

電力システム社が担うエネルギー事業においては、エネルギーの安定供給、効率的活用、及び二酸化炭素（CO₂）排出量削減を重要なテーマとして掲げており、これらを実現するエネルギーのベストミックスに向け、火力・原子力・水力・再生可能エネルギーの全てを供給する体制を構築し、技術開発を進めています。

安定供給の観点からは、震災後の緊急電源としてのコンバインドサイクル火力発電所^(注)を短工期で完成させました。原子力発電では福島第一原子力発電所の廃止に向けた対応^(注)や各種の安全裕度向上対策技術^(注)の開発を進めるとともに、静的安全設備を備えた原子炉の建設、更には将来を見据えての核融合技術の開発まで幅広く取り組んでいます。効率的なエネルギー活用面では、先端の制御技術の導入による信頼性と稼働率の向上を達成し、また高速大容量可変速揚水発電所^(注)、高性能ポンプ水車、及び業界最高レベルの高効率エネファームを開発し、製品化しました。CO₂排出量削減については、太陽熱や、小水力、風力、地熱など再生可能エネルギーを利用した発電に取り組んでいます。また拡大する世界のエネルギー需要に応えるため、中国とインドに生産拠点^(注)を設け、高品質の製品を出荷しました。更に原子力の技術を応用した重粒子線がん治療装置^(注)などにも取り組んでいます。

(注) ハイライト編のp.6～9に関連記事掲載。

執行役上席常務 統括技師長 前川 治

1 原子力発電

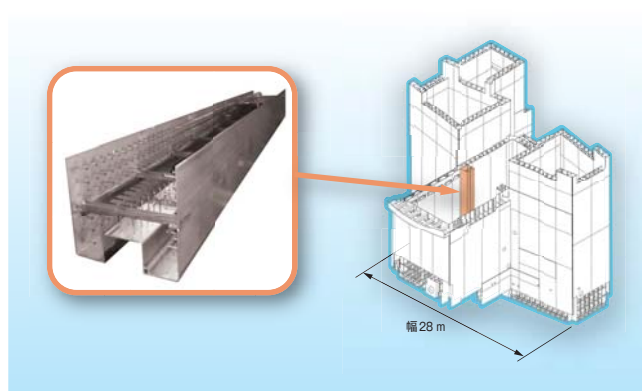
● 米国原子力発電所 格納容器内構造物用サブモジュールの製造開始

当社は、傘下のウェスチングハウス社が米国で建設中の最新加圧水型原子炉（PWR）^(注)用に、格納容器内に設置する大型構造物の構成品、いわゆるサブモジュールを供給する。

鋼板コンクリート構造を採用するこの大型構造物は、原子炉圧力容器、蒸気発生器などの主要機器を格納する、世界最大級のモジュールである。約40のサブモジュールで構成され、CB&I社の現地専門工場を組み立てる。

当社が担当するサブモジュールは、幅数メートル、板厚数十mmの鋼板複数枚を溶接で全長20mに組み立てるなかで、外形寸法公差や鋼板の溶接ひずみによる変形が約10mm（全長の1/2,000）以下という高い溶接技術と組立て精度が求められる。これまでに培った製造技術により、2014年12月に最初のサブモジュールを無事完成した。

(注) サザン電力ボーグル発電所4号機およびスキヤナ電力VCサマー発電所3号機



格納容器内に設置する大型構造物と完成したサブモジュール

Subassembly for containment internal structures of advanced nuclear power plant

● 米国 新設原子力発電所用蒸気タービン設備の納入

当社は、ウェスチングハウス社が米国で建設中の4基の最新型PWR^(注)に向け、1,100 MWe級蒸気タービン、発電機、及び主要熱交換器設備を計画どおり納入した。

採用したタービンは、3D（3次元）設計を使用し翼型を最適化したことによる高性能化、全周一群翼構造採用による信頼性向上、及びタービンロータを同一設計して互換性を持たせたことによる運転中の顧客保守性向上を実現した。

納入設備の供給にあたっては、海外パートナーを含む国内外157社によるグローバル調達・製造を進めた。今後も、ウェスチングハウス社が17か国で進めている最新型PWRや、需要の高い保守、サービス分野でのグローバル調達・製造によるタービン系設備の世界展開を推進する。

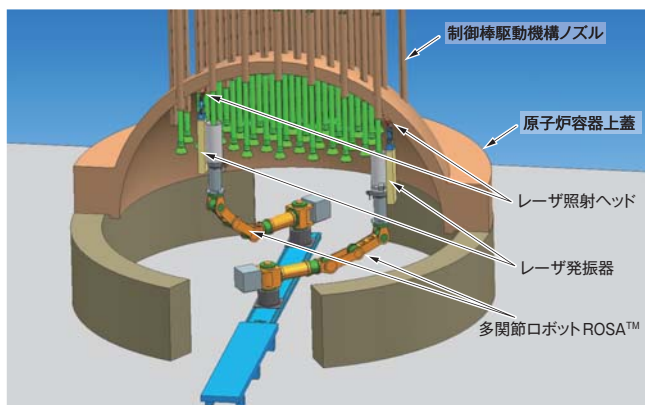
(注) 米国サザン電力ボーグル発電所3・4号機及びスキヤナ電力VCサマー発電所2・3号機



米国 サザン電力ボーグル発電所AP1000™のタービンロータ

Turbine rotor of AP1000™ for Vogtle Electric Generating Plant, U.S.A.

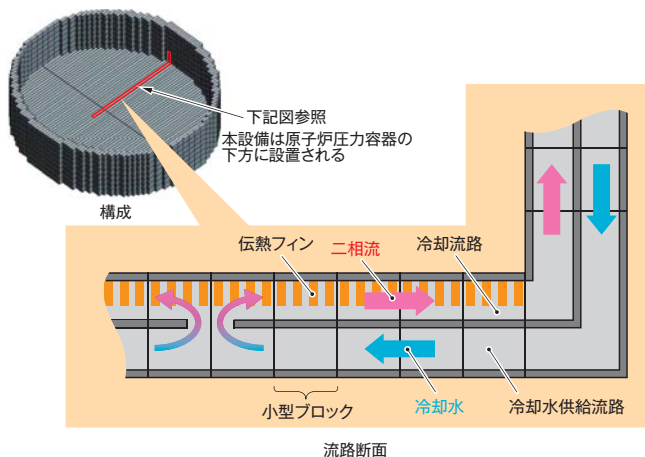
● 米国 PWR へのレーザピーニング適用



PWR 上蓋用 LP システム

Laser peening system applied to nozzles of reactor vessel head of pressurized water reactor (PWR)

