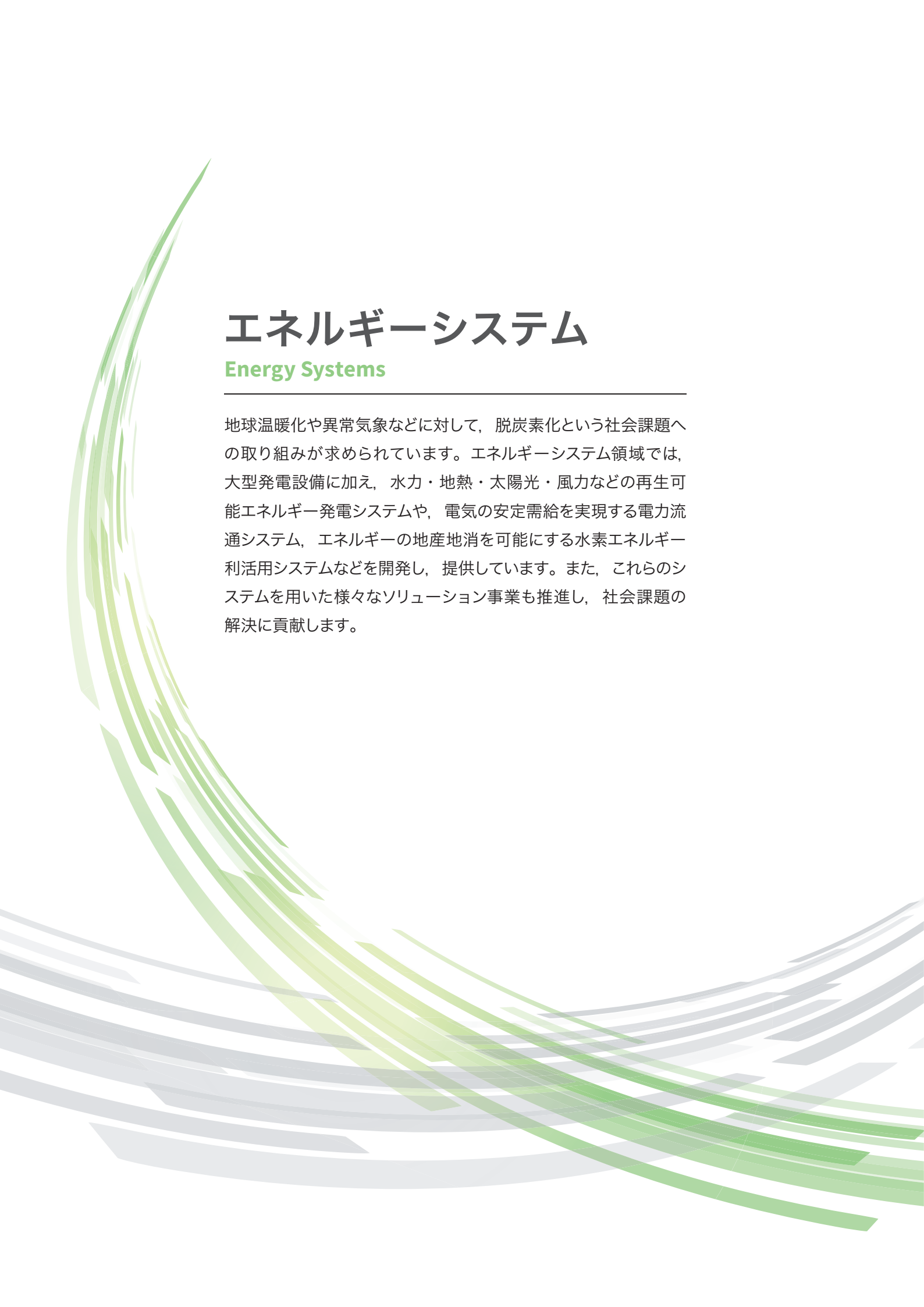




エネルギーシステム

Energy Systems

地球温暖化や異常気象などに対して、脱炭素化という社会課題への取り組みが求められています。エネルギーシステム領域では、大型発電設備に加え、水力・地熱・太陽光・風力などの再生可能エネルギー発電システムや、電気の安定需給を実現する電力流通システム、エネルギーの地産地消を可能にする水素エネルギー利活用システムなどを開発し、提供しています。また、これらのシステムを用いた様々なソリューション事業も推進し、社会課題の解決に貢献します。

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を開始



完成した福島水素エネルギー研究フィールド

Completed renewable energy-powered large-scale hydrogen energy system at Fukushima Hydrogen Energy Research Field

当社は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年から行っている。

この事業は、再生可能エネルギーの導入拡大を見据え、電力系統の需給バランス調整に貢献する水素活用事業モデルに加え、需要に応じた水素製造を行う水素販売事業モデルを同時に確立する新たな付加価値を持った大規模水素エネルギーシステム（Power-to-Gasシステム）の実用化を目的としている。そしてこれまでに、以下の二つの特長を持つ制御システムを開発した。

- (1) 水素需要と電力系統需給バランス調整の二つの要求をコスト最小で満たすプラント運転計画を、最適化手法で求める。
- (2) (1)の運転計画実現のため、太陽光発電設備の発電電力と水素製造装置の消費電力を協調制御する。

事業進捗として、2019年までに、水素プラントの建設工事と試運転を完了するとともに、制御システムの開発とシミュレーションによる評価を行い、水素プラントに実装した。

2020年には、開発した制御システムを用いた水素プラントのシステム試験で、水素プラント安全機能・制御システム基本機能の確認を完了し、実証運用を開始した。また、2020年9月からは、電力システム改革や電力市場の制度動向を踏まえ、太陽光による発電電力の逆流機能を追加するなど、需給調整リソースとしての水素エネルギーシステム活用の機能向上などを目指した研究開発も開始した。今後も、水素プラントを活用したPower-to-Gasシステムの更なる高度化を実現していく。

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）

■ 大型モビリティに適応する多用途型燃料電池モジュール



船舶



鉄道

燃料電池モジュールの大型モビリティへの適用予想図
Renderings of application of pure hydrogen fuel cell modules to marine vessels and railway vehicles

世界的な環境意識の高まりで、大型モビリティ市場でもCO₂（二酸化炭素）や環境汚染物質を出さずに発電する燃料電池へのニーズが高まっている。既に、車・バス向け燃料電池の開発・商用化は進んでいるが、船舶・鉄道・建設機械向けなどでは、より高い耐久性を備えた燃料電池システムが必要である。

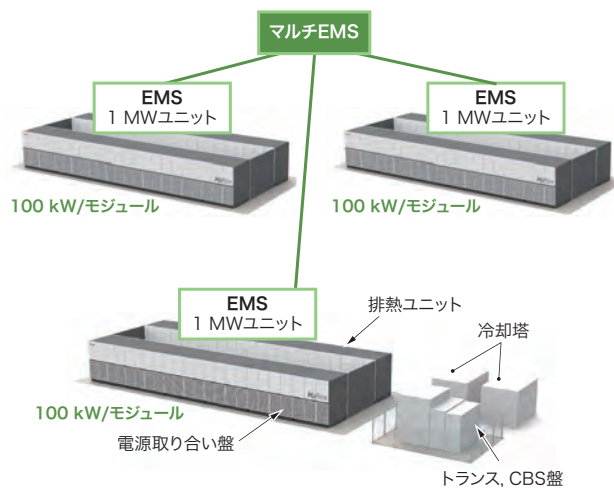
そこで、2020年度に燃料電池モジュールの基本設計を実施し、高い耐久性を持つ定置用燃料電池技術を生かしながら、燃料電池スタックの多積層化とその最適配置、及び補機（ポンプ、ブローなど）の集約化により、コンパクト性と大容量化を同時に実現できる見込みが得られた。今後、2021年度は詳細設計とモジュール試作を行う。

船舶向けでは、2020年9月から日本郵船（株）、川崎重工業（株）、一般財団法人 日本海事協会、ENEOS（株）と燃料電池搭載船の実用化に向けた実証事業を開始した。実証船の完成後、実証運航を経て商用販売につなげていく。

また、用途拡大に向け、鉄道や建設機械向けなどの検証・改良も行い、水素を活用した燃料電池搭載大型モビリティ開発を推進し、水素社会の実現に貢献していく。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 様々な電力需要に対応するMW級定置用純水素燃料電池システム



CBS: Combination Starter

MW級定置用純水素燃料電池システムの構成例
Example of configuration of megawatt-class stationary pure hydrogen fuel cell system

これまで100 kW級純水素燃料電池システムH2Rex™を開発してきたが、より大きな電力需要に対応するため、MW級純水素燃料電池システムを開発しており、2021年4月に上市を予定している。今回、非常時の事業継続計画（BCP）対応の電源回路や海外向け電源オプション対応の設計を完了した。

MW級純水素燃料電池システムは、100 kW単位のモジュールを複数搭載したシステムである。EMS（Energy Management System）を搭載して個々のモジュールの状態を監視し、運転停止を含めた出力制御を行うことで、システム全体の高い発電効率や有効な排熱回収を実現する。EMSは、排熱ユニットと電源取り合い盤を組み合わせた1 MWユニットごとに設け、更に、これらのユニットを管理するEMS（マルチEMS）を上位に設ける構成とした。これにより、個別の専用設計が不要で、様々な電力需要に対して100 kWからMW級までの発電容量の拡張対応が可能となった。

