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

電力設備需要は，規模・件数ともに低迷している中にありながらも，一層の高効率化，保守運用の省力化，電力供給の信頼性の向上などに対する各種の技術開発が求められている。

富士電機はこれらにこたえるべく，引き続き新技術・新製品の開発を積極的に推進し，ランクアップ，既設設備の近代化などに多くの成果をあげた。

火力発電部門で特筆すべきことは，経年火力や電力・蒸気負荷のバランスに変化を生じた熱併給火力に対し，高効率タービンの適用，電子制御技術，エンジニアリング技術を駆使することにより，海外を含め多数の既設火力発電設備の改良工事を成約したことである。

一方，新設の熱併給火力，地熱火力の分野では，設備の高い信頼度の実績，高い効率の評価を得て，米国をはじめ海外向けにもかなりの受注成果をあげることができた。

事業用火力分野では，初蒸気の高温高圧化，自動制御設備の高度化，DSS対応などの昨今のニーズに対応する技術開発に重点をおき，電源開発(株)石川石炭火力発電所などにおいて，その成果をみた。

水力発電部門では，記録的大容量機である韓国電力(株)サムランジン揚水発電所納入385 MVA 発電電動機2台の運転開始(昭和60年12月)，我が国で製作した最大容量機である8,700 kW S形チューブラ水車・発電機2台(米国ローウェル発電所納入)の運転開始などが，特記事項として挙げられよう。

無公害かつ無限の国産循環エネルギーである水力資源は，各国で多少の差異は有るものの，その開発努力が続けられているが，新規着工の延期，規模の縮小などの傾向を更に強めており，受注競争もますます激しさを増してきている。

このため，プラントのトータルコストダウンはもちろんのこと，軽負荷ランナ，ディジタル制御などの新技術によるリプレースの発掘努力を行っている。

原子力部門では，まず，高速増殖炉原型炉「もんじゅ」の着工式が，60年10月28日に行われ，66年4月，炉上部ピットふた据付完了，67年10月臨界を目標に建設が開始された。富士電機が担当する燃料取扱設備，放射性廃棄物処理設備などについても，順調に設計及び工事の方法の認可申請が進んでいる。新型転換炉実証炉については，電源開発(株)が青森県大間町に建設することが関係省庁，電力会社間で合意され，安全審査を目的とした基本設計を実施した。

日本原子力研究所向け高温ガス実験炉は，炉内構造物試験設備 HENDEL T-2の工場製作を完了し，また，実験炉建設費低減のための合理化システムを検討中である。

KWU型PWRについては，日本向け適合化に関する共同研究をほぼ完了し，61年3月に最終報告書を納入する。

変電部門では，海外電力向け800 kV 変圧器14台及び分路リアクトル10台の出荷を開始した。国内向けでは，500 kV 変圧器として，中部電力(株)東栄変電所向けが運転に入り，続いて東京電力(株)新榛名変電所向けを出荷した。ガス絶縁開閉装置(GIS)では，高信頼性，小形化を目的とした新形GISを開発した。また，ギャップレスアレスタとして，14～196kV 酸化亜鉛形避雷器を製品化した。

保護制御部門のディジタル形保護システムでは，適用対象を送電線保護から変圧器保護に拡大している。テレコンではマイクロコンピュータ応用の新形を北海道電力(株)向けに納入し，引き続き各電力会社向けに開発中である。コンピュータシステムでは東京電力(株)向け配電自動化システムの共同開発，工場試験を終え，変電用システムとの組合せ試験中であり，61年はじめからフィールド試験に入る予定である。

新エネルギー部門では，新エネルギー総合開発機構委託による1,000 kW リン酸型燃料電池発電システムの製作を本格的に推進している。61年度には関西電力(株)堺港発電所にて実証運転に入る予定である。また小容量燃料電池としては，4 kW 発電装置を北陸電力(株)山の家用に納入した。

また，太陽光発電分野では，新エネルギー総合開発機構委託によるアモルファスシリコン太陽電池の大面積・高効率化の研究を進める一方で，太陽電池を利用した各種システムの開発を進めている。上記山の家用，水門開閉制御，鉄道ポイントの融雪装置などがその代表例である。

ソーラーシステム分野では，真空管コレクタを業務用システムに加え，住宅用に展開し好評を得ている。

火力

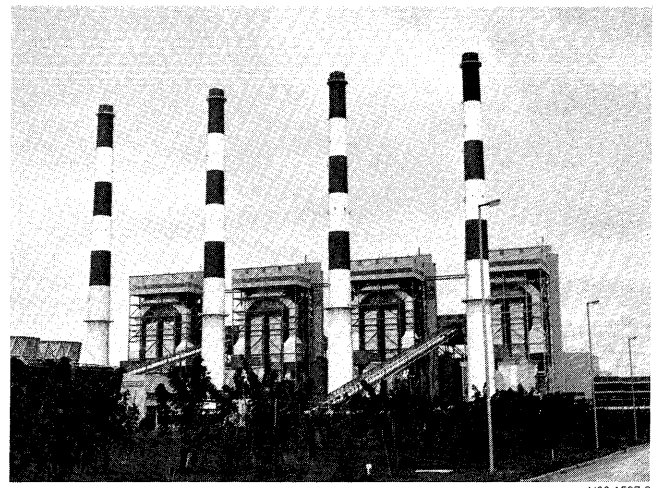
1 タイ電力庁マエモ火力発電所 4 ×150MW 発電設備の完成

タイ電力庁（EGAT）マエモ火力発電所の7号機（150MW）は1か月間の連続運転テストを終え，昭和60年12月から営業運転を開始した。これにより富士電機が55年に4号機を受注して以来，4号機から7号機までの全ユニットが完成した。当発電所の総出力は600MW であり，これはタイ電力庁の総発電容量の13%に相当し，全石炭火力発電容量の68%に当たる。この火力発電所は，タイ北部に埋蔵しているリグナイト（褐炭）を燃料とする山元発電所であり，発電された電力は500kV 送電線にてバンコクへ送られている。

富士電機は，3ケーシング HMN 型再熱タービン及び水素冷却ブラシレス励磁発電機，並びに関連補機を納入した。

なお，引き続き8～10号機（単機容量300MW）の増設ユニットが計画されている。

図1　タイ電力庁マエモ火力発電所4～7号機



N99-1537-2

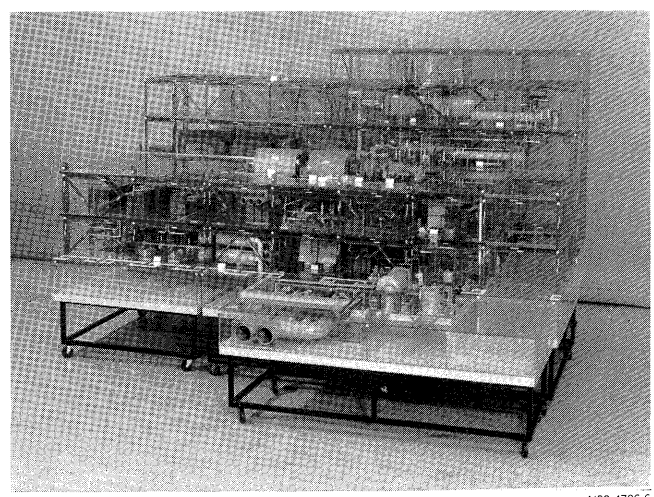
2 電源開発(株)石川石炭火力発電所のモデルエンジニアリング

限られた空間に多種かつ多数の機器・配管及びケーブルなどを配置する火力発電所では，近年，自動化・コンパクト化が進むとともに顧客ニーズの多様化・高度化が著しく，機器・配管などのレイアウトが複雑化し，その合理性要求が一段と強まりつつある。

石川石炭火力発電設備の設計段階では，この要求にこたえるため，1/20 の精密なプラスチックモデルを使用して各種設計審査・最適化を実施し，二次元の図面だけでは表現し難い多くの問題を事前に処理・解決するとともに，顧客の多岐にわたる要望を確実に反映し，信頼度の高い，合理的でバランスのとれたプラントの設計を短期間で実施した。

