

発電プラント

火力・地熱発電
水力発電
原子力関連設備
新エネルギー



展 望

発電業界では、地球温暖化対策の検討が進む中、再生可能エネルギー（再エネ）の拡大と主力電源化に向けた取組みがさまざまな形で行われている。国内では災害への対応とレジリエンス強化が今後の電力分野の課題として取り上げられている。また、「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」（FIT）の見直しにより、再エネ分野におけるコスト低減要求と分散化、蓄電能力といった付加価値が求められるようになってきた。富士電機も、再エネ分野での競争力・提案力強化と、事業機軸の再エネ分野へのシフトを進めている段階にある。

この環境の中、エネルギー基盤の強靱（きょうじん）化に貢献する国内初の内陸型大型コンバインドサイクル発電プラントである真岡発電所（600MW級×2基）が竣工（しゅんこう）した。

地熱発電分野では、国内で15MWクラスの地熱タービン発電設備を継続して受注した。国外では、アフリカ地域において、2018年度に引き続き地熱発電設備を受注した。さらなる受注に向けて、国内外での取組みを強化中である。

火力・地熱サービス分野では、市場環境の変化から、既存発電設備のさらなる高効率化と延命化が求められている。また、発電を継続したまま設備の検査・診断を実施するオンライン化の要望が高まっている。富士電機は、台湾において既設蒸気タービンのレトロフィットによる性能向上を行った。また、回転機（発電機）内のガス成分をオンライン状態で分析し、絶縁劣化診断を行う技術を確認した。高度化するニーズに対応した提案型更新サービスの拡大、ならびに国内と国外重点市場でのサービスのオンショア・オンサイト化を今後も強力に推進していく。

水力発電分野では、FITの追い風が継続しており、中小水力の新規開発に加え、50～60年前の国内水力開発期に建設された発電所の更新案件がかつてないほどに全国で活況を呈している。三次元の流れ解析技術を駆使し、個々の発電所にベストフィットさせることで、出力増大だけでなく、年間発電電力量の大幅アップを実現している。また、油圧を使わない環境に優しい油レス技術や、保守性と寿命を向上させた次世代の水力発電設備を提案していく。

太陽光発電分野では、EPCで受注したすずらん釧路町太陽光発電所（DC92.2MW、AC59.4MW）、津白山太陽光発電所（DC23.4MW、AC18MW）、久慈待浜太陽光発電所（DC12MW、AC8.5MW）が共に竣工した。特にすずらん釧路町太陽光発電所は、リチウムイオン電池を採用した蓄電池併設システムで、北海道電力株式会社の出力変動緩和対策の技術要件（連系点の有効電力変動抑制を1%/分）を満たした国内最大級の設備である。久慈待浜太陽光発電所は、東北電力株式会社からの技術要件〔連系点の電圧変動（電圧偏差 ΔV ）が2%以下〕をPCSの無効電力補償機能を使って満足させたものである。また、太陽光発電向け大容量PCS（DC1,500V、2,500kVA）の市場展開を始め、東南アジア内経済特区向けのプロジェクトに同地域の関連会社が参入し、AC5MW（蓄電池付き）のEPC案件を2件受注（同機を4式適用）した。今後も、大規模発電所に適した土地が多くあり、拡大が期待される東南アジア市場を中心に積極的に事業展開していく。

風力発電分野では、北海道や東北地域では陸上と洋上の双方で大規模なウインドファームの計画・建設が始まっている。富士電機は、蓄電池とPCSを組み合わせた系統安定化システムの販売に加えて、風力発電設備のEPC案件にも積極的に取り組んでいく。

燃料電池分野では、韓国に6台、ドイツに4台のりん酸形燃料電池を出荷した。今後も、CO₂排出量低減に向けて注目が高まっている水素利用案件にも注力していく。

原子力分野では、原子力発電所の再稼働や再処理工場とMOX燃料工場の建設推進に向け、新規規制基準に適合する耐震、防火・消火に関連する技術と製品を提供している。一方、原子力発電所の廃止措置においては、高速増殖原型炉“もんじゅ”の燃料取出し、燃料洗浄のほか、解体廃棄物を処理するセメント固化設備の設計を進めている。また、原子力施設の運転や廃止措置の過程で発生する放射性廃棄物の新技術による安定化処理の開発を進めている。

