

# 発電システム

火力・地熱プラント  
風力発電システム  
燃料電池  
原子力



## 展望

2013年以降、2012年に施行された再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）により、太陽光発電設備を中心に認可・建設が本格化している。一方、原子力発電所の長期停止により、電力各社は火力電源更新・増強へかじを切り始めている。また、電力安定供給のための独立系発電事業者（IPP）、特定規模電気事業者（PPS）を対象としたガスタービンコンバインドサイクル（GTCC）、高効率石炭火力、バイオマス発電などの商談が活発化している。

海外では、新興国を中心に長期的に電力需要の伸長が見込まれている。また、計画の遅れはみられたが地熱発電所の案件も東南アジア、アフリカを中心に計画が具体化されつつある。

火力発電分野では、2013年5月にGTCCを採用した吉の浦火力発電所2号機の営業運転が開始され、海外では7か所まで納入した火力設備（合計783.4MW）が運転を開始した。また、タイでは既設発電所のタービンの大規模更新により延命化を図るとともに出力アップを実現した。

地熱分野では、国内案件は資源開発に時間がかかっているものの、積極的に提案活動を継続している。また、海外向けには、2013年度中に、トルコとフィリピンでそれぞれ納入した発電設備（合計80MW）が運転を開始し、現在数台の案件があり、製作中である。

太陽光発電分野においては、太陽光発電用パワーコンディショナ（PCS）、昇圧変圧器、系統連系設備およびそのコンポーネント〔リングメインユニット、保護継電器、真空遮断器（VCB）〕を市場に供給している。また、太陽光発電所における発電効率向上のため、太陽電池パネルの直流電圧の高圧化、PCS自身の高効率化のニーズが増加しており、最大直流入力電圧DC1,000V、3レベルIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）モジュール方式で電力の変換効率98.4%の屋内自立型660kWのPCSを開発した。このPCSは、3台で2MW未満の発電所（高圧連系）を構成でき、既存の500kVAのPCSが4台の構成と比較して、設置スペース、工事費などの削減を可能にした。一方、さらなる高効率化を図るため、SiC（炭化けい素）

を適用したPCSの開発が完了した。

風力発電分野では、発電効率の高い風力発電設備の需要が投資家を含めた発電事業者を中心に増加傾向にある。富士電機は、コンポーネント（風車用発電機およびコンバータ）、システム（受変電設備および安定化装置）、元請けを三本の柱として、積極的に事業に取り組んでいく。

燃料電池分野では、他の発電方式と比較して発電効率の高い下水消化ガス発電用の燃料電池の期待が高くなっており、長年の下水消化ガス発電の実績を基に受注を増やしていく。また、燃料電池の高温排熱を空調やボイラの給水予熱に利用することで、設備全体の省エネルギーを図るスマートファクトリーの実証を行っている。海外では、低酸素空気供給機能付きの火災予防システム向け燃料電池をドイツに展開している。

原子力分野では、福島第一原子力発電所の事故から3年が経過し、同発電所では着実なサイトの保全、廃止措置に向けた準備のフェーズに移り、中間貯蔵施設などが確実に前進しつつある。このような環境で富士電機は、福島第一原子力発電所の保全、廃止措置に向けた取組みに参画するとともに、ニーズが高まっている放射性廃棄物の処理技術、ならびに高放射線環境下における機器操作や材料などの保持・移送を遠隔で実施する技術などについて、提案と開発を推進している。廃止措置に必要な関連技術についても継続的な開発を進めており、耐震・安全に関する新規制基準に対応できるように、富士電機が既に納入した核燃料サイクル関連機器を中心に、耐震評価の見直し、安全設計、安全性向上対策機器などの製作・納入などに関し、顧客と連携して取り組んでいる。

富士電機は2014年度も引き続き、高効率、省スペース、低炭素をキーワードとして、環境にやさしい高効率発電、地熱、太陽光、燃料電池に代表される再生可能エネルギー、ならびに福島第一原子力発電所の保全、廃止措置に必要な関連技術や核燃料サイクル分野に注力し、社会に貢献していく。

## 火力・地熱プラント

### ① インドネシア ISM 発電所向け火力発電設備の引渡し完了

2014年1月、クラカタウ製鉄所内インドネシアISM発電所向けに、韓国・ポスコ株式会社経由で受注した蒸気タービンおよび発電機設備一式（100MW×2台）の顧客引渡しが完了した。

この発電設備は、重油および製鉄所からの副生ガスを利用した燃焼ボイラと組み合わせた再熱再生サイクル火力発電設備であり、併設する東南アジア最大規模のクラカタウ製鉄所に電力とタービン高圧抽気を供給する。

富士電機は、蒸気タービン・発電機とその制御設備・電気設備を納入した。蒸気タービンにはコンパクトな単機筒復水再熱蒸気タービンを、発電機には実績豊富なブラシレス励磁の空気冷却発電機を採用している。

