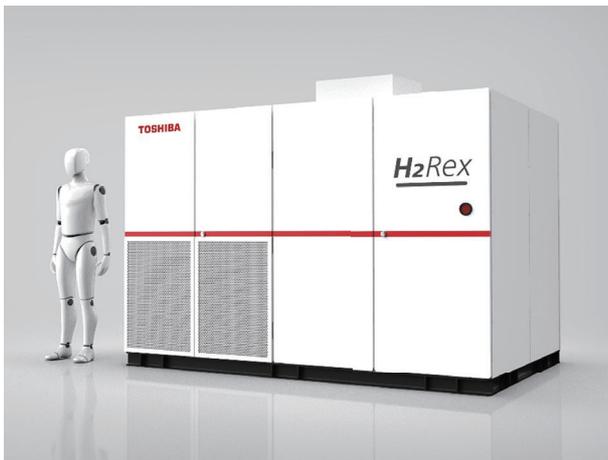


エネルギーシステム

Energy Systems

これからの社会では、カーボンニュートラルの実現が重要な課題です。二酸化炭素を排出しない再生可能エネルギー発電設備や、エネルギーを安定に送る電力系統技術、エネルギーを貯蔵して有効に使うための水素の利活用技術、発生した二酸化炭素を分離して有効に活用するためのCCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage) など、2050年の二酸化炭素排出実質ゼロを実現する技術を開発しています。

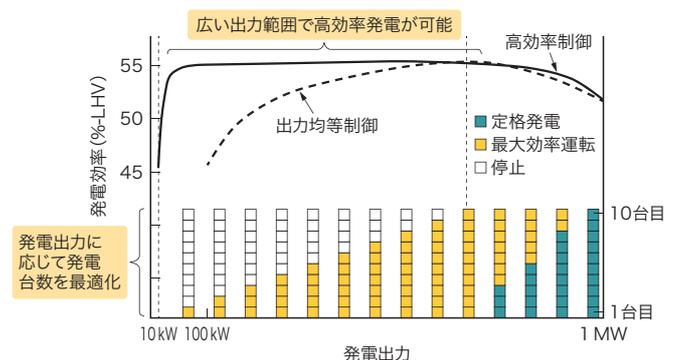
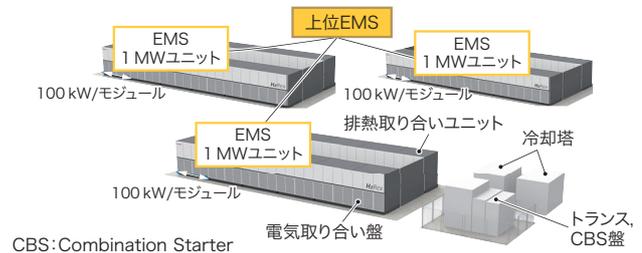
H2Rex™ 100 kW 第3世代モデル及びマルチ MW モデル



*人形の身長は170 cm

H2Rex™ 100D 第3世代モデル

Third-generation model of H2Rex™ 100D stationary pure hydrogen fuel cell system



1 MW ユニットの複数台制御による運用イメージ

Megawatt-class stationary pure hydrogen fuel cell system employing integrated management of multiple 1 MW units

水素社会においては、水素を高効率で電力に変換できる燃料電池システムの活用が重要である。当社は、定置用燃料電池システム H2Rex™ をシリーズ化して、提供している。大型システム向けの 100 kW 機は、2016 年度に商品としてリリースし、2018 年度に第 2 世代モデルを市場投入した。そして今回、高出力密度化を実現した新たな燃料電池スタックの採用とシステム構成の見直しにより、更なる小型・低コスト化を達成し、総合効率 95 %LHV^(注) という高い効率と、世界最高クラスの 8 万時間という耐久性を備えた第 3 世代モデルを開発した。

パッケージサイズは、幅 2.8 m、奥行き 2.0 m、高さ 1.9 m で、質量は約 4.5 t となり、第 2 世代モデルに比べて体積を 22 %、質量を 22 % 削減できた。出力当たりの容積は 0.1 m³/kW と、定置用燃料電池システムとして世界最小レベルであり、2022 年 4 月に製品化を予定している。

また、水素発電システムの大規模用途向けに、100 kW 単位のユニットを一つのモジュールとして複数組み合わせることで、MW 級までを一つのシステムとして構成できる MW 機の開発を行った。各モジュールを個別に運転制御する EMS (Energy Management System) を搭載し、電力需要や熱需要に応じて高い発電効率・排熱回収効率が得られる最適運転を行うだけでなく、各モジュールの発電時間や機器特性を考慮した運転時間配分の平準化や保守の計画実施を可能にした。

更に、この 1 MW 機を 1 ユニットとして複数の 1 MW 機を統合的に運用するマルチ MW モデルの開発も進めている。各 1 MW 機の EMS を統合する上位 EMS を設置し、各 EMS のデータを上位 EMS がネットワーク上で統合的に監視・制御することで、マルチ MW モデルとしてより効率的な運用を実現する。マルチ MW 化することで、より広い出力範囲で高効率の発電が可能になるほか、保守時における設備稼働率の低下も防止できる。

(注) 低位発熱量基準。発熱量に対する発電量の比で発電効率を算出するとき、発熱量に水蒸気の凝縮潜熱を含めない算出条件。

関係論文：東芝レビュー. 2021, 76, 3, p.31-35.

再生可能エネルギーを利用した大規模水素エネルギーシステムの実証運用評価と制御機能の強化



福島水素エネルギー研究フィールド
Overview of Fukushima Hydrogen Energy Research Field

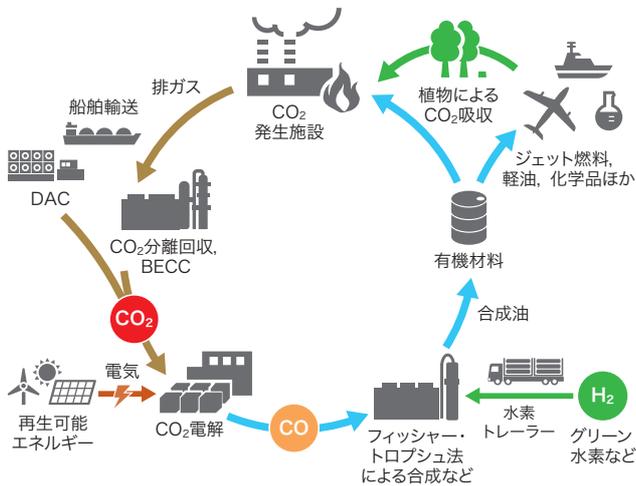
福島県双葉郡浪江町で、10 MWの水素製造装置と20 MWの太陽光発電 (PV) 設備を備えた水素プラント (福島水素エネルギー研究フィールド) の開発・実証運用を行う委託事業を、2016年から進めている。現在、プラントの実証運用を通じたデータの収集・評価を行って、得られた知見や改善課題を基に更なるシステム開発を行っている。また、製造した水素は、福島県内の施設やイベントなどに供給している。

2021年は、電力市場の動向を踏まえて、現在のシステムが持つ機能に加えて、PV電力を逆流して売電するための制御機能、 Δ kW (調整力) や kWh (電力量) といった複数種のデマンドレスポンス (DR) に対応する制御機能の設計・実装、及び受変電設備の改造を実施し、2022年にこれら制御機能の実証運用評価を行う予定である。

この事業は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「水素社会構築技術開発事業/水素エネルギーシステム技術開発/再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発」の一環として実施している。

東芝エネルギーシステムズ (株)

人工光合成技術を用いた電解による地域のCO₂資源化検討事業を開始



DAC: Direct Air Capture
BECC: Bioenergy with Carbon Capture

P2Cの概念

Concept of power-to-chemicals (P2C)

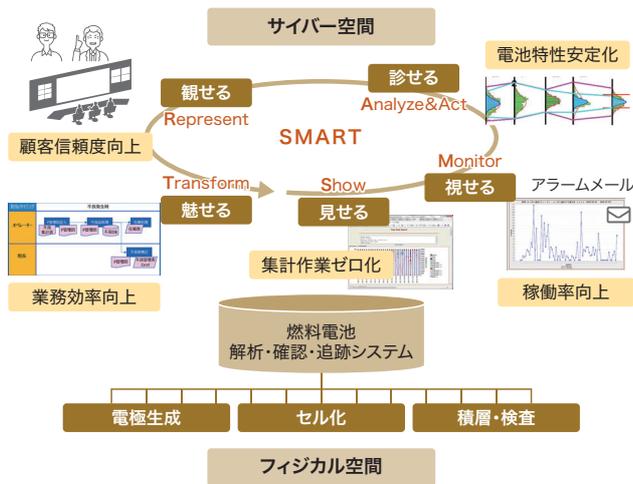
東芝エネルギーシステムズ (株), (株) 東芝, 東洋エンジニアリング (株), 出光興産 (株), 日本 CCS 調査 (株), 及び全日本空輸 (株) の6社は, (株) 東芝 研究開発センターが開発した二酸化炭素 (CO₂) を一酸化炭素 (CO) に転換する CO₂ 電解 (人工光合成) 技術と, CO と水素 (H₂) から液体燃料を合成する技術を用いて, 持続可能な航空燃料 (SAF: Sustainable Aviation Fuel) を製造する, P2C (Power to Chemicals) による炭素循環ビジネスモデルを検討してきた。この取り組みが, 環境省の「令和3年度二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業」に採択され, 2021年9月から4か年計画の委託事業を開始した。

この事業では, 年間約150 tのCOを製造するCO₂電解装置のプロトタイプを製作し, 実証運転を行う。これを基に, 共同実施者が保有する技術や既存インフラなども活用して, CO₂分離回収からSAF製造, 消費までの全工程の成立性を検証する。2021年は, CO₂電解装置のショートスタックの製作と基本特性の把握, 及びP2CでのSAF製造プロセスの概念設計を行った。

関係論文: 東芝レビュー, 2021, 76, 3, p.26-30.