このモデルは現在，建設現地で活用され，工事設計・作業段取りの合理化，建設工事の品質管理水準の向上，工事工程の短縮などに寄与している。

図2　石川石炭火力発電所156MW 機のエンジニアリングモデル

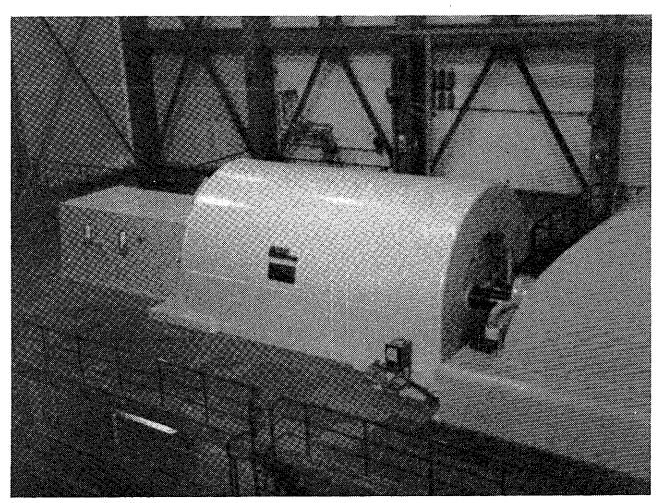


N89-4706-6

3 日本原子力発電(株)東海発電所 100 MVA 発電機

東海発電所（166MW）は我が国初の原子力発電所として昭和41年6月に運転を開始して以来，20年にわたり原子の灯をともしてきた。近年発電機の絶縁劣化が認められ，今後の電力の安定供給のために，2×100 MVA の発電機に対し，1台を新製交換，1台は固定子巻替えを含む大規模な改修工事を実施した。新製発電機は60年6月に工場出荷後，据付工事も順調に進み60年9月に営業運転に入った。新製機は，最新の技術を取り入れるとともに，既設タービンへの影響が無いように設計上の配慮をした。また密封油装置，ガス供給装置，AVR 盤，保護リレー盤も新製更新した。撤去した発電機は工場に持ち込み，固定子巻線の巻替え更新，回転子の分解手入れ，発電機本体の水素ガス気密対策などの保修を行っている。61年7月に工場出荷し，2号用として使用開始の予定である。

図3　100MVA 発電機



火力

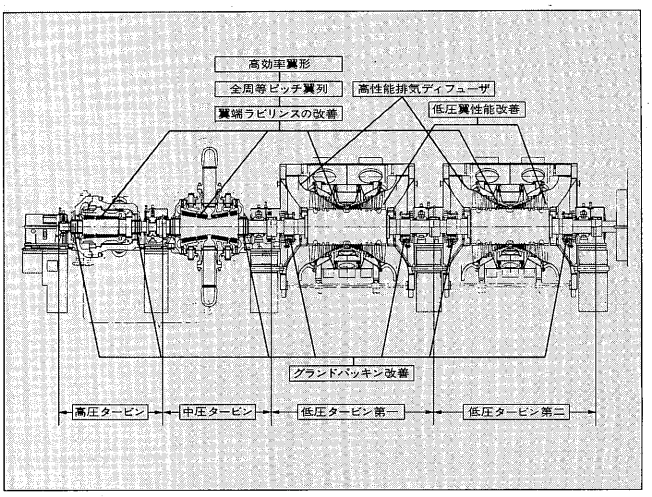
4 既設大容量火力プラントの高効率化改造

昭和59年に実施した175 MW事業用火力タービンの効率改善の高い効果が評価された結果，引き続いて350 MW及び175 MWタービンの高効率化並びにほかの改造を受注し，61年1月の試運転完了を目指して，現在，改造作業が鋭意進められている。

タービン熱効率改善量は，先に175 MWタービンの効率改善で好結果を得た実績ある最新技術を採用して，いずれも高い効率アップレベルの保証値となっている。

既設プラント改造では，保証値を満足させることはもちろん，運用中のプラント改造であることから，入念な現地調査結果を反映させた，設計，製造，工事，各部門の綿密なデザインレビューを実施して，高品質確保を目指しており，ユーザー各位に満足頂く効果が達成できるものと期待される。

図4　350MW蒸気タービン断面図（改造後）



5 富士反動式タービンによる既設衝動式タービンのリプレース

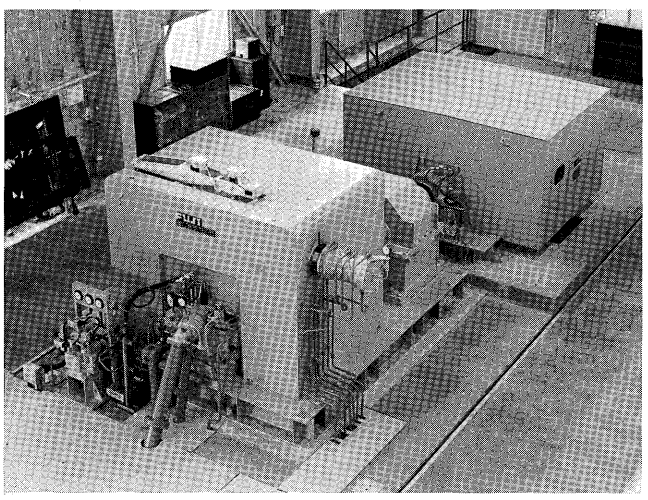
近年，省エネルギー努力の進展あるいは生産設備の改善に伴い，熱併給発電のプロセス蒸気と電力デマンドのバランスに変化が生じ，蒸気タービンにとって効率の悪い部分負荷運転及び自家発比率の低下が生じている。

富士電機ではユーザーの要望に応じて老朽化した既設衝動式タービンを撤去し，高いタービン内部効率をもつ富士反動式タービンにリプレースし，期待どおりの高い経済性を実現させた。

最近稼動に入った代表的なものは次のとおりである。

納入先	タービン形式	発電機端出力
錦海塩業(株)岡山工場	背　圧	9,120kW
北海道糖業(株)本別工場	背　圧	4,950kW
台湾化学繊維(株)	抽気背圧	21,680kW

図5　錦海塩業(株)岡山工場9,120kWタービン・発電機



N99-1447-11

6 ソ連トムスク向け17.7MW火力発電設備

17.7MWの火力発電設備をソ連トムスク地区向けに出荷した。

本設備は，ソ連向け自家用火力発電設備として初めて自由主義圏から輸出されるものである。

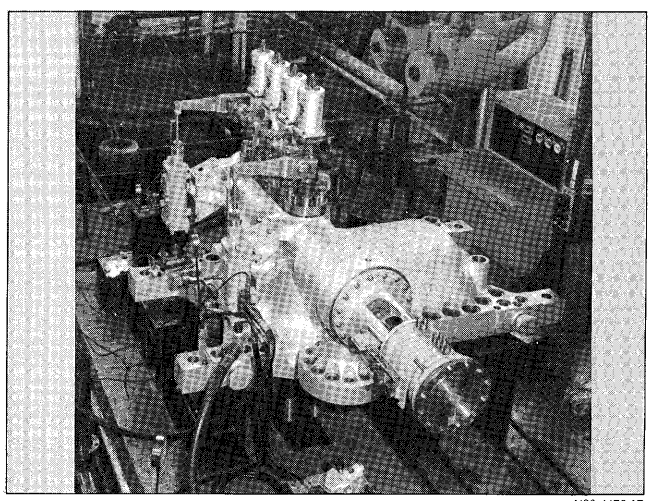
入口蒸気条件を117kg/cm²g, 535℃とする高効率高品質反動式背圧タービン（標準系列FETシリーズを採用）として計画した。

なお，タービン・発電機用のほかにボイラ用電気品及び計装制御品も一式納入範囲に含まれている。

受注の大きな理由は，ソ連における多数の運転実績（富士反動式圧縮機駆動用蒸気タービン：総台数48台，総出力450MWが稼動中）と高効率（他社に比べて蒸気消費率が約6.8%小さい）が高く評価された結果である。

ソ連検査官の厳しいチェックをパスし出荷された。

図6　17.7MW蒸気タービン



N89-4476-17

火力

7 米国西海岸地区公共企業体向け発電設備

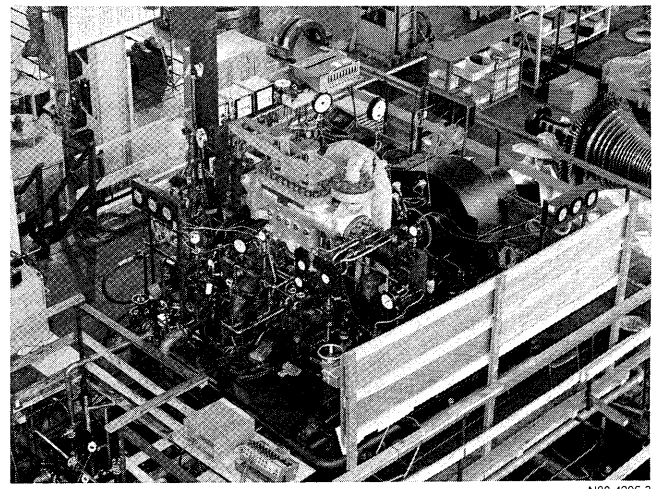
米国西海岸諸都市の公共企業体向けに昭和58年以来，合計6台（出力合計91MW）の廃材・廃熱利用の発電設備を受注した。これらは，いずれも富士反動式タービンの高い効率と高稼動率，並びに優れたエンジニアリング能力について厳しい審査の上，評価を得たものである。