● 薄型コアキャッチャ



薄型コアキャッチャの構成と流路断面

Configuration and cross-sectional structure of flat and high-thermal-conductivity core-catcher

● SiC 炉心材料



試作した燃料集合体カバー

Prototype fuel assembly cover fabricated with silicon carbide (SiC) composite ceramics

米国のPWRにおいて、原子炉容器上蓋ノズルのレーザピーニング (LP) 工事を2015年秋に計画している。

LPは、エネルギーの大きなパルスレーザー光を材料表面に照射することで、高経年化したプラントにおいて問題となる応力腐食割れを防止する技術である。

施工システムは、米国内の多数の検査業務で信頼を獲得してきたウェスチングハウス社製の多関節ロボットROSA™に、東芝製の小型レーザ光学系を搭載したコンパクトなシステムである。両社の実績ある技術を融合して開発期間を短縮し、更に2台の装置の並行作業により工期を1/2に短縮することができる。

原子炉の炉心溶融事故に対する安全性を更に向上させる方策の一つとして、限られたスペースに設置可能な薄型コアキャッチャを検討している。この設備は現場施工性を考慮し小型ブロックを組み合わせた皿状の構造物の上に炉心溶融物が保持・冷却される構造となっている。小型ブロックは炉心溶融物を下側から効果的に冷却できる伝熱フィン付き上部冷却流路（二相流）と下部の冷却水供給流路から成る。実機相当の流動条件で水・空気可視化試験を行い、水と空気が混合した流れにより冷却流路上面に水が供給される流動様式が確認できた。また、小型ブロックの熱伝導解析により、各部材の熱構造的な成立性を確認した。今後、熱伝達試験や実機長流路による自然循環試験を行い必要な基盤技術を整備していく。

この成果の一部は、資源エネルギー庁の「平成25年度発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業（薄型コアキャッチャの技術開発に向けた基盤整備）」によるものである。

当社とイビデン(株)は、炭化ケイ素 (SiC) を素材とする原子力発電プラント用炉心材料の基本製造技術を確立し、燃料集合体カバーの試作に成功した。今後、研究炉での照射試験などを経て実用化する。炉心材料に耐熱性と耐酸化性に優れたSiCを使うことで、重大事故が発生した場合の水素発生量を現在主に使われているジルコニウム合金材と比較して1/1,000以下に低減でき、原子力発電プラントの安全性が向上する。

今回の試作に適用したSiCは、SiC長繊維を強化材としたSiC複合材である。SiC複合材の製造工程に化学気相成長法を用い、装置構造と製造プロセスの両面から最適化により、従来技術より20倍速い成膜技術を開発した。この研究は、原子燃料工業(株)、国立大学法人 東京大学、及び国立大学法人 東北大学と連携して進めている。

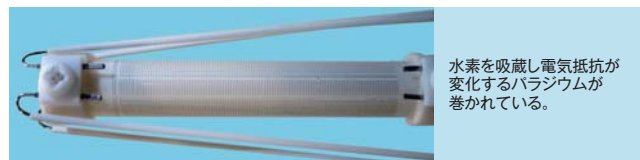
● シビアアクシデント時の原子炉及び原子炉格納容器の計装

原子力発電所における更なる安全対策強化を目的として開発した、シビアアクシデント時にも原子炉内の水位及び原子炉格納容器の水素濃度を計測できるセンサ及びシステムの製品化を進めている。

原子炉水位計は、長尺の棒状センサ内に軸方向にヒータと多数の熱電対が配置され、ヒータ加熱時の水中と気中の熱伝達の違いを検出する。また、水素濃度計は、パラジウムをワイヤ状とし水素吸蔵時の電気抵抗の変化を検出する。ともに、原理及び構造が単純で、かつ堅ろうである大きな特徴を持つ計測センサである。プロトタイプによる特性確認試験を完了し、今後実機への導入を進めていく。



(a) 原子炉水位センサ



(b) 水素濃度センサ

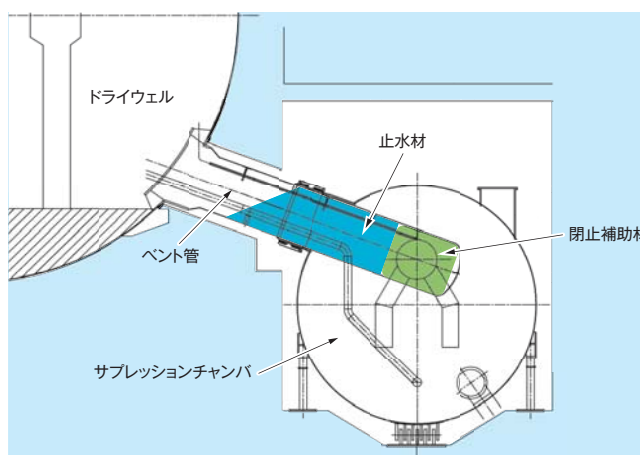
シビアアクシデント時の原子炉及び原子炉格納容器の計装

Water level sensor for reactor pressure vessel and hydrogen concentration sensor for primary containment vessel in event of severe accident

● 東京電力(株) 福島第一原子力発電所 PCV 下部止水工法

福島第一原子力発電所1～3号機の原子炉格納容器(PCV)内を水で満たした状態で溶解した原子燃料を取り出す方法の実現に向けて、ドライウェルとサプレッションチャンバとを接続するベント管の止水工法を開発している。

2014年に実施した止水試験で、閉止補助材で暫定的に水の流路をせき止め、その上流側に止水材を打設することで目標漏水量である1 L/min以下を達成した。止水材には水中環境下での急速硬化性と管内に隙間なく充填するための流動保持性の相反する条件が必要であるが、最適な配合選定により、止水適用性の見込みを得た。今後は工法の確証に向けて改良・施工検討を進め、実機への適用を踏まえた条件での試験を実施する。



