

系統安定度向上に貢献する新形 STATCOM の初号器納入



四国電力送配電（株）中村変電所に設置された STATCOM

STATCOM at Shikoku Electric Power Transmission & Distribution Company, Inc. Nakamura Substation (view inside valve hall)

再生可能エネルギー（以下、再エネと略記）の導入による電力系統の送電量増加や送電方向（潮流）の変化に対応可能な、電力系統安定化の方策が求められている。このような課題に対し、STATCOM（Static Synchronous Compensator）は、系統電圧の変動を瞬時に抑制することで系統安定度向上に寄与できる。当社は、新形の MMC（Modular Multilevel Converter）方式の STATCOM を開発し、2024 年 8 月に四国電力送配電（株）中村変電所に初納入した。STATCOM の系統接続電圧は 66 kV、無効電力の出力範囲は ± 40 Mvar である。

この変電所では限られた敷地スペースに設置する必要があるため、STATCOM 用変圧器の結線を工夫することでアームリアクトルを省略し、省スペースな機器配置を実現した。また、大容量かつ低損失な当社独自の半導体素子 IEGT（Injection Enhanced Gate Transistor）や電力系統の安定度を向上する PSS（Power System Stabilizer）制御を採用したことに加え、中村変電所に併設された電力用コンデンサーとの協調運転制御も対応可能という特長を備えている。運用開始に先立ち、開発した STATCOM を電力系統に接続して各種試験を実施し、適切な制御により電力系統の安定度が向上することを確認した。

再エネや新たな電力需要の増加に伴って電力系統が変化中、系統安定化の需要は一層高まることが予想される。当社は、今回開発した新形 STATCOM の活用で、電力レジリエンスの強化並びにカーボンニュートラルの実現に貢献していく。

東芝エネルギーシステムズ（株）

中国電力ネットワーク(株) 基幹系統合型レジリエンスシステムの運用開始



制御用計算機
Control computer at Chugoku Electric Power Transmission & Distribution Co., Inc.



親局装置(デジタルリレー)
Master station (digital protective relays)

2018年9月の北海道胆振東部地震に伴う北海道エリアの全域停電以降、電力システムのレジリエンス強化が求められており、国の審議会^(注1)で、基幹送電線4回線同時事故(N-4事故)時に大規模停電に至るリスクに対しても、対策を実施することが決定された。一方、周波数低下時に太陽光発電や自家発電などが不必要に解列することで、想定以上に周波数が低下するリスクが顕在化しており、周波数維持に対するレジリエンス強化も求められている。

