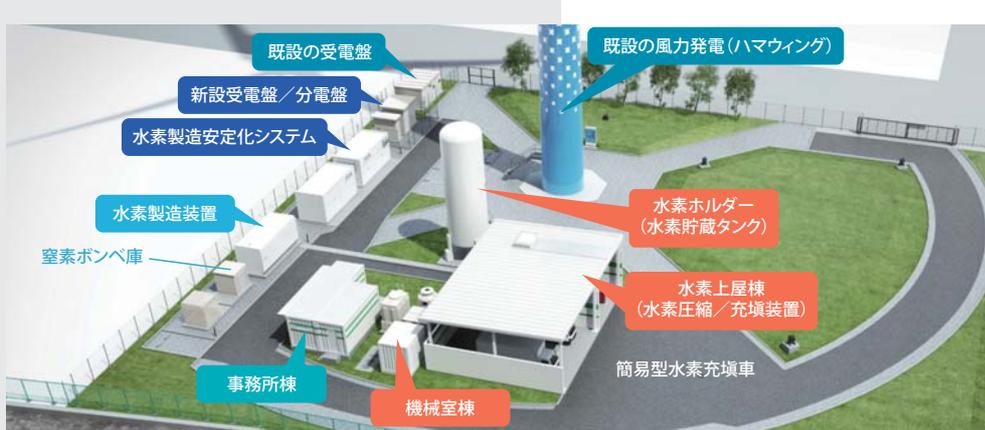


ハイライト HIGHLIGHTS 2017

エネルギー事業領域 Energy Business Domain

エネルギー事業領域では、世界のエネルギー需要に応えるため、IoTを起点としたデジタルツインをキーワードに、効果的・効率的な運用を実現するソリューションを実用化しています。発電分野から送配電、蓄電、エネルギーマネジメントといった領域まで最適なシステムの研究開発を進め、スマートな持続可能社会の実現を目指しています。

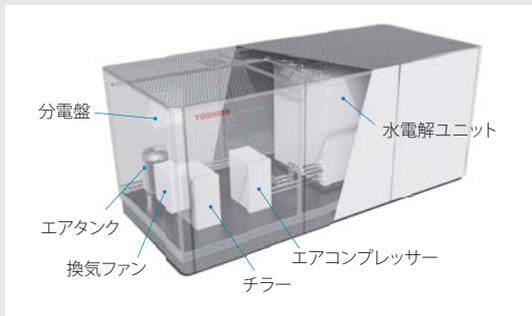
■ 水素を燃料電池フォークリフトへ供給する実証プロジェクトの本格運用を開始



*環境省「京浜臨海部での低炭素水素活用実証」詳細情報」に基づいて作成

風力発電で水素を製造し燃料電池フォークリフトへ供給する実証設備

Demonstration facility for supplying hydrogen produced using wind power to fuel-cell forklifts



水素製造装置

Water electrolysis system

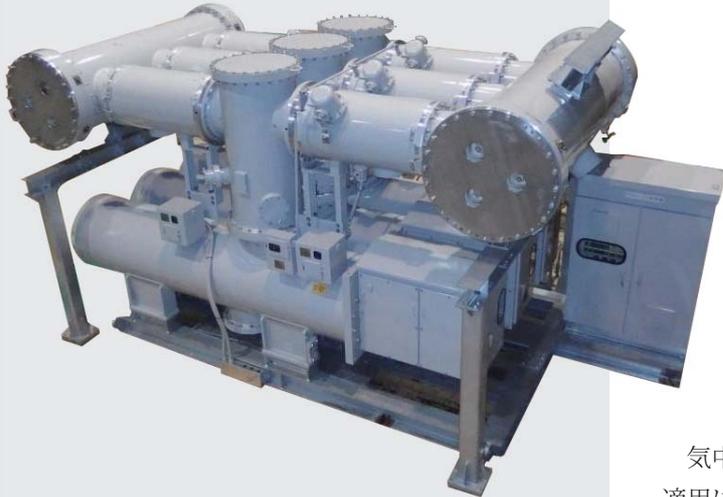
環境省採択の「京浜臨海部での低炭素水素活用実証プロジェクト」が、2017年7月に始まった。このプロジェクトは、代表事業者のトヨタ自動車(株)以下、地域の自治体と当社を含む民間企業と合わせて9団体が参画しており、風力発電の電力を使って製造した水素を、京浜臨海地区に点在する工場、物流センター、及び卸売市場の燃料電池フォークリフトユーザーに配送し、低炭素な水素サプライチェーンの構築を実証している。この中で当社は、水を電気分解して水素を製造する水素製造装置、及び風力発電の状況と水素の需要量をモニターし実証設備の最適な運転制御を行う水素EMS (Energy Management System)を提供している。