また、BCP対応として、停電時に電力を供給する自立運転機能も搭載した。

東芝エネルギーシステムズ（株）

H2One™ ワンコンテナモデルの標準化



H2One™ ワンコンテナモデル
One-container model of H2One™ autonomous hydrogen energy system

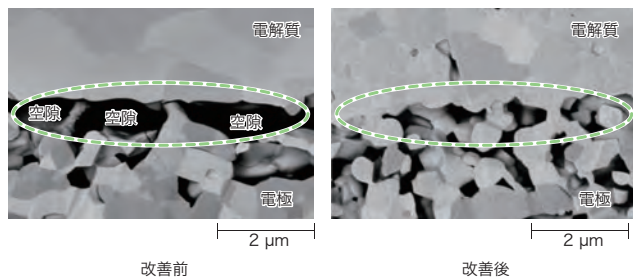
当社は、自立型水素エネルギー供給システムH2One™を、国内外で製品化し、納入しているが、今回、H2One™ワンコンテナモデルの設計、製造プロセスを変更した。

H2One™ワンコンテナモデルは、水素を“つくる”、“ためる”、“つかう”の機能をコンパクトに一つのコンテナに収めたものである。コンテナ内の機器配置の最適化やフレーム・パネル構造の再設計で、小型・軽量化を図った。また、H2One™の運転状態の監視や制御を、当社独自の水素エネルギーマネジメントシステムH2EMS™で行う際の画面構成を見直し、ユーザーの視認性や操作性を向上させた。更に、納入後のコールセンターと保守の体制も再整備し、ユーザーサポートも向上させた。

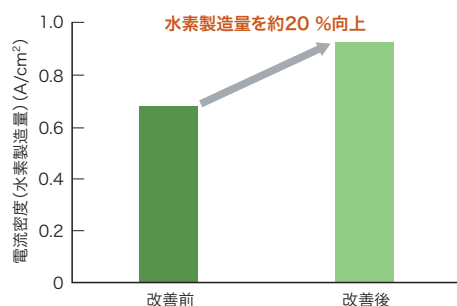
これらの製品開発、設計、製造、検査、保守までを一貫して行う体制を、浜川崎工場浮島地区に構築した。2020年度に、ここで製造したH2One™ワンコンテナモデルを神奈川県企業庁へ納入予定である。今後も一層の品質向上に努めていく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

SOECを用いた高温水蒸気電解技術



電解セル断面のSEM（走査型電子顕微鏡）分析画像
Cross-sectional scanning electron microscope (SEM) images of electrolyte/hydrogen electrode interface of solid oxide electrolysis cell (SOEC) before and after process improvement



運転点 (1.3 V) におけるセル性能の比較
Improvement of cell performance under operating condition of 1.3 V

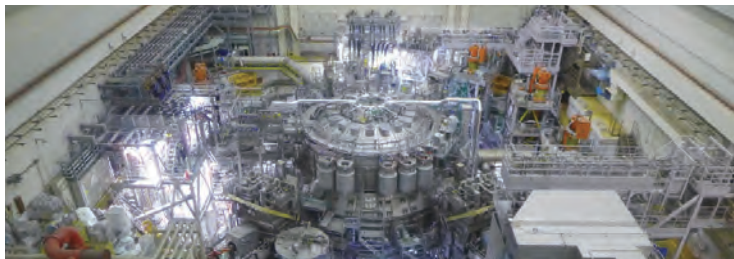
低炭素社会の実現に向けたエネルギー有効利用のために、水素エネルギーが注目されている。SOEC（固体酸化物型電解セル）を用いた高温水蒸気電解法は、高効率な水素製造が期待でき、実用化を目指して研究開発を進めている。

SOECは、二つの電極と電解質を積層した電解セルと、複数のセルを電氣的に接続する金属材料とを組み合わせた機器である。今回、実用化に向けて耐久性と電解性能を向上させた。電解セルについては、材料組成の調整、微細構造設計、及びそれを実現する製造工程の開発で、高い耐久性を実現した。金属材料の耐久性確保には、高温下での表面状態変化による抵抗増大や電極被毒成分の揮散抑制が重要で、保護膜の成膜技術を開発し、抑制を図った。また、性能面では、電解セルの電極／電解質界面の密着性を改善し、抵抗ロスを低減して約20%の電解性能向上を達成した。

この成果は、NEDOの「水素利用等先導研究開発事業 水電解水素製造技術高度化のための基盤技術研究開発」により得られた。

東芝エネルギーシステムズ(株)

世界最大級の超伝導核融合実験装置 JT-60SA の完成



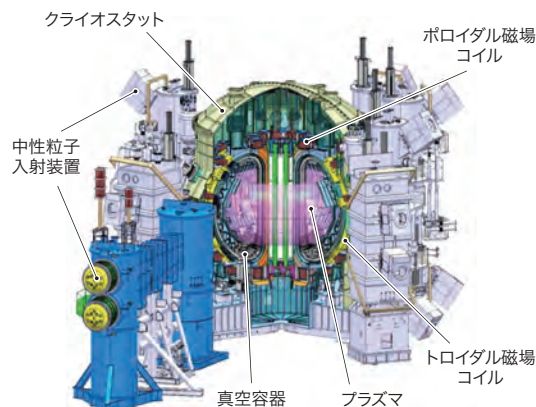
完成した JT-60SA

Completed assembly of JT-60SA experimental tokamak type thermonuclear fusion device



クライオスタット上蓋の据え付け

Installation of cryostat top lid



資料提供: 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構

JT-60SA の構成

Configuration of JT-60SA

JT-60SA (Super Advanced) は、核融合炉の炉心プラズマを長時間 (100 s 程度) 維持する運転方法を確立する目的で、日欧協力の下、国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 那珂核融合研究所内に建設されたトカマク型核融合実験装置であり、国際熱核融合実験炉 (ITER) 計画を補完する役割を担う。

当社は、装置構成機器の一つである真空容器の製造と主要機器の現地での組み立てを担当し、真空容器の製造に 6 年、現地組立作業に 7 年を掛けて、主要機器の組み立てを完遂した。

現地組立作業では、主要機器約 1,700 t を支持するスペイン製のクライオスタットベースの据え付けや、真空容器の周囲にイタリア製及びフランス製の超伝導トロイダル磁場コイル (TFC) 18 機の据え付けを行うなど、日欧様々なメーカーによって製造された大型機器を高精度に据え付ける難度の高い作業を実施した。

真空容器は、プラズマ維持に必要な高真空を形成する高さ約 6.6 m、幅約 3.5 m、直径約 10 m のドーナツ型の形状をした総質量 150 t の大型構造物である。当社は、真空容器を円周方向に 10 分割して製造した D 字型断面のセクターを現地溶接で組み立て、溶接による形状収縮を予測した施工と 3 次元計測器を用いた位置調整により、設計値に対して ± 10 mm の高精度な組み立てと据え付けを同時に達成した。また、TFC は高さ約 10 m、幅約 5 m の大型超伝導コイルであるが、レーザー 3 次元計測技術とそのノウハウを駆使して、要求される ± 1 mm の精度で組み立てを完了した。

これらを含めた内部構造物の組み立て後の 2020 年 3 月末に、クライオスタット上蓋を据え付けて、予定どおり本体主要機器の組み立てを完成させた。日欧共同プロジェクトのマイルストーンが厳格に定められている中、工程面での当社の功績は大きく、今回の組立作業を通じて習得・蓄積した高精度な組立技術を活用し、今後も核融合エネルギーの早期実用化に貢献していく。

東芝エネルギーシステムズ (株)

■ 山形大学 重粒子線がん治療装置の治療開始と韓国 延世大学の同装置据え付けを開始



山形大学医学部 東日本重粒子センターの小型超伝導回転ガントリー照射治療室

Treatment room equipped with downsized superconducting rotating gantry at East Japan Heavy Ion Center, Faculty of Medicine, Yamagata University



延世大学校医療院 重粒子線がん治療施設の完成予定図

Rendering of heavy-ion radiotherapy facility for Yonsei University Health System, Korea

重粒子線がん治療装置は、正常細胞への影響が少なく治療期間が短いなど、患者への負担を減らして QOL (Quality of Life) を向上させることができる。

当社は、東北地方で初となる重粒子線がん治療装置の国立大学法人 山形大学医学部 東日本重粒子センターへの据付工事を完了した。この装置は、先進的な高速スキャニング照射装置と超伝導電磁石を採用した世界最小の回転ガントリーから構成される当社標準モデルであり、施設のコンパクト化や治療時間の短縮に貢献できる。現在、客先への装置受け入れ試験を進めており、2021 年春に治療開始の予定である。

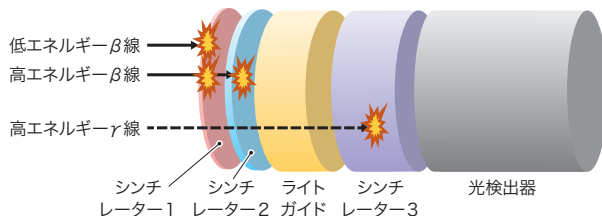
また、当社初の海外案件である韓国の延世大学校医療院の重粒子線がん治療施設では、世界初^(注)の回転ガントリー 2 基から成る装置設計・製作をおおむね完了し、ソウル市内サイトへの装置輸送を進めている。2021 年 2 月から装置の据付工事に着手し、2022 年度に治療開始の予定である。更に、2020 年 8 月には韓国のソウル大学病院からも同装置を受注した。