東芝エネルギーシステムズ (株)

■ スマートファクトリー



P:不良率 DB:データベース

製造時の問題を未然に防止するスマートファクトリー
 Concept of smart factory capable of preventing problems at time of manufacturing

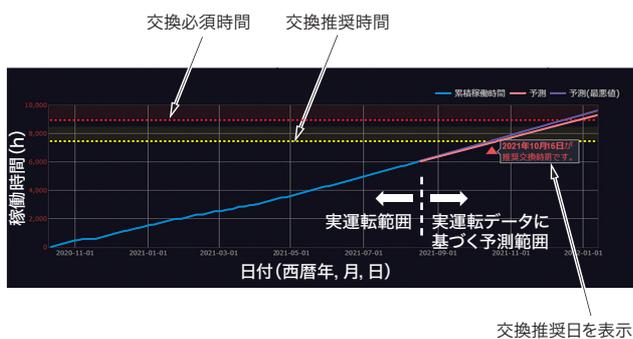
当社が目指すスマートファクトリーは、製造におけるトラブル（品質・生産・安全）を未然に防止できる工場であり、五つの“みせる”をテーマに活動している。

- (1) 見せる データ収集・可視化 (Show)
- (2) 視(み)せる 異常表示 (Monitor)
- (3) 診(み)せる 不適合分析 (Analyze&Act)
- (4) 観(み)せる 顧客に自信を持って観せられる (Represent)
- (5) 魅(み)せる 働きがいのある魅力的なライン (Transform)

それぞれの英単語の頭文字を取って、“SMART”と名付けた。これらの実現に向けて、製造設備に様々な検知手段とIoT (Internet of Things) を導入し、収集したデータの分析・可視化をリアルタイムに行って、改善シナリオ (PDCA) を立案し実行した。また、分析・解析データの蓄積により、それぞれの設備にしきい値 (管理値) を設けて問題発生前にアラームを発報することで、トラブルによるライン停止と不適合品を作らない仕組み (予防保全と傾向管理) を構築した。

東芝エネルギーシステムズ (株)

■ デジタル技術を活用した水素エネルギー製品への保守サービスシステム及びツールの展開



水素エネルギー製品の稼働実態に基づく部品交換時期の見える化画面の例

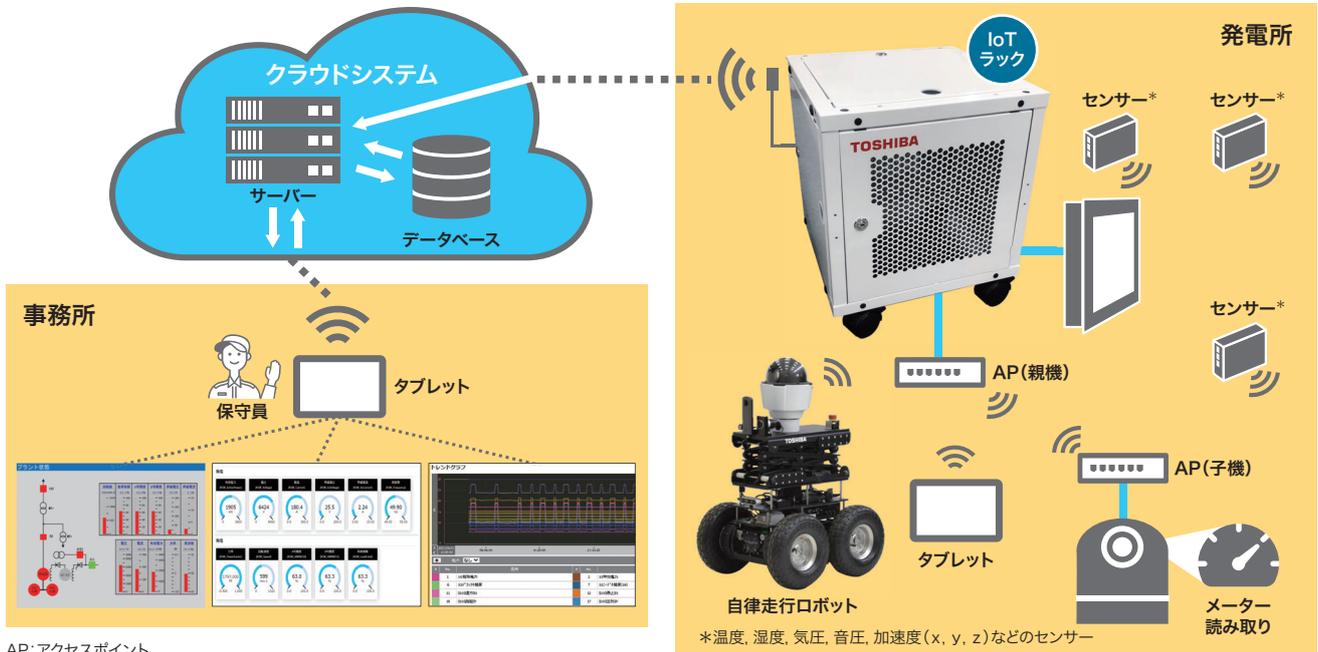
Example of visualization screen showing optimal time for replacement of components in hydrogen energy system based on operation data

当社は、大型の水素燃料電池など様々な水素エネルギー関連製品を提供しており、これらの製品の保守サービスにおいてDX (デジタルトランスフォーメーション) への取り組みを進めている。水素関連製品は、ネットワークに接続されており、運転監視ダッシュボードや故障時のメール発報などのサービスを顧客に提供している。また、新たな機能として、異常予兆の検出による予防診断技術なども開発している。

今回、製品内の部品の余寿命診断技術及び部品交換時期の見える化ツールを開発した。これらのツールは、ネットワークシステム上に構築されており、製品からオンラインで取得した劣化メカニズムの因子となるデータを活用して、複数の学習の窓幅や、回帰手法、製品運転パターンなどに基づく最適解とワースト解を見える化することで、顧客は個々の製品の稼働実態に応じた部品交換時期を把握できる。開発した保守サービスシステム及びツールは、今後実際に活用しながら更なる機能向上を図り、顧客付加価値を創出していく。

東芝エネルギーシステムズ (株)

IoTを活用した水力発電所遠隔監視システムの試運用



AP:アクセスポイント

IoTを活用した遠隔監視システムの構成

Architecture of remote monitoring system for hydroelectric power plants using Internet of Things (IoT)

岩手県企業局が進めているスマート保安技術の効果検証に協力し、2020年12月から、岩洞第一発電所及び柏台発電所において、IoT (Internet of Things) を活用した遠隔監視システムの試運用を開始した。

この遠隔監視システムは、発電所に設置するIoTラック・センシングデバイス・自律走行ロボット、クラウドシステム上のデータベースとアプリケーション、及び保守員が使用する監視用タブレットから構成される。

IoTラックは、発電所の様々なデータを収集するデータ収集装置である。ネットワークを介して制御装置や記録計と接続し、運用に必要なデータだけでなく、保守で使用する過去から現在までのデータをクラウドシステム上に保存することを可能にする。また、ネットワークにセンシングデバイスを追加拡張することも可能で、今回は、メーターを読み取るカメラや、小型振動計測装置、固定子の部分放電測定器などを接続し、データを取得している。

タブレットでは、取得したデータを基に発電設備の現状を遠隔監視で把握するとともに、過去のデータを確認できる。系統図や、メーター、トレンドグラフ、警報リストなどの表示が可能で、表示項目やデザインはユーザーがカスタマイズできる。

取得したデータを用いた異常予兆診断の検証も実施している。異常を早期に捉えることで、主機の計画外停止の削減や保守の効率化が期待できる。自律走行ロボットの走行試験も実施した。自動巡視や、緊急時の一次診断に活用することで、保守の負担を削減できる。

当社は、エネルギーをはじめとした幅広い分野の産業向けに、様々なCPS (サイバーフィジカルシステム) 技術を開発してきた。これらの技術と、プラントメーカーとしての実績を基に、顧客との共創により、適切なシステムを構築することで、新たな価値やサービスを提供していく。

東芝エネルギーシステムズ (株)

群馬県企業局ハッ場発電所の営業運転開始



ハッ場発電所の水車
Hydraulic turbine for Yamba Hydroelectric Power Station of
Gunma Prefecture



水車発電機
Hydraulic turbine generator for Yamba Hydroelectric Power Station

群馬県ハッ場発電所の水車・発電機設備の新設工事が完了し、2021年4月に営業運転を開始した。この発電所は、ダムの建設に伴い新設された発電所で、(株)明電舎と共同で2016年6月に受注し、当社は水車機器の設計・製造を担当した。