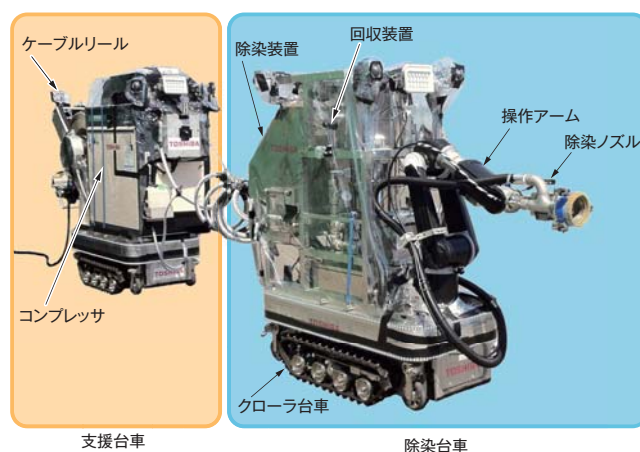
PCV 下部 (ベント管) 止水工法の概要

Outline of water sealing technology for lower part of primary containment vessel (vent pipe)

● 東京電力(株) 福島第一原子力発電所 原子炉建屋の遠隔除染技術

福島第一原子力発電所1～3号機の廃止に向けた作業には、震災により放射性物質に汚染された建屋内の線量率低減が必須である。建屋内の床や壁面などの汚染部に、遠隔でドライアイスを噴射し、汚染除去する除染装置を開発した。

この装置は、ドライアイス噴射時の衝撃と昇華時の膨張により、汚染を効率的に除去し、二次廃棄物発生量が少ないことを特長としている。除染装置、回収装置、コンプレッサ、除染ノズル、及び操作アームを2台のクローラ台車上に搭載した装置を2014年4月に2号機原子炉建屋に試験的に投入し、60%の汚染を低減することができた。今後、遠隔除染技術の本格的な実機適用を推進していく。



ドライアイスブラスト遠隔除染装置

Remote decontamination vehicle using dry-ice blast

● 東京電力(株) 福島第一原子力発電所 汚染水多核種除去設備



増設多核種除去設備 吸着塔スキッド

Column skid for additional multi-radionuclide removal system

福島第一原子力発電所に滞留する放射性物質を含む汚染水から、62核種を除去する多核種除去設備の改良型を増設した。改良型は廃棄物発生量の低減、及び核種除去性能と設備健全性の更なる改善を施したもので、2014年9月から汚染水処理を開始している。

建設において建物の新工法採用による工期短縮を実現し、工事物量の早期確定や、物流と現場進捗の可視化、電子要領書の本格運用などにより、現地据付け工事及び試運転を、計画どおりの短納期で、かつ無災害で完遂した。試運転以降、運転データを遠隔監視し、適切な支援を提供することにより、汚染水量の低減に貢献しており、今後も安定処理の継続に注力していく。

● 東京電力(株) 福島第一原子力発電所 現地溶接型タンクの据付け



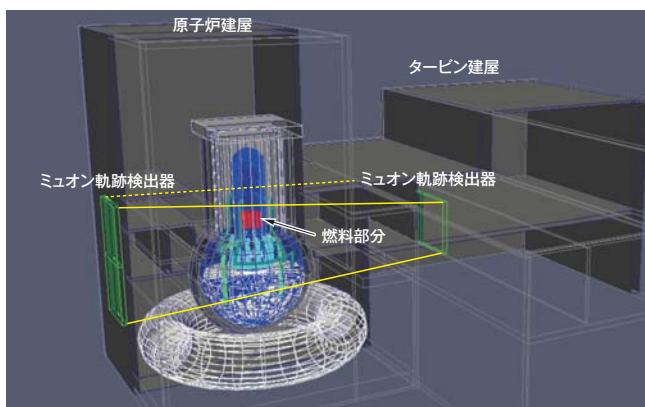
現地溶接型タンク

Large-scale on-site-welded tanks

当社は福島第一原子力発電所の事故処理に対応して大型汚染水貯蔵タンクの現地建設を行っている。このタンクは縦置き円筒型で直径約17 m、高さ約16 m、厚さ約15 mm、容量2,900 m³である。

設計、製造、及び品質管理においては、原子力規制庁による技術規準及び関連学協会規格に適合するとともに、現地の低温環境への対応として国産高強度炭素鋼の適用、直径誤差1%以内という高精度要求に対応した工法、及び豊富な経験と技を持つ有資格溶接士と熟練組立士による施工により、高信頼性と高品質を確保した。また工事管理においては、計画段階から台風や突風、地震の発生などを想定して安全性を確保した工法及び工事計画を構築した。この計画と実践は、顧客及び英国のコンサルタントによる現地監査において、高く評価された。

● 東京電力(株) 福島第一原子力発電所 宇宙線ミュオンによる原子炉内燃料の可視化技術



福島第一原子力発電所でのミュオン検出器の設置イメージ

Visualization of core using muon trackers at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

福島第一原子力発電所では、破損した原子炉からウラン燃料を取り出すために、高放射線場でアクセス困難な原子炉内部の燃料位置を把握する必要がある。

そこで、当社は米国ロスアラモス国立研究所と共同で、ミュオンの散乱位置・角度を原子炉建屋外で測定し燃料位置を可視化する手法を構築した。東芝臨界実験装置での原理検証試験により、ウランなどの重元素に感度が高く、原子炉のウラン燃料を約30 cmまで識別できる能力を確認した。更に炉内を可視化できる世界最大級の有感面積(7×7 m)を持つミュオン検出器と、放射線場(50 μSv/h (Sv: シーベルト) 以下)でも動作する回路及び検出器の基本構成を開発した。今後、現場への適用を行い2015年度からの位置情報取得に貢献する。

● 国際プロジェクトITER建設におけるTFコイル巻線部の製作開始

国際熱核融合実験炉 (ITER) は、核融合エネルギー実現可能性の実証を目的としてフランスで建設が進められており、核融合反応に必要な高温プラズマを磁場で閉じ込めるため18基のトロイダル磁場 (TF) コイルが用いられる。TFコイルは、1基当たり高さ14 m、幅9 m、奥行き1 m、重さ300 tのD字型形状をした最大磁場12 T (テスラ) の世界最大級の超電導コイルである。わが国が製作する9基のうち4基を独立行政法人 日本原子力研究開発機構から受注した。

1基当たり長さ4.6 kmの超電導導体 (直径0.82 mmの超電導素線約1,000本をより合わせ、直径43.7 mm、厚さ2 mmのステンレス製保護管に入れたもの) を、曲率寸法の公差2 mm以下、導体長の精度0.01 %で管理しD字型に巻くシステムを完成し、コイル巻線作業を開始した。



超電導導体のコイル巻線作業

Winding of International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) toroidal field coil

● JT-60SA 真空容器の現地組立てを開始

JT-60SAは、核融合炉の炉心プラズマを長時間 (100秒程度) 維持する運転方法を確立する目的で、日欧協力のもと独立行政法人 日本原子力研究開発機構に建設中のトカマク型核融合実験装置である。