プエンテ・ヒル向けは都市ごみの山（ランド・ヒル）から回収したメタンガスを高圧ボイラの熱源として利用するプラントで，世界最大の50MWの出力である。

ロサンゼルス市向けは，下水処理の際生じる残渣をケーキ状にし流動床ボイラで蒸気回収するもので，これは世界初のプラントである。

代替エネルギー開発と公害防止を両立させ，21世紀に向けた大都市の蘇生へのチャレンジに富士電機の技術が生かされたものである。

図7　ロサンゼルス市向けタービンの工場試験



N89-4296-3

8 圧縮機駆動用蒸気タービン

米国Kellogg社経由中国向けエチレンプラントのプロセスガス圧縮機用として，4.8MW 7,588rpm抽気復水タービン1台を受注した。

このタービンは次の特徴を有する。

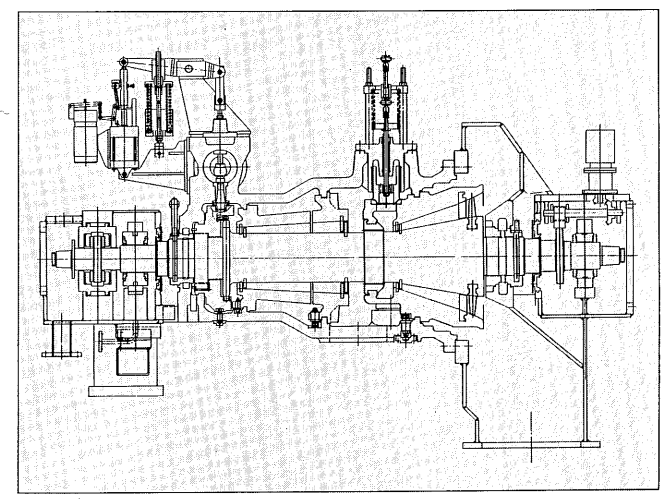
(1) プラントの総合効率を高めるために，105.5atg 510°Cの高圧高温入口蒸気条件の採用。

(2) 経済性を高めるために，1台のタービンの前と後に高圧と低圧の圧縮機をカップルさせた両軸駆動方式。

(3) 制御性を高めるために電気ガバナの採用。

このタービンを含め昭和60年の駆動用タービンの受注は総計11台，総出力74.7MWに達した。これは厳しい米国石油協会規格に完全適合した信頼性の高さと反動式翼列を採用した高効率タービンが，国内外の顧客及びコンサルタントに評価された結果である。

図8　プロセスガス圧縮機駆動用抽気復水タービン

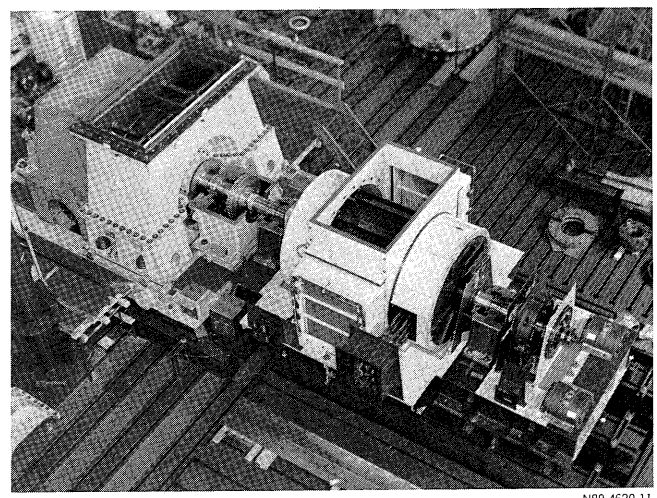


9 地熱発電

米国DWR（カルフォルニア州水資源局）Bottle Rock向け55MWシングルフラッシュサイクル地熱タービン発電機は，昭和60年3月に据付及び諸試験を完了し，当初蒸気の性状不良による弁スティック，タービン内部清掃のための停止があったが，その後DWRとしては初の地熱発電所として順調に営業運転を続けている。この姉妹機である同じDWRのSouth Geysers向け55MW地熱タービン発電機も60年6月に工場出荷を終わり，現在据付工事の開始を待っている。

中国チベット羊八井地熱発電所向け3.18MWダブルフラッシュサイクル地熱タービン発電機も60年8月に船積を終え，現在据付工事中である。完成後は海抜4,300mの世界最高地にある地熱発電所としてラサ地区の発展に役立つこととなる。

図9　羊八井向け3.18MW地熱タービン・発電機工場組立



N89-4620-11

水力

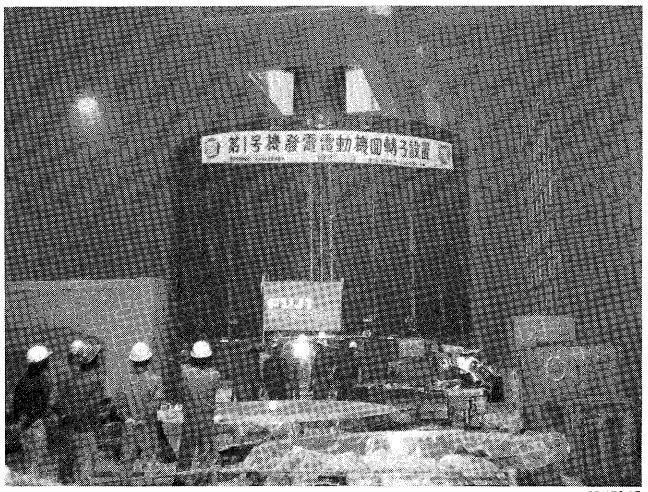
1 韓国サムランジン揚水発電所 2 ×385MVA 発電電動機

かねて据付中であった韓国電力(株)サムランジン揚水発電所納入発電電動機（2 ×385MVA）は，昭和 60 年末，営業運転を開始した。

本機は，ヘルメス（448.5MVA），バスカンテー（400 MVA）に次ぐ世界的にも記録的大容量機であり，富士電機の特許である磁気軸受を設けている。この磁気軸受は，ポンプ始動時の静止摩擦トルクの低減を図り，定常運転時にはスラスト軸受にかかる荷重を低減し，スラスト軸受の寿命と信頼性を向上させるとともに，効率の向上をもたらしている。

なお，これらの特長ある技術・実績により受注した ESCOM パルミエット揚水発電所向け発電電動機（2 ×250 MVA）の設計・製作も順調に進められている。

図 10　吊込み準備中の回転子



N68-170-15

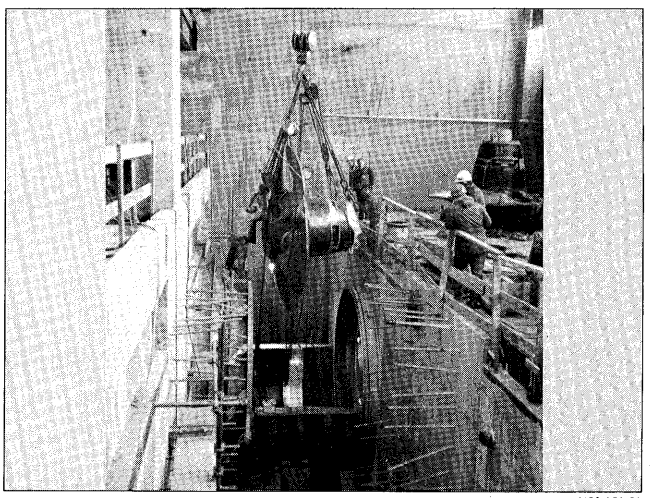
2 米国ローウェル発電所 2 ×8,700kW S 形チューブラ水車

米国ローウェル発電所向け大形 S 形チューブラ水車・発電機（2 ×8,700kW）の据付工事が完了し，昭和 60 年 11 月，2 台同時に営業運転を開始した。

超低落差水車としては，比較的大容量機にはバルブ形が，小容量機には S 形が計画されることが多いが，米国などでは，発電機の保守の容易さなどからかなりの大形機にまで S 形が採用される例が多い。