このダムは多目的ダムで、治水容量6,500万 m^3 に対して利水容量は2,500万 m^3 と、治水としての使用量の方が大きく、洪水期には水位を大きく下げる運用をするため、変落差幅が大きい。水車の有効落差としては、最高105.8 mから最低62.08 mまで40 m以上変化する。また、使用流量も最大13.6 m^3/s から最小2.4 m^3/s と広範囲に変化させる必要があった。そのため、横軸両掛けフランシス水車、及びT-Blade™ランナを採用するとともに、最適類似模型を参考にした設計を行うことで、広範囲の運転条件に対応できる高効率な水車を実現した。

発電所が位置する利根川水系吾妻川は酸性河川であることから、吸い出し管やケーシングを含む流水部全てにステンレス製の部品を採用した。ランナ及びガイドベーン材の材質には、当社実績を基にしてステンレス鋼SCS6を選定した。

また、片輪に通水して運転する場合、空転させるランナは冷却する必要があるが、空冷とすることで冷却水を不要にした。空冷の実績としては大出力となるため、水車の排水配管に設けられた電動弁の開閉制御を行い、冷却性能を向上させることによって冷却水レスを実現した。また、電動ガイドベーンサーボモーターを採用することで油レス化し、更に保守の省略化を図った。

当社が納入した水車の定格は、以下のとおりである。

- ・水車：横軸二輪単流渦巻き両掛けフランシス水車、12.6 MW、105.8 m、600 min^{-1}

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 米国ブルームサ水力発電所の発電機大規模改修工事を完了



発電機固定子のつり込み

Installation of generator stator at Blue Mesa Powerplant, U.S.A.

米国コロラド州のブルームサ水力発電所は、2020年9月に1台目、2021年5月に2台目の発電機改修工事を完了し、営業運転を再開した。この工事は、2016年5月に東芝アメリカエナジーシステム社（TAES）が受注したもので、当社は固定子の設計及び製作を行い、TAESは固定子の現地組立、流用する部品の修理、励磁装置調達、及び現地作業を行った。

改修工事は設備の近代化とそれによる信頼性の回復であったが、既設発電機は、固定子巻線の温度上昇に問題を抱えていた。既設発電機は他社製のため、設計に必要なデータの一部が不足していたが、現地での回転試験による情報収集でこれを補い設計に反映することで、改修後の温度上昇の仕様を満足した。また、固定子組立は、事前に発電所内のスペースを利用して行うことで効率化を図り、停止期間の短縮に結びつけた。

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）による作業の中断など予期せぬ事態があったが、無事改修工事を完了させた。

定格は次のとおりである。

・発電機：48.0 MVA, 11.5 kV, 200 min⁻¹, 60 Hz

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 中国新集水力発電所用の水車の模型試験を完了



水車模型試験による性能検証

Verification of hydraulic turbine performance by model tests

中国新集水力発電所用の水車の模型試験を、2021年8月に完了した。この案件は、実績を重視する客先から、東芝グループが持つバルブ水車の豊富な設計・製造実績が評価されたことにより、東芝水電設備（杭州）有限公司（THPC）が受注したもので、当社は水車模型試験を担当した。

当社は仕様に合致する水車模型の試験データを保有していたため、開発に時間を掛けることなく、保証値を満足する性能を達成した。COVID-19まん延の影響により、各国間の人員の移動が制限されたことで客先の来日が困難となったが、オンラインシステムを活用してリモートで立ち会い試験を実施し、各種性能が仕様を満足していることが確認され、無事合格した。

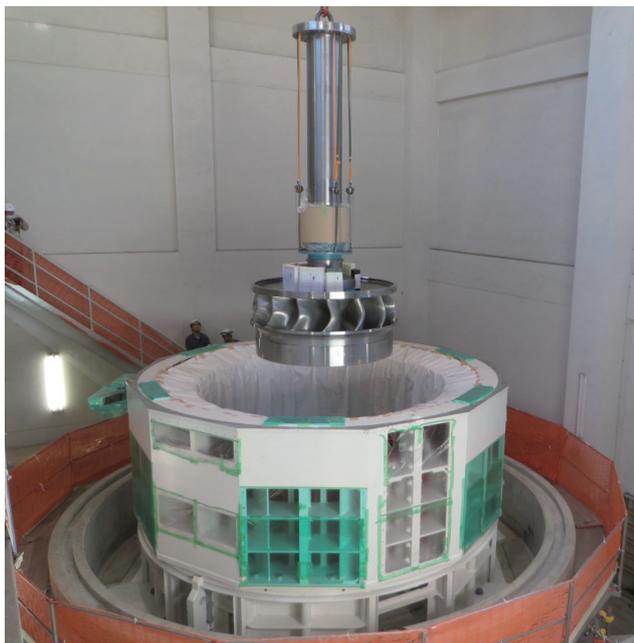
この発電所用の機器は現在 THPC にて設計・製作中であり、2022年10月から出荷し、2023年5月には据え付け・試験を完了して営業運転を開始する予定である。

水車の定格は次のとおりである。

・水車：30.77 MW, 8.6 m, 78.95 min⁻¹

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 電源開発（株）足寄発電所2号機の一式更新工事を完了



水車ランナのつり込み
Installation of hydraulic runner at Ashoro Hydroelectric Power Station Unit 2 of Electric Power Development Co., Ltd.

電源開発（株）足寄発電所2号機は、2021年2月19日に営業運転を開始した。この発電所は、1955年の運転開始から60年以上が経過しているため、設備の信頼性の向上と簡素化・省力化を目的に一式更新が図られたもので、当社は水車を設計・製造し、納入した。

今回の更新では模型試験は実施せず、流れ解析（CFD）だけでランナ性能開発・評価を行い、高効率化を実現した。T-Blade™ランナを採用するとともに、ランナと静止部の隙間からの漏流を少なくするため、当社独自のランナシール構造を適用し、従来型と比較して最大約0.2%効率を向上させた。これらの施策により、使用する流量を変えずに水車出力を23,500 kWから23,800 kWに増加させた。

納入した水車の定格は、次のとおりである。

- ・水車：立軸単輪単流渦巻きフランシス水車、
23,800 kW, 92.63 m, 300 min⁻¹, 1台

更新工事は、2台目として1号機についても進められており、現在製作・据え付け中で、2023年3月に運転開始の予定である。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 東京電力リニューアブルパワー（株）石打発電所の一式更新工事を完了



水車設備



発電機設備

石打発電所の水車及び発電機
Hydraulic turbine and generator for Ishiuchi Hydroelectric Power Station of TEPCO Renewable Power, Inc.

東京電力リニューアブルパワー（株）石打発電所は2021年7月に営業運転を再開した。この発電所は運転開始から40年以上経過しているため、設備の老朽化対策として、今回一式更新を行うとともに、出力の増大を図った。

水車は、CFDを駆使して最適な流路形状とするとともに、最新のT-Blade™ランナの適用により、規定使用水量での水車出力を5,800 kWから6,110 kWに向上させた。

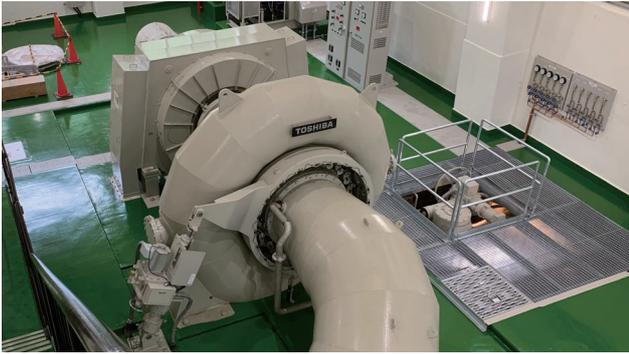
また、水車軸受け部への水潤滑方式の採用、入口駆動装置・ガイドベーン駆動装置・ブレーキ装置の電動化、及び無拘束速度機の採用による制圧機の不要化で油レス化を図り、設備を簡素化した。

水車と発電機の定格は、次のとおりである。

- ・水車：6,110 kW, 49.797 m, 333 min⁻¹
- ・発電機：6,400 kVA, 6.6 kV, 50 Hz, 力率0.95

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 中部電力（株）洞戸発電所の一式更新を完了



洞戸発電所の水車

Hydraulic turbine for Horado Hydroelectric Power Station of Chubu Electric Power Co., Inc.

中部電力（株）洞戸発電所は、水車、発電機及び付属装置の更新工事を完了し、2021年4月に営業運転を開始した。この工事は、2018年5月に（株）明電舎が受注したもので、当社は水車機器の設計・製造を担当した。

水車はT-Blade™ランナを採用し、過去の流況において、発生電力量が最大となるように設計した。横軸機としては大口径のため、ケーシング側板及び入口短管は分割構造とし、現地で溶接組立を実施した。ガイドベーンサーボモーター、入口弁及び側路弁を全て電動化することにより、設備の簡素化や保守の省力化を図った。

更新後の水車定格は、次のとおりである。

- ・水車：横軸フランシス水車2台,
5,840 kW, 80.210 m, 514 min⁻¹

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 東京発電（株）雨畑川発電所が営業運転を開始



雨畑川発電所の水車発電機

Hydraulic turbine generator for Amehatagawa Hydroelectric Power Station of The Tokyo Electric Generation Co., Inc.