JT-60SAの主要機器の一つである真空容器は、プラズマを発生させるために必要な高真空を作り出す機器である。厚さ18 mmの二重壁構造を持つ、高さ約6.6 m、幅約3.5 m、直径約10 mのドーナツ型形状であり、総質量150 tの大型構造物である。そのため、円周方向に10分割した真空容器セクタを工場で製造し現地に搬入した。

真空容器セクタを約1 mmの精度で位置調整し、隣接する真空容器セクタを自動で溶接可能なシステム (3D形状センサによる溶接端面の計測と溶接位置の自動制御システム) を開発して、現地での真空容器組立て作業を開始した。



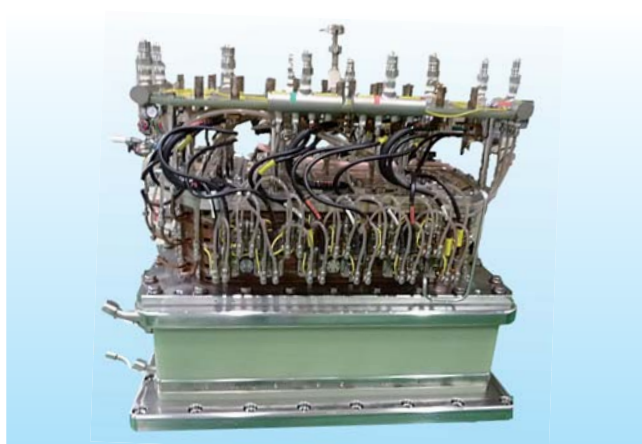
JT-60SA 真空容器 40°セクタ2体の組立て

Assembly of two 40-degree sectors of JT-60 Super Advanced (JT-60SA) vacuum vessel

● 核融合科学研究所 垂直中性粒子入射加熱装置の大出力化改造を完了

大型ヘリカル装置は、超電導コイルを備えた世界最大級のヘリカル型プラズマ閉込め装置である。その主加熱装置である垂直中性粒子入射加熱装置1基を出力40 keV-6 MWから60 keV-9 MWへ増強するにあたり、当社はビーム発生的心臓部であるイオン源4台と、ビーム加速用電源の改造を行い、2014年9月に完了した。

イオン源は直径8 mmの電極孔を1台当たり684個持ち、各孔当たり188 mA/cm²のビーム引出し電流密度と発散角1°の高収束ビームを実現した。電源は既設の40 kV電源に20 kV電源を増設して直流60 kV電源を実現するもので、イオン源の電極間短絡の高速電流遮断を既設・増設電源で同期させるなど、高度な電源制御が要求された。この改造で加熱パワーが増加したことで、核融合発電の実現に向けたプラズマ研究の進展が期待される。

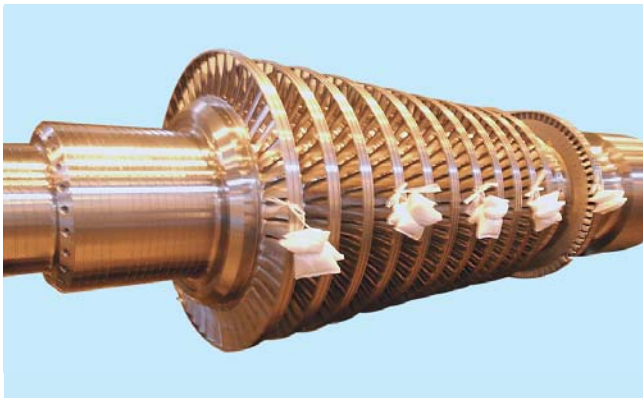


垂直中性粒子入射加熱装置用イオン源

Ion source for perpendicular neutral beam injector

2 火力発電

● 台湾 大林火力発電所の高圧タービンを出荷



大林火力発電所1号機の高圧タービンロータ

High-pressure (HP) turbine rotor for Talin Thermal Power Plant Unit 1, Taiwan

台湾電力公司 大林火力発電所1号機の高圧タービンの出荷を2014年8月に完了した。

このプロジェクトは、大林発電所既存設備の老朽化に伴い、旧1号機及び2号機を撤去し、出力800 MW×2基の発電設備を新設するものである。(株)IHI、台湾のCTCI社、及び住友商事(株)と当社のコンソーシアムによるEPC(設計、調達、建設)案件であり、当社は蒸気タービンや、発電機、タービン補機設備、プラント制御装置などの機器供給と据付、試運転、及びタービン建屋の土木建築工一式を担当している。

1号機は2016年7月、2号機は2017年7月に営業運転を開始する予定であり、プロジェクト全体工程から遅延することなく高圧タービンの出荷を完了した。

● 米国 オムタワ石炭火力発電所のタービン及び発電機リハビリティ工事を完了



オムタワ石炭火力発電所の高圧タービンロータ

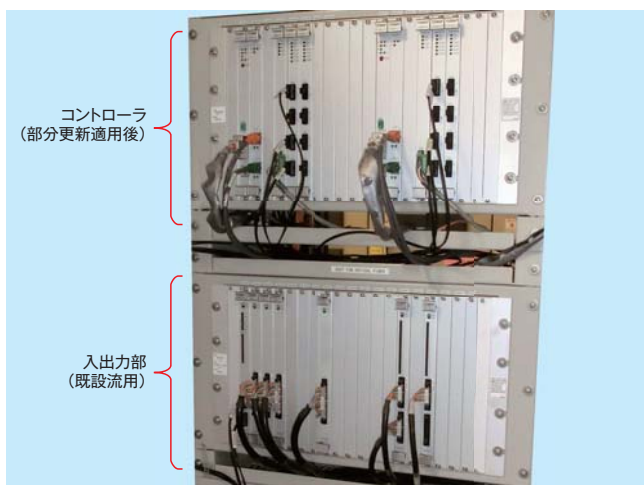
HP turbine rotor for Ottumwa Generating Station, U.S.A.