また，本発電所においては，従来，水車の分解のために露出させている吸出し管部分もコンクリートに埋設して補機設置スペースとして利用しているほか，天井クレーンも分解・組立が比較的複雑な水車部分だけに有効なものとして，クレーン及び建屋のコスト低減を図っている。

図 11　吊込み作業中のランナ



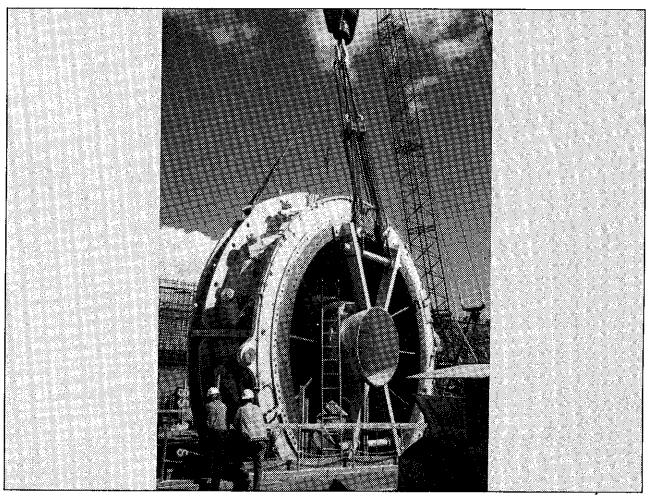
N68-161-61

3 米国メインキャナル発電所 1 ×26.8MW バルブ水車・発電機

米国ワシントン州・南コロンビア灌漑局が建設を進めているメインキャナル発電所向けに出荷された大形バルブ水車・発電機（1 ×26.8MW）は，昭和 61 年春の運転開始をめざして，順調に現地据付作業が進められている。

本機は，米国内でロックアイランド（53MW）に次ぐ大容量バルブ水車・発電機である。顧客は当初米国内で既に運転を開始しているバルブ水車・発電機の運転状況が良くないことから，その採用には消極的であり，立て軸機を希望していた。しかし，富士電機のバルブ水車・発電機に対する豊富な経験と技術力を評価し，バルブ水車を採用することにより，立て軸機に比べ 30%の土木費削減が可能という優位性を認め，採用を決めた。また機器の据付にはモービルクレーンを使用し，発電所内には補機点検分解用の 20 t クレーンのみを設置して，コストダウンを図っている。

図 12　吊込み中のガイドベーンリング



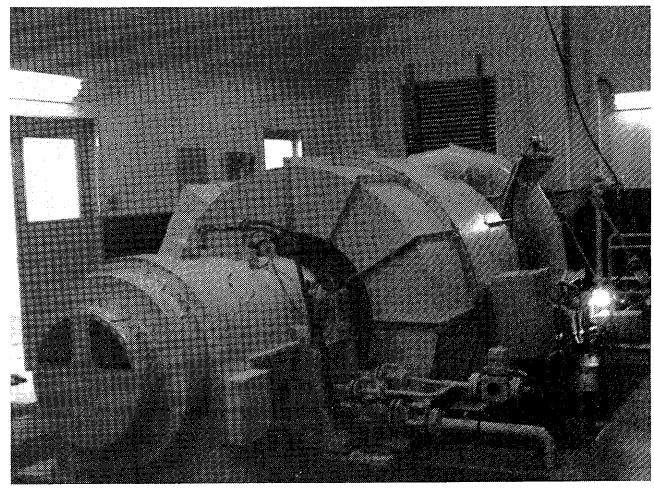
水力

④ 山梨県奈良田第三発電所 1 ×2,620kW 横軸フランシス水車・発電機(軽負荷ランナ水車)

中小水力発電所のエネルギー回収率を高めるために，電源開発(株)と富士電機が，通商産業省の補助金を受けて開発した軽負荷ランナの実証試験モデルプラントとして建設された奈良田第三発電所向け機器の据付が昭和 60 年 5 月に無事完了し，引き続き行われた確認試験において期待どおりの性能が実証された。この発電所では，このほかに，電動操作式電気調速機に加え，入口弁も電動式とし，圧油装置が省略されている。また，発電機は固有 GD^2 設計としてコンパクトにするとともに，回転部は無拘束速度に長時間耐える設計としている。更に，一体形配電盤の採用など，機器の簡素化と保守の低減が図られている。

年間発生電力量の大幅な増加が期待できる軽負荷ランナとこれらの新技術は，今後開発される中小水力発電設備のモデルとなろう。

図 13　据え付けられた水車・発電機



⑤ ネパール向けミニ水力発電装置

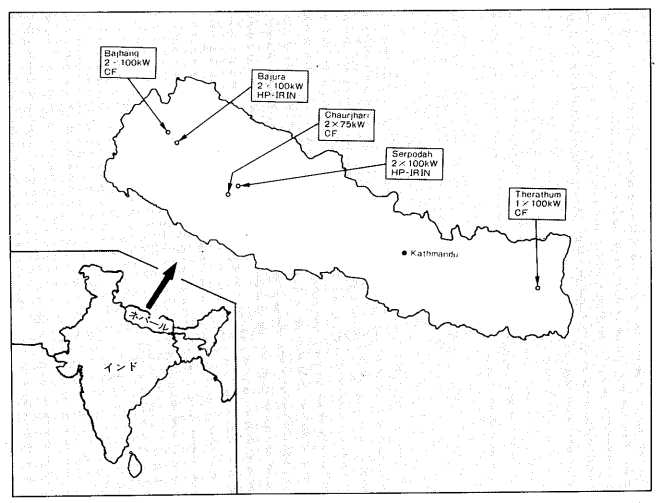
富士電機では，ネパール政府から，同国の地域(5 地点)電化用として，ミニ水力発電装置 9 台(4 ×100kW ペルトン水車，3 ×100kW クロスフロー水車，2 ×75kW クロスフロー水車)を受注し，鋭意設計・製作を進めている。

上記 5 地点は，図に示すように，ネパール国東西全土に分布位置し，標高 2,000～8,000m の山岳地帯の谷間に建設されるため，交通の便は極めて悪く，装置の現地への搬入には，ヘリコプタによる空輸が採用される地点もある。

また，現地据付・調整もできる限り短期間で施工できるように構造面，出荷分割方法などに特別な配慮が講じられている。

送配電網の整備が遅れている東南アジア，アフリカなどにおける地域電化には，この種セミプレハブ式ミニ水力発電装置が効果的であり，今後の拡販が期待されている。

図 14　ミニ水力発電装置の設置位置図

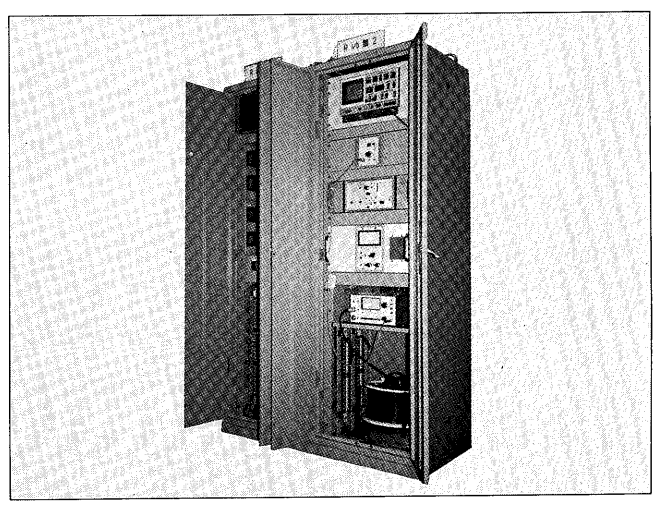


⑥ 水力発電所自動巡視点検システム

富士電機では，電源開発(株)との協同研究により開発した水力発電所用自動巡視点検システムを同社秋葉第二発電所に設置し，昭和 60 年 4 月から 1 年間の予定でアルゴリズム，その他の確認のための現地試験を進めている。

このシステムは，発電所機器に取り付けられた各種センサとミニコンピュータをオンラインで結合し，異常の処理，状態の把握（表示・記録）と予測，保守管理（データバンク）を総合的に行うことにより，一層のメンテナンスフリー化を図り，保守業務の合理化を目的として開発されたものである。なお，このシステム採用により，①無人化，集中監視化が進められている中で遅れている保守業務の合理化，すなわち，日常の巡視点検を省略することができる。②従来の人間の五感に頼っていた保守業務を，定量化でき，より信頼性の高いものにすることができる。

