

北海道電力（株）新北海道本州間連系設備が運転を開始



自動式変換器
Voltage source converters for New Hokkaido-Honshu High-Voltage DC (HVDC) Link



北斗変換所
Hokuto Converter Station

北海道電力（株）が建設した新北海道本州間連系設備が、2019年3月に営業運転を開始した。この設備は、北海道と本州間の更なる電力安定供給を目的として新設された直流送電（HVDC）システム（定格300 MW ±100 Mvar，DC（直流）250 kV，DC 1,200 A）である。

当社は、交直変換器のほか、変圧器や、直流開閉装置、制御保護装置、空調・冷却設備など、主要な変換所設備一式を納入した。この設備は、HVDCシステムとしては国内初^{（注）}の自動式変換器（モジュラーマルチレベル変換器）を採用しており、従来の他励式変換器で必要であった調相設備やフィルターを不要にし、変換所のコンパクト化や建設コストの低減を実現した。また、自動式変換器が持つ特徴を最大限に利用することで、通常の電力融通や周波数維持機能に加え、電圧維持（無効電力制御）機能や、北海道系統の全域停電（ブラックアウト）時に本州側から電力を供給して停電復旧を助ける（ブラックスタート）機能などを備えており、北海道内の電力系統の信頼度向上に貢献できる。

2018年10月～2019年3月に実際の系統を用いた機能確認試験（系統連系試験）を実施して、各種機能を検証した。特に、ブラックスタート機能に関しては、北海道側のブラックアウトを想定した試験系統を準備し、実際に本州側から電力を融通することで、北海道内の近隣の発電機を立ち上げて早期に停電復旧できることを確認した。

大容量の自動式変換設備は、長距離大電流送電や、異周波数系統連系、洋上風力発電の電力送電用など様々な分野への導入が期待されており、今後も更なる適用拡大を進めていく。

（注）2019年3月時点、当社調べ。

東京電力パワーグリッド(株)南横須賀変電所 300 kV GISが運用を開始



300 kV GIS

300 kV gas-insulated switchgear (GIS) installed at Minami-Yokosuka Substation of TEPCO Power Grid, Inc.



機器監視ユニット
Equipment monitoring unit

東京電力パワーグリッド(株)南横須賀変電所の気中開閉設備の更新工事に伴い、当社は300 kVガス絶縁開閉装置(GIS)8回線を納入し、2019年12月から運用を開始した。

今回、このGISや同時期に納入したガス絶縁変圧器(GIT)に、各種センサーからの情報を活用したオンライン機器監視を実現する、デジタル変電所技術を適用した。この技術の導入により、巡視や定期点検などによる電力会社の現場への出向機会が削減でき、設備保全業務の効率化を図ることができる。

オンライン機器監視システムの中核には、新たに開発した機器監視ユニット(EMU: Equipment Monitoring Unit)を採用した。当社が保有する豊富な機器ノウハウや各種試験データに裏付けられた独自のアルゴリズムに基づいて、GISの状態監視、劣化診断、寿命診断、及び事故点標定機能を提供できる。またEMUからは、国際伝送プロトコルであるIEC 61850(国際電気標準会議規格 61850)シリーズに準拠して、上位システムへデータをデジタル伝送することも可能である。更に、GISの工事計画時には、3D(3次元)レーザースキャナーを活用した現地測量を実施して送電線の運用停止を回避した最適な重機配置と工法を検討するなど、現地工事における重要な品質確認を設計段階で行うことができた。

今後、EMUから伝送される各GISの監視データのほか、ユーザーの運用データや、点検記録、設計図面などのドキュメントも含めて一元管理できるライブラリーやダッシュボード機能を開発し、南横須賀変電所に実装予定である。また、今回適用したデジタル変電所技術を他の既設変電所に対しても順次拡大していくことで、ユーザーの設備保全の高度化や生産性の向上に寄与する新たなサービスとして、展開を図っていく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 東京電力パワーグリッド(株)新佐原変電所 新形550 kV GISが運用を開始



新佐原変電所に設置した550 kV GIS
550 kV GIS installed at Shin-Sawara Substation of TEPCO Power Grid, Inc.