このプロジェクトは、他社製の高圧、中圧、並びに低圧A及びBタービンの内部主要部品(ロータや、ノズルダイアフラム、内車室など)と発電機固定子主要部品を当社製に更新するもので、当社の海外現地法人 東芝インターナショナル米国社が主契約者となり、現地据付及び調整試験を含むフルターンキー契約として受注した。

プロジェクトの実行段階では、工場の段階でノズルをケーシングに組み込むなどの施策を行うことで、契約工期に対して2日の短縮を実現し、成功裏に工事を完了した。

このプロジェクトにより、発電所出力を更新前の674 MWから792 MWへと向上させることができた。

● 台湾 豊徳火力発電所2号機の制御システム部分更新を完了



豊徳火力発電所2号機での制御装置の部分更新

Partial upgrade of control system for Fong Der Thermal Power Station Unit 2, Taiwan

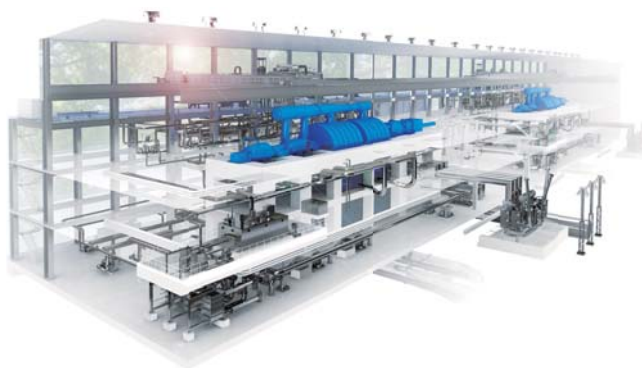
台湾豊徳発電所2号機の制御装置(DCS(分散制御装置)、EHC(タービン制御装置)、及びAVR(発電機制御装置))の更新を2014年5月に完了した。この結果、豊徳発電所1号機及び彰濱発電所と併せ、台湾での火力発電所制御システムを部分更新するプロジェクト3件を全て完遂した。

この制御装置更新では、既設制御システムの入出力部及び外部ケーブルを流用し、コントローラ部分だけを更新することで、更新物量を削減するとともに、制御装置の延命及び監視機能の拡張を図った。また、ハードウェア改造作業の改善及び現地試験項目の最適化により、最終的に約36%の現地工数を削減し、現地スケジュールの短縮に成功した。

● 標準火力発電プラント AXシリーズ

AXシリーズは、当社が高い技術力を持つタービン、発電機、及び熱交換器を中心に最適化を行った、従来型火力発電所用の標準発電プラントシステムである。先行的な設計を行うことで、高品質かつ短納期のエンジニアリング、製造、調達、及び建設を安定して実現する。1,000 MW級、650 MW級、及び300 MW級のラインアップ(それぞれAX1000, AX650, 及びAX300)と、プラントの基本構成に関わるカスタマイズを可能にする標準的なオプションを持つことで柔軟性を実現している。

2014年9月に受注したマレーシアにおける1,000 MW×2基の石炭火力発電所建設プロジェクトにAX1000を初適用して、エンジニアリングを開始した。



1,000 MW級標準火力発電プラントAX1000

AX1000 1,000 MW-class standardized turbine island system for thermal power plants

● 火力発電所用分散型制御システムへTOSMAP-DS™/LXを初適用

当社の新しいコントローラTOSMAP-DS™/LXを採用した分散型制御システムを、タイのコンバインド発電プラント(アマタ B グリムパワー社 第4, 第5発電所, 120 MW×2)のユニット監視制御と、カナダの石炭火力発電プラント(ポイントアコーニ発電所 1号機, 184 MW)のタービン制御にそれぞれ初適用した。

TOSMAP-DS™/LXは、発電制御における当社のコア技術と汎用技術を融合し、ハードウェアのモジュール化により、コンパクトなシステム構成を実現している。また、IO(入出力)ネットワークのフィールドバス対応により、信号ケーブルを大幅に削減し、製造期間を短縮し、保守性を高めている。更に、外部システムとの接続に汎用インタフェース技術を適用し、優れた拡張性を実現している。



アマタ B グリムパワー社 第4, 第5発電所用制御システムのTOSMAP-DS™/LXコントローラ

TOSMAP-DS™/LX controller for combined-cycle power plant control systems, Amata B. Grimm Power ABP4 and ABP5, Thailand

● TOSMAP-DS™/LXを適用したAVRを製品化

TOSMAP-DS™/LXを適用したAVRを開発し、検証盤による評価試験を完了した。

この制御装置では、発電機励磁制御で必要になる高速性を実現するため、先に開発を完了しているEHCと同様に、高速制御が要求される機能を4種類の専用モジュールとし、AVRシステムを構成している。また、海外での製造が可能のように汎用機器を多く採用している。更に、従来と同じく要求される信頼性に合わせて、制御機能を冗長化することが可能になっている。

今後、国内外でこのシステムを用いた励磁制御装置を順次適用していく予定である。



TOSMAP-DS™/LXを適用したAVR盤

Automatic voltage regulator (AVR) panel equipped with TOSMAP-DS™/LX controller

● 発電機・変圧器保護用標準パッケージD4-Sリレー



発電機・変圧器保護用D4-Sリレー

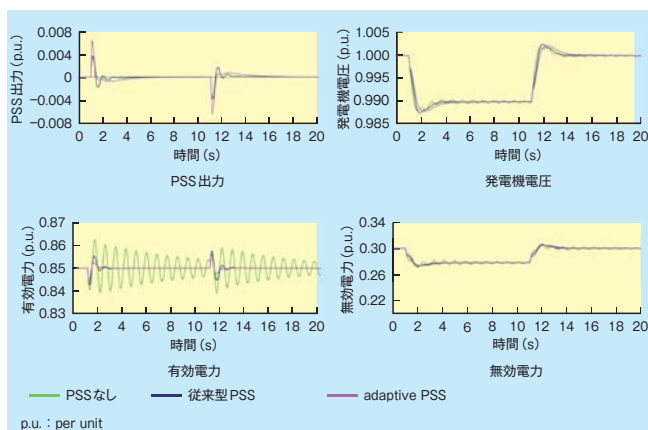
D4-S series generator and transformer protection relay

これまで発電機・変圧器保護用リレーとして適用してきたD3-Sリレーの後継機種として、発電機・変圧器保護用のD4-Sリレーの開発を完了した。一般社団法人 日本電気協会 電力用規格B-402 (平成19年11月 改定) に準拠したものである。

このリレーは、収納リレー要素を発電機1台、又は3巻線変圧器1台と2巻線変圧器1台の保護要素に限定して標準パッケージ化することにより、優れたコストパフォーマンスを実現している。また、パソコンHI (Human Interface) により、リレー動作状態の閲覧や事故解析などを、簡単な操作で行うことができる。