東京発電（株）雨畑川発電所は、1977年から運用されてきたが、設備が老朽化したことから、水車、発電機、制御装置、及び屋外変電設備の一式更新工事が行われ、2021年4月に営業運転を開始した。

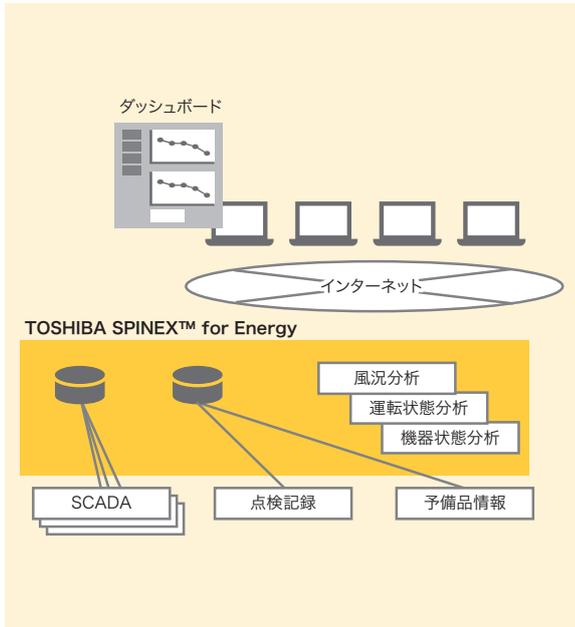
更新に際し、水車にはT-Blade™ランナを適用するとともに最新のCFDを用いて効率向上を図り、最大出力を12,200 kWから12,620 kWへ増加させた。また、ガイドベーンにはハイブリッド式サーボモーターを採用し、入口弁を電動化したことで、油レス化を図り、保守を省力化した。更に、汎用型コントローラーを用いた一体形配電盤を採用し、制御ケーブルの削減と工期短縮を図った。

水車と発電機の定格は、次のとおりである。

- ・水車：立軸フランシス水車,
12,620 kW, 206.14 m, 750 min⁻¹
- ・発電機：立軸三相同期発電機,
13,000 kVA, 11 kV-50 Hz, 力率0.95

東芝エネルギーシステムズ（株）

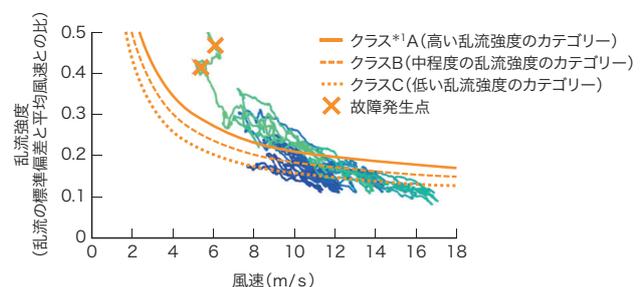
風力発電設備 O&M サービス向け IoT プラットフォーム



風力発電設備 O&M サービス向け IoT プラットフォームの概要
Outline of Internet of Things (IoT) platform for operation and maintenance (O&M) service for wind turbine generator systems



ダッシュボード画面の例
Example of dashboard display



*1 IEC 61400-1 (国際電気標準会議規格61400-1) の標準乱流モデルのクラス
*2 線の色の変化(青色→緑色)は、時間の経過を表す

風車軽故障時の風速の乱れを分析したグラフ画面の例
Example of graphic display showing disturbance of wind speed at time of wind turbine failure

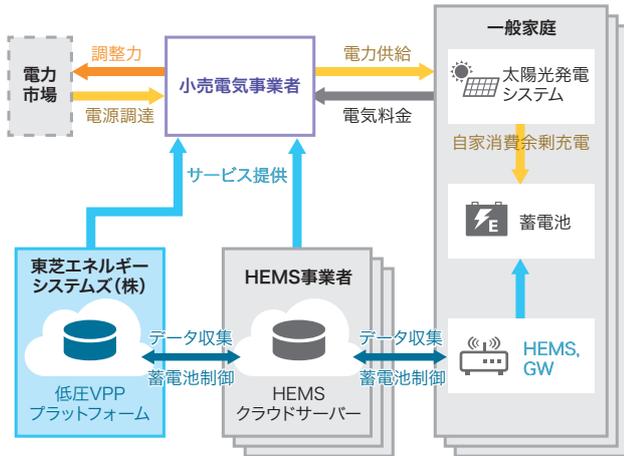
TOSHIBA SPINEX™ for Energy^(注)をベースに開発中の、風力発電設備 O&M (Operation and Maintenance) サービス向け IoT (Internet of Things) プラットフォームの部分的な運用を、2021年4月から開始した。

風力発電所の現地に設置された風車メーカーの SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) から運転データを IoT プラットフォームに収集し、SCADA が提供している監視操作機能ではカバーできていない、O&M サービスに特化した機能を実装した。ユーザーインターフェースとなるダッシュボードには、風力発電設備の運転状況として発電出力の変動状態をトレンドグラフで表示し、サービスメニューを選択することで、イベントデータとトレンドデータの相関性などを可視化する分析支援機能や、データベース化された運転日誌及び定期点検記録などの参照が手軽に利用できる。分析支援機能の例として、故障が発生した時点の風況変化及び運転状態の可視化を、サービス画面上の選択操作だけで実現できる。これにより、従来は分析のためにユーザーが行っていた SCADA データダウンロード及びデータ処理の作業を、大幅に低減した。ダッシュボードは、Web ブラウザー経由で PC (パソコン) 端末からアクセスすることで、場所を選ばず利用できる。

今後、部品の交換周期を想定した予備品管理サービスなどの機能開発や、前述の故障分析支援機能に加え通常運転時の状態把握を目的とした機能開発などを進めていく。また、急速に普及が進むと考えられる洋上風力発電所の O&M で課題となる、現場アクセスの負担を軽減するための遠隔監視操作・運用保守・予防保全を目的としたサービスを強化していく。

(注) 東芝の電力向け IoT サービスの名称。

■ “低圧VPPプラットフォーム”のサービス提供を開始



HEMS: Home Energy Management System
GW: ゲートウェイ

低圧VPPプラットフォームが提供するサービス概要

Outline of virtual power plant (VPP) platform offering service for residential market

近年、低炭素社会を実現する目的で再生可能エネルギー電源の導入が推進されているが、導入が進むほど電力系統の需給計画は難しくなる。その結果、大規模停電や電力価格の高騰などの悪影響が顕在化し、対策として低圧をはじめとする需要家側に調整力を持たせるバーチャルパワープラント（VPP）が注目されている。

このような背景から、小売電気事業者向けに一般家庭などの電力需給調整を可能とする“低圧VPPプラットフォーム”のサービス提供を開始した。このサービスは、蓄電池や電気自動車など多数の低圧エネルギーリソースを制御することで、需要家側に調整力を持たせる。このため小売電気事業者の電力需給計画の実効性が向上し、電力の裁定取引^(注)によって収益性の向上も期待できる。

今後、一般家庭の蓄電池の逆潮流が許容されるなどの環境整備に伴い、一般家庭などが電力市場へより参画しやすくなる見込みであり、これを可能にすることでサービスの付加価値を高めていく。

(注) 電力市場単価の時間的な価格差から収益を生み出すこと。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ コスモエコパワー(株)五島八朔鼻風力発電所の営業運転を開始



コスモエコパワー(株)五島八朔鼻風力発電所の風車

Wind turbine for Goto-Hassakubana onshore wind power site of Cosmo Eco Power Co., Ltd.

長崎県五島市に位置するコスモエコパワー(株)五島八朔鼻風力発電所(1,200kW機×1基)の建設工事が完了し、2021年3月に営業運転を開始した。当社は、風車機器の供給、サイトへの技術指導員派遣、及び風力発電機に関する使用前自主検査を担当し、現在も風車保守業務を担っている。

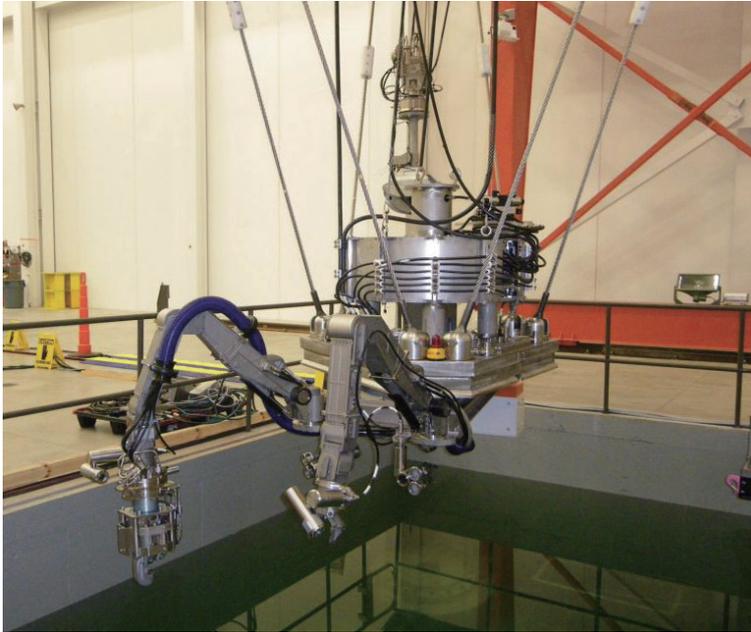
この発電所の特長は、次のとおりである。

- (1) 当社として初めて、一般財団法人 日本海事協会(NK)からのNK認証を取得
- (2) 系統電圧不安定地域における風車運用
- (3) 電力会社の連系要件に関するオンライン出力制御装置を開発し、納入