風力発電をはじめとした再生可能エネルギーは、相対的にCO₂(二酸化炭素)排出量などの環境負荷が少ないため、その積極的な活用が社会的に求められている。一方で、エネルギー需要家からは、供給が不安定で高コストなエネルギーと捉えられることも多い。この実証では、水素の活用による再生可能エネルギーの安定供給と、市場で受け入れられるためのコスト削減の検証を行っている。

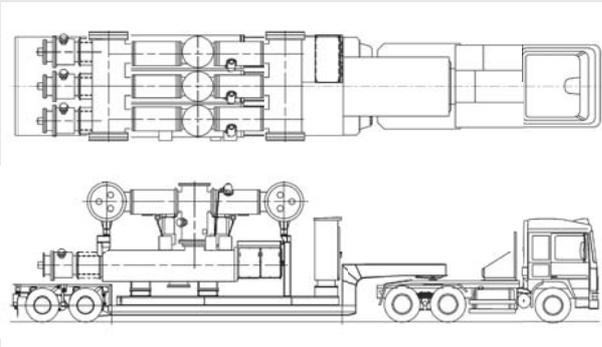
実証開始以降、休日を除き、風力発電由来の水素を毎日フォークリフトユーザーに供給しており、今後は、設備を更に効率的に運用することで、CO₂の一層の削減と水素価格の低減を実現し、水素社会の拡大に貢献していく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 一体輸送が可能な新形 550 kV GIS



新形 550 kV GIS (変圧器回線の例)
New model 550 kV gas-insulated switchgear (GIS) for transformer bank circuits



新形 GIS の一体輸送
Integrated transportation of new model 550 kV GIS

気中絶縁変電所の経年設備の更新や新增設工事への適用に向け、各種仕様の合理化や新技術の適用などで機器の小形・軽量化を図り、回線単位での一体輸送を可能とした新形 550 kV ガス絶縁開閉装置 (GIS) を開発した。

最新の知見や評価を取り込むことで、相間LIWV (雷インパルス耐電圧) の低減、温度上昇仕様の緩和、母線断路器のループ電流開閉責務及び線路接地開閉器の誘導電流開閉責務の低減といった仕様の合理化を図った。併せて、タンク内面をコーティングすることで金属異物による影響も低減した。レイアウトとしては、主母線を遮断器の上部に配置して母線長のミニマム化を図るとともに、相間ピッチを縮小した。これらにより、主母線や各機器の小形・軽量化と部品点数削減を実現し、現地工期の短縮に寄与する回線単位での一体輸送を可能にした。

軽量化による負荷の低減に加え、ガス圧による推力を架構で受ける構造にすることで、機器を設置する基礎となる構造体の設計合理化にもつながるなど、機器の周辺でも改善の効果が得られた。また、複数の機器の構造や部品を共通化するモジュラーデザイン思想や、バーチャルリアリティ (VR) 技術の活用による最適レイアウト設計などの新しい技術を採用した。更に、過去のトラブルや想定されるトラブルへの対策を反映した信頼性検証試験を実施し、信頼性向上も図った。