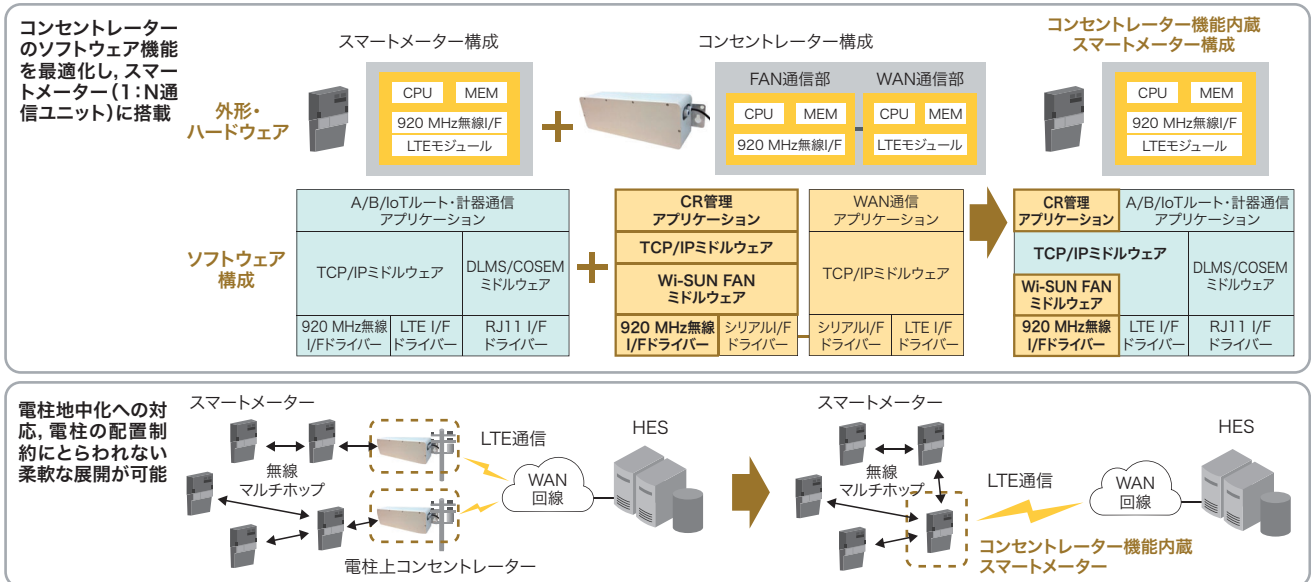
そこで当社は、中国エリアにおける同期安定度の改善、過負荷の抑制、周波数の維持及び電圧の安定性向上の複数課題に対し、電力システムの安定化を実現する基幹系統合型レジリエンスシステム(IRS: Integrated Resilience System)を開発した。基幹系IRSは、制御用計算機と、デジタルリレーである親局装置、事故検出端末、系統制御端末、電源制御端末、揚水制御端末、及び負荷制御端末で構成され、主にN-4事故時の同期安定度対策、及び周波数対策の機能を備えている。N-4事故時の同期安定度対策機能は、制御用計算機にてオンラインデータを基に定周期(最短30秒)で同期安定度計算(1,000ケース程度)を行い、想定事故発生時の最適制御量(制御テーブル)を親局装置に伝送する。事故検出端末にて事故発生を検出すると、制御テーブルに基づき親局装置から各制御端末へ制御指令を出力する。制御対象は、中国エリア内の電源(電源線を含む)、揚水機及び地域間連系線(関門連系線)である。周波数対策機能は、親局装置にて事前演算を行い、電源脱落や地域間連系線分離などにより周波数が異常に低下又は上昇した場合に、中国エリア内の揚水動力、負荷回線及び電源(電源線を含む)を遮断して周波数を許容値以内に維持する、又は一部系統を分離して中国エリア全域停電を回避する。

基幹系IRSは、エリア全域を対象としたN-4事故に対応可能な国内初^(注2)のシステムとして2024年3月に運用を開始し、中国エリアの電力システムのレジリエンス向上に寄与している。

(注1) 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会

(注2) 2024年3月時点、エリア全域を対象とした基幹送電線2回線同時事故(N-2事故)を超えるオンライン事前演算型系統安定化装置として、当社調べ。

コンセントレーター機能内蔵スマートメーターによる新通信方式



MEM:メモリー I/F:インターフェース IoT:Internet of Things TCP/IP:Transmission Control Protocol/Internet Protocol
 DLMS/COSEM:Device Language Message Specification/Companion Specification for Energy Metering RJ11:Registered Jack 11
 CR管理:コンセントレーター管理 WAN:Wide Area Network

コンセントレーター機能内蔵スマートメーターを用いた通信方式 Smart metering solution with built-in concentrator function

LTE (Long Term Evolution) 通信方式のAルート^(注)通信機能に対応したスマートメーターユニットに、無線マルチホップ通信方式のコンセントレーター機能を内蔵させて行う通信方式を開発し、試作機によりその実現性を確認した。

従来のスマートメーターシステムでは、電柱上に設置したコンセントレーター装置が、無線マルチホップネットワークを構成するスマートメーター群を収容し、携帯電話回線などの広域通信網を使用してHES (Head End System) との通信を中継していた。今回開発した通信方式では、LTE通信方式に対応したスマートメーターが、内蔵したコンセントレーター機能によって無線マルチホップ方式のスマートメーター群を収容し、HESとの通信を中継する。コンセントレーター機能の試作開発では、無線マルチホップ通信機能を実装した自社製Wi-SUN FAN (Wireless Smart Utility Network for Field Area Network) ミドルウェアをコンセントレーター用に最適化し、スマートメーターユニットの標準的なハードウェア資源で実現可能な水準に到達できることを確認した。コンセントレーター装置は電柱などへの設置工事を必要としてきたが、開発した通信方式の適用により需要家宅に設置展開するスマートメーターで代用可能となる。また、コンセントレーター装置を設置できない電柱地中化地域においても、配置計画の選択肢としてLTE通信方式のスマートメーターだけでなく、無線マルチホップ方式と柔軟に組み合わせる開発方式が選択可能となる。この通信方式は、次世代システムへの移行初期において、スマートメーターのネットワーク接続率が低く、サービスレベルの維持が困難となる問題への対策にも活用できる。コンセントレーター装置は設置可能な場所や工事能力が限られており、移行初期の段階から大規模に設置展開し広域をカバーすることが難しい。一方で、設置数の多いスマートメーターは大量に広域配備する設置展開ができ、広範囲に広がるスマートメーターネットワークの全域を初期段階からカバーし、接続率の飛躍的向上が可能となる。今後、開発した通信方式の有効性について、フィールドでの評価、及び設置展開計画を踏まえた接続率シミュレーションを通して検証を進めていく。