このプロジェクトでは、建設工事期間中に新型コロナウイルス感染症が拡大し海外からのテクニカルアドバイザー派遣に遅れが生じたが、工事業者との連携及び徹底した感染対策を実施し、無事に希望する運転開始時期までの工事を完了した。ここで得られた知見・技術を今後の風車建設案件に展開し、風力事業の拡大・技術開発につなげていく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

福島第一原子力発電所3号機の原子炉建屋内使用済み燃料プールからの燃料取り出しを完遂



燃料取扱機のテンシルトラスとマニピュレーター
Tensile truss and manipulators of fuel handling machine installed at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Unit 3



ハンドルが変形した燃料の取り出しの様子
Scene of removal of fuel with deformed handle

福島第一原子力発電所3号機では、東日本大震災に伴う水素爆発の発生により、原子炉建屋の天井や燃料交換機などが使用済み燃料プール内に落下した。震災当時の使用済み燃料プール内には、566本の燃料が貯蔵されており、より安全な建屋へ早急に輸送することが求められていた。

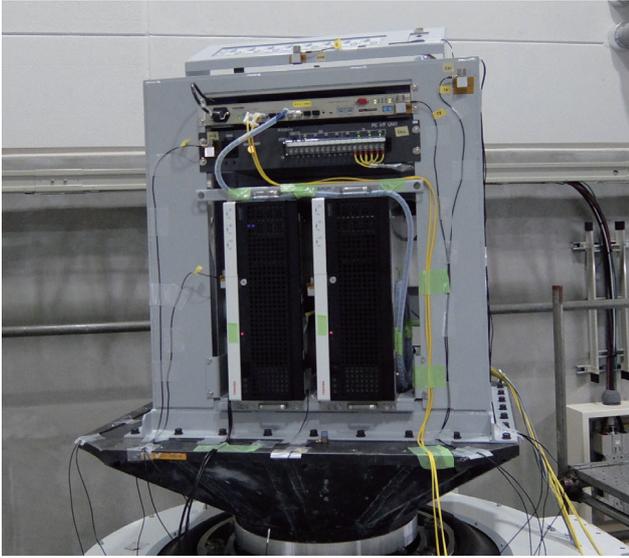
このため当社は、使用済み燃料プール内の瓦礫（がれき）を撤去し、燃料を取り出すためのシステムの設計を、2011年に開始した。3号機の使用済み燃料プールからの燃料取り出しは、作業者の被ばく線量を低減するために、燃料取扱機と取り出した燃料の輸送容器を移送するクレーンなどを遠隔で操作できるようにした。また、瓦礫を撤去するために水平方向の荷重に強いテンシルトラスとマニピュレーターを燃料取扱機に備え付けた。これらの設備を組み合わせ、2019年に燃料取り出し移送システムを構築し、プール燃料の取り出しが開始された。

プール燃料の取り出し開始後に、燃料ハンドルが変形した燃料が18体確認された。18体中4体の燃料ハンドルは、変形量が大きいため既存の燃料つかみ具では把持できない状況であった。このため、変形した燃料ハンドルを把持可能なハンドル変形燃料用のつかみ具を、新たに開発した。変形した4体の燃料ハンドルは、それぞれ変形状態が異なっており、フックで把持できる範囲が狭くなっていた。そこで、狭い範囲でもフックで把持できるように、つかみ具を小型化した。また、小型化したフックは高強度の材料を採用し、十分な強度が得られるようにした。

瓦礫が堆積した使用済み燃料プールからの燃料取り出し移送システムは、初めて設計・製作する設備であったが、これまで当社が培ってきた運転プラントでの経験と海外メーカーの新しい技術を取り入れ、2021年2月に566体全てのプール燃料を安全に取り出すことができた。燃料取り出し移送システムには様々な不具合も発生したが、不具合の原因究明や、解決、対策などの経験を、今後計画されている福島第一原子力発電所2号機の使用済み燃料プールからの燃料取り出しなどへ生かしていく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 耐震性を向上させた再処理工場向けデジタル監視制御システム



加振試験中のCIEMAC™-DS/nv
Earthquake-resistant CIEMAC™-DS/nv digital control system undergoing vibration test

日本原燃（株）六ヶ所再処理工場の新規規制対策工事において、新基準地震動への耐震性能を有する監視制御システムが必要となった。従来、再処理工場において、耐震性能が要求される安全系の監視制御システムは、基本的にハードワイヤードの計器やリレーなどで構築されている。一方、今回耐震性能が要求される監視制御システムに、多重伝送機能を持ったデジタル監視制御装置を採用できれば、信号ケーブル敷設などに伴う電気工事を大幅に削減できる。

当社は、再処理工場向けにカスタマイズした分散型制御システム（DCS：Distributed Control System）であるCIEMAC™-DS/nvを、常用系（生産系）の制御システムとして納入した実績はあるが、一般産品を超える耐震性能は有していない。そこで、強度不足が懸念される部分を特定し、従来のCIEMAC™-DS/nvに改良を施した。改良した耐震型CIEMAC™-DS/nvに対して加振試験を行った結果、水平方向5 G、垂直方向3 Gの加速度に耐え得ることを確認した。これにより、耐震型デジタル監視制御システムを提供できるめどが得られた。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 大容量STG設備を備えたバラカ原子力発電所1号機が営業運転を開始



バラカ原子力発電所
Barakah Nuclear Energy Plant, UAE

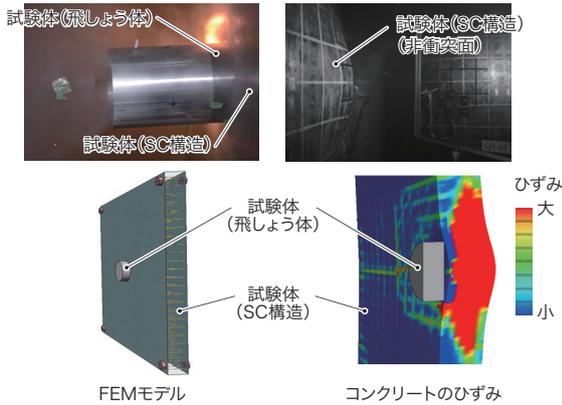
当社は、韓国電力公社が手掛けているアラブ首長国連邦（UAE）で初の原子力発電所となるバラカ原子力発電所（1,400 MW級の韓国製 加圧水型原子炉APR1400を4基）において、蒸気タービン・発電機（STG）設備を韓国の斗山重工業社経由で納入した。この発電所の1号機は、出力試験を終え、2021年4月に営業運転を開始した。

担当したSTG設備は、原子炉システムで発生する蒸気を電気に変換する重要機器で、当社のこれまでの豊富な知見・実績に基づいて設計・製造を行った。蒸気タービンには、低圧タービン最終段翼に52インチ（131 cm）翼を採用するなど優れた性能向上策を適用しており、現地試験で仕様を達成していることを確認した。

また2号機は、現在試験運転を実施中であり、数か月以内に営業運転を開始する予定である。

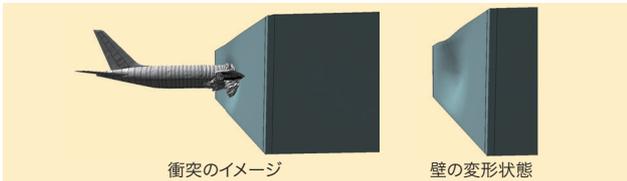
東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 大型航空機の衝突に対する原子炉建屋の頑健化技術



SC構造の高速衝突試験及び解析評価

Examples of high-speed impact tests and impact resistance analyses of steel-plate reinforced concrete (SC) structures



大型航空機の衝突に対する原子炉建屋構造の解析評価

Example of impact resistance analyses of reactor building structures in case of large-aircraft impact

国内の原子力発電所は、原子炉建屋への悪意を持った大型航空機の衝突やそのほかテロによる重大事故などへの対処に必要な機能が損なわれないことが要求される。

当社は、より安全な原子力プラントを提供するため、大型航空機の衝突に対して原子炉建屋そのものの頑健性を向上させる技術を開発した。原子炉建屋は、その外殻を構成する鉄筋コンクリート構造 (RC構造) の厚さを増すことで頑健性は向上するが、全体の重量や壁の厚さのバランスが崩れると耐震性は悪化する。そこで、耐衝撃性に優れる鋼板コンクリート構造 (SC構造) の基本仕様を実験及び解析により求め、原子炉建屋の一部にそのSC構造を適用した3次元FEM (Finite Element Method : 有限要素法) モデルに基づいて、高速で変形する建屋構造のひずみ状態を評価した。ひずみ状態に応じた最適な建屋構造とすることで、RC構造で必要となる厚さに対して50%以下の厚さでも、原子炉建屋を頑健化できる見通しが得られた。

今後も原子力プラントの安全性や信頼性の向上を通じ、エネルギーソリューションの価値向上に貢献していく。

東芝エネルギーシステムズ (株)

