，また，もんじゅ，HTTRなどで培ってきた遠隔自動化技術を基に，原子炉などを安全に解体するために必要な技術の本格的な開発に着手した。具体的には，対象物を確実につかみ遠隔装置で切断する「把持・切断技術」，切断した約１ｔまでの高重量解体物を保持・搬送する「重量物ハンドリング技術」，切断時に発生する粉じんを確実に回収する「二次生成物回収処理技術」などから構成される「原子炉遠隔解体システム」の具体化に取り組んでいる。さらに，廃棄物の処理にかかわる解体物収納容器のモルタル充てん技術，放射能評価・確認技術の開発を推進中である。

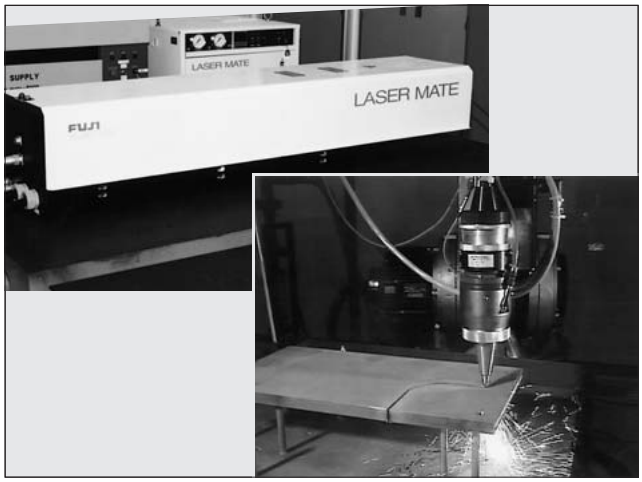
図13　原子炉などの切断試験状況と二次生成物回収処理装置



### 2　廃棄物処理設備

原子力施設や核燃料施設から発生する廃棄物のうち，処理が比較的困難な大型廃棄物や廃樹脂などの減容処理技術の開発を行っている。なかでも解体・切断用として注目されているYAGレーザ切断装置は，切断能力の高さから，核燃料サイクル開発機構東海事業所から実機を受注し，現在，現地据付け工事を実施中である。YAGレーザ切断装置は，光ファイバによりレーザパワーの伝送が可能，二次生成物の発生が少ないなどの特色を有している。この装置は，ステンレス鋼の厚さ35 mmまでの切断が可能であるが，さらに廃止措置への適用を考慮して，ステンレス鋼の厚さ50 mmまで切断できる高出力型の開発を進めている。廃樹脂の減容処理としては，ICプラズマを利用した処理システムの開発を進めている。詳細は「ハイライト'98」を参照いただきたい。

図14　レーザ発振器と切断状況

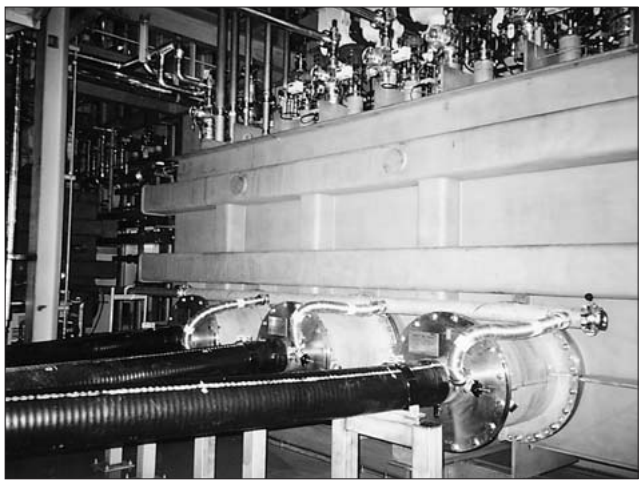



### 3　超伝導送電システム

大型超伝導コイルを用いた世界最大規模の核融合実験装置である大型ヘリカル装置向けに，超伝導バスライン，電流リード，その他周辺機器からなる超伝導送電システムを開発し，文部省核融合科学研究所に納入した。