今後も、国内外における質の高いがん治療に貢献していく。

(注) 2021 年 1 月時点、重粒子線がん治療装置において、当社調べ。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ β 線・ γ 線の同時弁別型線量計



多層シンチレーターの構造

Structure of multilayer scintillator for dosimeter with function to simultaneously discriminate beta and gamma rays



試作線量計

Prototype dosimeter

2021 年 4 月から、眼(め)の水晶体に対する被ばく限度の引き下げに関する法令が施行される。東日本大震災後の福島第一原子力発電所では、眼の水晶体への被ばくの影響が大きい β 線源が多くあるため、現場の線量率を正確に把握し、適切な被ばく防護対策を講じていく必要がある。しかし、従来の線量計は γ 線の影響を受けるため、2 種類の測定器を携行した 2 回の測定結果から β 線の線量率を算出しており、測定に手間が掛かる上に、線量率算出時に誤差が生じるという問題があった。

この問題を解決するため、3 種類のシンチレーターを備え、 β 線の連続的エネルギー付与と、 γ 線の確率的な反応という性質の違いで生じる信号波形の差から、イベント種類を特定する線量計を開発した。この装置を用いることで、1 台の測定器による 1 回の測定で β 線・ γ 線のそれぞれの線量率を測定可能であり、より正確な測定値を得ることができる。

これまでに検出部を試作し、イベント弁別アルゴリズムの基本動作検証を完了した。現在、JIS(日本産業規格)に準拠した製品を開発中である。

東芝エネルギーシステムズ(株)

非溶解性中性子吸収材による燃料デブリの臨界抑制技術

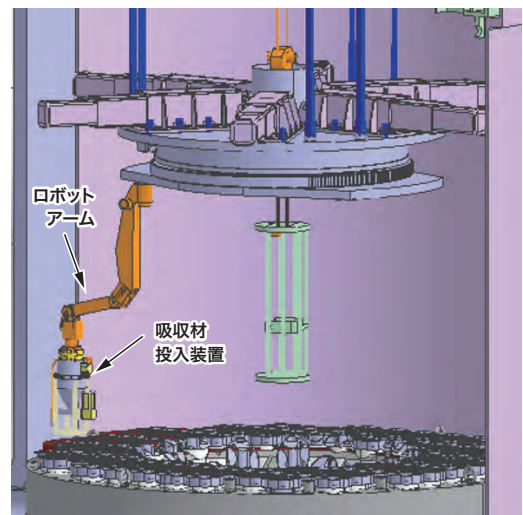


固化体タイプ吸収材



固体タイプ吸収材

非溶解性中性子吸収材の試作品（固化体タイプと固体タイプ）
Prototype solidifying and solid type non-dissolving neutron absorbers



中性子吸収材の投入システム
Planned neutron absorber injection system

東京電力ホールディングス（株）福島第一原子力発電所の損傷した原子炉建屋に残っている燃料デブリを安全に取り出すためには、再臨界となるリスクを低減する必要がある。燃料デブリの形状は不定で、建屋の閉じ込め機能も損なわれているため、溶液性材料の使用は困難である。このため、二つのタイプの非溶解性中性子吸収材（以下、吸収材と略記）を新たに開発した。

一つは、投入時は液状の粘性体で時間の経過とともに固化する、水ガラスに酸化ガドリニウム造粒粉を混合した固化体タイプであり、素材メーカーである富士化学（株）と協力して開発した。不定形状のデブリの表面に沿った被覆が可能で隙間への浸透性にも優れている。もう一つは、原子燃料工業（株）とともに開発した、酸化ガドリニウムを直径 500 μm 程度の微粒子状に成型・焼結した固体タイプで、投入時の取り扱いが容易でデブリ加工後の形状変化への追従性に優れている。どちらも、ガドリニウムが中性子を吸収することで、臨界を抑制する。

基礎物性、溶出特性、核特性、照射特性、施工性、及び副次的影響に関して、開発した吸収材の性能を試験により評価した。この中で、核特性は、国立大学法人 京都大学 複合原子力科学研究所の臨界集合体実験装置で燃料デブリの臨界抑止効果が得られることを確認した。また、照射特性は量子科学技術研究開発機構の施設共用制度に基づき、国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 高崎量子応用研究所の γ 線照射設備を利用して、デブリ取り出しで想定される放射線量下でも形状や性状に問題がないことを確認した。

これらの吸収材を、ホッパーとポンプで構成される投入装置に装填してロボットアーム先端に取り付け、遠隔操作で投入する方法を提案している。今後、燃料デブリ取り出し工法の具体化に合わせて運用方法を検討し、取り出し現場への適用を目指す。

この成果の一部は、資源エネルギー庁の「廃炉・汚染水対策事業費補助金（燃料デブリ臨界管理技術の開発）」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）

■ 大容量タービン発電機用ブラシレス励磁装置



4 極 1,700 MVA 級タービン発電機用ブラシレス励磁装置
Brushless excitation system for 4-pole 1 700 MVA-class turbine generators

近年、欧州をはじめとする地域においてグリッドコード（系統連系に係る技術要件）への適合要求があり、FRT (Fault Ride Through：系統電圧低下時における発電機の継続運転要求) に代表される厳しい条件が規定されている。

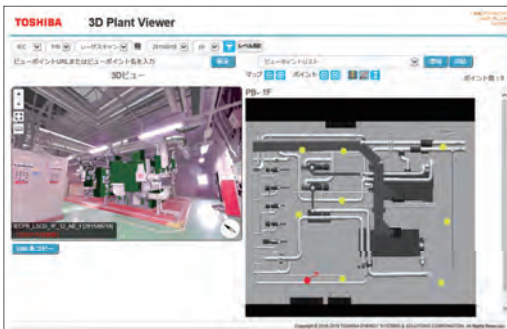
これらを踏まえて、当社は、サイリスター励磁方式に比べて、応答性に劣るといわれているブラシレス励磁方式において、高速励磁応答性の規格指標（励磁系電圧応度 (Response Ratio)^(注1) 2.0 以上、及び高速応励磁 (High Initial Response)^(注2) を満足し、グリッドコードへの適合、及び過渡安定度の向上に寄与する大容量ブラシレス励磁装置の実証機を開発し、検証試験を完了した。開発した大容量ブラシレス励磁装置では、これまで当社で最大容量の 2 極 1,000 MVA 級を超える、4 極 1,700 MVA 級を実現した。

今後、顧客ニーズに合わせて、大容量向けに既に多くの納入実績があるサイリスター励磁方式とともに、運転保守が容易な高速応答ブラシレス励磁方式の適用拡大も図っていく。

(注1) JEC-2130：2016（電気学会 電気規格調査会標準規格 2130：2016）で規定。
(注2) JEC-2130：2016、及び IEEE 421.1：2007（電気電子技術者協会規格 421.1：2007）で規定。

東芝エネルギーシステムズ (株)

■ 原子力施設のプラント運営業務支援サービス



3D プラントビューアーの表示例
Example of three-dimensional (3D) plant viewer display

国内の原子力施設では、新たな原子力規制検査制度が導入され、電気事業者は、原子力施設の安全性や性能の維持・向上のために、プラントの設備情報や運営情報などを管理・分析することが求められている。また、プラント価値を最大化するために、安全性・稼働率の向上を目指して、リスク情報の活用や設備の劣化状況に基づいた状態基準保全の最適化が必要になっている。

このような状況を受けて、当社は、プラントメーカーとして蓄積した設計データを生かし、3D (3 次元) CAD やレーザースキャンで得られる点群データをエンジニアリングや保全活動に利用できる 3D プラントビューアーや、現場で発生している設備故障の予兆現象や気付き事項を集約し、AI を活用して分析や改善処置を計画できる改善処置活動 (CAP) 支援システムといった、プラント運営業務支援サービスを開始した。

これらのサービスを通じて、プラント運営業務を支援しながら電気事業者のプラント価値最大化に貢献していく。



改善処置活動支援システムへの AI 活用
Application of artificial intelligence (AI) to corrective action program (CAP) support system

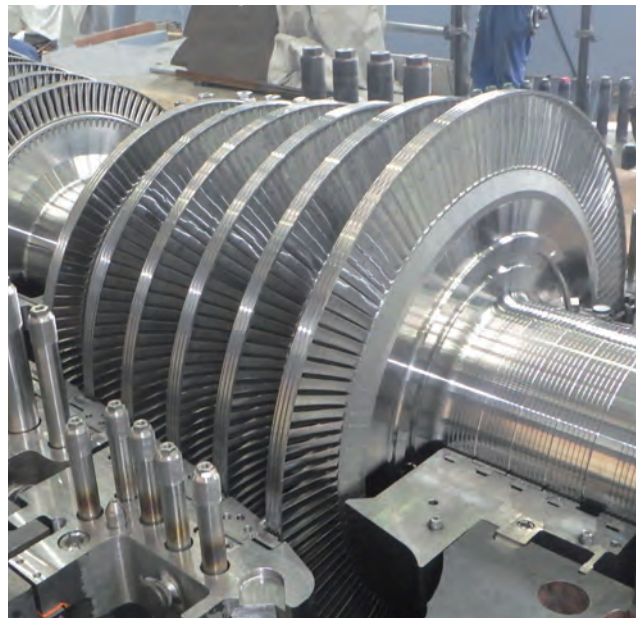
関係論文：東芝レビュー、2020、75、3、p.29-32。

東芝エネルギーシステムズ (株)

火力発電所の大型改修プロジェクト



マウントパイパー発電所1号機の中圧ローター据付作業
Installation of intermediate-pressure (IP) rotor at Mt Piper Power Station Unit 1, Australia



新地発電所2号機における中圧内車・ローター据付状態
Installation of IP inner casing and rotor at Shinchi Power Station Unit 2 of Soma Kyodo Power Co., Ltd.