東京電力パワーグリッド(株)新佐原変電所の気中開閉設備の更新工事に伴い、当社が納入した既開発の新形550 kV GISが、2019年11月から運用を開始した。

今回、定格電流8,000 Aの送電線回線仕様に対して、初めて新形GISを適用した。仕様の合理化を図るとともに設計の最適化を行うことで、回線単位でのGISユニットとの一体輸送を可能にした計器用変圧器、及び超々高耐圧素子を採用して小形・軽量化を実現した酸化亜鉛形避雷器を新規に開発した。また、線路用断路器・接地開閉器と計器用変圧器の一体化により構成部品を削減するとともに、遮断器閉極位相制御装置を導入した遮断器のデジタル制御や、各種センサー情報を活用したオンライン機器監視を実現するデジタル変電所技術などの機能も備え、機器の信頼性向上と保守・点検作業の省力化に寄与している。

この案件を皮切りに、今後高経年化により保守限界を迎える気中開閉設備の更新を促進し、安定した電力システムの構築に貢献していく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ カナダ トロントハイドロ社コーブランド変電所 110 kV, 130 MVA GIT が運用を開始



地下変電所に設置したGIT
Gas-insulated transformers (GITs) installed at underground substation of Toronto Hydro-Electric System Ltd., Canada

カナダのトロントハイドロ社コーブランド変電所に納入した2台の110 kV, 130 MVA GITが、現地据付及び受電試験を経て、2019年4月から運用を開始した。この変圧器は2014年7月に現地到着後、プロジェクト全体工程の変更により、2016年度に据え付けられ、2017～2018年度に追加の接続と調整工事が行われた。

この案件は、トロント市の都市部発展に対する電力供給能力不足を解消するためにトロント市都市部では1960年代以降初めて新設された変電所であり、カナダでは初の大型GIT適用の地下変電所である。今回運用を開始したGITは、当社独自の技術である高ガス圧方式の採用により、従来の油入変圧器に比べてコンパクト性に優れ、更に安全性(不燃性・防災性を有する)と環境調和性(油漏れがない)も兼ね備え、地下変電所に最適である。

今後、カナダにおける安定的な電力供給への貢献が期待できる。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 東京電力パワーグリッド(株) 墨東変電所に納入した 新形300 MVA GITの運用開始



墨東変電所 300 MVA GIT
300 MVA GIT installed at Bokuto Substation of TEPCO Power Grid, Inc.

東京電力パワーグリッド(株) 墨東変電所 主要1号変圧器の更新工事が完了し、2019年8月に商用運転を開始した。今回納入したGITは、地下変電所に設置されている経年油入変圧器の更新を目的に適用しており、2017年に同社の大井ふ頭変電所に納入した300 MVA GITにも採用した、仕様合理化などの設計思想を踏襲している。

機器の構造面では、現地組立式三相一括タンクの採用により、従来設けていた大規模なリードダクトや連通管を省略することで、変圧器のコンパクト化を図るとともに、機器上部に設置していた冷却器を床面に配置して点検フロアを省略し、メンテナンス性の向上も実現した。また、内部リード接続点数を従来GITに比べて大幅に少なくすることでリード接続工数を削減し、現地工期の短縮に寄与している。

今後、地下変電所向け経年油入変圧器の更新案件が増加することを見据え、防災・コンパクト性に優れたGITの特長を生かして、新形GITの適用拡大を進めていく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 福島送電(株) 都路変電所及び東京電力パワーグリッド(株) 南いわき開閉所への500 kV 変電設備据え付けを完了



都路変電所に設置した500 kV 変電設備
500 kV substation facilities installed at Miyakoji Substation of Fukushima Power Transmission Co., Ltd.

福島送電(株)は、福島県内で発電した再生可能エネルギーを電力系統に連系するための送電網を建設しており、この度、東京電力パワーグリッド(株)南いわき開閉所の敷地内に、電力系統との連系変電所である都路変電所を新設した。

今回、66 kV及び154 kV送電網を電力系統に連系するための変電設備として、460 MVA分解輸送油入変圧器、550 kV GIS、168 kV GIS、72 kV GIS、監視装置、及び保護リレー装置を、都路変電所に納入した。変圧器と各GISは、油-ガス絶縁スペーサーを介した直結構造を採用し、連系する南いわき開閉所に納入した550 kV GISともGIB(ガス絶縁母線)により接続する構成としており、主回路に気中設備がないという特徴がある。両電気所に納入した550 kV GISは、2018年に開発が完了した新形機種の実地適用2例目である。新形機種は、回線一体輸送により現地工期を短縮するとともに、従来機種に比べてコスト低減を図ったものである。