この製品は，核融合実験炉用超伝導磁石の給電部として，電源ターミナルからコイル端子部までを超伝導で接続するシステムで，平均長さ約55 m，定格電流DC32 kAの送電ライン９系統から成り立つ。主要機器である超伝導バスラインは外径230 mmの五重構造のコルゲート管内に＋，－の往復超伝導線を内包させて小型化を図ったもので，現地作業が容易なようにフレキシブルな構造としている。核融合実験炉などの大型超伝導磁石用超伝導送電設備として，このような規模で実用化されたシステムは世界で初めてである。

図15　超伝導バスライン



## 送変電

### 1　東北電力(株)西山形変電所 300 kV ガス絶縁開閉装置

富士電機は1996年に開発した新形 300 kV ガス絶縁開閉装置（GIS）の１号機を東北電力(株)西山形変電所向けに６回線納入した。納入器の主な仕様は，定格電圧：300 kV，定格電流（母線）：4,000 A，定格短時間耐電流：40 kA である。

新形300 kV GISは相分離形構造，アルミニウムタンクの採用により，世界最小・最軽量クラスを実現させたものである。また，制御盤を含め１回線をトレーラによる全装輸送を可能とした。これにより，工場で組立・試験を行ったGIS をそのまま変電所に据え付けることができるため，品質の向上が図れるとともに，現地据付け工期も半減することができる。

この GIS は1998年９月に現地据付けを完了し，1999年４月に運転開始の予定である。

図 16　西山形変電所における GIS の据付け状況

### 2　中国電力(株)南山口変電所 240 kV ガス絶縁開閉装置

中国電力(株)南山口変電所向けに 240 kV ガス絶縁開閉装置（GIS）を納入した。定格電圧は 240 kV，定格電流は 2,000 A である。構成は送電線２回線，変圧器１回線および母線 PT の計４回線である。送電線とは気中ブッシング，変圧器とはガス－油ブッシングによる接続としている。今回の納入形態は顧客の将来を見通した運用計画に対応できるように配慮した。主母線は当初単母線で，将来の二重母線化が可能なものとし，変圧器回線の将来遮断器部をダミー管で構成している。なお，最終形態としてはさらに５回線が増設される予定である。

本器は1998年９月に据付け調整を完了し，1999年６月に運用開始の予定である。

図 17　南山口変電所における 240 kV GIS の据付け状況

### 3　海外向け IPP 用大容量変圧器

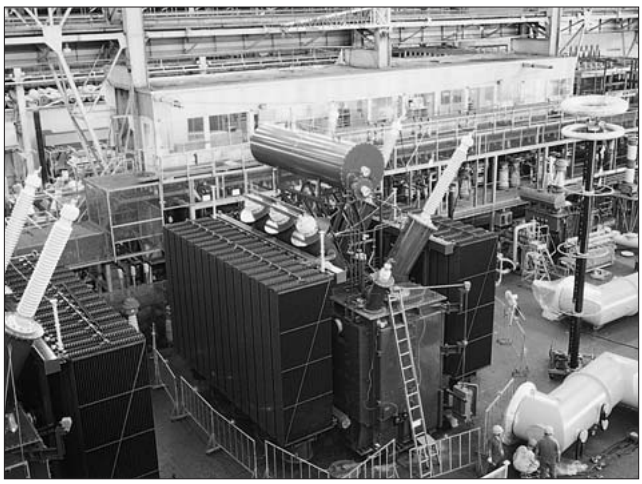
発電分野での IPP（独立系発電事業者）事業は日本国内だけでなく，諸外国においても広く建設が進められている。

富士電機では熱効率が高く，運転が容易で，環境に優しいクリーンエネルギーの天然ガスを使用するコンバインドサイクル発電装置用の昇圧変圧器の分野において，海外向けにも多くの実績を有している。最近の製品例を以下に紹介する。

タイ・IPT (株)チョンブリプロジェクト向けガスタービン発電機用 319 MVA 変圧器２台，蒸気タービン発電機用 390 MVA 変圧器１台を現地に納入した。