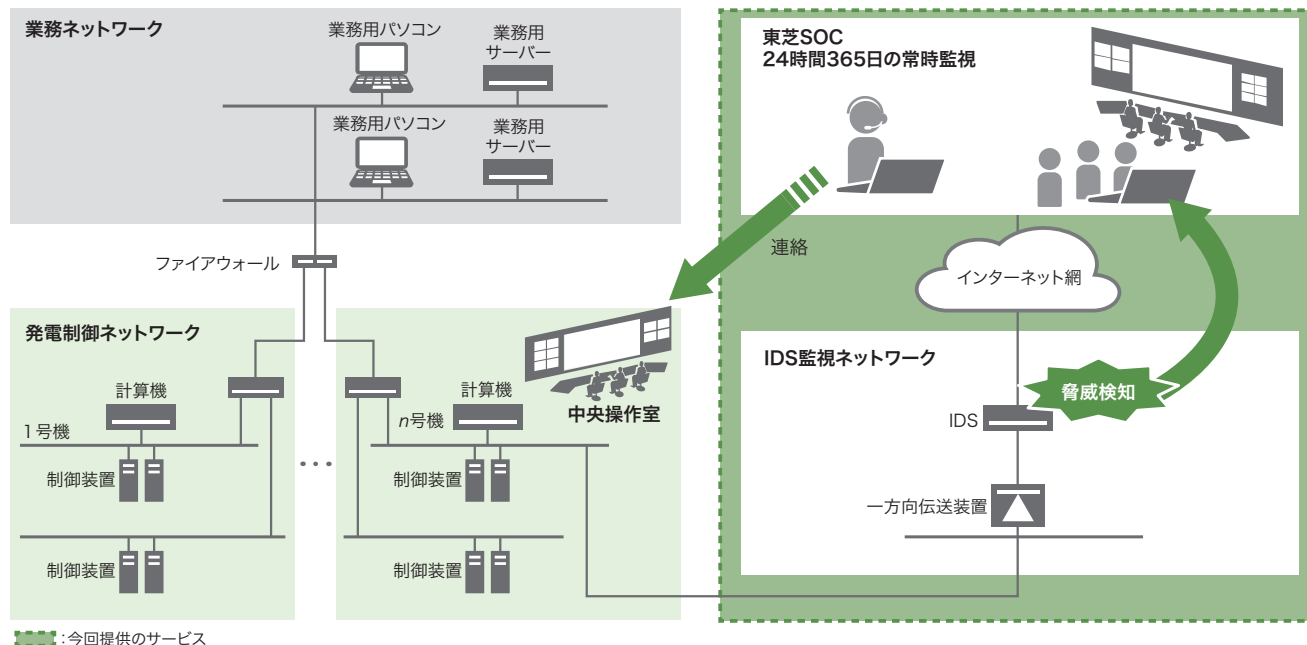
オーストラリア ニューサウスウェールズ州のマウントパイパー発電所は、運転開始から20年以上が経過し、大型改修時期を迎えていた。当社は、幅広い製品知識に基づく提案力や、現地法人の高いサービス力を生かして、蒸気タービンや、発電機、監視装置、給水加熱器などの機器供給・改修工事を受注した。2020年8月に1号機の機器一式を出荷し、10月から12月にかけて改修工事を行った。当社の最新技術を適用した機器への改修で、燃料消費量を増やすことなく出力が30 MW向上する。2号機も、2021年の同じ時期に出荷と工事を予定している。オーストラリアでは、この発電所のほかにも大型改修工事が控えており、2019年から2023年にかけて、順次当社製の蒸気タービンなどの主要設備を納める大型改修工事が予定されている。

また国内でも、近年老朽化が進み、大型改修時期を迎えたプラントに対し、寿命延伸・性能向上工事が多数行われている。相馬共同火力発電(株)の新地発電所2号機もその一つで、1995年の運転開始後20年以上が経過している。今後の継続運用のためには、蒸気タービンの高温部品を更新するべきタイミングであったことや、電力自由化の中で競争力向上を見据えていたことから、高圧・中圧タービンの一式更新と性能向上が決まった。更新範囲は、高圧・中圧ローターだけの案が検討されていたが、内車更新による工程短縮効果や、既設の複流型のノズルボックスを内車更新に併せて単流化することによる更なる性能向上を提案し、高圧・中圧内車も含めた一式更新が採用された。工事は、2020年に実施され計画どおりに完了し、保証値を大きく上回る性能向上結果が得られた。

今後も、低炭素社会の実現と電力の安定供給に貢献していく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

発電制御システム向けセキュリティー強化ソリューションのサービス開始



セキュリティー強化ソリューションのシステム構成

Overview of security enhancement solution for power generation control systems

我が国で世界的イベントが多数開催され、世界の注目が集まる中、インフラシステムへのサイバーテロなどの懸念が増しており、発電インフラを担う発電事業者では、セキュリティー対策に対する関心が高まっている。この状況を踏まえ、既に稼働している発電設備の監視制御システムに大きな変更を加えることなく追加導入でき、かつプラントのリアルタイム制御に影響を与えずにサイバーテロなどの不正侵入を検知できる“セキュリティー強化ソリューション”の提供を開始した。汎用の不正侵入検知システム（IDS：Intrusion Detection System）に、当社製制御装置の独自プロトコル内容の分析・評価機能を追加し、セキュリティー付加価値を高めたことが特長である。また、単にセキュリティーシステムを導入するだけでなく、当社が運営する東芝SOC（Security Operation Center）による24時間365日の常時監視サービスも併せて提供している。危険な兆候を検知した際、遅延なくユーザーに通知して対処を促すサービスを発電制御システムに適用し、2020年9月1日にサービスを開始した。

従来は、発電プラントを外部ネットワークに接続する構成が許容されないケースが多かった。今回は、外部に引き出す通信回線に一方伝送装置を設置し、外部からの侵入を物理的に完全に遮断する技術を採用したことで、安心して導入できるシステムを実現した。また、セキュリティーに関するアラートをユーザーに分かりやすい内容にして、必要なときだけ連絡するSOCサービスの有効性も確認できた。今後は、ほかの発電プラントへも展開を図っていく。

CCUシステム検証用のCO₂分離回収試験装置を納入



CO₂分離回収試験装置

Carbon dioxide (CO₂) capture test equipment for carbon capture and utilization (CCU) facility of Asahi Quality & Innovations, 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）への対策が重要になってきている。

当社が採用している化学吸収法によるCO₂回収技術は、回収したCO₂の純度が99 vol%（dry）以上と高いことが特長である。その利点から、CO₂利用分野への親和性が高く、多様な炭素化合物として再利用する、CCU（Carbon Dioxide Capture and Utilization）へも展開できる。

アサヒクオリティーアンドイノベーションズ（株）に、CCU検証のためのCO₂分離回収試験装置を2019年12月に納入した。回収したCO₂をグループ各事業会社での食品や飲料などへ利活用することを念頭に、信頼性の高いCCUシステムを導入するための検証を、約1.5年間を掛けて実施していく予定である。

今回のCO₂分離回収試験装置では、設計段階から検証のコンセプトをヒアリングし、よりCO₂純度を高めるCO₂ガス洗浄機構や、安定して連続運転可能な機構・システム制御などを導入した。

検証として、2020年6月に連続運転を開始して、安定した運転の実現に向けたデータの取得や、性能維持のための運転・保守の検証を継続して実施している。

今後は、検証で得られた課題や知見を基に、食品や飲料などへの利活用に最適なCCUシステムを構築していく。

地球温暖化防止の観点からは、様々な排ガス源からのCO₂回収が不可欠であり、CCUへの展開では、その用途に応じた性状のCO₂ガスを提供しなければならない。今後も、CCUの実現に向けて技術開発を進めていく。

東芝エネルギーシステムズ（株）

国内の大型火力発電設備が営業運転を開始



九州電力(株)松浦発電所2号機の蒸気タービン・発電機
Steam turbine and generator for Matsuura Power Station Unit 2 of Kyushu Electric Power Co., Inc.



東北電力(株)能代火力発電所3号機の蒸気タービン・発電機
Steam turbine and generator for Noshiro Thermal Power Station Unit 3 of Tohoku Electric Power Co., Inc.



鹿島パワー(株)鹿島火力発電所2号機の蒸気タービン・発電機
Steam turbine and generator for Kashima Thermal Power Plant Unit 2 of Kashima Power Co., Ltd.