図 15　自動巡視点検システム（RI/O 盤）



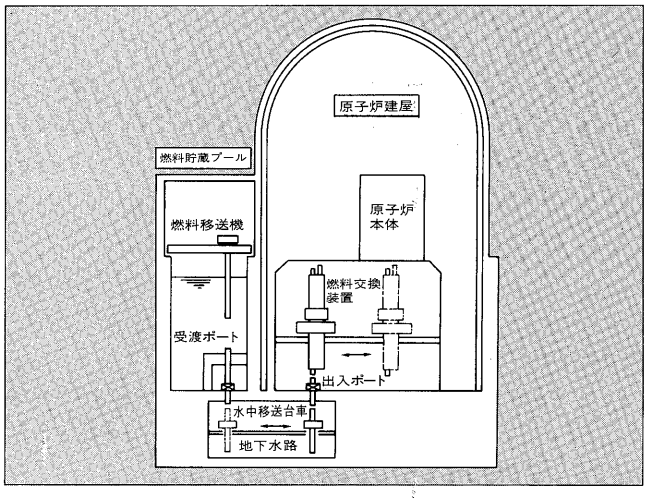
原子力

1 新型転換炉・高速増殖炉

ATR実証炉は，通商産業省，科学技術庁，電気事業連合会，動力炉・核燃料開発事業団及び電源開発(株)の合意に基づき，電源開発(株)が青森県大間町に建設する計画である（出力606MW，着工昭和64年4月，運転開始70年3月)。60年度は安全審査準備のための基本設計が行われ，富士電機は燃料取扱系などを分担した。また，燃料取扱系機器など，大形化，経済性追求の設計に関連するR&Dを動力炉・核燃料開発事業団から受託して実施している。

高速増殖原型炉「もんじゅ」については，廃棄物処理設備などの先入タンクの工事認可を受け，製作設計に着手した。高速増殖実証炉に関しては，59年度に引き続き，タンク型炉の概念合理化設計〔電力会社と(株)東芝・(株)日立製作所の共同設計〕に参加し，燃料取扱系を分担した。また，セル内燃料移送機，省廃液燃料洗浄法を開発中である。

図16　ATR実証炉燃料交換方式

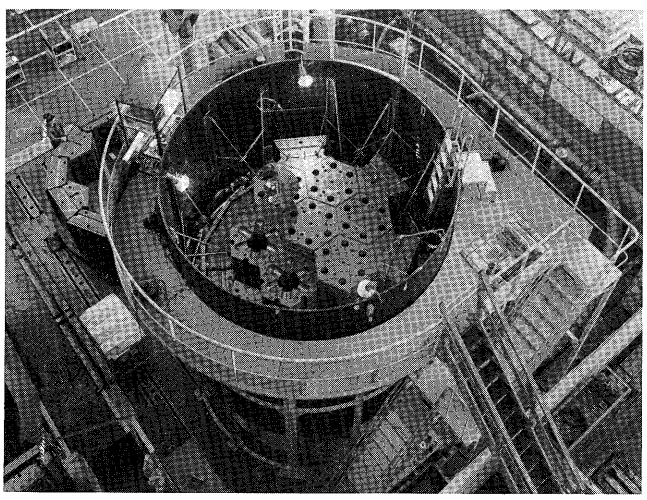


2 多目的高温ガス炉

日本原子力研究所向け実験炉の設計は，「詳細設計(II)システム調整(I)合理化システムの立案」を昭和60年2月に納入し，引き続き「詳細設計(II)システム調整(I)主要機器設計」を受注して川崎重工業(株)と共同で幹事会社業務のほか，プラント主要機器の合理化検討を行っている。なお，更に大幅な合理化が必要とされ，基本コンセプト自体を再検討することになり，60年11月から約8か月かけ「マルチホール型炉心並びに関連設備の検討評価」を行うことになり，米国GAT社と共同で検討評価を実施中である。

58年3月に日本原子力研究所から受注した大型構造機器実証試験ループ炉内構造物実証試験部（HENDEL T-2）は，既に各機器の製作・工場試験をほぼ終え，今後，据付・試験・試運転調整を推進していく予定である。

図17　HENDEL T-2 炉床部工場組立試験



N89-4408-26

3 原子炉周辺設備

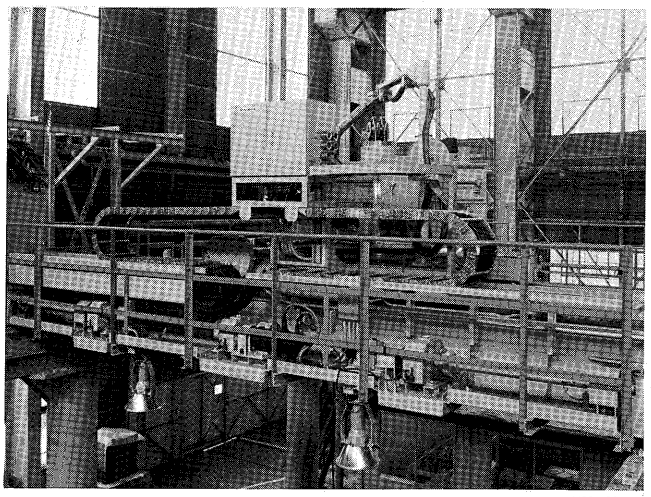
(1)　放射性廃棄物処理設備

KWU社との技術提携をベースに濃縮廃液の乾燥・固化，廃樹脂処理などに関する自主研究を推進している。ドライクリーニング機については，経済性に優れた富士電機独自システムの試作機を用いてホット試験を含む各種試験を完了し，実用化した。

(2)　原子力用ロボット

原子力プラントの定期点検作業用ロボットの開発では，弁座すり合わせ装置の試作機と壁面走行ロボットの1号機を完成し，開発の第一ステップを終了した。燃料再処理工場の遠隔保守技術確立を目的としたマニプレータ移送システムの試作機が完成し，現在試験中である。また，東海炉向け炉内点検・補修マニプレータ（多関節電動マニプレータ）の設計・製作を推進中である。

図18　マニプレータ移送システム



N89-4661-12

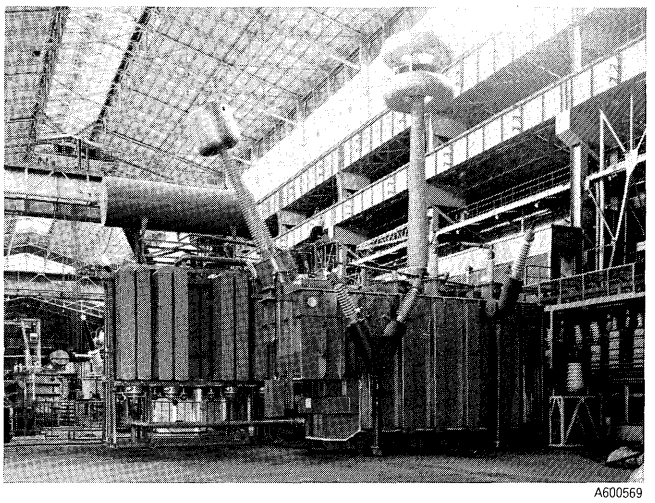
送配電

1 海外電力向け 800kV 2,000MVA 変圧器及び 400Mvar 分路リアクトル

海外電力向けに系統運営用では世界最高電圧，最大容量である単相 800kV 2,000/3MVA 単巻変圧器 14 台，及び 400/3Mvar 分路リアクトル 10 台を製作中であったが，そのうち変圧器 8 台，分路リアクトル 6 台の製作を終え，好成績のうちに試験を完了して出荷した。残りの変圧器 6 台と分路リアクトル 4 台を昭和 61 年 6 月に出荷後，順次現地組立・据付作業を進め，62 年 2 月末には全バンク引渡しとなる予定である。

本変圧器，リアクトルは，富士電機の超超高圧器における豊富な実績をベースに，最新の UHV 技術・解析技術を駆使して設計・製作したものであり，系統の強化拡充・信頼性の向上に貢献するばかりでなく，今後の UHV 機器の受注も大いに期待されている。