■ 原子力発電所の運営支援に貢献するワイヤレス伝送技術



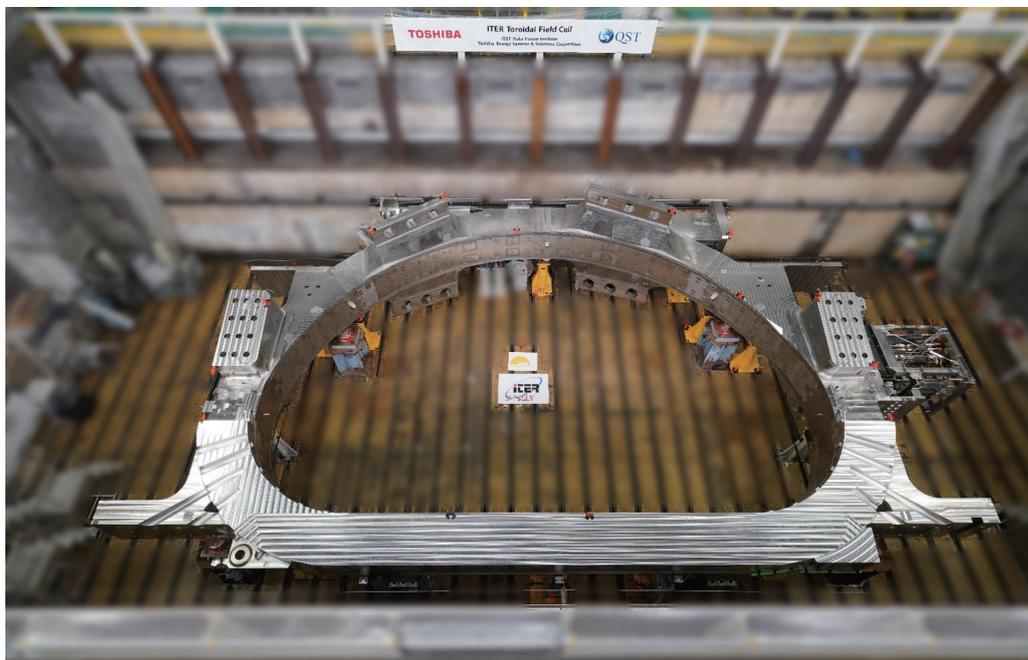
無線端末を使ったデータ伝送のフィールド試験
Scene of data transmission field tests using tablet

原子力プラントに無線通信技術を導入することで、無線端末による現場作業の効率向上、ワイヤレスIoT (Internet of Things) センサーの追加による診断の高精度化、及び新規設備のケーブルレス化によるコスト削減・工期短縮が期待できる。しかし、発電設備への電磁ノイズ干渉対策と無線通信における情報漏洩 (ろうえい) 対策が、課題になる。

そこで当社は、無線の到達範囲から通信領域をあらかじめ設定し、高セキュリティ通信を行う技術を開発した。無線には特定機器へ電波を到達させないようにして電磁ノイズ干渉を防止し、通信には暗号化・改ざん検知・機器認証技術を採用した。運転中のバイオマス発電所でフィールド実証試験を行い、電磁ノイズ干渉のしきい値以下の電波強度で定期検査時の点検シート (容量10 Mバイト) を約20秒で伝送できること、及び計器模擬データ (容量1 kバイト) を1秒周期で送信し機器保守データが伝送できることを確認した。伝送データは、保守管理システムなどで一元管理され、プラントライフの設備管理に活用できる。今後、通信速度の高速化を図り、適用範囲の拡大を進める。

東芝エネルギーシステムズ (株)

ITER TFコイルの完成



完成したTFコイル
Completed toroidal field (TF) coil for ITER thermonuclear experimental reactor

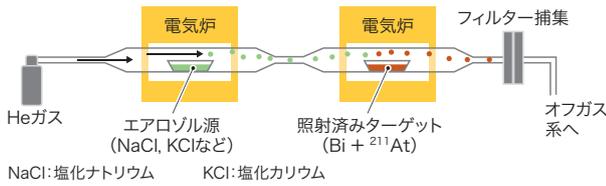
核融合は、地球温暖化の原因となる二酸化炭素（CO₂）濃度の上昇を抑制するカーボンニュートラルへの貢献が期待される発電の一つである。現在、日本や欧州連合など世界7極が連携した国際プロジェクトITER（核融合実験炉）の建設が、フランスで進められている。

当社は、核融合反応を起こす高温・高密度のプラズマを閉じ込めるための強磁場を発生させる重要機器であるトロイダル磁場（TF）コイルを、国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構から2013年に受注し、製造を進めてきた。そして当社で製造する4機のTFコイルのうちの初号機が完成し、2021年7月に出荷した。TFコイルは縦17m、横9m、質量320tの世界最大級の超伝導コイルで、超伝導体を巻き線化して絶縁を施した巻線部（WP）と、WPを格納するコイル容器で構成される。それらを組み立てる一体化作業では、WP断面の電流中心線に要求される位置精度を確保するために、1mm未満の誤差でWPをコイル容器内に設置するWP挿入作業、コイル容器を封止する封止溶接作業、WPとコイル容器の隙間を埋める含浸作業、及び形状成形のための機械加工作業を行う。一体化作業の各工程での組立誤差と溶接入熱や自重による変形量を、3次元計測器を駆使した高精度測定により経過を把握するとともに、含浸作業前にWP自重変形の矯正を行うことで、WP電流中心線の位置を修正する寸法管理手法を確立して製造を進めた。このような大型超伝導コイルで、かつ高精度の組立精度が求められるTFコイル製造は、これまでに経験したことのない作業の連続であったが、製造要領の徹底をはじめとした厳密な品質管理の下で作業を着実に進め、TFコイルを完成させることができた。

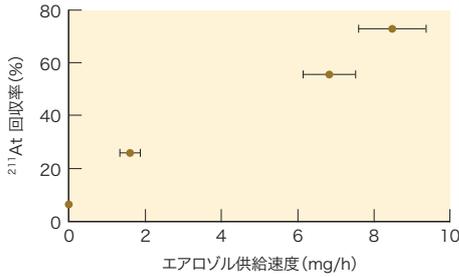
今回の成果によって、超伝導コイル製造における当社の技術力を示すことができ、脱炭素化のエネルギー技術によりカーボンニュートラル実現に向けた第一歩に貢献できた。2025年のITER初プラズマ（模擬燃料による運転開始）に向け、初号機の経験を生かして残り3機のTFコイルの製造を着実に進めていく。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ がん治療に有効なα線核種の分離回収技術



エアロゾル法による分離回収システムの概要
Outline of aerosol-based astatine-211 (^{211}At) recovery system



エアロゾル供給速度と ^{211}At 回収率の関係
Relationship between aerosol supply rate and ^{211}At recovery rate

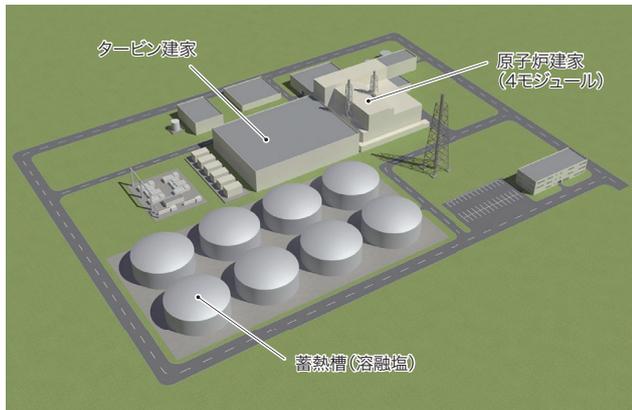
現在、種々の放射性核種によるがん治療薬の開発が進められており、α線核種であるアスタチン211 (^{211}At) は有力な候補核種である。 ^{211}At は自然界に存在せず、加速器により高エネルギー化したヘリウム (He) 原子をビスマス (Bi) に照射し、Biを核変換することで得られる。その ^{211}At を薬剤として利用するためには、Bi中に生成された ^{211}At を分離・回収する必要がある。

当社は、 ^{211}At を含むBiターゲットを加熱し、2物質の沸点差を用いて ^{211}At だけを気化させた状態でエアロゾルを導入し、 ^{211}At をエアロゾル粒子に付着させてフィルターで捕集する“エアロゾル法”による ^{211}At 分離回収システムの開発を行っている。2021年は、開発したシステムの原理検証のため、実際に ^{211}At を生成して分離回収の試験を行い、システムの有効性を確認することができた。

今後、 ^{211}At とエアロゾルの相互作用モデルを確立し、治験に対応できる ^{211}At 分離回収装置の設計を行っていく。

東芝エネルギーシステムズ (株)

■ 固有安全性を持った小型モジュール高温ガス炉



小型モジュール高温ガス炉のプラント鳥かん図
Bird's-eye view of small modular high-temperature gas-cooled reactor power plant

高温ガス炉は、固有安全性 (放射性物質の閉じ込め性能、事故時の自然冷却、受動的な原子炉停止) を持ち、高い社会的受容性を備えた原子炉である。

当社が富士電機 (株) と共同開発中の小型モジュール高温ガス炉は、固有安全性を活用して原子炉格納設備を簡素化するとともに、1モジュール当たりの熱出力600 MWの原子炉を4モジュール設置することで、大型軽水炉並みの電気出力を得るとともに経済性の向上を図った。また、早期実用化に向けて、成熟技術である蒸気タービンを採用した。更に、700℃を超える熱供給が可能なることから、オプションとして蓄熱設備との接続により、再生可能エネルギー由来の電力の変動吸収も検討している。固体酸化物型水電解による水を原料とする水素製造や化学プラントなどへの高温蒸気供給が可能であり、多様な熱利用でゼロエミッションに貢献できる。

この成果の一部は、経済産業省の「社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業」に係る補助事業で得られたものである。

東芝エネルギーシステムズ (株)

CO₂ 利用に向けた CO₂ 分離回収試験装置



CO₂ 分離回収試験装置

Carbon dioxide (CO₂) capture test facility for carbon capture and utilization (CCU) installed at site of Sekisui Chemical Co., Ltd.