都路変電所、南いわき開閉所ともに、2019年11月にそれぞれ使用前自主検査が終了し、2020年1月に営業運転を開始した。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ IEC 61850を適用した国内向け変電所監視制御システム



実証試験装置

Test equipment for verification of substation automation system in accordance with International Electrotechnical Commission (IEC) 61850 standards

現在、国内の電力会社とともに、IEC 61850を適用した変電所監視制御システムの実現に向けた開発を進めている。

IEC 61850は、変電所監視制御システム用の通信規格として制定されたものであり、マルチベンダーに対応し、監視制御に必要な情報だけでなく詳細な各種設備情報も送信できる。

海外では、この規格を適用した変電所監視制御システムの導入が進んでおり、国内でも今後適用が見込まれる。そこで、これまでに、国内電力会社の仕様に基じたIEC 61850の適用方法や、上位システムとの間の通信プロトコルに対応する方法などの検討を行ってきた。この成果に基づいてシステムの開発を進め、2019年7月に、国内電力会社の変電所の既存システムをIEC 61850適用システムに置き換える実証試験を実施し、正常に動作することを確認した。

今後、IEC 61850は、機器などの設備の状態監視やアセットマネジメントなどへの活用も期待されていることから、今回の結果を基に、引き続き実用化を進めていく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 高機能MV系統保護リレー GRE200



GRE200

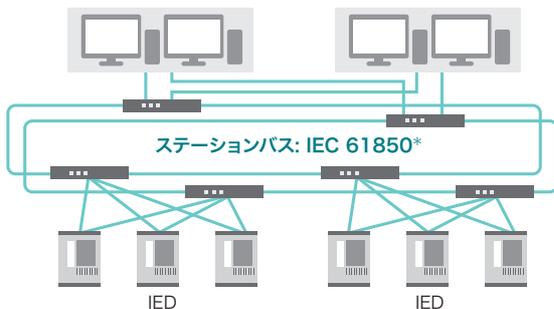
GRE200 series intelligent electronic device (IED) for medium-voltage (MV) power distribution systems

海外向けMV (Medium Voltage) 系統用のIED (Intelligent Electronic Device)として、保護リレー GRE200シリーズを開発した。主な特長は、次のとおりである。

- (1) 多機能保護制御 方向過電流、電力、電圧、周波数、過負荷、モーターなどの保護に加え、オン/オフ制御機能も搭載
- (2) 通信機能 変電所自動化システムとの間の通信用LAN 2重化に対応し、IEC 61850を採用した。PRP(Parallel Redundancy Protocol) などによる冗長化通信が可能
- (3) 構造 MVスイッチギアパネルに収納するため、149(幅)×177(高さ)×211(奥行き)mmの引き出し式
- (4) 前面操作性・視認性の向上 21文字×8行の液晶ディスプレイ、14個のLED(発光ダイオード)(このうち12個は、ユーザー設定が可能)、及び15個の操作キーを実装

電力会社から一般産業ユーザーまで、幅広いニーズに対応できる製品である。

東芝エネルギーシステムズ(株)

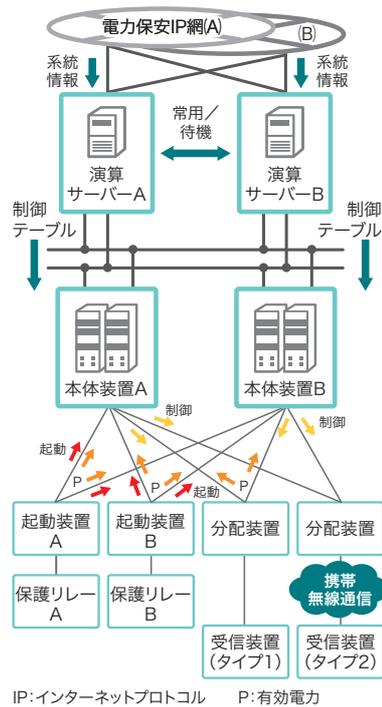


*PRP, HSR (High-availability Seamless Redundancy), 又は RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) による冗長化通信が可能

GRE200を適用した構内伝送システムの例

Example of application of GRE200 series to substation network system

九州電力（株）転送遮断システムの運転開始



システム構成

Block diagram of transfer trip system for Kyushu Electric Power Co., Inc.