2018年度から、初号機の据え付けを開始する予定である。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ UAE バラカ原子力発電所併設開閉所 420 kV GISの現地耐電圧試験完了



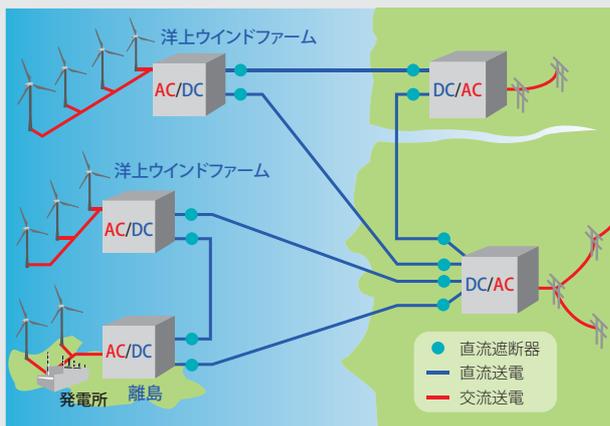
バラカ原子力発電所の3, 4号発電機併設開閉所
Switchyard for Barakah Nuclear Power Station Units 3 and 4, United Arab Emirates (UAE)

アラブ首長国連邦(UAE)初の原子力発電所建設プロジェクト(1,400 MW×4基)において、発電所建設を一括受注している韓国電力公社から、併設する開閉所を機器供給及び据付工事を含むターンキー契約で2012年2月に受注した。主要機器として、定格遮断電流80 kAのガス遮断器や、最新のGR-200シリーズ保護装置及び変電所自動監視制御装置(SCMS)などの、特殊仕様に対応した製品をUAEで初適用した。

原子力発電所特有の機器の高度な品質管理や施工上の徹底した安全管理が求められる中で、当社は、中東地域で30年以上にわたり培った、変電プロジェクトのマネジメント経験を生かして対応した。2016年1月に1, 2号発電機併設Stage-1開閉所を受電したのに引き続き、2017年10月には3, 4号発電機併設Stage-2開閉所の主要機器である420 kV GISの現地耐電圧試験を完了している。Stage-2開閉所は現在納入機器の総合組み合わせ試験が最終段階にあり、これらが完了次第、受電準備完了となる。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 大容量直流遮断器



AC/DC: 交流-直流変換器
DC/AC: 直流-交流変換器

大容量直流遮断器を適用した多端子直流送電システムの例
Example of multi-terminal high-voltage DC (HVDC) transmission system applying large-capacity DC circuit breakers (DCCBs)

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、大容量直流遮断器(DCCB: Direct Current Circuit Breaker)の開発に取り組んでいる。

三つ以上の交流系統を一つの直流システムで連系する多端子直流送電システムにおいて、直流遮断器への要求を明らかにし、直流システム事故発生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。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の併用により、低損失化と事故除去の高速化を両立した。これまでに、10 kV原理検証器による8 kAの電流遮断に成功した。

今後は、より高い電圧の実証器を用いて製品化に向けた検証を進め、多端子直流送電システムの信頼性向上に貢献する。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 中部電力（株）西名古屋火力発電所7-1号の運転開始



中部電力（株）西名古屋火力発電所7号系列
Overview of Nishi-Nagoya Thermal Power Station No. 7-1 of Chubu Electric Power Co., Inc.