図1 100MW 蒸気タービン・発電機設備



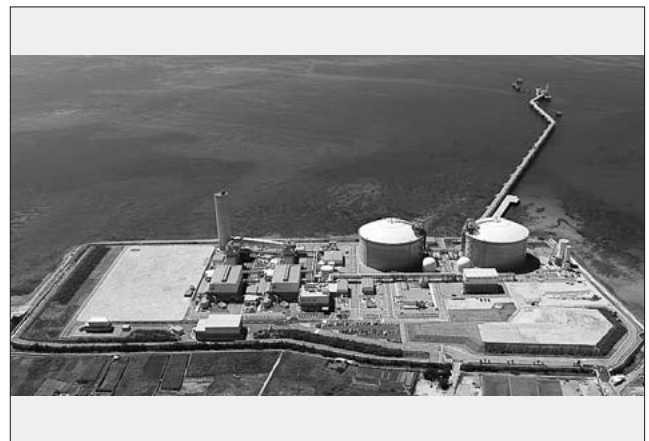
### ② 吉の浦火力発電所 1・2号機の営業運転開始

沖縄電力株式会社 吉の浦火力発電所 1号機と2号機が、2012年11月と2013年5月にそれぞれ営業運転を開始した。本発電所は、電力の安定供給と温室効果ガスの削減を目的として建設された、LNG 焚きの一軸式コンバインドサイクルである。発電設備は、富士電機を含む共同企業体のターンキー契約で納入された。主機は、シーメンス社製ガスタービン SGT6-4000F、富士電機製の単車室軸流排気式蒸気タービンおよび水素冷却式発電機で構成されている。発電端出力は合計 502 MW で、沖縄本島で最大容量の発電所となった。

地理的要因による小規模系統での迅速な起動停止や負荷追従性、ならびに CO<sub>2</sub> 削減や低 NO<sub>x</sub> 排出といった環境対応などの重要な役割を担って、運転を続けている。

●関連論文：富士電機技報 2013, vol.86, no.2, p.94

図2 吉の浦火力発電所全景



### ③ 中国向け PJG#1 コージェネレーション発電所の運転開始

2014年2月に Chang Chun Chemical Co., Ltd（中国）向け PJG#1 コージェネレーション発電所用蒸気タービン・発電機設備（71.4MW×1台）の試運転が完了し、運転を開始した。

この発電設備は、石炭焚きドラムボイラを採用した化学工場用電力およびプロセス蒸気供給のコージェネレーションプラントであり、タービンから排出される蒸気を工場のプロセス蒸気として利用することに適した背圧タービンを採用している。

この背圧タービンには、3段外部制御抽気を採用しており、三つの抽気制御弁を負荷に応じて自動制御することにより、低負荷から高負荷までタービンの効率を維持したまま蒸気を工場に供給することができる。

図3 蒸気タービン・発電機設備



## 火力・地熱プラント

## ④ トルコ・クズルデレⅡ地熱発電所の営業運転開始

2013年10月、トルコ西部デニズリ県にあるクズルデレⅡ地熱発電所が営業運転を開始した。

富士電機の供給範囲は、蒸気タービン（60 MW）、発電機を含む主要機器と制御装置である。背圧式高圧・復水式中低圧のタンデム式蒸気タービンは、富士電機として初の試みであったが、各タービンへの流入蒸気を協調して制御することで、スムーズな起動停止と負荷調整を可能にした。また、16.7重量%というこれまでにない高濃度の不凝縮ガスを含む高圧蒸気であったが、発電性能に与えるガスの影響を検討し、計画した通りの性能を達成した。

トルコでは2023年までに地熱発電容量を600 MWまで引き上げる目標を掲げており、富士電機は本案件を足掛かりに、さらなる地熱発電所の建設に貢献する。

図4 クズルデレⅡ地熱発電所のタンデム式蒸気タービン



## ⑤ フィリピン・マイバララ地熱発電所の営業運転開始

2011年12月にフィリピンの大手ゼネコンであるEEIコーポレーション社から、20 MW地熱発電設備1台を受注した。富士電機の供給範囲は、地熱タービン、発電機、復水器などの主機に加え、ガス抽出設備、冷却塔、ホットウェルポンプなどの単体機器である。タービンには軸流排気構造を採用し、復水器には混合型のバロメトリック式復水器を適用しているのが特徴である。

本プロジェクトは、予定どおり2013年3月に機器を出荷し、富士電機の指導員の下、タービンと発電機の据付けを行った。さらに、電気、計装、試運転の指導員の下、2014年1月から調整試運転を実施し、その後の性能試験、リライアビリティラン試験を完了した。2014年2月に営業運転を開始している。