今後、国内外の発電所に順次提案し、適用の拡大を図る。

● 系統リアクタンスの変化に応じて発電機励磁を最適制御するインド NTPC 社の Adaptive PSS



従来のPSSとAdaptive PSSのステップ応答のシミュレーション比較

Results of simulation of step response characteristics without power system stabilizer (PSS), and using conventional PSS and newly developed adaptive PSS

インド NTPC 社の AVR には、従来の PSS (Power System Stabilizer) 機能に加え、負荷や系統構成 (リアクタンス) の変化に応じた最適な制御信号をオートチューニングして出力する仕様がある。これを満足する Adaptive PSS を開発して、AVR に実装した。

Adaptive PSS は、従来の PSS と比べ有効電力の変動幅は小さく、また変動の減衰も早く、いっそうの系統安定化に寄与できる。Adaptive PSS を実装した初号機となる、NTPC クドッキ火力発電所1号機 AVR の工場試験を完了した。今後、インド国内で最大の発電シェアを占める NTPC に順次提供していくとともに、系統のリアクタンス変化が大きい他の新興国へも提案していく。

● 北米向け蒸気タービン発電機の累計受注台数 100 台を達成



営業運転を開始した米国 ファーガソン発電所の STG (195.1 MW)
Steam turbine generator for Thomas C. Ferguson Power Plant, U.S.A.

当社は1990年代後半から北米向け蒸気タービン発電機 (STG) の納入台数を順調に伸ばしている。2014 年は、8 月にテキサス州のファーガソン発電所 (STG 出力195.1 MW)、及び12月にルイジアナ州のナインマイル発電所6号機 (STG 出力241.4 MW) が各々予定どおりに営業運転を開始した。

また、2014 年の新規受注として、ケンタッキー州パラダイス発電所 (STG 出力322.7 MW)、ペンシルバニア州ヨーク発電所2号機 (STG 出力354.2 MW)、インディアナ州イーグルバレー発電所 (STG 出力263 MW)、及びテネシー州アレン発電所 (STG 出力470 MW) の4台を受注した。これにより、北米向け累計受注台数は100台に達した。引き続き市場ニーズを的確に捉えた製品を市場に送り出していく。

3 水力発電

● 中部電力(株) 奥矢作第一水力発電所及び九州電力(株) 大平発電所の改修工事を完了

中部電力(株) 奥矢作第一水力発電所1～3号機及び九州電力(株) 大平発電所2号機は、運転開始から30年以上が経過している。今回、ポンプ水車ランナの更新を含むオーバーホール工事を実施した。

両発電所とも、流れ解析(CFD)により最適化したT-Blade™ランナを適用し、模型試験での性能開発検証を実施することにより、1.5～2.0%の効率向上を達成した。

各ポンプ水車の定格は次のとおりである。

- ・奥矢作第一水力発電所：117.5 MW-172.3 m-300 min⁻¹
- ・大平発電所：256.0 MW-508.0 m-400 min⁻¹



九州電力(株) 大平発電所のランナ取り付け

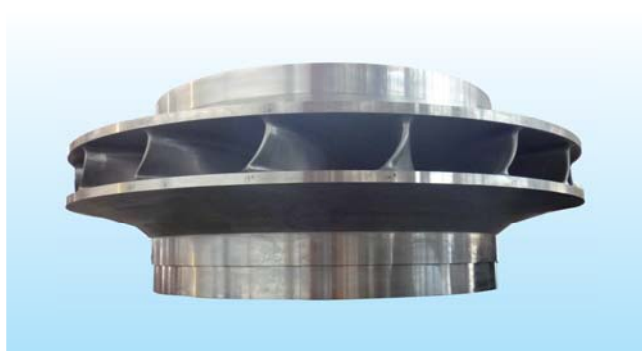
Pump turbine for Ohira Power Station of Kyushu Electric Power Co., Inc.

● オーストラリア マレー1水力発電所 他社製水車10台 更新工事のランナ製作を順次開始

オーストラリア スノーウィーハイドロ社 マレー1発電所のランナが2014年12月に完成した。

この工事は既設の他社製水車10台についてランナやガイドベーンなどを更新するもので、単機の定格出力を95 MWから100 MWへ向上させるとともに、最新の流れ解析技術を駆使して最高効率点での効率を約1.5%向上させることを図っている。今回完成したランナはその1台目である。ランナは当社の中国製造拠点である東芝水電設備(杭州)有限公司(THPC)で製造され、今後は3か月ピッチで用品を製造して出荷し、最終となる10台目の出荷を2017年3月に予定している。水車の定格は次のとおりである。

- ・フランス水車：100 MW-460.2 m-500 min⁻¹、10台



マレー1発電のランナ

Runner for Murray 1 Power Station, Australia

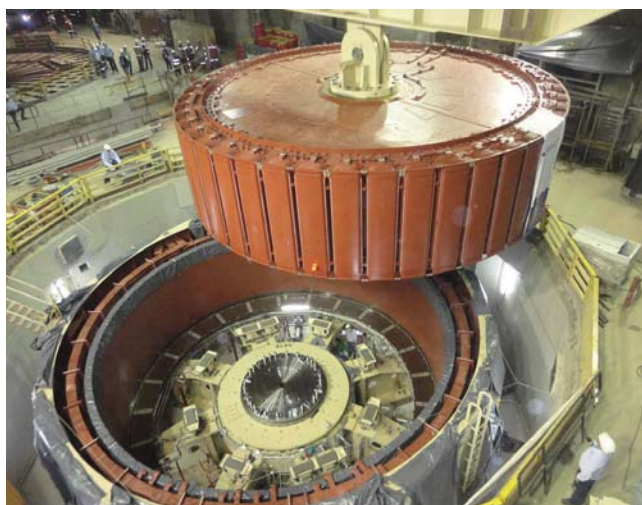
● コロンビア最大容量発電機 ソガモソ発電所の営業運転開始

コロンビア発電公社(本社 メデジン)のソガモソ水力発電所が2014年12月に全号機3台の営業運転を開始した。

単機容量は273.3 MWで、同国内では最大出力の水力発電所となる。発電所総出力は、820 MWとなり、国内需要の8.3%の発電電力量となる。当社は、2009年2月に受注し、発電機及び付属機器を製造して納入するとともに、現地据付のために指導員の派遣を行った。水力発電が70%を担う同国の電力システムの安定運用に寄与すると期待されている。

発電機の定格は次のとおりである。

- ・発電機：324 MVA-16.5 kV-163.63 min⁻¹-60 Hz、3台



ソガモソ発電所 発電機回転子の組立

Generator rotor for Sogamoso Hydroelectric Power Plant, Colombia

● 中部電力(株) 徳山水力発電所2号機の水車発電機



中部電力(株) 徳山水力発電所 2号機の水車発電機

Hydraulic turbine generator for Tokuyama Hydroelectric Power Station
Unit 2 of Chubu Electric Power Co., Inc.