蒸気タービン発電機
Steam turbine and generator



ガスタービン発電機
Gas turbine and generator

中部電力（株）西名古屋火力発電所の7号系列発電設備の初号機となる7-1号機（定格出力1,188.2 MW）が、2017年9月に営業運転を開始した。

ガスタービンには、最新のGeneral Electric（GE）社製7HA.01を採用した。これと、当社製の蒸気タービン及び発電機から成る多軸型コンバインドサイクル発電設備は、高い信頼性を確保しつつ高効率化を図り、世界最高レベル^{（注）}の熱効率（低位発熱量基準）となる62%を達成した。また、多軸型コンバインドサイクル発電に特有のガスタービン台数切り替えによる負荷調整は、需給上の要求に速やかに対応できるように運用性の向上を図った。

高効率、高出力、及び低窒素酸化物（NO_x）排出を特長とする最新鋭の環境調和型発電プラントであり、次世代の火力発電プラントの主力として期待される。現在は、7-2号機（2018年3月に営業運転開始の予定）の建設工事を鋭意進めている。

（注） 2017年12月現在、当社調べ。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 東京電力F&P（株）富津火力発電所4号系列第1軸ガスタービンの更新



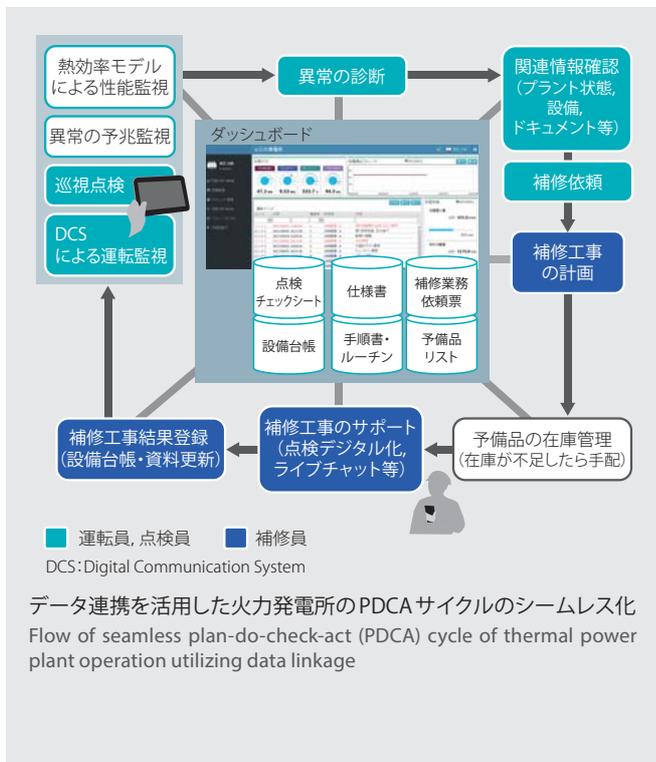
更新後のガスタービンエンクロージャーと燃料ガス弁室
Renewed gas turbine enclosure and fuel gas skid at Futtsu Thermal Power Station Unit 4-1 of TEPCO Fuel & Power, Inc.

2015年8月16日に発生した火災により運転を停止していた東京電力燃料&パワー（F&P）（株）富津火力発電所4号系列第1軸（定格出力507 MW）は、当社によるガスタービン本体及びその付属設備の取り替え工事を経て、2017年9月23日に無事営業運転が再開された。

今回搭載したGE社製9HA.01型ガスタービンは、最新型で世界でも稼働実績が少なく、当社も初めての経験になった。その冷却方式は、既設9H型の蒸気冷却から空気冷却に変更されており、周辺配管系統の改造が必要な上、既存設備仕様やレイアウトなどの様々な制約がある中での難易度の高い工事であった。加えて、火災からの復旧のため、早急な再稼働が要求される極めて短工期のプロジェクトでもあった。自社設計・製作品と調達品の綿密な工程管理や現地工事での様々な工法の検討と選択をはじめ、設計、製作、調達、輸送、現地工事・試運転の全ての面で当社の能力を集結し、当初予定から6日前倒しでの営業運転再開を実現した。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 火力発電プラント向け IoTソリューションの構築



当社は、IoT (Internet of Things) 技術を活用して火力発電所の安全かつ高効率な運転をサポートするソリューションを開発し、(株)シグマパワー有明が運営する三川発電所にその環境を構築し、実用化した。