富士電機は、地熱、水力、蓄電池併設太陽光・風力などの発電事業に引き続き注力し、低炭素社会と電力インフラの強靱化に貢献する。

火力・地熱発電

① 電源開発株式会社 鬼首地熱発電所向け発電設備の受注

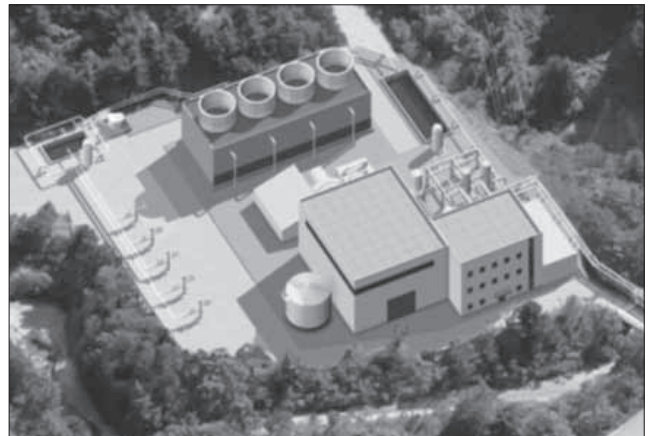
2019年8月に電源開発株式会社 鬼首地熱発電所（発電端定格出力：14.9MW）における発電設備の設計・調達・製作・据付・試運転を一括受注した。主機である蒸気タービン、発電機、復水器は川崎工場にて設計・製造し、納入する。

本発電所は、地中の蒸気と熱水を利用する1段フラッシュ方式を採用している。

なお、積雪地帯に建設されるため、積雪荷重や外気温の影響、凍結防止対策などを設計に反映することでプラントの信頼性を向上させ、年間を通して安定した電力を供給する予定である。

2023年4月の運転開始に向けて、設計業務を遂行している。

図1 鬼首地熱発電所完成予想図



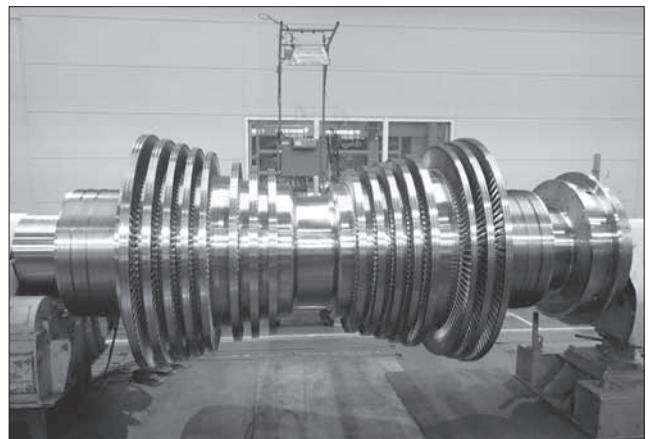
② 既設蒸気タービンのレトロフィットによる性能向上

富士電機が、台湾中部の西海岸に位置する麦寮火力発電所に納入した4台の600MW蒸気タービン発電設備は、運転開始以来約20年の間、台湾全土に安定した電力を供給している。今回、この発電設備の性能向上を図るため、レトロフィット（設備の改善）を行った。

この発電所の蒸気タービンは4ケーシング構造（高圧×1、中圧×1、低圧×2）からなる。今回のレトロフィットでは、1号機の中圧蒸気タービンに対して、最新設計の3D翼を採用したロータおよび内部ケーシングを製作し、蒸気タービンの性能を向上させた。2020年2月に現地での更新作業が完了し、運転を再開した。