(注) スマートメーターと電力会社をつなぐネットワーク

東京電力パワーグリッド(株)千葉印西変電所用 GIT 及び GIS の商用運転開始



千葉印西変電所
TEPCO Power Grid, Inc. Chiba Inzai Substation

東京電力パワーグリッド(株)の千葉印西変電所新設工事に、主要機器である275 kVガス絶縁変圧器(GIT)、300 kVガス絶縁開閉装置(GIS)、72 kV GISを納入し、2024年8月に運転を開始した。同変電所は、千葉県印西エリアに建設されたデータセンターの電力需要に対応するために新設された変電所である。納入した主要機器にはセンサーによる状態監視や、デジタル信号による機器制御など最新のシステムが採用され、超高压変電所として国内初^(注)のデジタル変電所としても注目されている。変電所のデジタル化は、昨今の保守作業員の人員減少、更なる信頼性向上の要求、停止機会確保の困難化といった問題の解決に寄与しており、今後も適用が拡大される見込みである。また、新形300 kV GISを採用したことで、機器の一体輸送構造の実現による輸送コストと現地据付工数の低減、及びGITと組み合わせて据付面積を更に縮小したことによる基礎工事の合理化が図られ、大幅に工期を短縮した。

今後も、データセンター関連需要による変電所の新增設案件やデジタル変電所の増加が想定されることから、今回のプロジェクトをモデルケースとして次世代電力システムの構築に貢献していく。

(注) 2024年11月時点、超高压変電所として、当社調べ。

東芝エネルギーシステムズ(株)

中部電力パワーグリッド(株)東栄変電所 500 kV-1,500 MVA 変圧器及び 300 kV GIS の運用開始



500 kV-1,500 MVA 変圧器
500 kV-1 500 MVA transformer installed at Chubu Electric Power Grid Co., Inc. Toei Substation



300 kV GIS
300 kV GIS

中部電力パワーグリッド(株)東栄変電所での500 kV-1,500 MVA 2号主要変圧器及び300 kV GISの据え付けが完了し、2024年10月に運用を開始した。この案件は、東京中部間連系設備としての直流送電設備増強、並びに再エネ導入による負荷対策を背景に、既設の800 MVA器から、送電用変圧器としては国内最大^(注)の500 kV-1,500 MVA器へと、大幅容量増の更新を行ったものであり、変圧器二次側の300 kV GIS、三次側の84 kV GISも当社製品により更新した。

類似定格の変圧器では、容量上の制約から従来は負荷時タップ切換器(LTC)として油中切換式を用いていたが、今回は真空バルブ式を2台並列適用し、活線浄油機の省略などでメンテナンス性の向上を図った。300 kV GISは、6,000 A仕様に対し、4,000 A器をベースに、最新のJEC規格に定める温度上昇限度、ループ電流開閉の仕様を満たすように小改造して格上げ適用を図ったことで、コンパクト化を実現した。

(注) 2024年11月現在、送電用変圧器として、当社調べ。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 東北電力ネットワーク（株）越後開閉所 300 kV GIS の据え付けを完了



新形 300 kV GIS
New 300 kV gas-insulated switchgear (GIS) installed at Echigo Switching Station

東北電力ネットワーク（株）越後開閉所用 300 kV GIS の据え付けを完了した。新形 300 kV GIS は、設計の最適化や機器全体のコンパクト化などにより、従来機種より SF₆（六フッ化硫黄）ガスの使用量を約 20 % 削減したほか、現地までの 1 回線単位での完全一体輸送を可能とした機種である。併せて、3 次元（3D）CAD 図を活用した現地据付も実施した。