その取り組みの特長は、次のとおりである。

- (1) デジタル化 従来の紙ベースで運用していた業務をデジタル化してデータの活用範囲を拡大
- (2) 監視の高度化 プラントモデルによる性能分析や異常の予兆検知・診断機能を取り入れて、ベテラン運転員に頼らずに高度な監視ができる仕組みを構築
- (3) シームレス化 ダッシュボードを基点とし、異常発見から処置完了に至る発電所のPDCA (Plan-Do-Check-Act)サイクルをシームレスに連携できる仕組みを構築

開発した環境はセキュリティを確保して当社の事務所や携帯端末からも利用可能としており、今後、この基盤を活用して診断技術の開発や機能改善を推進していく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 東北電力(株)鹿瀬発電所の立軸バルブ水車全2台が営業運転を開始



東北電力(株) 鹿瀬発電所
Kanose Hydroelectric Power Station of Tohoku Electric Power Co., Inc.



回転子のつり込み
Installation of rotor in pit

東北電力(株)鹿瀬発電所の1・2号機の設備更新が完了し、2017年9月に営業運転を開始した。

今回の更新では、1928年に運転開始した立軸フランシス水車を低落差に有利な型式である立軸バルブ水車に更新するとともに、台数を6台から2台に集約することで機器や土木工事費の低減を図った。立軸バルブ水車は、世界的に見ても適応例が少なく、当社では2例目となる。

当社が納入した機器は、使用水量を変えることなく、発電機出力が改修前より約10%増となる高効率化を実現した。また、水車軸受には、水潤滑軸受を採用して環境保全にも配慮した。

- 水車定格：27.7 MW-22.53 m-167 min⁻¹、2台
- 発電機定格：28.6 MVA-11 kV-167 min⁻¹、2台

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ ベトナム チョンソン発電所の水車及び発電機全4台が営業運転を開始



水車ランナのつり込み
Turbine runner for Trung Son Hydroelectric Power Station, Vietnam



発電機回転子のつり込み
Generator rotor

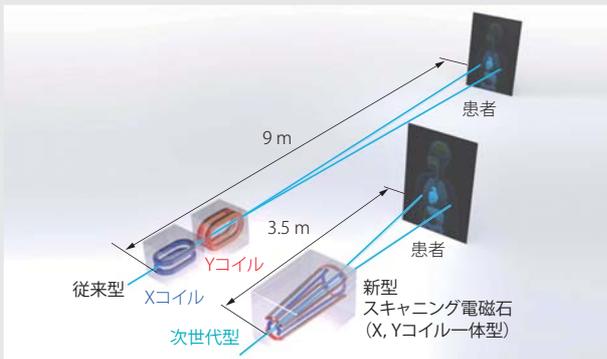
当社水力事業の中国拠点である東芝水電設備(杭州)有限公司(THPC)がベトナム電力公社(Electricity of Vietnam)のチョンソン発電所に納入した、フランス水車及び発電機全4台の営業運転が、2017年8月に開始された。世界銀行が初めてベトナムに向けて融資した案件であり、THPCは、中国水電工程顧問集団とのコンソーシアム体制で2013年8月に受注し、水車と発電機を納入した。

フランス水車としては比較的低落差であるが、当社で流体解析と模型試験を実施し、高性能を実現した。また、水車補機の操作油圧は14 MPaと高圧化を図り、コンパクトな機器を実現している。この発電所は順調な運転を継続しており、顧客からも高い評価を受けている。

- 水車定格：66.6 MW-70.02 m-166.7 min⁻¹
- 発電機定格：76.5 MVA-13.8 kV-166.7 min⁻¹-力率0.85

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 重粒子線がん治療装置用スキャンニング照射機器の大幅な小型化



重粒子線スキャンニング照射部の短尺化
Reduction of length of beam scanning device for heavy-ion radiotherapy