また，フィリピン・First Gas Power（株）Santa Rita CCPP 向け 318 MVA 変圧器４台を出荷した。

図 18　工場試験中のフィリピン向け 318 MVA 変圧器



AM185962

## 送変電

### ④　超高圧分解輸送形変圧器

関連論文：富士時報 1998.9 p.494-498

富士電機は超高圧分解輸送形変圧器を，中部電力(株)新北信変電所向け 275 kV/250 MVA 送電用変圧器，東北電力（株)羽後変電所向け 275 kV/100 MVA 送電用変圧器合計２台を納入した。いずれも1997年11月に現地据付けを完了し，1998年６月に営業運転を開始した。

分解輸送形変圧器は，工場で普通三相器として製作し，確認試験後に輸送単位に分解される。輸送単位ごとに一般低床トレーラで現地まで輸送され，再組立・確認試験をするものである。

従来の特別三相器に比べて据付け面積の縮小化が図れる。また，輸送制約がある場合には，道路拡幅・橋梁（きょうりょう）補強などの対策費が削減できるなど，輸送費も含めたトータルコストダウンが図れることから，今後の超高圧・大容量変圧器への適用拡大が期待されている。

図19　275 kV/250 MVA 分解輸送形変圧器

### ⑤　第二世代ディジタル形保護継電装置

富士電機では第二世代ディジタルリレーを適用した 66 kV 送電線保護継電装置の１号機を，東京電力(株)桑原変電所へ，154 kV 変圧器保護継電装置の１号機を東京電力(株)聖蹟桜ヶ丘変電所へ納入した。

特長は次のとおりである。

(1)　アナログ変換は 16 ビット A-D 変換器を適用し，リレー性能の向上を図っている。

(2)　整定表示は OADG 準拠のパソコンでの携帯形ツールで運用・保守でき，遠隔運用も対応可能である。

(3)　装置動作，装置異常時のデータセーブ機能を付加し，運用・保守性の向上を図っている。

(4)　耐サージ性能の強化を図っている（雷インパルス電圧：７ kV)。

(5)　盤構造は 350 mm，700 mm 幅の前面保守構造である。

図20　送電線保護継電装置

N99-2464-1

### ⑥　第二世代ディジタルリレー適用電圧・無効電力制御装置

富士電機では，第二世代ディジタルリレーを適用した新形電圧・無効電力制御装置の１号機を東京電力(株)千葉中央変電所に納入した。特長は次のとおりである。

(1)　アナログ変換は 16 ビット A-D 変換器の採用により高精度化

(2)　演算部・入出力部を分離し，光伝送で結合し，耐ノイズ性能を向上

(3)　故障表示，動作表示に OADG（PC Open Architecture Developers 'Group）パソコンを採用

(4)　Ethernet 経由により遠方からの遠隔運用に対応

(5)　フロッピーディスクを介した整定値入力による現場整定業務の省力化

(6)　外部機器入力用にホトカプラ内蔵端子台を採用し実装効率を向上

図21　新形電圧・無効電力制御装置

N99-2463-1

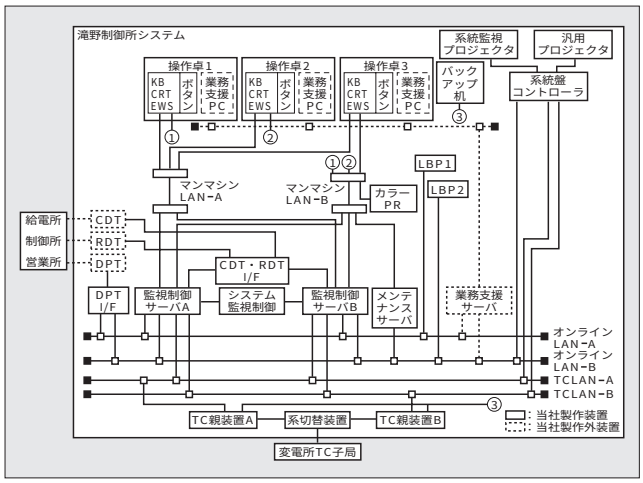
## 系統制御

### 1　関西電力(株)滝野制御所向け負荷制御所システム

関西電力(株)では，拡張性・応答性・信頼性・運用の高度化を充実すべく機能分散形システムの導入を進めており，リプレースとなる滝野制御所向けシステムを富士電機が受注した。2000年１月に運用開始となるこのシステムの特長は次のとおりである。