図5 マイバララ地熱発電所全景



## ⑥ タイ・電力庁マエモ火力発電所のタービンの更新

タイ・電力庁マエモ火力発電所は、タイ北部に位置する東南アジア最大級の石炭火力発電所である。富士電機は、この発電所に10台の蒸気タービン発電設備（4～7号機：出力150 MW、8～13号機：出力300 MW）を納入している。

今回、高圧・中圧・低圧の3ケーシングで構成された12号機の高圧・低圧タービンを、設備の延命化のために新製し、交換した。新製するに当たり、タービンの翼やグランドパッキング部の構造に最新技術を適用し、高効率化を実現することにより設備全体の出力アップを達成した。

2013年10月から12月まで現地更新工事を実施し、現在、順調に運転中である。

図6 現地更新工事中の12号機高圧タービン



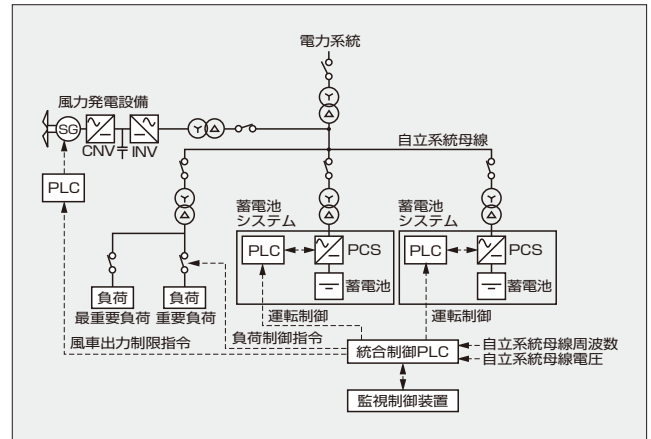
## 風力発電システム

### ① 風力発電と蓄電池による非常時自立運転システム

風力発電など再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、これを活用した非常用電源の要求が高まっている。富士電機は、蓄電池システムを設置することにより、系統連系時には風力発電の出力変動を緩和し、災害など非常時には重要負荷に電源供給を行う非常時自立運転システムを開発した。

非常時には、蓄電池システムが確立した自立系統に風力発電と重要負荷が連系し自立運転を行う。自立運転中は、風力発電の出力制限や負荷の調整・遮断を指示する制御を行い、需給バランスを維持する。また、蓄電池システムは複数台での並列運転が可能であるため、系統規模に応じて柔軟に対応できる。並列運転中は各蓄電池のSOC (State of Charge : 充電率) を均一化する制御により、重要負荷に長時間の電源供給を行うことができる。

図7 非常時自立運転システムの構成



## 燃料電池

### ① 燃料電池の国内納入事例

富士電機では自社工場に太陽電池や燃料電池を設置し、工場全体の省エネルギーを図るスマートファクトリーの実証を行っている。

2013年12月に三重工場に設置した燃料電池は、通常は都市ガスを燃料とするコージェネレーションとして運用し、都市ガスが遮断したときには燃料をLPGに切り替える機能を備えている。この燃料電池は、高温排熱を空調に利用している。

また、2014年3月には、同じ機能を持つ燃料電池を国内の某研修施設に納入した。そこでは、排熱を施設内にある宿泊施設のボイラの給水予熱に利用している。

●関連論文：富士電機技報 2013, vol.86, no.2, p.134

図8 三重工場に設置した燃料電池



### ② 燃料電池の海外納入事例

ドイツは、原子力発電に代えて再生可能エネルギーの導入に積極的であり、その出力変動をバックアップする天然ガスコージェネレーションへの期待が高い。

富士電機は、ドイツへの参入に必須なCEマーク適合を完了し、2012年に1号機を商業ビルに納入した。さらに、従来の電気と熱に加えて低酸素空気も供給可能な火災予防システム向け燃料電池を開発し、データセンターや倉庫を持つ工場に納入した。

今後、ドイツで建設が進んでいる水素インフラに対応した高効率燃料電池を市場に投入し、燃料電池の特長を生かした商品展開でさらなる拡販を図っていく。

●関連論文：富士電機技報 2013, vol.86, no.2, p.134

図9 ドイツへ納入したCEマーク適合燃料電池



## 原子力

## ① 温度可変電流リードの納入

富士電機は、大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 核融合科学研究所向けに4~50Kのヘリウムガスで冷却可能な電流リードを製作し、納入した。核融合科学研究所では核融合原型炉の研究開発が進められており、マグネットに高温超伝導体(20Kレベル)を適用する研究を行っている。今回納入した電流リードは、先進の高温超伝導体および、実績が多い従来の低温超伝導体の双方の評価に用いるもので、広い温度範囲の設定が可能である。

本電流リードは、液体ヘリウム温度の4Kにおいて、連続定格30kA、短時間定格75kAである。短時間定格は、製作実績での評価結果に基づく熱解析により決定している。また、50Kヘリウムガスでの通電は、冷却条件を変えて30kAまで可能である。

図10 温度可変電流リード





\*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。