中部電力(株) 徳山水力発電所2号機は当初予定していた運転開始日より1.5か月前倒して、2014年5月に営業運転を開始した。

この発電所は1号機(131 MW)と2号機(22.4 MW)の出力が異なり、1号機は電力需要の多い昼間の時間帯などに運用され、2号機は主にベースロード用として運用される。水車及び発電機はTHPCでほぼ一式製造したものである。当社は、顧客と協力して現地試験を効率的に進め、工期の短縮を実現した。

2号機の水車と発電機の定格は、次のとおりである。

- 水車：26.1 MW-148.95 m-514.3 min⁻¹
- 発電機：27.2 MVA-6.6 kV-514.3 min⁻¹-60 Hz

1号機は現在現地試験中で、2015年6月に運転を開始する予定である。

● 中国 安谷発電所の国内最大級容量カプラン水車直結発電機を完成



中国 安谷発電所

Angu Hydropower Station, China

THPCが発電機4台を納入した中国四川省 安谷発電所の初号機(1号機)が2014年12月に完成した。

これはカプラン水車に直結される発電機として中国第2位の大容量機であり、3,000 tを超えるスラスト荷重はTHPCにとってこれまでで最大のものである。

発電機固定子の鉄心外径は14 mで、固定子フレーム及び回転子スポークは輸送路の制約を受けるために分割して工場から現地へ輸送し、現地で一体構造に溶接した。

発電機の設計及び製造は東芝支援のもとでTHPCが実施している。

- 発電機定格：217.14 MVA-13.8 kV-88.2 min⁻¹-50 Hz

● 中国最大級のバルブ水車発電機を設置した黄豊発電所が営業運転を開始



黄豊発電所の現地組立ランナ

Runner assembly at site for Huangfeng Hydropower Station, China

THPCが横軸バルブ水車発電機全5台を納入した中国青海省 黄豊発電所が2014年8月に営業運転を開始した。

このバルブ水車発電機は2007年7月にTHPCが受注したもので、当社がCFDによる水力流路設計及び水車性能検証模型試験を行い、THPCが水車構造及び発電機の設計並びに製造を担当した。最高落差が19.1 mで単機最大容量が45 MWという、高落差かつ大容量の中国最大級のバルブ水車発電機で、4枚のランナ羽根から成る構造を適用している。運転開始当初は水位の関係で低落差(8 m)領域で運転し、この運転領域でも水車諸性能に問題がないことが実証された。

水車と発電機の定格は、次のとおりである。

- 水車：45.92 MW-16 m-115.4 min⁻¹
- 発電機：47.368 MVA-13.8 kV-115.4 min⁻¹-50 Hz

● 電源開発(株) 胆沢第一発電所及び岩手県企業局 胆沢第三発電所の営業運転開始

胆沢ダムの建設に伴い胆沢第一発電所がダム右岸直下に建設され、2台の水車及び発電機が設置された。また同じ建屋内にダムの維持放流を利用した胆沢第三発電所が建設され、1台の水車及び発電機が設置された。これらの発電所は2014年7月に営業運転を開始した。

当社は、設計及び形式が異なるこれらの水車及び発電機や制御機器の設計と製作、並びに現地調整試験(胆沢第三発電所は据付工事を含む)を担当した。

電源開発(株) 胆沢第一発電所

- ・水車1号機：立軸フランシス11.09 MW-101.35 m-600 min⁻¹
- ・水車2号機：立軸フランシス3.66 MW-100.66 m-1,000 min⁻¹
- ・発電機1号機：11.9 MVA-6.6 kV-600 min⁻¹-50 Hz
- ・発電機2号機：3.9 MVA-6.6 kV-1,000 min⁻¹-50 Hz

岩手県企業局 胆沢第三発電所

- ・水車：横軸フランシス1.61 MW-105.25 m-1,000 min⁻¹
- ・発電機：1.7 MVA-6.6 kV-1,000 min⁻¹-50 Hz

関係論文：東芝レビュー. 70, 1, 2015, p.20-23.



電源開発(株) 胆沢第一発電所の立軸水車発電機、並びに岩手県企業局 胆沢第三発電所の横軸水車及び発電機

Vertical generators for Isawa No. 1 Power Station of Electric Power Development Co., Ltd. and horizontal generator and water turbine for Isawa No. 3 Power Station of Iwate Prefecture

● イビデン(株) 川上水力発電所の改修工事を完了

イビデン(株) 川上水力発電所は、1935年に建設されて以来約78年間運用されてきたが、設備の老朽化のため、水車、発電機、及び主機制御装置一式の更新工事を行い、2014年5月に営業運転を開始した。

水車ランナにT-Blade™を採用して認可出力を4.1 MWから4.4 MWに向上させるとともに、電動化や空冷軸受のほか、各種の最新技術を採用し、保守の省力化を図った。

- ・水車：横軸フランシス4.41 MW-106.18 m-514 min⁻¹
- ・発電機：横軸三相同期発電機5.0 MVA-3.3 kV-514 min⁻¹-60 Hz



イビデン(株) 川上発電所の水車及び発電機

Water turbine and generator for Kawakami Power Plant of Ibiden Co., Ltd.

● 東北電力(株) 飯野発電所へHydro-eKIDS™ L型を適用

東北電力(株) 飯野発電所は、2014年6月に営業運転を開始した。

この発電所は、河川維持放流の有効利用を目的としたもので、低落差ユニット型発電装置のHydro-eKIDS™ L形を採用することで、落差変動に対応した流量一定運転を可能にしている。

また、維持放流量を制御するための水車ガイドベーンに電動操作式を採用し、最低落差から最高落差までの間で所定の流量を制御可能な設計としている。

- ・水車：横軸プロペラ水車258 kW-9.57 m-579 min⁻¹
- ・発電機：横軸三相誘導発電機230 kW-400 V-50 Hz

関係論文：東芝レビュー. 70, 1, 2015, p.20-23.



東北電力(株) 飯野発電所の水力発電設備

Micro-hydroelectric power generation device for Iino Power Station of Tohoku Electric Power Co., Inc.