(1)　Fast Ethernet，64 ビットマルチ CPU などの採用による高速処理の実現
(2)　一貫した考えに基づいた，人に優しいマンマシンインタフェース
(3)　マルチベンダー対応の LAN インタフェースおよび設備データベースに ORACLE を採用し，他社マルチベンダーサーバを接続
(4)　操作卓 CRT への液晶ディスプレイ，および系統監視盤に代行する２面プロジェクタの採用

図 22　滝野制御所のシステム構成



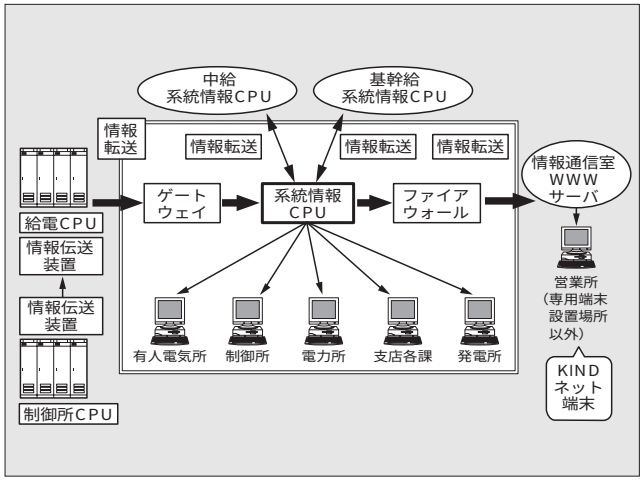

### 2　関西電力(株)系統運用関係情報システム

関西電力(株)では，各給電所をネットワークで結合し，各所で持つ系統運用に関する情報を相互に共有できる情報共有システムの導入を進めている。現在までに導入されているシステムは，EWS/X端末を用いたクライアント・サーバ方式のシステムであったが，富士電機ではサーバに WWW 方式を用い，端末にパソコンを採用することにより従来システムとの差別化を図り，和歌山給電所のシステムを受注した。

このシステムの主な特長は次のとおりである。

(1)　マンマシンに Java アプレットを採用することにより，情報の配信，端末のメンテナンスフリー化を実現
(2)　ファイアウォールを介し，他ネットワークのサーバへも情報を配信することにより，一般の端末へも情報を提供

図 23　系統運用関係情報システムの概要

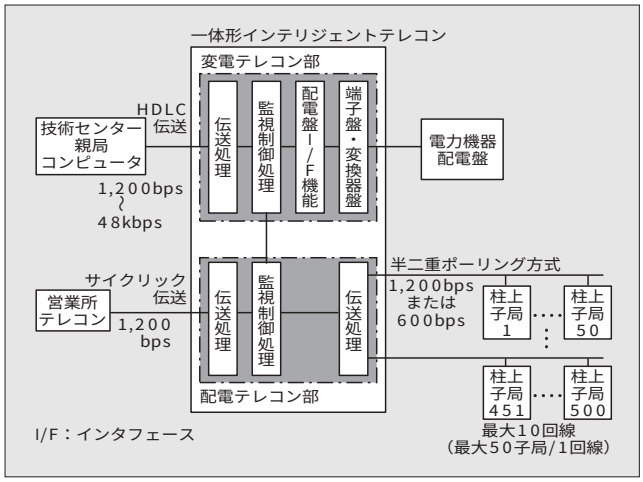



### 3　東北電力(株)向け一体形インテリジェントテレコン子局装置

従来の HDLC（High-Level Data Link Control）形テレコンは，全電気所をカバーしたため，高機能・多機能であるが高価であった。そこで，配電用変電所をターゲットに，機能・入出力項目の標準化を強力に推進し，より安価で，かつ配電自動化用テレコン（最大 500 台の柱上子局の監視制御を営業所システムを介して行うための変電所設置テレコン）を同一盤内に内蔵し，一体化したインテリジェントテレコンを開発した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　従来，子局の外部で構成したテレメータ変換器盤と端子盤を収納
(2)　配電自動化用テレコンも実装可能（オプション）
(3)　配電線事故区間情報を子局内部で演算（120 点分のディジタル入力が不要）