近年、地球温暖化防止のため、産業分野で排出される二酸化炭素 (CO₂) の削減が重要になっている。CO₂ を放出前に回収する技術の開発が進んでおり、回収した CO₂ ガスを地中などに貯留する CCS (Carbon Dioxide Capture and Storage) よりも、利活用する CCU (Carbon Dioxide Capture and Utilization) への期待が高い。

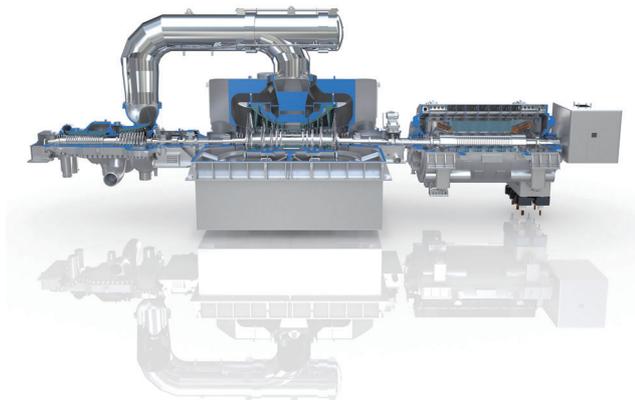
積水化学工業 (株) は、環境省の「二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業」の一環として、CO₂ を、幅広く利活用できる一酸化炭素 (CO) に変換し、化成品 (エタノール) を製造する CCU 実証事業を受託し、当社は 2021 年 5 月に、CCU 設備用の CO₂ 分離回収試験装置を納入した。

この CO₂ 分離回収試験装置は、CO₂ ガスをアミン水溶液に吸収させて回収する技術を採用している。回収した CO₂ の純度が乾燥状態の体積比で 99 % 以上と高いことが特長で、1 日当たり最大 10 kg の CO₂ の処理が可能である。回収対象となるごみ焼却施設からの排出ガスの CO₂ 濃度は、焼却物の種類や焼却炉の運用条件などによる短期変動と、酸などの成分で吸収液が劣化して回収性能が低下することによる長期変動が懸念される。これらの変動があっても回収量を一定に維持するため、回収量をリアルタイムで計測して、プロセス条件を自動調整する機器や制御技術を導入した。また、任意の量の CO₂ ガス量を供給するために、安定圧力下で CO₂ ガスを供給するようにした。

今後も、カーボンニュートラルの実現に向けて、様々な CO₂ 分離回収のニーズに応える技術の開発を進めていく。

東芝エネルギーシステムズ (株)

■ 米国 モンゴメリーカウンティ発電所用STG納入



モンゴメリーカウンティ発電所の蒸気タービン発電機
Steam turbine and generator for Montgomery County Power Station, U.S.A.

世界的に石炭火力市場が縮小する中、老朽化した石炭火力発電所を置き換える、複合火力を含むガス火力発電所に注目が集まっている。複合火力発電所は、既存の設備資産の一部を生かしながら、発電効率の向上が可能である。

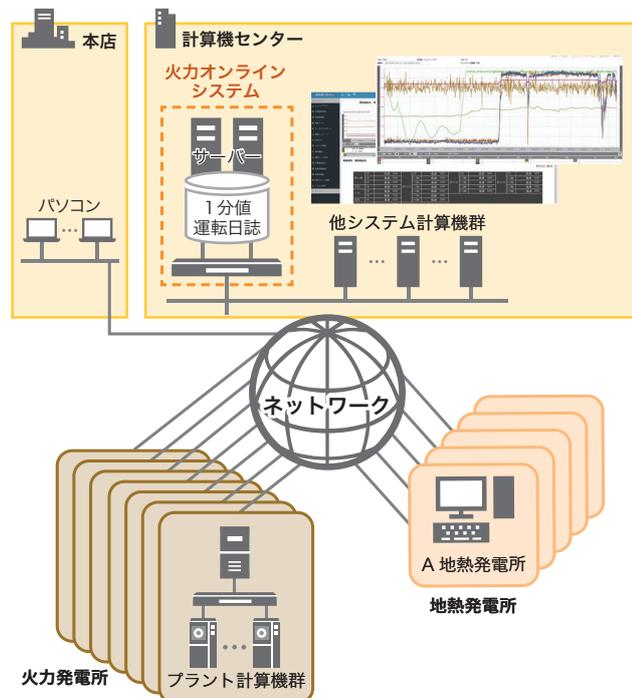
当社は、米国の電力会社であるエンタジー社が建設するテキサス州モンゴメリーカウンティ複合火力発電所に、米国エンジニアリング会社であるマクダーモット社から450 MWの蒸気タービン発電機（STG）一式を2018年に受注し、2019年9月に納入した。

マクダーモット社からは、2016年にジェイウェインレオナルド発電所（米国）用、2017年にレイクチャールズ発電所（米国）用のSTGを連続受注した実績がある。万全の新型コロナウイルス感染症対策の下で実施した今回の据え付け及び試運転では、現地作業員との協力で作業の効率化を図ったことにより、2021年1月、計画より4か月早く商業運転開始が実現した。

多様化する発電所建設やサービスへの顧客ニーズに応え、今後も、高効率STGを含む様々な商品を通して、付加価値を提供していく。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 九州電力（株）火力オンラインシステムの運用開始



火力オンラインシステムの構成
Configuration of online data management system for thermal power stations of Kyushu Electric Power Co., Inc.

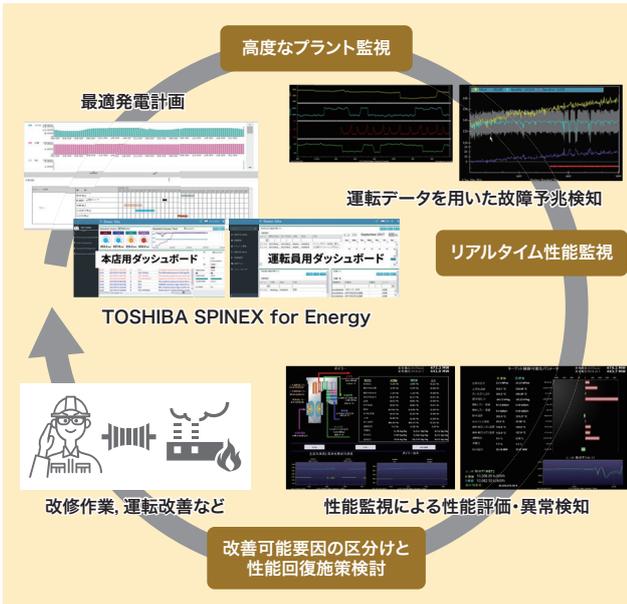
九州電力（株）に納入した新しい火力オンラインシステムの運用が、2021年6月に開始された。

火力オンラインシステムは、これまで20年以上にわたって活用されてきている。七つの火力発電所と五つの地熱発電所を対象として、発電所の設備状況と劣化傾向の把握、及び発電の実績管理業務の支援を行う。

今回、新システムを構築するにあたっては、インフラコスト低減のため、九州電力（株）の持つ情報基盤上にシステムを構築し、その上で、ほかのシステムとのデータ連携、及びほかのソリューションとの情報共有と拡張を、スムーズに行う必要があった。そこで、当社は既設メーカーとしての経験を生かして、既存機能とこれまで蓄えたデータの移行を実現し、継続運用を可能にした。また、これまでメーカーによるメンテナンスが必須であった既存機能を、顧客が改造・変更できるよう改善を図り、顧客解放型にした。更に、今後のDX（デジタルトランスフォーメーション）への展開にも配慮して、当社の最新のソリューションを適用した。

東芝エネルギーシステムズ（株）

国内発電事業者向け TOSHIBA SPINEX for Energy



TOSHIBA SPINEX for Energy サービスの概要

Overview of TOSHIBA SPINEX for Energy service for Japanese electric power companies

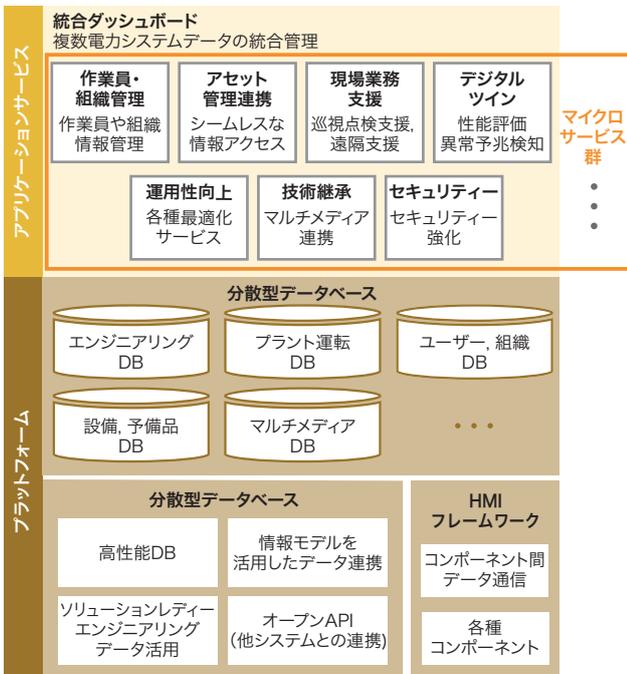
エネルギー分野では、DXによって発電事業者の課題を解決するサービスへのニーズが高まっている。当社は、これに応えるため、エネルギー IoT (Internet of Things) サービス“TOSHIBA SPINEX for Energy”を提供している。