図 19　海外電力向け 800kV 変圧器



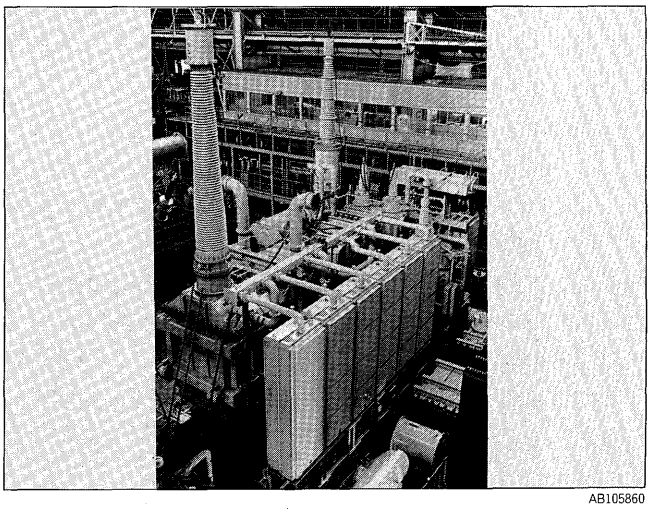
A600569

2 国内電力会社向け 500kV 変圧器

富士電機では，国内電力会社向け 500kV 変圧器として，昭和 54 年に関西電力(株)西播変電所向けの 500kV 1,000 MVA （バンク） 単相変圧器を納入以来，最新の UHV 技術・解析技術を駆使して，小形・軽量で信頼性の高い 500kV 変圧器を製作してきた。

60 年には，中部電力(株)東栄変電所向けに 500kV 800 MVA（バンク）を現地に納入し，運転を開始した。更に東京電力(株)新榛名変電所向けに 500kV 670MVA （バンク） の 2 号機を現地納入し，順調に据付進行中である。本器は，輸送ルート上，吾妻川の河床を走行させる必要があったので，十分な事前検討を行い，無事に輸送を完了させることができた。

図 20　東京電力(株)新榛名変電所 500kV 変圧器



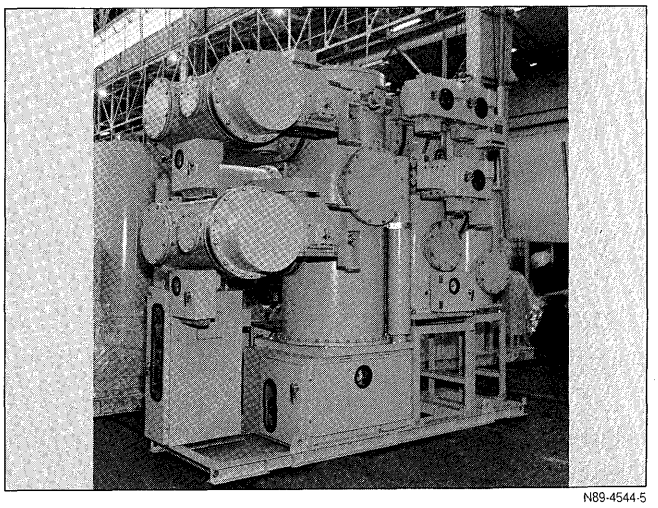
AB105860

3 72/84kV 新形ガス絶縁開閉装置（GIS）

富士電機では，昭和 58 年に縮小形 GIS をシリーズ化し，これまでに 110 回線を超える納入実績があるが，このたび，この縮小形 GIS を基本構造として，より一層の小形化，及び保守，点検性の向上をめざした 72/84kV 新形 GIS の開発を完了した。新形 GIS では構成機器の複合化を更に拡大するとともに，母線配置などに合理的なレイアウトを採用することにより，従来の GIS に比較して大幅な小形化を実現している。また，本 GIS の遮断器にも，従来からの富士 GIS の特長である油圧操作器を採用して，装置全体のエアレス化を図っている。

本 GIS は今後，変電所の高信頼化，コンパクト化，保守の省力化などに貢献するものと期待される。

図 21　72/84kV 新形ガス絶縁開閉装置



N89-4544-5

送配電

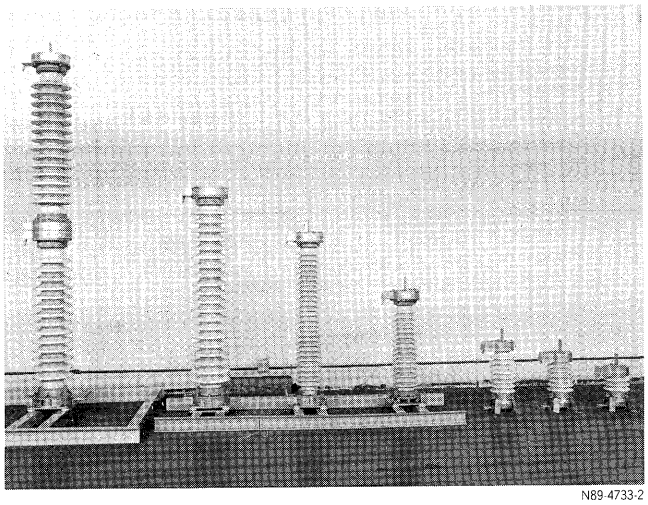
4 交流電力用酸化亜鉛形避雷器

ギャップレスアレスタとして，定格電圧 14～196kV のがいし形及びタンク形交流電力用酸化亜鉛形避雷器を製品化した。

この避雷器用酸化亜鉛素子は，富士電機独自の素子組成，製造工程により，素子の静電容量が大きい，急しゅん波応答特性が良い，制限電圧特性が低いなどの優れた特徴を有している。また，この特長から，避雷器としても，構造が簡単となり，長寿命化，品質・性能の安定化が達成された。

既に，酸化亜鉛形避雷器の新規格 JEC-217 に準じた各種試験のほか，長期課電試験，耐震性能検証など避雷器として実用上の性能検証試験を終了し，形式試験も終了した。

図 22　交流電力用酸化亜鉛形避雷器

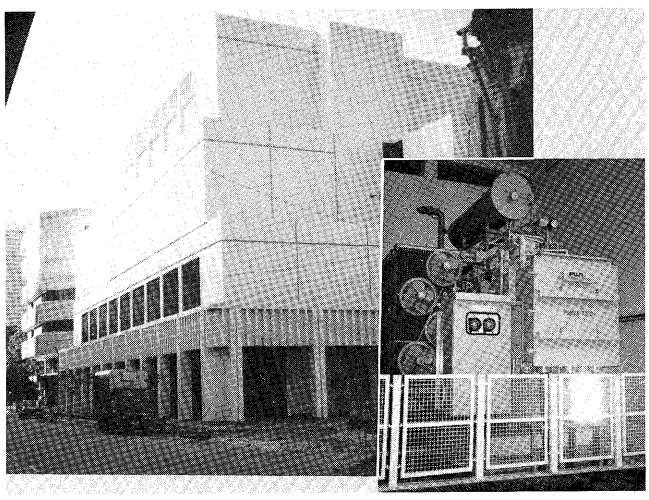


N89-4733-2

5 海外電力向け変電設備

昭和 60 年に，海外電力向け変電設備として，インドネシア向け 154kV 変電所 7 か所，シンガポール向け 66kV 変電所 1 か所，サウジアラビア向け 132kV 変電所 3 か所などの引渡しを完了した。更に，61 年納入分として，サウジアラビア向け 132kV 変電所 7 か所，33kV 変電所 2 か所，インドネシア向け 154kV 変電所 3 か所の変電機器を製作中である。これらは，国内外他メーカー又は現地総合建設会社などとの協同により，それぞれの得意分野を担当して，価格競争を有利に進めて受注したものである。富士電機は，これらに対して，長年養われてきたプラント技術を生かし，変電機器の取りまとめと，132kV GIS 39 ユニットを含む主要変電機器を担当し，中近東及び東南アジアの発展に寄与している。

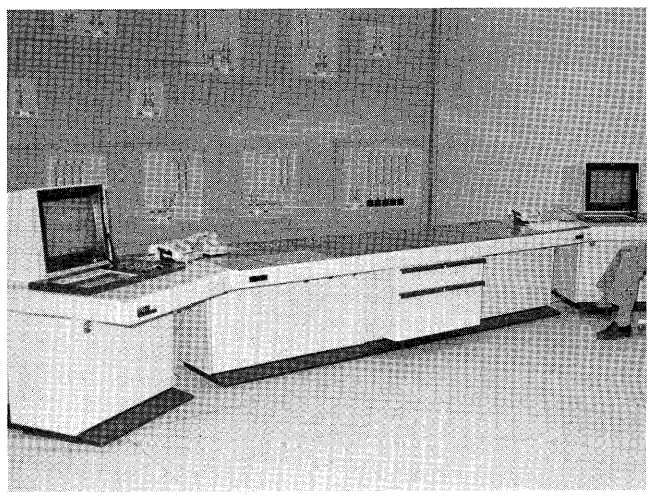
図 23　シンガポール PUB ラッフルズ変電所



6 サウジアラビア電力庁 NAJRAN 地区 SCADA システム

昭和 54 年に ASIR，BAHA 地区に納入したシステムに次ぐサウジアラビア向け 3 番目のシステムで，アラビア半島南西部の ASIR 山岳地域と北イエメン国境に接する標高 1,400～2,400m の農商地区 NAJRAN の電化用に新設された 5×32.75MW ガスタービン発電所，12×132/13.8 kV，33/13.8kV 変電所を集中監視制御している。運転保守員の不足から給配電の集中管理が必至で，電化計画の当初から SCADA を織り込み，実用的な RAS 機能を要望して 2 ×U-1400 と DISTA-2000 からなるシステム主要部の冗長化はもちろん，情報伝送路の PLC も二重化している。被制御所とはポーリング方式で連絡し，2 秒と 10 秒の要更新データ混在のため，サブコミ伝送をしている。制御所には運転訓練，故障診断の設備も付属している。PLC，電話，電源設備を含む輸送を除く一切を納入，施工した。