演算サーバー
Processing server



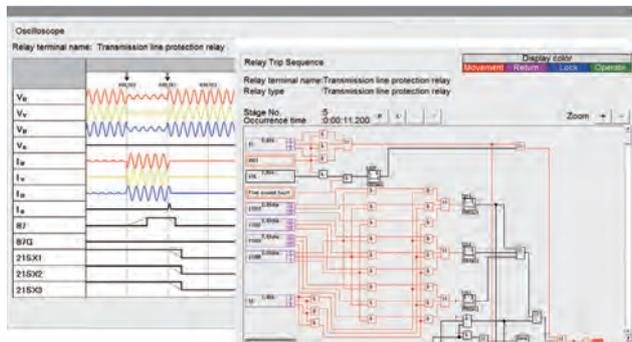
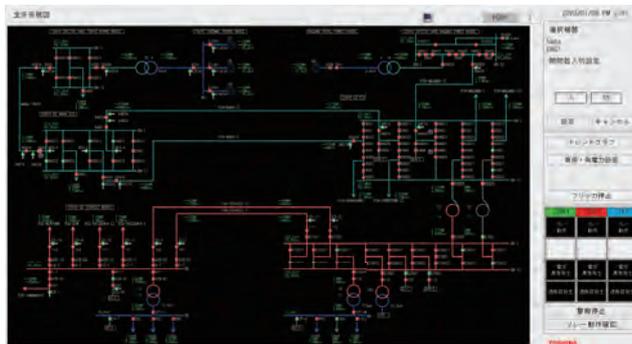
本体装置と分配装置
Server panel and interface panels

九州地方では、再生可能エネルギー（以下、再エネと略記）電源の導入が拡大しており、九州電力（株）は、電力需要が低く再エネ電源の出力が多いときに、関門連系線を活用した他エリアへの送電や再エネ電源の出力制御などを実施している。通常運用時の関門連系線の送電量を増やして再エネ出力制御量を低減させるには、関門連系線のルート断事故が発生したときでも需給バランスが崩れないように、発電機を瞬時に遮断する必要がある。そこで、再エネ電源を電源制限対象に含めた転送遮断システムを開発した。このシステムは、計算機（演算サーバー）とデジタルリレー（本体装置、起動装置、分配装置、受信装置）で構成されている。主な機能は、関門連系線のルート断事故時の周波数上昇対策であり、最短6 s周期で、電源制限量と電源制限対象を算出できる。2019年4月にこのシステムを運用開始してから、他エリアへの再エネ送電可能量を最大30万kW程度拡大することが可能になった。

この開発は、九州電力（株）が受託した経済産業省 資源エネルギー庁「平成29年度再生可能エネルギー出力制御量低減のための技術開発事業」の一環として実施した。

東芝エネルギーシステムズ（株）

電力系統運用訓練シミュレーターのパソコン用パッケージソフトウェア化



電力系統運用訓練シミュレーターの画面表示例

Examples of power grid operation training simulator displays

電力系統の状態変化と系統事故発生時の保護リレーの応動をリアルタイムで模擬できる電力系統運用訓練シミュレーターを、パソコン1台で動作可能なパッケージソフトウェアとして開発した。電力系統で発生する複雑な現象を、系統計算で模擬するのが特徴である。

具体的には、時間によって変化する負荷パターンの設定や、保護リレーの整定値設定と動作判定、調相設備による電圧制御、需給調整に伴う周波数制御、機器操作時の操作条件判定など、実際の電力系統運用技術の習得に必要な機能を実装している。訓練対象の系統として、基幹系統や、配電系統、需要家系統などの切り替えで、様々な場面での操作訓練が実施でき、また、ベテラン操作員の技術継承にも活用できる。

送変電設備の臨場感のある操作体験ができるため、電力系統に関わる事業分野の電力会社、電鉄会社、及び大規模需要家における系統運用操作訓練や、教育機関での電力系統工学講座や学生実験などでの活用が見込まれる。

東芝エネルギーシステムズ（株）