超伝導回転ガントリーの小型化
Downsizing of superconducting rotating gantry

当社は、重粒子線がん治療用回転ガントリーを世界で最初^(注)に実用化しているが、更なる小型化のため、従来よりもコンパクトなスキャンニング照射装置を開発した。

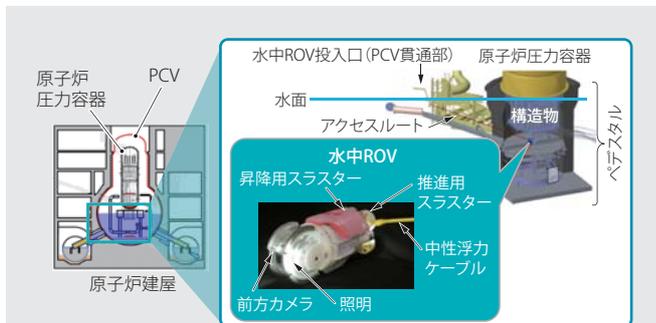
重粒子線がん治療では、患者の負担低減と高精度な照射が可能な回転ガントリーを求める声が強くなり、その普及のため、装置の更なる小型化が課題となっている。そこで、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所と共同で、患部を狙ってビームを照射するためのスキャンニング電磁石について、これまで別々に配置していたX、Y偏向コイルを一体化することで、従来よりもコンパクトで強力な磁場が得られる電磁石を開発した。これにより、ビーム照射部の長さを従来の9 mから3.5 mまで大幅に短縮した。

この照射装置により、回転ガントリーのサイズを約2/3まで小型化できるので、建屋サイズも縮小化され、重粒子線治療の普及に貢献すると考えられる。

(注) 2017年11月時点、当社調べ。

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 水中遊泳ロボットでのPCV内部調査でペDESTAL内の映像取得に成功



水中遊泳ロボットの外観と調査ルート

Underwater remotely operated vehicle (ROV) and route of investigation of primary containment vessel (PCV) of Unit 3 of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station



構造物が破損している様子 溶融物が固化したと思われるもの

調査で取得した映像の例

Examples of images captured in survey

福島第一原子力発電所の廃炉に向けた作業に先立ち、原子炉格納容器(PCV：Primary Containment Vessel)下部のペDESTAL内の調査が行われている。この発電所3号機のPCVは冷却水がたまっているため、技術研究組合 国際廃炉研究開発機構(IRID)と当社は、直径約13 cmの小型の水中遊泳可能な遠隔操作ロボット(ROV)を開発した。

2017年7月に、これをPCV貫通部から挿入して調査を行い、震災発生から約6年目にして初めて、溶融物が固化したと思われる映像の取得に成功した。ペDESTAL内の構造物は、想定以上に損傷して狭隘(きょうあい)であったが、当社の技術を結集した小型水中ROVは、予定の調査を完遂し、最終的には回収まで行うことができた。

この成果は、経済産業省の平成27年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助事業」の一環として得られたものである。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 重大事故時用の格納容器内の水素濃度計システム



重大事故時用の格納容器内水素濃度検出器

Hydrogen concentration detector for PCV in event of severe accident

経済産業省の国家プロジェクトや電力共同研究で、重大事故時に格納容器内の水素濃度を計測する水素濃度計を開発した。しかし製品化に向けては、ヨウ素による被毒対策や酸素による燃焼対策などの技術課題が残った。

そこで今回、ヨウ素除去作用を有するフィルターによるヨウ素対策や、水素透過膜のコーティングによる酸素対策などの改良を加えた。また、検出器の小型・軽量化を図り、円筒状の検出器構造での応答性を向上させるとともに、検出器とケーブルを容易に取り外せる構造にすることで、施工性やメンテナンス性を向上させた。

このシステムの開発により、重大事故時における格納容器内の水素濃度計測が可能になった。今後は、安全性の更なる向上に資するため、原子力プラントへの適用を進めていく。

東芝エネルギーシステムズ(株)