図 24　サウジアラビア電力庁 NAJRAN 地区 SCADA システム

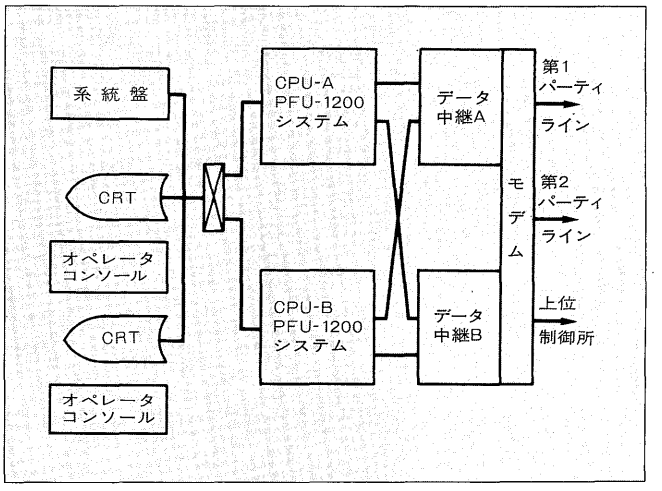


送配電

7 メキシコ電力庁 EL SAUZ 向け SCADA システム

本 SCADA システムはメキシコ市郊外の 15 変電所（当初 8 局）の集中監視制御を行う。システム方式は CBSC 方式で，その構成は CPU 及びデータ中継装置をそれぞれ常用系・予備系（ホットスタンバイ）とすると二重化構成である。制御所と各子局はポーリング方式で結合され，ハードウェア的には二組のパーティライン（一組当たり 8 局）で結合される。本システムでは上位制御所があり，本制御所では各子局の情報を収集し上位へ転送するとともに上位からは本制御所を経由して各子局の制御が可能な階層構成となっている。システム機能としては変電所の CB，LS，Tr，送電線の監視・制御及び計測値の監視に加え，今回特に付加した機能は，①各子局への診断機能を含めた故障診断機能，②設備メンテナンスを CRT 画面を介して行うイメージジェネレータ機能，③計測値のグラフ表示機能である。

図 25　メキシコ電力庁変電所集中監視制御システム図



8 北海道電力(株)向け新形遠方監視制御装置

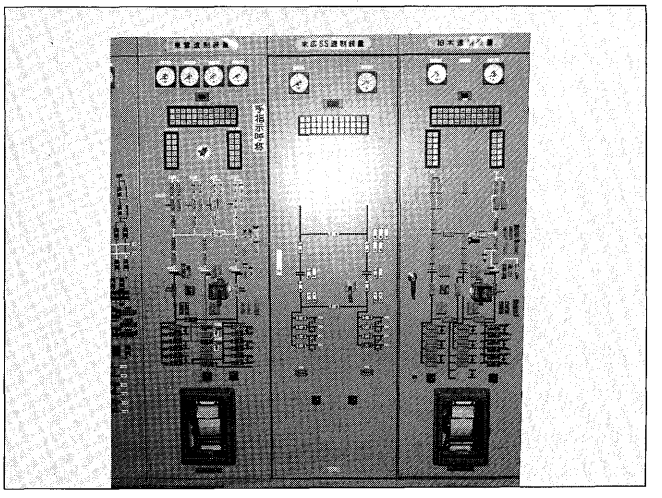
北海道電力(株)向け〝SAS-100EH〟形遠方監視制御装置を開発し，1 号機を納入した。

本装置は，従来のハードロジック主体形と異なり，マイクロプロセッサ機能を応用し，柔軟なプロセスへの対応を考慮している。主な特長は下記のとおりである。

(1) 表示警報の設定が，設定器からハードウェアの変更なしに，自由に可能である。
(2) 計測入力の切換処理をソフトウェアで対処している。
(3) 選択ボタンの配線を 1 対 1 のケーブル配線としているので，増設・改造時の停止時間を短縮できる。
(4) 変電所総合ディジタル化のためのインタフェースが将来追加できる。

他電力向け遠方監視制御装置も本装置をベースとして，現在開発中である。

図 26　〝SAS-100EH〟遠方監視制御装置

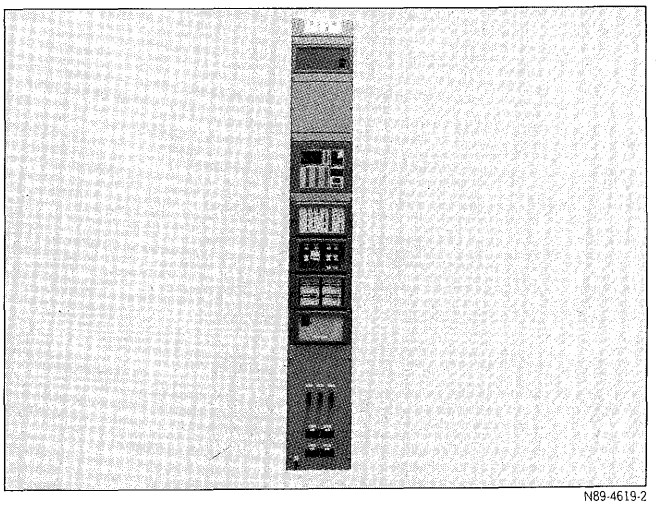


9 ディジタル形送電線保護継電装置

昭和 58 年，東京電力(株)小松発電所向けに，ディジタル送電線保護継電装置の 1 号機を納入したが，その全面的な改良形を，60 年度内に 10 フィーダ分以上，東京電力(株)向けに納入予定である。改良形は特に下記の点に留意して設計・製作されている。

(1) 主保護リレー要素群と，後備保護リレー要素群は 1 CPU ユニットで実現されており，CPU ユニット数を従来の 1/2 とした。これによりコストダウン，低消費電力化，固有信頼度の向上を図ることができた。
(2) 自動監視中の常時監視のウェートを高め，万一の装置不良を早期発見可能とし，装置稼動信頼度を高めた。
(3) トリップ，投入回路の最終段素子を静止化し，信頼性の向上及びシーケンス回路の簡素化を実現した。
(4) 低消費電力素子を大幅に採用し，消費電力を低減した。

図 27　ディジタル形距離継電装置



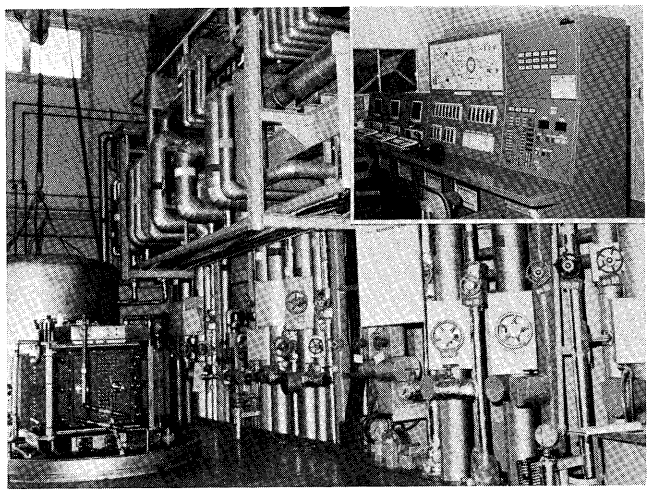
N89-4619-2

新エネルギー

1 新エネルギー総合開発機構委託 1,000kW 燃料電池発電システム

低温低圧型（分散配置用）1,000kW 燃料電池発電システムは昭和 59 年に詳細設計が終わり，60 年は機器の製作を行った。改質系主要機器はサイト〔関西電力(株)堺港発電所〕の据付を開始した。本プラントの製作にあたっては，電気事業法が準用されており，従来の火力発電所に準じる工事計画の審査並びに検査が実施されている。今後の予定は，61 年 4 月末据付完了，更に 10 月末までパックテスト及び調整テストを行う。その後関西電力(株)により 62 年 9 月まで 11 か月間運転研究が行われ，発電システムの経済性，実用性，環境性のテストが実施される。なお，富士電機は，59 年末に千葉工場内に燃料電池の専門工場を建設し目下 1,000kW 用燃料電池ブロックの製作，試験を実施し，順調な結果を得つつある。図には工場試験中の燃料電池設備を示す。