写真提供：J-POWER〔電源開発(株)〕

電源開発(株)竹原火力発電所新1号機の蒸気タービン・発電機
Steam turbine and generator for Takehara Thermal Power Station New Unit 1 of Electric Power Development Co., Ltd.

2019年12月から2020年7月にかけて、以下に示す4案件の大型国内石炭火力発電所が営業運転を開始した。全て超々臨界圧の高効率石炭火力発電所であり、当社は、蒸気タービンや発電機などの主要発電設備の納入・据付工事・試運転調整を担当した。

- (1) 九州電力(株)松浦発電所2号機 発電機出力1,000 MW、タービン・発電機基礎台渡し2017年12月、営業運転開始2019年12月20日
- (2) 東北電力(株)能代火力発電所3号機 発電機出力600 MW、タービン・発電機基礎台渡し2018年4月、営業運転開始2020年3月2日
- (3) 鹿島パワー(株)鹿島火力発電所2号機 発電機出力645 MW、タービン・発電機基礎台渡し2018年7月、営業運転開始2020年7月1日
- (4) 電源開発(株)竹原火力発電所新1号機 発電機出力600 MW、タービン・発電機基礎台渡し2018年10月、営業運転開始2020年6月30日

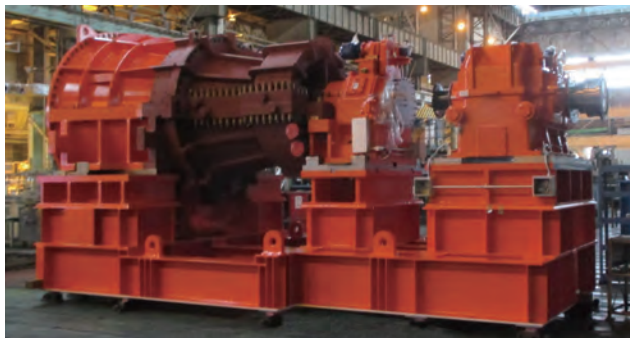
これらの建設プロジェクトは、設計、製作、工事の全般にわたり同時期に並走する状況となり、リソース管理、工程管理が重要となった。そこで、各プロジェクトで相互に情報共有を行い、トータルでリソース配分や進捗状況が最適となるようにプロジェクトを推進した。また、どれか一つのプロジェクトで問題が発生した場合には、迅速にその他のプロジェクトに水平展開することで、並走するプロジェクトへの問題拡大を未然に防いだ。この結果、4案件のプロジェクトを適切に推進して営業運転の開始に貢献できた。複数の大型プロジェクトを同時遂行したことが、プロジェクト管理能力の向上につながった。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ インドネシアにおける地熱発電事業への取り組み



ルムットバライ地熱発電所 1号機
Lumut Balai Geothermal Power Plant Unit 1, Indonesia



ディエン小型地熱発電所用タービン
Shipment of turbine for Dieng Small Scale Geothermal Plant, Indonesia

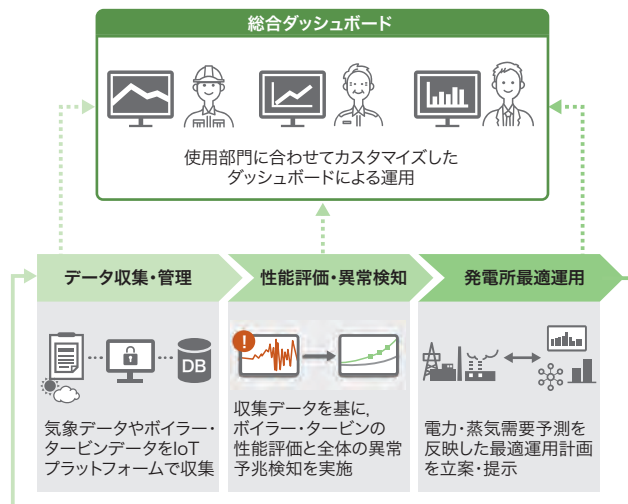
インドネシアの電力会社PT Pertamina Geothermal Energy社で、タービン発電機及び付帯設備を納入したルムットバライ地熱発電所1号機（定格55 MW）が、2020年2月に営業運転を開始した。2015年1月の着工以来、タービン出荷後のプロジェクト中断による機器長期保管や現地据付・試運転対応など、5年を経て無事工事が完了した。

また、同じくPT Geo Dipa Energi社が建設中のディエン小型地熱発電所用タービン発電機の出荷が2020年10月に完了した。蒸気タービンは、10 MW級標準機の当社初号機で、今後計画が見込まれる同容量帯の地熱発電設備向けに展開していく。

インドネシアは、約27 GWと世界2番目の地熱資源量を保有するが、利用率は約8%にとどまっている。同国政府は、2019年に約9%であった再生可能エネルギー比率を23%まで拡大する計画で、今後の地熱事業の重要なマーケットである。今後も、地熱発電向け蒸気タービン発電機の適用拡大を積極的に進め、再生可能エネルギーの普及に貢献していく。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 工場の自家発電所の運用最適化システムを出荷



DB：データベース

運用最適化システムの概要

Outline of operation optimization system for in-house power plant of Kuraray Co., Ltd.

（株）クラレに、IoT（Internet of Things）を活用して同社の自家発電所を最適に運用するためのシステムを、2020年10月に出荷した。その後、試運転を経て2020年12月に運用を開始した。

同社の自家発電所では、複数台の発電設備が稼働しており、事業所内へ電気と蒸気を供給している。開発したシステムは、気象変動や事業所内の電力・蒸気需要予測から、ボイラーやタービンなどの各機器の運転制約を満足しながら、発電所全体として最適な運用計画を立案・提示する。

発電設備メーカーとしての強みを生かし、これまでに実施した発電所の最適運用に向けた検討業務を踏まえて、システムを構築した。このシステムは、発電プラントの熱効率モデルを構築して実際の運転性能値とモデルベースの性能値を比較評価する機能や、異常予兆を早期に検知する機能、蓄積した各種データをビッグデータとして連携させる機能なども、併せて提供している。

関係論文：東芝レビュー、2020、75、3、p.21-24.

東芝エネルギーシステムズ（株）

JNC (株)の7水力発電所の更新工事が完了



内大臣川発電所の水車
Hydraulic turbine for Naidaijingawa Hydroelectric Power Station of JNC Corporation



高千穂発電所の水車
Hydraulic turbine for Takachiho Hydroelectric Power Station of JNC Corporation

JNC (株)内大臣川発電所の一式更新工事が2020年12月までに完了し、営業運転を再開した。

JNC (株)では、再生可能エネルギーの固定価格買取 (FIT) 制度が2012年に施行されたことを受け、この制度を適用し、所有する全13か所の水力発電所に対し、老朽化対策と発電能力増強のための一式更新工事計画が策定された。一式更新工事は、2013年6月の粟野発電所を皮切りに開始され、途中、平成28年(2016年)熊本地震や令和2年7月豪雨による人吉地区の大被害など、自然災害の影響を受けて中断があったものの、内大臣川発電所の更新工事完了をもって当社受注分の全ての工事が完了した。

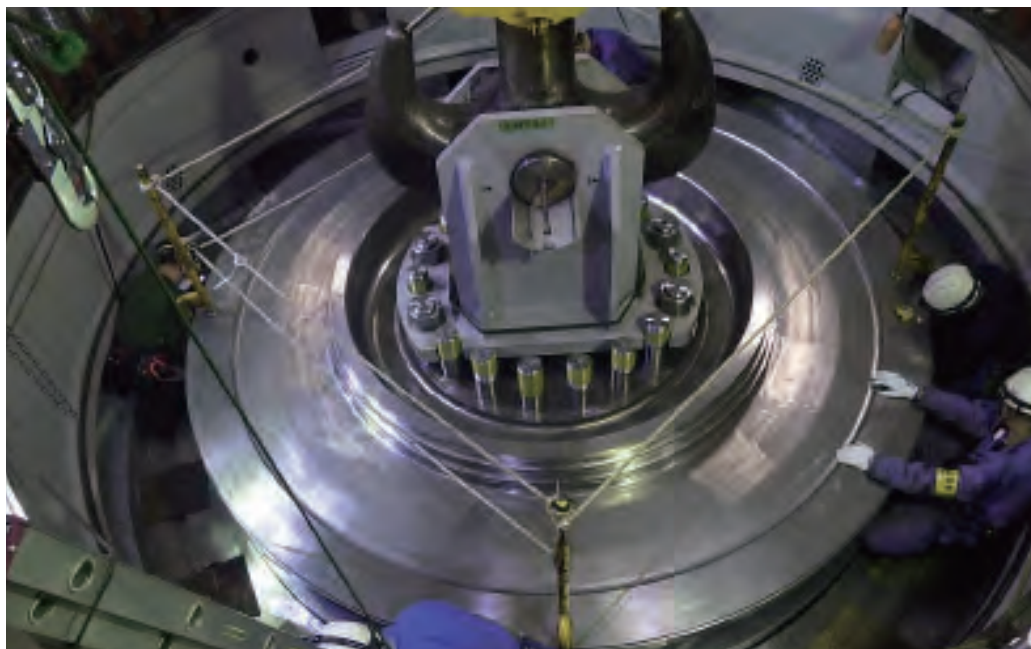
当社は、粟野発電所、竹の川発電所、七滝川第一発電所、七滝川第二発電所、高千穂発電所、目丸発電所、及び内大臣川発電所の7発電所の更新工事に関与し、高効率設計により、認可取水量は既設のまま、最大出力を7発電所合計で3,100 kW (8.8 %) 向上させた。

内大臣川発電所では、横軸ペルトン水車2台を1台にまとめて更新したことで設備を簡素化した。また、入口弁、ニードルサーボモーター、及びデフレクターサーボモーターの電動化や、空気冷却軸受け、電磁ブレーキ、ブラシレス励磁装置、一体形制御盤の採用で、保守の省力化を図った。更に、刷子シールの適用でオイルペーパー対策を行い、環境面にも配慮した水力発電設備とした。

内大臣川発電所の定格は、以下のとおりである。

- ・ 水車：横軸単輪二射ペルトン水車，8,180 kW，4.0 m³/s，300 min⁻¹
- ・ 発電機：横軸三相同期発電機，8,400 kVA，6.6 kV，50 Hz

中部電力(株)奥美濃発電所6号機のオーバーホール工事が完了



水車ランナのつり込み

Installation of water turbine runner at Okumino Hydroelectric Power Station Unit 6 of Chubu Electric Power Co., Inc.