国内の発電事業者向けに、最適発電計画や、IoT 活用による性能評価・異常検知、運転データを用いた故障予兆検知などのサービスをマイクロサービスとして提供している。これらをニーズに応じて組み合わせ、ダッシュボードで一元管理・可視化できるようにしたものを、複数の発電プラントで運用開始した。

今後も、発電プラントの課題解決のための様々なマイクロサービスを顧客ニーズに合わせて進化させ、提供していく。

東芝エネルギーシステムズ (株)

TOSHIBA SPINEX for Energy 試用環境



DB: データベース API: Application Programming Interface
HMI: ヒューマンマシンインターフェース

TOSHIBA SPINEX for Energy 試用環境の構成

Configuration of TOSHIBA SPINEX for Energy trial services

国内の顧客向けに、TOSHIBA SPINEX for Energy のサービスを試用できる環境を整備した。特長は以下のとおりである。

- (1) クラウド環境を活用することで、顧客ごとの環境を短期間で構築し、試用開始できる。
- (2) プラントの設備・予備品・作業員などの管理サービスから、AI 技術や最適化技術を活用した最新サービスまで、部品化したマイクロサービス群の中から、必要に応じて選択して組み合わせ、体験できる。
- (3) 顧客が運用しているプラントのデータを、セキュアな通信経路で収集・蓄積し、分析やダッシュボードに活用できる。

この環境を通して、フィジカル領域とサイバー領域を融合させることによって生まれる新たな価値を、時間と手間を掛けずに、気軽に体験できる。

東芝エネルギーシステムズ (株)

モルディブ共和国のマイクログリッドシステム現地調整試験を完了



納入したμEMS™

μEMS™ energy management system for microgrid systems, Maldives



SCiB™ 蓄電池システム

SCiB™ battery energy storage system

近年、環境意識の高まりから再生可能エネルギー（以下、再エネと略記）の導入が世界各地で進められている。しかし、太陽光発電などの再エネ出力は天候に左右されるため、島嶼（とうしょ）国のような独立系統に大量に再エネが導入されると、電力系統が不安定になる。島嶼国では従来ディーゼル発電機が利用されているが、発電時に二酸化炭素（CO₂）を排出することや、燃料費が掛かることが問題になる。そこで、再エネの出力変動を抑制するために蓄電池を導入し、EMS（Energy Management System）でそれぞれの機器を効率的に制御して経済的に運用し、発電機のCO₂排出量と燃料費を削減する島嶼国向けのマイクログリッドシステムが注目されている。

当社は、モルディブ共和国のアドゥ市においてマイクログリッドシステムの導入を進めている。このプロジェクトは、CO₂排出量削減を目的とした二国間クレジット制度日本基金（JFJCM）を活用した第1号案件であり、ADB（Asian Development Bank）の補助金によりモルディブ環境省が実施している。アドゥ市の人口は首都マレに次いで多く、年間の電力需要も伸び続けているため、EMSと蓄電池による効率的な運用が求められていた。

プロジェクトサイトは四つの島を束ねる中央発電所であり、発電設備として15台のディーゼル発電機が稼働している。また、合計定格1.6 MWの太陽光発電設備が五つのサイトに設置されており、負荷は6～7 MW程度である。このサイトにμEMS™（マイクログリッド用EMS）と、東芝製リチウムイオン二次電池SCiB™を適用した蓄電池システム（定格1 MW、333 kWh）を設置した。

具体的には、太陽光発電の出力変動に応じて蓄電池が充放電を行うことで、太陽光発電の出力変動を抑制し、ディーゼル発電機の負担を低減する。更に、μEMS™で発電効率の良好な発電機を優先して使うように制御している。この結果、ディーゼル発電機のCO₂排出量と燃料費を削減できる。

2021年にマイクログリッドシステムの現地調整試験を終えて、現在モルディブ環境省と運用開始に向けた準備を進めている。

東芝エネルギーシステムズ（株）

飛騨信濃周波数変換設備の増設工事が完了し営業運転を開始



サイリスターバルブ

Thyristor valve installed at Hida-Shinano frequency conversion facility for Shin-Shinano Substation of TEPCO Power Grid, Inc.

長野県（50 Hz側）と岐阜県（60 Hz側）を結ぶ直流連系設備（飛騨信濃周波数変換設備）の増設工事が完了し、現地試験の最終段階となる系統連系試験を経て、2021年3月31日から営業運転を開始した。

50 Hz側の設備は、東京電力パワーグリッド（株）（以下、東電PGと略記）新信濃変電所に設置され、定格容量900 MW（直流±200 kV、直流2,250 A、450 MW双極構成）である。当社は、これら50 Hz側の設備全体（変換器や、変圧器、遮断器、制御保護装置など）の設計・調達・据え付けを担当した。これで新信濃変電所の連系設備容量は、今回の900 MW増設により、既設の周波数変換設備（FC）である1号FCと2号FCも合わせて1,500 MWとなった。

今回、直流連系設備には、実績のある他励式変換器システムを採用したが、設置場所である東電PG新信濃変電所には既に1号FCと2号FCが設置・運用されており、設置スペースの制約や系統への電氣的影響の抑制などに課題があった。

設置スペースの制約の課題に対しては、サイリスターバルブの小型化で解決した。サイリスターバルブのサイズ、すなわち構造設計には1アームのサイリスター素子直列数が大きく影響するため、従来設計に対して①サイリスター素子の耐電圧値、②バルブ用避雷器（LA）の制限電圧、及び③変換用変圧器2次電圧値、を見直すことで素子直列数を36個から32個に約10%削減し、サイリスターバルブの小型化を実現した。

系統への電氣的影響として、新信濃変電所は低次周波数帯に共振点が存在するため、事故時や設備操作時などに過電圧が発生する可能性があった。この課題に対しては、既設の1号FCと2号FCも考慮した解析を実施して設備対策の効果を検証・評価し、ダンピングフィルター及び開閉極位相制御装置（TCSS）付き遮断器を採用することで解決した。

営業運転を開始して以降、当社が納入した50 Hz側の設備は順調に運転を続けており、2021年11月に実施したサイリスターバルブなどの主要機器の初回定期点検も問題なく完了した。今後も電力の安定供給の一助となるよう、顧客と連携して機能維持を図っていく。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ イラク電力省の新設400 kV変電所4か所の受電を完了



完成したイラクのモサナ400 kV変電所
Completed 400 kV substation located in Al Mothana, Iraq



モサナ変電所の132 kV GIS
132 kV gas-insulated switchgears (GIS) installed at Al Mothana substation

イラク電力省の新設400 kV変電所4か所に、400 kVガス絶縁開閉装置 (GIS)、132 kV GIS、及び400 kV油入変圧器を納入し、2021年7月に4か所全ての受電を完了した。イラク戦争終結後の電力網整備計画の中で、当社は2017年にこの案件の主契約者である豊田通商(株)より、機器供給及び現地据付・試験の支援業務を受注した。

イラク共和国は、外務省の渡航中止勧告地域に該当するため当社技術者の派遣が困難であり、現地据付・試験作業は国外からの遠隔支援で進める必要があった。このような工事は、当社の海外変電部門として初めてで、主契約者が起用したエジプトEPC(設計、調達、建設)会社の技術者に対して、半年間の工場トレーニングを事前に実施した。また、当社中東拠点のアラブ首長国連邦の技術指導員と、コミュニケーションツールを活用して工事を遂行した。更に、中東地域で初適用となる、東芝電力流通システム・インド社製の132 kV GISの納入も実現した。この案件を通じて、当社の総合的な技術力を示し、将来案件のリソース運用や受注拡大に寄与する実績を得た。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 東京電力リニューアブルパワー(株)管内の水力発電所の集中監視制御を行う新システムへの移行を完了



水力発電所集中監視制御装置
Central supervisory control and data acquisition (SCADA) system for hydroelectric power stations of TEPCO Renewable Power, Inc.

東京電力リニューアブルパワー(株)管内の水力発電所を、遠隔から一括して集中監視制御する新システムが完成した。このシステムは、複数拠点にサーバーを配置した広域分散システムで、シンクライアント方式の制御卓を採用することで、運用箇所に依存しない可用性の高いシステムとして構築した。機能面では、当社が長年培った電力会社向けの情報技術、特に水系運用に特化した数理モデルを採用し、日々刻々と変化する河川の状態を踏まえ、安全かつ効率的に発電を行うための支援機能を提供する。また、河川や設備の状態を時系列で蓄積するとともに、時間変化を加味して異常の予兆を事前に検出し運用者に通知することで、運用継続に伴う影響を最小化できる。

新システムへの移行に際しては、運用を止めることなく新システムに切り替える手法を適用した。2018年7月の新システムへの移行・運用開始を皮切りに、段階的に既設全7システムから新システムへの移行を進め、2021年2月に全面移行を完了した。

東芝エネルギーシステムズ(株)