図 28　ブロックセル試験装置及び制御デスク



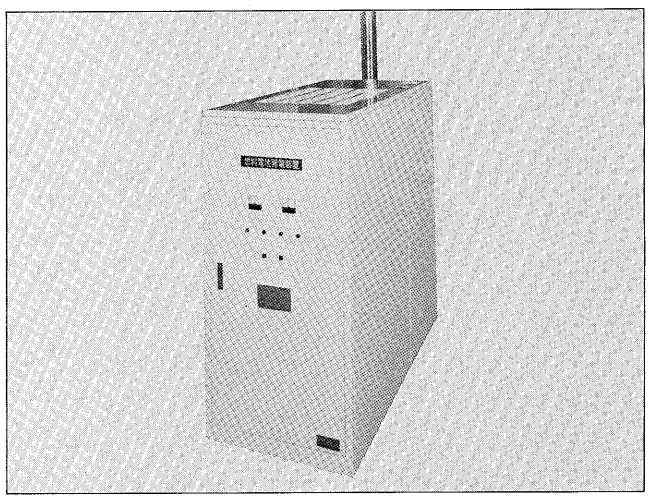
2 山間へき地用太陽光発電システム併設 4kW 燃料電池発電装置

本装置は太陽光発電研究施設の蓄電池を主として無日照継続時に補充充電する補助電源として用いられ，昭和 60 年 12 月から 62 年 3 月までの冬期 2 シーズン運転研究が行われる。

装置の機器構成は，燃料電池，改質器，排熱回収装置，原料供給装置，制御装置からなり，これらの機器は台車上に搭載され，装置全体を保護カバーで覆っている。

燃料電池はリン酸型空冷式で，動作圧力は常圧である。燃料メタノールはカセットタンクで必要量が供給され，改質器で水蒸気改質され，燃料極に供給される。一方，改質用の水は排熱回収装置によって回収され，プラントには温水を供給する。運転は起動ボタンを押すだけで行われ，それ以降は全自動で発電を開始する。また，停止指令あるいは停止ボタンを押すことにより全自動で停止する。

図 29　4kW 燃料電池発電装置

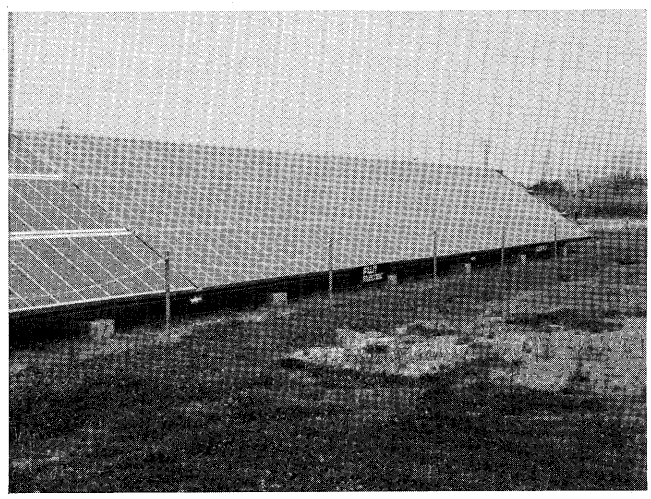


3 電力用アモルファスシリコン太陽電池モジュール

アモルファスシリコン太陽電池は，現在我が国の太陽電池生産量の 70%を超え，しかも毎年急増を続けている成長製品である。その用途は，卓上コンピュータ，腕時計などが主体であるが，光の吸収率がよく，薄膜にできるため，シリコンの使用量や製造エネルギーが少なく，製造工程が少ないなどの利点があり，近い将来の発電用としての利用が期待されている。富士電機では太陽光発電所用として下記の新エネルギー総合開発機構プロジェクトに総容量 3,760Wp の電力用アモルファスシリコン太陽電池を納入し，順調に発電を続けている。

(1)　東京電力(株)千葉・市原太陽光発電試験場
　　（富士電機千葉工場内）
(2)　四国電力(株)西条太陽光試験発電所（図参照）
(3)　(財)電力中央研究所赤城試験所

図 30　電力用アモルファスシリコン太陽電池



新エネルギー

4 太陽光発電システム

富士電機は太陽電池を用いた発電システムとして，新エネルギー総合開発機構委託により横須賀地区で個人住宅用光発電システムを完成させた。また市原地区で東京電力(株)が取りまとめた分散配置光発電システムに協力してきた。

昭和60年度は，新エネルギー総合開発機構委託により北陸電力(株)が取りまとめた山間へき地用太陽光発電システムの太陽電池システムを納入した。これは，立山山麓の多雪地帯において，滑雪用傾斜屋根に5kWpの結晶太陽電池を設け，蓄電池とインバータにより，完全に独立した電力供給を行うものである。

太陽電池モジュール：5kWp，98モジュール
直交変換装置：自励式インバータ 3kVA
蓄電池：1,200Ah，DC110V

図31　北陸電力(株)山の家太陽光発電システム

5 太陽電池応用システム

太陽エネルギーによって直接電力を発生することのできる太陽電池は，静止機器，無公害，メンテナンスフリーなどの特長がある。富士電機では，この特長を生かした各種応用システムの開発を行っているが，昭和60年の成果として下記がある。

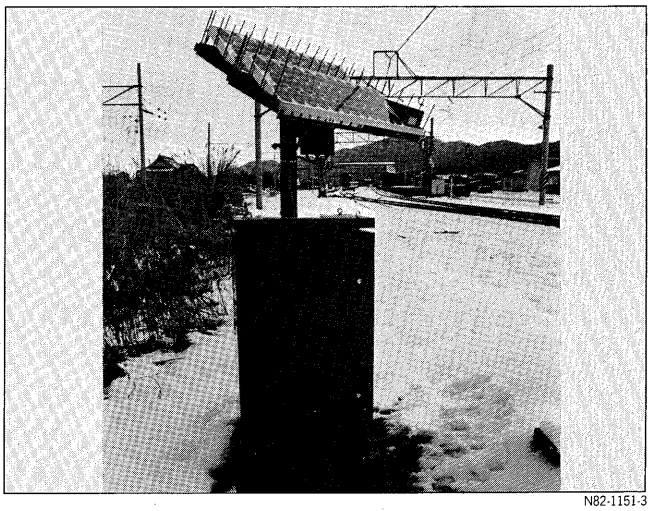
(1)　鉄道ポイント融雪システム

降雪による鉄道ポイントの凍結を防止するためにトーチランプなどが用いられているが，このたび太陽電池により降雪を検知し自動的に燃料バーナに着火あるいは消火を行うシステムを開発し，日本国有鉄道に納入した。

(2)　太陽電池による水門の開閉装置

従来手動操作で行われていた水路水門を，太陽電池により充電した電力で操作できる水門開閉装置を開発し，(株)丸島水門製作所経由建設省（熊谷）に納入した。

図32　日本国有鉄道納入鉄道ポイント融雪装置



N82-1151-3

6 ソーラーシステム

●関連論文：富士時報 1985-5/6 pp.357～361/406～415

富士電機では，独自の開発による真空管形コレクタを用いた冷暖房給湯システムの販売，設計，施工に取り組んでいる。

業務用システムについては，昭和60年度は，(株)九州富士通エレクトロニクス，社会福祉法人滝乃川学園，ファナック(株)などの実績がある。住宅用システムについては，58年度から販売を開始しており，全国展開で，60年度においては，販売代理店数，販売台数とも順調に伸びている。住宅用真空管コレクタの特長は，①真空管のため放熱損失が少ない，②冬でも夏以上に温度が上昇する，③耐久性に優れている，④美観を損なわない，などである。このような特長が認められ，住宅用，業務用ともに平板式に比べ真空管方式の普及が急速に高まっている。今後も引き続き住宅用，業務用とも積極的な営業展開を行う計画である。

図33　住宅用真空管コレクタ

＊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。