また、当発電所の2号機と3号機においても、同様の受注をしており、2021年に更新作業を行う予定である。

図2 新製した中圧ロータ

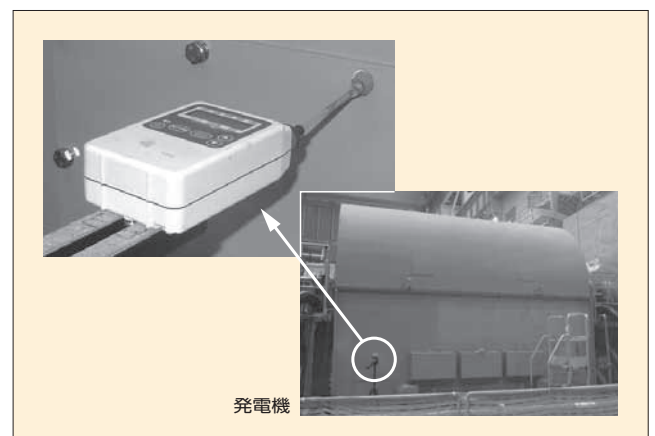


③ オンラインガス分析による回転機固定子巻線の劣化診断

発電機の固定子巻線の絶縁は、運転にともなう電気や機械、熱、環境の複合ストレスにより経年劣化する。特に、固定子巻線の絶縁表面の劣化が進行すると部分放電が起き、オゾン（ O_3 ）や窒素酸化物（ NO_x ）などの腐食性ガスが発生する。さらに腐食性ガスが空気中の水分と反応して硝酸（ HNO_3 ）が発生し、これによって機内の金属部品の腐食が原因となって、破損が生じて突発的な事故へと繋がる場合もある。

このような事故を未然に防ぐため、運転中に簡易な測定システムによって O_3 や NO_x を定量測定し、固定子巻線の絶縁表面の劣化度合を推定する手法（特許取得済み）を確立した。今後、この劣化診断技術を用いて、最適な保守・保全プランを提供していく。

図3 発電機のガス分析例

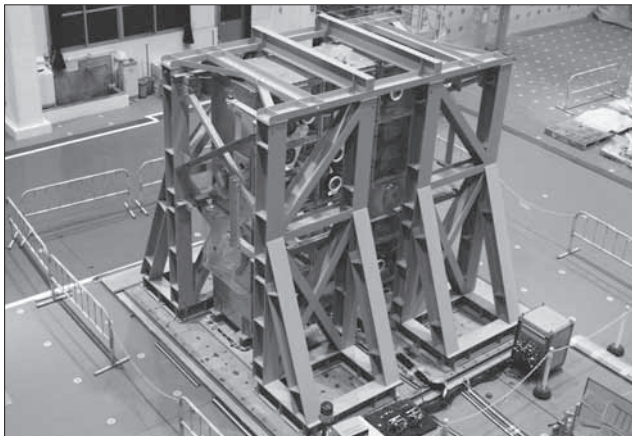


原子力関連設備

① MOX 燃料工場向け耐震確認試験

日本原燃株式会社向けに MOX 燃料加工施設を設計・製作している。本施設では、グローブボックス (GB) という密閉容器内で核燃料物質を取扱う。GB の重要な機能は、核燃料物質を外部に漏えいしないこと (閉じ込め機能) である。閉じ込め機能の評価では、耐震確認試験で漏れないことが確認された GB の応答加速度 (機能維持確認済加速度) を許容値としている。一方、近年では想定される地震の規模が大きくなり、より高い許容値が必要とされる。富士電機は、2016 年度に GB の耐震確認試験を行い、従来よりも高い応答加速度 (5.7G など) まで機能が維持されることを確認した。この結果を基に、2018 から 2019 年度は GB や関連機器の設計と耐震計算を行った。今後は MOX 燃料加工施設の竣工に向け、これらの機器の製作を進めていく。