中部電力(株)奥美濃発電所6号機は、2020年4月にオーバーホール工事が完了し、営業運転を再開した。この発電所は、純揚水発電所で、全6台のポンプ水車と5、6号機の発電電動機が当社製である。

今回のオーバーホールは、1995年の運転開始以来2回目で、2014年の1号機から順次実施しており、6号機は最終号機である。そこで、中部電力(株)岐阜水力センターの協力の下、これまでのオーバーホールで計測した各部位の摩耗量推移を判断材料とし、リスクを共有した上で、現時点での摩耗量予測値や設計値をベースに、分解前に新製品の加工寸法や補修内容を決定した。これにより、修理や交換を省略することなく、1号機と同じ範囲の改修を1か月の工期短縮で実現した。具体的な施策と効果は、以下のとおりである。

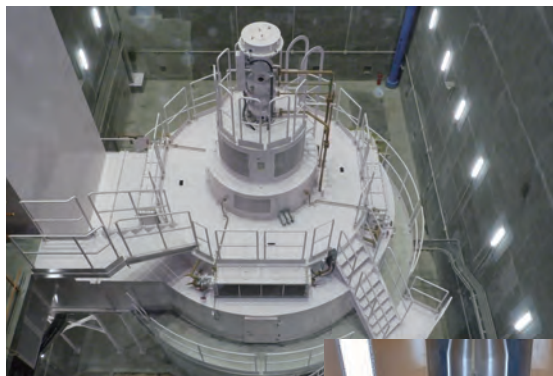
- (1) ブッシュ、ライナー類 従来は、分解後の現地寸法測定結果に基づき製作していたが、摩耗量予測値や当初設計値に基づき加工寸法を決定することで、現地寸法測定期間や測り合わせ製作の場合に発生する寸法測定後の製作期間を短縮した。
- (2) 発電機下部油筒など 従来は、現地分解点検結果で新製要否を判断していたが、摩耗量予測値に基づき、事前に新製を決定した。これにより、製造期間の手待ち時間を短縮した。
- (3) 水車ステーベンなど 従来は、現地分解点検結果で修理の要否と方法を決定していたが、摩耗量予測値に基づき、事前に補修内容を決定した。また、ランナは、これまで摩耗がほとんどなく、補修しなかったため、今回も省略した。これにより、修理内容の検討期間を削減した。
- (4) 工場試験 調速機アクチュエーターを更新したが、工場での組み合わせ試験の一部を省略して現地で実施し、在工場期間の短縮を図った。

主機定格は、以下のとおりである。

- ・ 水車：立軸フランシス形可逆ポンプ水車、259 MW、485.75 m、514 min⁻¹
- ・ 発電機：立軸回転界磁水冷熱交換器形、279 MVA、13.2 kV、力率0.9、514 min⁻¹

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 熊本県市房第一・第二発電所の更新工事が完了



市房第一発電所の水車・発電機
Hydraulic turbine generator for
Ichifusa No. 1 Hydroelectric
Power Station of Kumamoto Pre-
fectural Government



市房第二発電所の水車
Hydraulic turbine for Ichifusa No. 2
Hydroelectric Power Station

熊本県企業局市房第一・第二発電所がそれぞれ2020年5月、2020年4月から営業運転を開始した。当社は、市房第一発電所では、老朽化した立軸カプラン水車、発電機、制御装置などを全て撤去して一式更新し、市房第二発電所では、水車を納入した。

水車は、市房第一発電所では模型試験を活用し、市房第二発電所では既存の最新模型の適用と流れ解析を駆使し、それぞれ最適な流路形状にすることで水車効率を向上させて、年間発生電力量が最大となるように設計した。

また、市房第一発電所では、既設の冷却水使用の水車・発電機で軸受けを冷却水レス化し、市房第二発電所では、既設の油圧式ランナベーンサーボモーターを電動化し、それぞれ保守の省力化を図った。各発電所の主機の定格は、次のとおりである。

市房第一発電所

- ・ 水車：16.0 MW, 71.84 m, 25.0 m³/s, 450 min⁻¹
- ・ 発電機：17.4 MVA, 11 kV, 450 min⁻¹, 60 Hz

市房第二発電所

- ・ 水車：2.5 MW, 20.15 m, 14.0 m³/s, 400 min⁻¹

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 中国 江坪河発電所が営業運転を開始



水車上カバーのつり込み
Installation of turbine head cover at Jiangpinghe Hydropower Station,
China

中国 江坪河発電所は、潯水支流の上流に位置し、発電に加え、洪水防止や水上運輸などの综合利用を目的に開発された江坪河水力発電所ダムを水源とする単機出力225 MWの設備を2台備えた発電所である。

東芝水電設備(杭州)有限公司(THPC)が2008年に受注し、発注者の変更で工事が中断となったが、2015年の再契約を経て工事が再開され、2020年8月に1号機、2020年9月に2号機が営業運転を開始した。

THPCが設計・製造したフランス水車としては2番目、水車発電機としては3番目の大容量機である。また、主軸カップリングにフリクション方式を、主軸封水装置に軸方向主軸シーリングをそれぞれ適用したことが特長である。

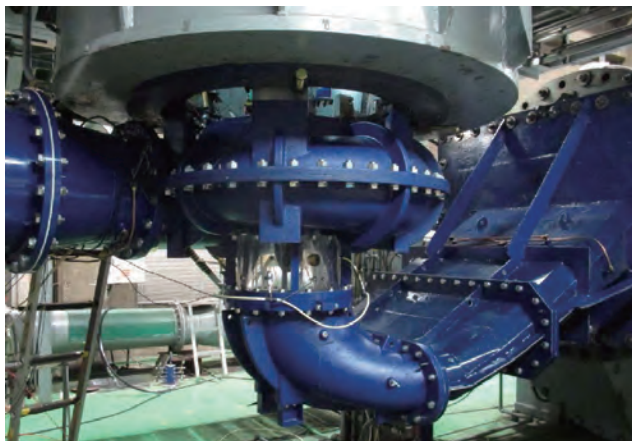
このプロジェクトで、当社は模型試験だけを担当し、水車・発電機の設計・製造は、全てTHPCが担当した。

水車と発電機の定格は次のとおりである。

- ・ 水車：228.4 MW, 131.26 m/178.89 m, 187.5 min⁻¹
- ・ 発電機：250.0 MVA, 15.75 kV, 187.5 min⁻¹, 50 Hz

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ ミャンマー セダウジ水力発電所のランナ更新に伴う水車の模型試験が完了



模型水車

Model turbine used for evaluation when replacing turbine runner for Sedawgyi Hydropower Plant, Myanmar

ミャンマー セダウジ水力発電所のランナ更新に伴う水車の模型試験を、2020年12月に完了した。

ミャンマーの電力供給は、主に水力発電が担っている。ミャンマー第2の都市であるマンダレーに電力を供給するセダウジ水力発電所は、1989年の運転開始から30年間運用され、その主要設備の老朽化と損傷による発生電力の低下が問題となっていた。そこで、ミャンマー復興支援の一環として、日本政府が独立行政法人 国際協力機構（JICA）を通じて有償資金を同国に貸与し、その資金でランナ更新を含む大規模改修が実施されることになった。

今回の改修で、既存の水車静止部は再使用されるため、数値流体解析（CFD：Computational Fluid Dynamics）でランナとガイドベーンの羽根形状を最適化し、最高出力点で、既設に比べて約0.5%の効率向上を達成した。また、安定運転に必要な水圧脈動やキャピテーションの抑制を、模型試験で確認した。

改修後の水車の定格は、以下のとおりである。

- ・ 水車：14.174 MW, 34.56 m, 250min⁻¹

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 上越エネルギーサービス（株）矢代川第一・第二発電所の更新工事が完了



矢代川第一発電所の
水力発電設備

Hydraulic equipment
for Yashirogawa No. 1
Hydroelectric Power
Station of Joetsu Energy
Service Co., Ltd.