図 24　一体形インテリジェントテレコン子局装置の概要



## 放射線

### 1　坑内外放射線監視システム

核燃料サイクル開発機構東濃地科学センターの東濃鉱山では，地層科学研究のための各種作業者や一般見学者のために，十分な安全対策が講じられている。

富士電機は，この一環として，坑内外における人の動き，水質・放射線などの環境監視，ならびに各種機器類の運転状況を集中的に監視するシステムを納入した。

このシステムでは，坑内外の複数のテレビカメラ，水質センサ，空間γ線モニタおよびラドンモニタなど放射線モニタからの信号や機器運転信号を，分散設置したシーケンサを経由して鉱山総合管理棟に光伝送し，テレビモニタ，表示盤ならびにパソコンシステムで集中監視できる。また，気象観測データとラドン測定データを使用して，坑内排気口からのラドン拡散シミュレーションが行える。

図25　坑内に設置した空間γ線モニタ

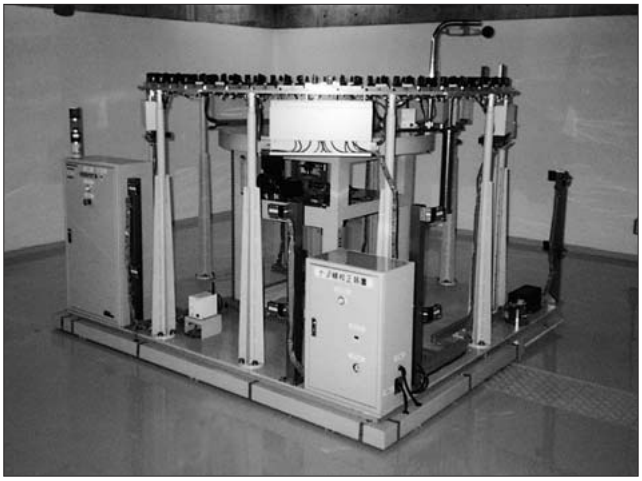
### 2　電子式個人線量計校正設備

原電事業(株)東海事業所校正建屋に電子式個人線量計校正設備を納入した。この設備は，γ・β線用校正装置と中性子線用校正装置に分かれており，1997年から日本原子力発電(株)で運用しているカード型線量計および多機能型線量計を校正するものである。

これらの線量計の納入台数が5,000台と多いことから校正作業の省力化のため，自動化を図った。γ・β線用校正装置については線量計50台を，中性子線用校正装置については線量計40台を校正装置にセットし，校正条件を入力する作業だけで校正できる。

校正データについてはパソコンを用いてデータベース化しており，線量計の校正記録をいつでも出力可能となっている。

図26　γ・β線用校正装置



### 3　大形物品サーベイモニタ

原子力発電所の管理区域で使用した物品を管理区域外に搬出するとき，放射性物質による表面汚染状況を検査することが法令で定められている。従来，足場板など肉薄の定形物や小物類は，検査の機械化が進められてきたが，机や大箱のような大形物品は，直径5 cmのGMサーベイメータで手作業検査を実施していた。富士電機では，これらの検査の合理化のため大面積（幅30 cm×長さ10 cm）のプラスチックシンチレーション検出器を使用した大形物品サーベイモニタを開発し，関西電力(株)美浜発電所に納入した。このモニタは，検出器周囲の鉛シールド取付けにより高感度で検査できる。さらに，検出器を保持の負担なく物品との距離を一定に保って操作することができるため，検査効率を作業者の負担なく向上でき，原子力発電所の物品搬出作業の短縮に貢献している。