4 再生可能エネルギー・燃料電池

● 新長島黒ノ瀬戸風力発電所 2 MW風車2基の据付工事を完了



据付工事の完了した新長島黒ノ瀬戸風力発電所
Shin-Nagashima Kuronoseto Wind Power Plant of Sigma Power Janex Co., Ltd.

国内で初めて東芝ブランドとして提供する韓国ユニスン社製風車の、新長島黒ノ瀬戸風力発電所（鹿児島県出水郡長島町）への据付工事を2014年12月に完了した。

この発電所は東芝グループ会社であるシグマパワー・ジェネックス(株)が運営するもので、当社は風車の供給に加えてエンジニアリングを担当する。また風車を設計製作するユニスン社に対し、日本の環境及び法規に適合するよう仕様の提示及び品質を確保するための指導を行い、タワーの認定の取得も行った。

土木・電気工事、輸送、据付、及び試験についてもシグマパワー・ジェネックス(株)と連携して工程及び品質の管理を行い、目標建設コストの達成と2015年3月末の運転開始（当初計画）の実現に向け順調に工事を推進している。

● ケニア オルカリア地熱発電所の営業運転開始



ケニア地熱発電所
Geothermal Power Plant, Kenya

オルカリア地熱発電所は、ケニア南西部のヘルズゲート国立公園内に位置し、第1発電所の増設4, 5号機及び第4発電所の新設1, 2号機の全てが2015年1月までに順次営業運転を開始した。当社は約70 MWの蒸気タービン及び発電機を各号機に計4台納入し、サイトの建設期間中は据付及び試運転の指導員を派遣した。

今回営業運転を開始した発電所の総出力280 MWは、ケニアにおける総発電量のおよそ15%に相当し、ケニア国内において重要な電源と位置づけられる。運転開始時には、ケニア大統領の臨席の下で記念式典が開催され、同国への安定した電力供給への貢献を期待されている。

● インドネシア パトゥーハ地熱発電所の営業運転開始



パトゥーハ地熱発電所 1号機
Patuha Geothermal Power Plant Unit 1, Indonesia

インドネシア ジオ デイパ エナジ (GDE) 社 パトゥーハ地熱発電所1号機 (55 MW×1台) が2014年10月に営業運転を開始した。この発電所は、オーナーのGDE社と丸紅(株)とのEPC（設計、調達、建設）契約案件で、当社は主要発電設備の納入及び試運転を担当した。軸流排気型の蒸気タービンや直接接触式の復水器などを採用し、タービン建屋のコンパクト化を図った。

このプロジェクトは当社としてインドネシアにおける初めての地熱発電プロジェクトである。

主要設備型式

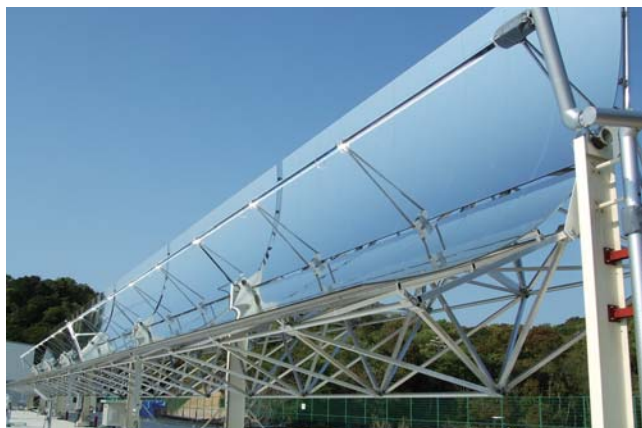
- ・蒸気タービン：単車室軸流排気型
- ・復水器：スプレー式直接接触型
- ・発電機：三相横軸円筒回転磁界型

● 南あわじ 太陽熱バイナリ発電試験設備が稼働開始

当社は環境省の補助事業^(注)として、(株)神戸製鋼所と共同で建設した風力、太陽熱、及びバイオマスボイラを熱源とするバイナリ発電システムの実証試験を開始した。

この設備では再生可能エネルギーである太陽熱とバイオマスボイラを組み合わせることで、二酸化炭素(CO₂)の排出量削減を図るとともに、時刻や天候に左右されず安定した電気・熱エネルギーの供給を目指す。発電装置にはコンパクトかつ高効率のパッケージ型バイナリ発電装置を導入した。更に、風力発電設備の短期変動電力を分離して、太陽熱集熱システムの熱媒体に吸収させる制御システムを慶應義塾大学と共同で開発している。

(注) 環境省「地球温暖化対策技術開発・実証研究事業(競争的資金)」



実証試験中の太陽熱集熱器

Parabolic trough solar heat collector for binary power generation system undergoing verification testing

● フィリピン バックマン地熱発電所2号機他社製タービン改修工事を完了

フィリピン バックマン地熱発電所2号機のタービン改修工事を2014年10月に完了した。

このプロジェクトでは、他社製地熱タービン内部の主要部品(ロータやノズルダイヤフラムなど)を当社製に交換した。設計にあたっては、既設機器の計測を実施し、その計測データをもとに最新技術を適用した結果、保証仕様を満足する性能を得ることができた。

また、現地工事も当社の関連会社で実施し、当初の計画より短縮して工事を完了した。

2015年1月から3月にかけて2台目となる1号機タービンの改修工事を予定している。このプロジェクトの経験を生かし、今後も老朽化したタービンの改良を行っていく。



バックマン地熱発電所2号機のタービンロータ

Turbine rotor for Bacman Geothermal Power Plant Unit 2, Philippines

● 集合住宅向け 燃料電池コージェネレーションシステム エネファームを完成

1kW級燃料電池コージェネレーションシステム エネファームは2009年に商品化して以降、2014年9月までに累積5万台の出荷を達成した。またこの間、2014年3月には新モデル TM1-AEの出荷を開始している。世界最高^(注)の総合効率95%や、10年間連続運転、コンパクトさなどの技術面の優位性から、シェア第1位^(注)と業界をリードしている。これらの技術利点を生かし、集合住宅の狭いパイプシャフト内にコンパクトに設置でき、耐震性を強化した集合住宅向けエネファームを完成させた。また、-20℃までの環境で使用可能な寒冷地仕様機、東芝製二次電池SCiBを内蔵し、停電時でも起動及び発電を可能にする次のモデルの機能検証を行い、ラインアップの拡充を図っている。

(注) 2014年2月現在、当社調べ。



集合住宅向け燃料電池コージェネレーションシステム エネファーム

ENE-FARM residential fuel cell system for condominium use