上越エネルギーサービス（株）矢代川第一発電所が2019年12月、矢代川第二発電所が2020年12月に一式更新工事を完了し、営業運転を再開した。両発電所は、再生可能エネルギーの固定価格買取（FIT）制度を適用して全面更新工事を行った。

最新のT-Blade™ランナを適用した最適類似模型や過去の平均流況などから、年間発生電力量が最大となるように水車を設計した。また、無拘束速度設計の採用などによる発電所保守の省力化、樹脂軸受けの採用による長寿命化を図った。

更新後の定格は、次のとおりである。

矢代川第一発電所

- ・ 水車：横軸フランシス水車, 1.65 MW, 66.255 m, 500 min⁻¹
- ・ 発電機：1.75 MVA, 11.5 kV, 500 min⁻¹, 50 Hz

矢代川第二発電所

- ・ 水車：横軸ペルトン水車, 3.40 MW, 180.0 m, 333 min⁻¹
- ・ 発電機：3.65 MVA, 11.5 kV, 力率0.9, 333 min⁻¹, 50 Hz



矢代川第二発電所の水力発電設備

Hydraulic equipment for Yashirogawa No. 2 Hydroelectric Power Station

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）早川第三発電所1号機の更新工事が完了



早川第三発電所1号機の水車設備及び水車発電機

Hydraulic equipment and hydraulic turbine generator for Hayakawa Daisan Hydroelectric Power Station Unit 1 of TEPCO Renewable Power, Inc.

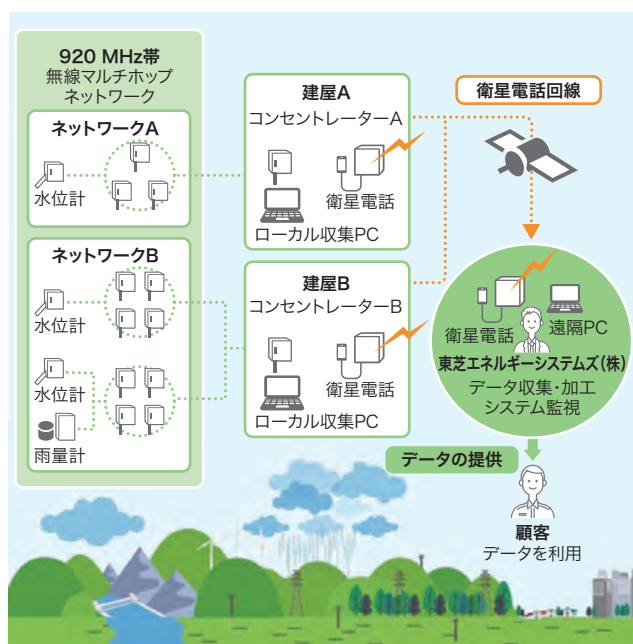
東京電力リニューアブルパワー（株）早川第三発電所1号機は、2018年3月に運転を開始した2号機と同様に、増電力量を図るとともに、設備の簡素化による保守の負担低減と信頼度向上のために一式更新された発電所で、2020年6月に営業運転を開始した。水車設計では、流れ解析を駆使して最適な流路形状にするとともに、最新のT-Blade™ランナの適用で、効率を8%以上向上させた。また、水車への水潤滑軸受けの適用や、入口弁駆動装置の電動化、ガイドベーン駆動装置へのハイブリッドサーボシステムの適用など、設備の簡素化や環境負荷の低減を図った。更に、一体形制御装置には、コンパクトなシステム構成で保守性に優れたTOSMAP-DS™/LXを採用し、盤間ケーブルの削減などスペース効率の向上を実現した。発電機の固定子は、一体組立での輸送・搬入で、現地組立工程の短縮を図った。

水車と発電機の定格は、次のとおりである。

- ・ 水車：7,940 kW, 149.70 m, 5.8 m³/s, 750 min⁻¹
- ・ 発電機：8,200 kVA, 11 kV, 50 Hz, 力率0.95

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）高瀬川第五発電所にLPIS™による渓流水位のデータ収集サービスを開始



PC：パソコン

LPIS™を用いた水位・雨量の連続観測の概要

Overview of continuous measurement of river water level and rainfall amount using LPIS™ low-power wireless Internet of Things (IoT) solution

920 MHz帯の無線マルチホップ技術を使った無線ネットワークによる省電力無線IoT（Internet of Things）ソリューションLPIS™で、初のサブスクリプション方式によるデータ収集サービスとして、東京電力リニューアブルパワー（株）へ高瀬川第五発電所の渓流水位データの提供を開始した。

測定を行う観測局は、携帯電話の圏外であり、各観測局のデータを収集するには作業員が徒歩で半日掛けて巡回しなければならなかった。そこで、3台の水位計と1台の雨量計を約20台の中継ノードで接続し、水位・雨量の連続観測ができるようにした。周辺環境に配慮して、中継ノードは可搬型の自立ポールに取り付けた。また、落石や、出水、雪崩などにより一部の中継ノードが動作できなくなっても、周辺の中継ノードを経由してデータ収集が継続できるように、無線ネットワークには冗長性を持たせている。今回、衛星電話回線を組み合わせ、当社の川崎市にある本社で運用状況を監視することで、天候や季節の影響を受けずに水位・雨量データを提供できるようになり、顧客要望に柔軟に応えられるようになった。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 屋外変電所向け 275 kV 普通三相形ガス絶縁分路リアクトル



南川崎変電所 275 kV ガス絶縁分路リアクトル
275 kV gas-insulated shunt reactor for Minami-Kawasaki Substation of TEPCO Power Grid, Inc.

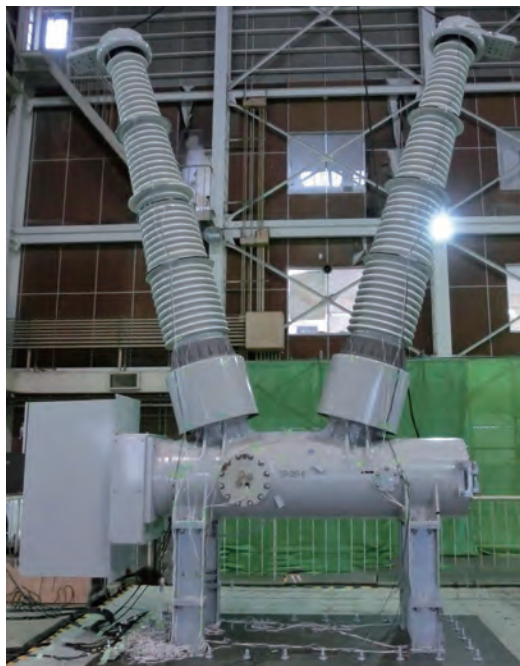
従来の屋外変電所には、絶縁媒体に油を用いた油入分路リアクトルが多く使用されている。経年機器の設備更新に際し、SF₆（六フッ化硫黄）ガスを絶縁媒体に使用した分路リアクトルを用いて小形・軽量化を図ることが有効であることから、275 kV 普通三相形ガス絶縁分路リアクトルを開発した。

絶縁仕様や冷却設計の合理化と新技術の適用（新形の漏れ磁束対策構造の採用や平板端面構造の新形タンクの採用など）で、小形化（重量比で従来器の約80%）を図り、本体タンクの外形寸法を国内での鉄道輸送限界以下とすることに成功した。これにより、鉄道及びシュナーベルトレーラーによるSF₆ガスを封入した状態での一体輸送を可能とし、従来器と比べて、現地工期を約20%短縮できた。

東京電力パワーグリッド（株）南川崎変電所に初号機を納入し、2020年4月に商用運転が開始された。既設基礎の流用や付帯設備の削減といった顧客ニーズに応えることもでき、適用拡大が期待される。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ ばね操作型 300 kV ガス遮断器



新型 300 kV GCB
Newly developed 300 kV gas circuit breaker

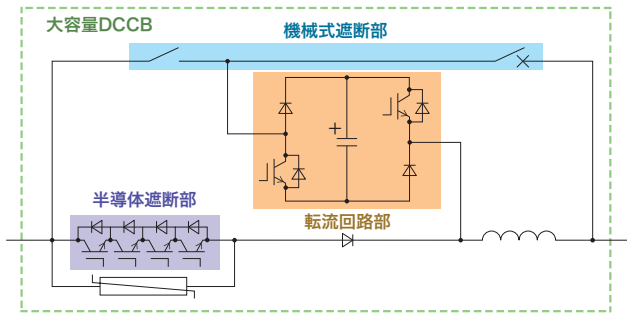
実績のある現行300 kV ガス遮断器（GCB）の消弧室に、市場ニーズのある電動ばね操作機構を組み合わせた新型300 kV GCBを開発した。

従来の油圧操作機構から電動ばね操作機構に変更することで、高圧力のシール部をなくすなど部品点数を削減し、保守項目を減らして点検工数を低減できるメリットがある。今回は、適切な駆動力を持つ開発済みの電動ばね操作機構と現行300 kV GCBの消弧室を組み合わせることで、短期間での新機種開発を実現した。また、この電動ばね操作機構は、当社浜川崎工場と東芝電力流通システムインド社とのマルチベンダー化により、製造・調達の安定化を図っている。

更に、センシングデバイスや自己診断機能を持つ監視ユニットのオプション装備で機器の状態監視もでき、デジタル技術を活用した保全高度化との親和性も考慮している。初号器は、2022年度に現地納入を予定している。