図27　大形物品サーベイモニタ

A6952-17-386

## 配　電

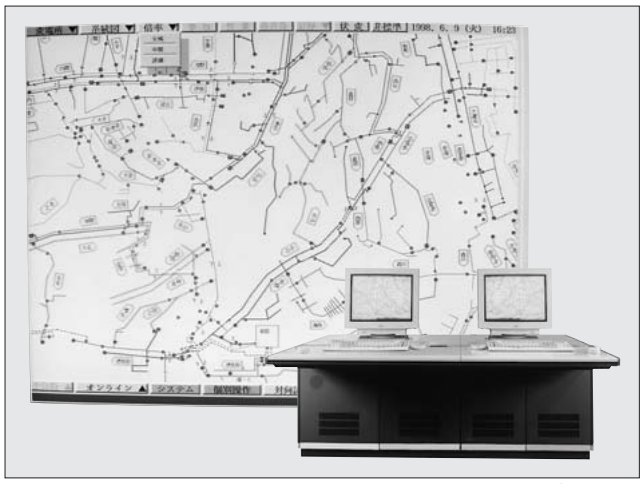
### 1　沖縄電力(株)配電自動化システム

➲関連論文：富士時報 1998.9 p.519-523

沖縄電力(株)と富士電機は，事故時の早期復旧や配電系統運用管理のさらなる効率化などをめざし，配電自動化システムの仕様，機能の見直しを進めてきたが，今回開閉器の遠方操作を主体とした遠制システムによる部分運用を開始した。このシステムの主な特長は次のとおりである。

(1)　同時並行操作が可能な２卓構成とし，サーバ停止時にもマンマシン用ワークステーションにより運転を継続
(2)　配電系統図の表示に，マッピング方式とスケルトン方式両者の特長を取り込んだ簡易マッピング方式を採用
(3)　件名の登録を行わずに，負荷の切替操作・切戻し操作の手順を自動作成し実行できる簡易系統操作機能を採用
(4)　設備データメンテナンス時のオペレーション手順を記憶する方式により，工事件名の順序入替えや延期にも柔軟に対応

図 28　配電系統図の表示例とハードウェア



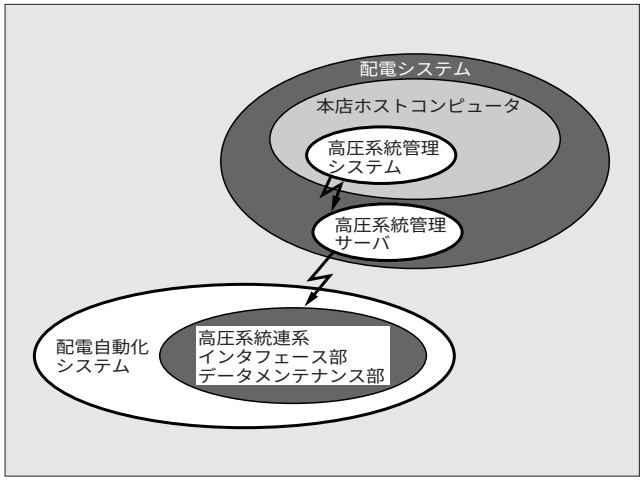
A7176-18-141/A7176-18-154

### 2　中国電力(株)配電自動化システム（高圧系統管理システムとの連係機能）

中国電力(株)と富士電機は，高圧系統管理システムと配電自動化システムをオンラインで連係することで，日々の工事などで変更していく配電系統のデータメンテナンス作業を省力化する機能を開発した。この機能の特長は次のとおりである。

(1)　標準プロトコル（TCP/IP）にて連係
(2)　配電系統の工事件名単位に高圧配電設備データを連係し，配電自動化システムでデータ入力することなく，システムの設備データメンテナンスが可能
(3)　開閉器区間内のお客様戸数や設備容量の変更を定期的にデータ連係し，更新が可能
(4)　連係されてきたデータと配電自動化システム側のデータとを比較し，自動で開閉器・機器属性，ネットワーク，区間設備データなどの整合性チェックを実施