図 4 耐震確認試験の試験体外観

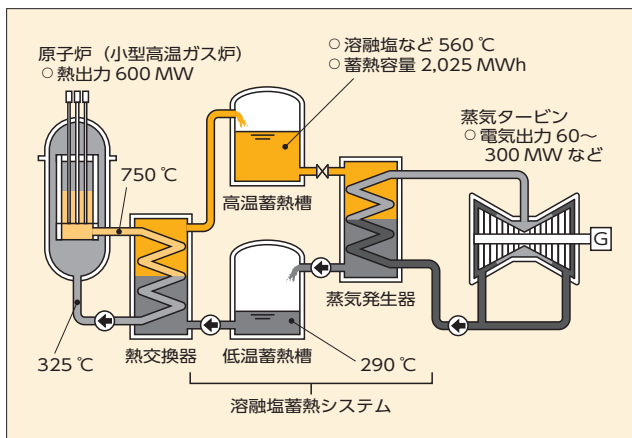


② 蓄熱型小型モジュール高温ガス炉

原子力発電は将来の脱炭素化の選択肢として位置付けられている。富士電機は、東芝エネルギーシステムズ株式会社と共同で蓄熱型小型モジュール高温ガス炉を開発しており、2019 年度から概念設計に取り組んでいる。本システムは、固有の安全性をもった原子炉である小型高温ガス炉に、太陽熱発電で実証済みの熔融塩蓄熱システムと蒸気タービンを組み合わせている。高温ガス炉の 700 °C を超える原子炉出口温度を活用し、効率的なエネルギー貯蔵と発電量の調整ができ、再生可能エネルギーの発電量の変動に対応できるシステムである。

高温工学試験研究炉などで蓄積した高温ガス炉技術を活用し、2030 年代までの小型高温ガス炉の実用化、および 2050 年までの蓄熱型の実用化導入を目標としている。

図 5 蓄熱型小型モジュール高温ガス炉のシステム概念



新エネルギー

① 無効電力調整機能付きメガソーラー (久慈待浜太陽光発電所) の完工

未来創電待浜合同会社が岩手県久慈市に建設する太陽光発電所の設計・調達・施工 (EPC) を請け負った。本発電所は 66 kV の特別高圧系統に連系し、発電出力は 8.5 MW である。

太陽光発電の出力変動による系統の電圧変動率が、適正値の $\pm 2\%$ 以内に収めるため、通常は無効電力補償装置 (SVC) を導入する。しかし、大型で重量のある SVC を設置できる土地がなく、導入が困難であった。

この問題を解決するため、太陽光発電用 PCS に無効電力調整機能を付与し、制御コントローラ (PLC) と組み合わせて系統電圧変動を抑制するシステムを開発した。出力 8.5 MW において ± 4.6 Mvar の範囲で無効電力を制御し、系統電圧変動率を適正値内に抑制した。

図 6 久慈待浜太陽光発電所の全景



新エネルギー

② 東南アジア経済特区向け蓄電併設 5 MW メガソーラー

国内では、大規模太陽光発電所の新規案件が減少しているが、国外では拡大傾向にある。特に東南アジアは今後の生産年齢人口の伸びと経済成長により、電力需要の増大が予想される。また、豊富な日射量から太陽光発電への期待が大きい。富士電機は2019年度から東南アジアの太陽光発電事業に取り組んでいる。今回、同地域の関係会社と連携し、経済特区向けのプロジェクトを一括請負工事（EPC）で2件受注した。リチウムイオン電池を併設し、ピークカットと夜間電力の供給を実現する蓄電池併設型の太陽光発電所であり、1件当たりの連系点電力は5 MWである。これらの発電所に設置する新型の太陽光発電向けPCS「PVI1500CJ-3/2500」は、従来品より小型で、単機容量2,500 kW、最高効率98.7%である。

図7 「PVI1500CJ-3/2500」



③ 韓国・ユイル産業社向けりん酸形燃料電池

韓国では、燃料電池を含む新・再生可能エネルギーへの支援が積極的に行われ、導入が加速している。

富士電機は、2017年に韓国の中小規模発電事業者に100 kW りん酸形燃料電池の納入を開始し、現在までに17台が稼働している。2017年度には韓国南西部のユイル産業社に5台納入した。安定して稼働してきた実績により、2019年度は新たに3台を追加納入した。同一サイトへの8台設置は、富士電機として韓国における最大の設置数である。ユイル産業社は、燃料電池で発電した800 kWの電力を電力事業者に売電している。今回の実績を生かし、小中規模売電事業やコージェネレーション利用を中心に燃料電池の導入拡大につなげていく。

図8 納入したりん酸形燃料電池





*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。