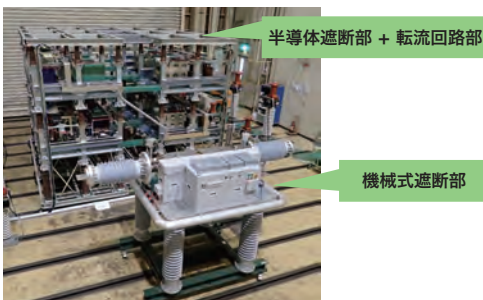
東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 多端子直流送電システム向け大容量直流遮断器



大容量DCCBの回路ブロック図

Circuit block diagram of large-capacity direct current circuit breaker (DCCB)



大容量DCCBの構成

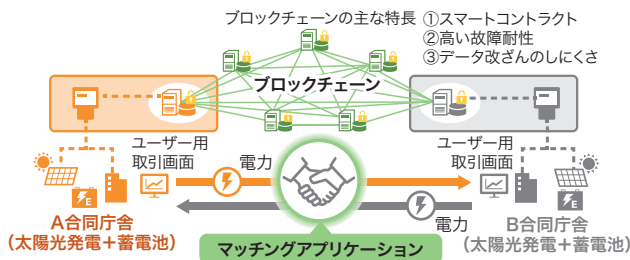
Configuration of large-capacity DCCB

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) の委託事業「次世代洋上直流送電システム開発事業」において、多端子直流送電システムの実用化を目指した大容量の直流遮断器 (DCCB: Direct Current Circuit Breaker) を開発した。

この大容量DCCBについては、3か所以上の直流/交流変換器で構成される多端子直流送電システムにおいて、DCCBへの要求条件・仕様を明らかにした上で、直流送電システム事故時の大電流を高速に遮断して健全箇所の運転を継続できる仕様とした。当社独自の回路方式を採用し、通電損失がほぼ発生しない機械遮断部と、高速な直流電流遮断が可能な半導体遮断部を併用することで、低損失化と遮断の高速化を両立させた。また、開発事業の中で、遮断時間 (開放指令を受けてから半導体遮断部で遮断するまでの時間) 2.9 msでの14.9 kAの電流遮断を、40 kVモデル器で検証確認した。これにより、大容量DCCBの製品化に向けた基盤技術が確立された。

東芝エネルギーシステムズ (株)

■ ブロックチェーン技術を活用したP2P電力取引実証システム



ブロックチェーン技術を用いたP2P電力取引実証の概要

Outline of peer-to-peer (P2P) power transaction demonstration using blockchain technology

入札状況 10:00

売り入札 (円/kWh)	買い入札 (円/kWh)
9.50	11.00

取引結果

余剰電力量 (kWh)	売買	取引先	取引電力量 (kWh)	取引単価 (円/kWh)	取引額 (円)
-14.00	買い	A 合同庁舎	1.70	〇〇〇	●●●
	買い	B 合同庁舎	0.23	△△△	▲▲▲
	買い	C 合同庁舎	6.87	◇◇◇	◆◆◆
	買い	小売り	5.20	□□□	■ ■ ■
合 計					× × ×

30分単位の取引結果の確認画面例

Example of transaction result confirmation display at intervals of 30 minutes

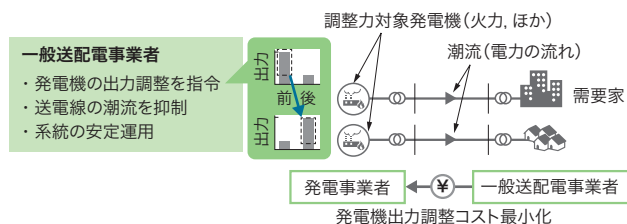
太陽光発電による余剰電力量を個人間で直接取り引きするP2P (Peer to Peer) 電力取引実証システムを開発した。

近年、デジタル技術の進展や再生可能エネルギー・蓄電池の普及などにより、新たなビジネスモデルとしてP2P電力取引が目目されている。大量の取り引きを安全に行う必要があり、取引情報などのデータを暗号技術と組み合わせて、分散的に処理・記録するブロックチェーン技術が有効と考えられている。今回、東北電力 (株) と宮城県が2019年から行った「宮城県内の各合同庁舎を活用した仮想的な電力融通および仮想発電所に係る実証」で、開発したシステムを使用して実証を行った。この実証では、ブロックチェーン技術を活用し、宮城県内の合同庁舎7か所の太陽光発電量、受電電力量、蓄電池の充放電量、及び入札などの取引情報を記録した。また、余剰電力が発生した合同庁舎と電力不足の合同庁舎間とで仮想的な取り引き (マッチング) を行った。

実証の結果、ブロックチェーンの特長 (①スマートコントラクト、②高い故障耐性、③データ改ざんのしにくさ) が、P2P電力取引に求められる機能に対して有効であることを確認した。

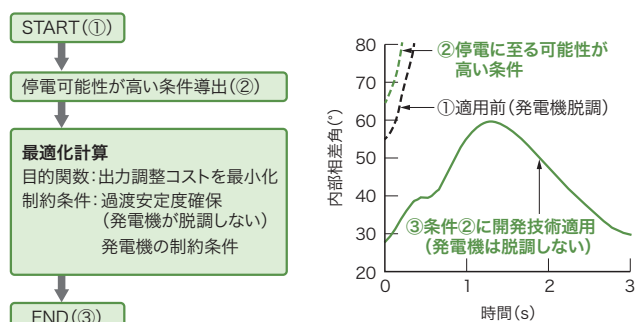
東芝エネルギーシステムズ (株)

■ 過渡安定度を考慮した調整力対象発電機の出力計画生成手法



過渡安定度を考慮した発電機出力調整の背景

Background of power balancing of generators taking transient stability into consideration

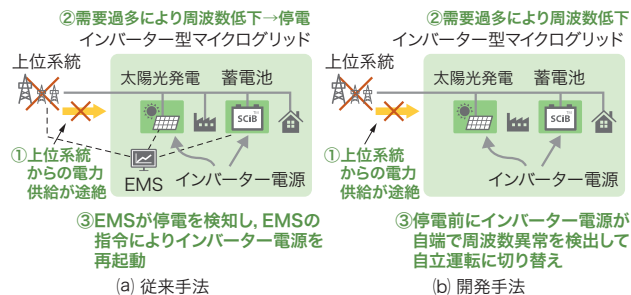


発電機出力の最適化アルゴリズムと過渡安定度の計算結果例

Optimization algorithm to control generators at lowest cost and example of results of transient stability calculations

東芝エネルギーシステムズ (株)

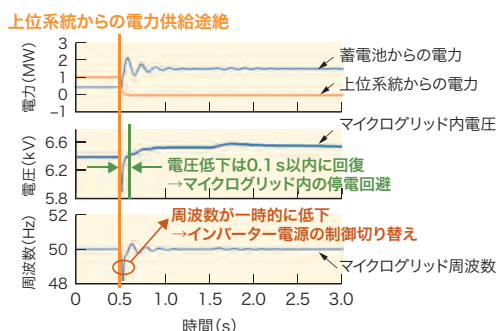
■ インバーター型マイクログリッドの無瞬断自立運転移行技術



EMS: Energy Management System

無瞬断で自立運転へ移行可能な切り替え制御技術

Seamless islanding-mode transition technology for all inverter type microgrids



上位系統の電力供給途絶時の解析結果

Results of simulations at time of main grid blackout

東芝エネルギーシステムズ (株)

再生可能エネルギー（以下、再エネと略記）が大量導入された電力系統では、高い慣性力と電圧調整能力を持つ同期発電機の比率が低下し、過渡安定度が低下する。そこで、一般送配電事業者は、発電事業者が発電機の出力調整を指令し、基幹送電線の潮流抑制などで系統の安定運用に努めている。しかし、調整対象発電機が限定される中で、再エネ電源の不確実で大きな変動を加味しながら、発電機出力調整コストの最小化と安定供給の確保の両面からきめ細かな対応を行うことが大きな負担になっている。

今回開発した技術は、発電機が最も脱調しやすく、停電に至る可能性が高い再エネ出力条件を導出し、その条件での過渡安定度確保を制約条件として、発電機出力調整コストを最小化する。開発技術を電気学会標準モデルで検証したところ、発電機が脱調しない解が得られた。

この技術により、再エネの導入とその最大限の活用を促し、発電事業者間の公平性と供給信頼度を維持しながら、電力コストの低減に貢献していく。

災害時などの電力供給のレジリエンスを向上させるために、上位系統から独立した自立運転が可能な小規模電力系統（マイクログリッド）が注目されている。特に、電力変換装置を介して電力系統に接続される太陽光発電や蓄電池などのインバーター電源だけで構成されたインバーター型マイクログリッドは、再エネ普及の観点からも重要な技術である。

マイクログリッドは、上位系統からの電力が途絶すると自立運転に移行するが、従来は、マイクログリッド内を一度停電させてから電源を再起動する手法が主流であった。今回、インバーター型マイクログリッドにおいて、停電させることなく自立運転に切り替える無瞬断自立運転移行技術を開発した。

開発手法を適用した電力系統解析により、上位系統の電力が途絶した場合でも、マイクログリッド内の電圧低下が0.1 s以内に抑えられ、停電を回避できることを確認した。