図 29　システムの全体構成




### 3　東北電力(株)配電負荷監視制御システム

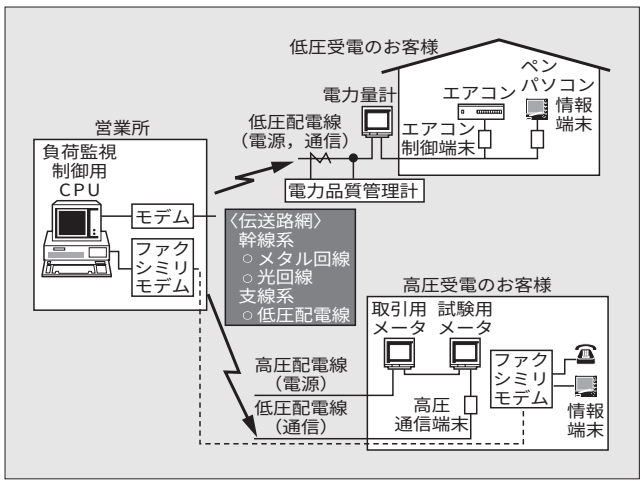
➲関連論文：富士時報 1998.9 p.516-518

東北電力(株)と富士電機は共同研究メーカー３社とともに，お客様個々の負荷状況を遠隔で自動管理する「配電負荷監視制御システム」の開発を行い，フィールド試験を実施した。

このシステムは，伝送路として，幹線系にメタル回線（専用通信線）および光回線を，また，支線系に低圧配電線搬送を使用し，営業所に設置された負荷監視・制御用 CPU から，①高圧・低圧電力量計の自動検針，②配電線の電力品質の計測，③負荷の遠隔制御，④情報端末への電力情報の通知を行う。

今後は，メタル回線と高圧配電線搬送を連係させた「異種搬送管理システム」経由のデータ伝送など，システムの機能拡張を行っていく。

図 30　配電負荷監視制御システムの構成



## 配　電

### ④　電力需給用複合計器（通信機能付き精密級・時間帯別）

電力会社では，夏季ピーク需要の抑制と負荷の平準化で電力需給の安定化を図るため，お客様の負荷を格安料金時間帯または昼間から夜間へ移動させるための料金制度である季節別時間帯別電力契約と需給調整契約制度を拡大した。そこで，500 kW 以上の大口需要家を対象に，これらの料金制度への柔軟な対応と検針業務の効率化・省力化を狙いとした，通信機能付きの多時間帯計量が可能な計器を開発した。計器の主な機能および特長は次のとおりである。

(1)　計量項目は，９時間帯別の電力量とデマンド，力測用有効・無効電力量，30分デマンドおよび全日電力量
(2)　力測用無効と全日電力量の30分指示値を44日分記憶
(3)　通信はオンライン用とオフライン用の両方を具備
(4)　需給カレンダーは14か月分の設定が可能

図 31　電力需給用複合計器（通信機能付き精密級・時間帯別）

## 太陽エネルギー

### ①　中国電力(株)三隅火力発電所向け太陽光発電システム

中国電力(株)では，島根県三隅町に石炭火力発電所を建設した。発電所内には，見学者のために「ふれあいホール」も建築され，発電所の紹介などが展示されている。この「ふれあいホール」の入口ロビー屋根上に 12.7 kW の太陽光発電システムを設置した。入口ロビーは円筒形をしており，屋根は円筒を斜めにカットした形状となっている。屋根に設置された 141 W の多結晶シリコン太陽電池 90 枚と，円筒形の屋根に対応するために，変形ダミーモジュール30枚を製作し，全体を丸くした。また，太陽電池モジュールは屋根と一体感をもたせるため，鋼板製瓦棒（かわらぼう）屋根の瓦棒にアルミニウム製の取付座を設け，太陽電池モジュールにも取付用アルミニウム板を付け，施工も上部からタッピングビスで容易にできる工法とした。

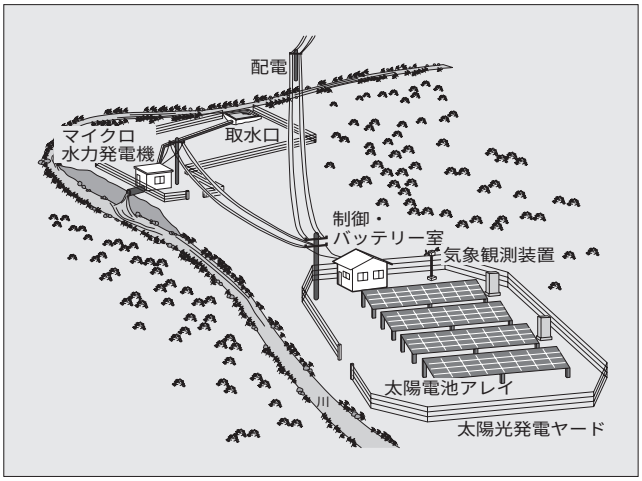
図 32　中国電力(株)三隅火力発電所「ふれあいホール」

### ②　NEDO 国際共同実証開発「太陽光マイクロ水力ハイブリッドシステム実証研究」

1997年度に新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）国際共同実証開発の一環として「太陽光マイクロ水力ハイブリッドシステム実証研究」を受託し，100 kW 級太陽光発電装置と誘導発電機を使用する 25 kW 級マイクロ発電装置および余剰電力を蓄える蓄電池から構成されるハイブリッドシステムを構築し，ベトナム・Gia Lai 省 Mang Yang 県 Trang 村で実証運転のためのシステム設置工事に着手した。

この実証研究は1998年度にシステム設計・製作およびシステム設置のための基礎工事を行い，1999年夏ごろまでに据付け調整を完了させたのち，太陽光発電とマイクロ水力発電との相互補完関係ならびにシステムの経済性および電力品質を評価することを目的に約２年間の実証運転を行うことになっている。

図 33　設置システムのイメージ図



## 燃料電池

### 1　100 kW 燃料電池発電装置（商品機プロトタイプ）

商品機プロトタイプ１号機は，東邦ガス(株)経由トヨタ自動車(株)本社工場に設置し，1997年８月末から実証試験運転を開始した。電力は工場内で系統連系し，熱は洗浄水槽の加温に利用している。1998年９月末までの運転実績と装置の仕様は次のとおりである。

(1)　運転時間　：8,036 時間（設置後の運転時間）
(2)　稼動率　　：90 %（運転時間/計画運転時間）
(3)　負荷率　　：100 %
(4)　出　力　　：100 kW（三相，210 V，60 Hz）
(5)　燃　料　　：都市ガス 13 A，22 $Nm^3/h$
(6)　発電効率　：40 %（LHV：Low Heat Value）
(7)　熱出力　　：90 ℃温水 17 %（LHV），
　　50 ℃温水 30 %（LHV）
(8)　寸法，質量：5.0 m（L）×2.28 m（W）×2.5 m（H），13 t

図34　100 kW 燃料電池発電装置（商品機プロトタイプ）

### 2　100 kW 燃料電池発電装置（第一次商品機）

➲関連論文：富士時報 1998.3 p.176-180

富士電機は1997年９月から，コストダウンを進めた 100 kW 第一次商品機の実証運転を当社千葉工場で行い，1998年から出荷を開始した。これまでの試作機をベースに，耐久性の改善，メンテナンス性の向上を図り，さらにシステムの簡素化，機器の複合化により小形化を実現している。

本機の主な仕様は次のとおりである。

(1)　形　式　　：りん酸形，常圧，水冷式
(2)　燃　料　　：都市ガス 13 A
(3)　運転方式　：全自動運転方式
(4)　構　造　　：パッケージ形
(5)　発電効率　：40 %（LHV：Low Heat Value）
(6)　熱出力　　：高温水 90 ℃，低温水 50 ℃
(7)　寸法，質量：3.8 m（L）×2.2 m（W）×2.5 m（H），12 t

図35　100 kW 燃料電池発電装置（第一次商品機）

### 3　副生水素利用 100 kW 燃料電池発電装置

富士電機は(株)四国総合研究所と共同で，ソーダ工場や石油化学工場などの製品製造過程で発生する副生水素を有効利用する燃料電池発電装置の開発に取り組んでいる。

東亞合成(株)における実証プラントの運転時間は，1998年10月現在，約12,000時間に達した。

実証プラントは，従来，ボイラ燃料としていた副生水素を燃料電池へ供給して発電し，系統へ連系するとともに，排熱を蒸気に変えて工場の蒸気ラインへと供給している。この装置の主な仕様は次のとおりである。

(1)　形　式　：りん酸形，常圧，水冷式
(2)　電気出力：100 kW，AC 200V
(3)　効　率〔実績値，HHV（High Heat Value）〕：
　　発電効率（送電端）40 %
　　熱利用効率（蒸気）33 %

図36　副生水素利用 100 kW 燃料電池発電装置

＊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。