東北電力ネットワーク（株）の案件では、越後開閉所用が新形 300 kV GIS の初号器となるため、技術審査を経て納入した。

東北エリアの再エネ電源の増加に伴う送電容量確保のための東北北部電源接続募集プロセスにより、越後開閉所は、将来的に 500 kV の変電所となる。今回据え付けを完了した 300 kV GIS は、今後の変電所化を見据えて既設の 300 kV 気中開閉設備の一部を GIS 化したものであり、最終的には 500 kV 変圧器の二次側と接続されて運用される。

今回の納入分は、2025 年 5 月に運用開始され、開閉所の 500 kV 変電所化は 2030 年度以降に完了する予定である。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 九州電力送配電（株）に新形 240 kV GIS 及び 220 kV-250 MVA 主要変圧器を増設し商用運転を開始



240 kV GIS
240 kV GIS installed at Kyushu Electric Power Transmission and Distribution Co., Inc. Wakamatsu Substation

九州電力送配電（株）の若松変電所に、新形 240 kV GIS 3 回線（送電線 2 回線、変圧器 1 回線）と、220 kV-250 MVA 主要変圧器 1 台を納入し、商用運転を開始した。

若松変電所は、北九州市若松響灘エリアで建設が進められている火力、太陽光、風力発電などの多数の電源接続が予定されている一次変電所で、今後の新規電源の連系拡大のため、今回、設備増強が必要となった。

納入した新形 240 kV GIS は相分離で構成され、ガス遮断器は電動ばね操作形を採用している。この GIS は、制御盤を含め三相一体で輸送可能なコンパクトな機器であり、現地でのドッキング箇所が少ない上、主要機器から制御盤までは工場であらかじめ配線されているので、現地作業を大幅に削減でき、工程短縮を実現している。



220 kV-250 MVA 主要変圧器
220 kV-250 MVA main transformer

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ IEC 61850のプロセスバスに対応した GR200リレーとマーキングユニットの海外初適用



GMU200 マーキングユニット
GMU200 merging unit compliant International Electrotechnical Commission (IEC) 61850 process bus standard

東芝電力流通システムインド社が受注したインドムンバイにあるTATA Power社の110 kVパレル変電所フルターンキー案件のシステムに、IEC 61850（国際電気標準会議規格61850）のプロセスバス^{（注）}（PB）に対応したGR200リレーとGMU200マーキングユニット（MU）を適用し、工場立ち会い試験を無事完了して納入した。当社としては初の海外案件であり、TATA Power社にとっても実変電所へのPB技術の初適用となった。

パレル変電所では、変成器と変流器からアナログ信号を直接取り込む従来型保護リレーと、MUからのサンプル値をストリーム受信するPB対応の保護リレーを組み合わせ、ハイブリッド型保護システムを適用した。ハイブリッド型保護システムにより、従来システムと比較したPB対応システム適用の効果を評価できた。PBを導入した変電所は世界中で増加しており、当社は、この技術により、銅配線の削減、情報のデジタル化、工事の効率化、安全性向上、及びシステム全体の運用強化を目指す。

（注）主機器の監視や電流・電圧の計測を行う装置と制御や保護演算を行う装置との間の通信網。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ マレーシア テナガナショナル社用 GRB200低インピーダンス母線保護リレーの認証取得



GRB200低インピーダンス母線保護リレー
GRB200 low-impedance busbar protection relay

マレーシアの電力会社であるテナガナショナル社（TNB：Tenaga Nasional Berhad）用GRB200低インピーダンス母線保護リレーの認証試験が、2024年5月に無事完了し、正式に認証を取得した。GRL200送電線保護リレーに続き、GR200シリーズのTNBへの適用が更に拡大した。この認証により、TNBの厳しい要件を満たし、高品質で信頼性の高いソリューションを提供する当社の取り組みを示すことができた。

認証は、GRB200の仕様・性能についてのTNBへの説明、TNB側の書類精査を経て、製品の要求仕様の適合性確認が実施された。

機能試験は2か所で実施され、リレーの特性試験は東芝電力流通システムアジア社のマレーシア工場で行い、当社府中工場では、TNBメンバーの立ち会いの下、リアルタイムデジタルシミュレーターを用いて様々な母線構成を模擬し、性能を検証した。

更に、TNB研究所で、TNBの既設システムとIEC 61850に対応した通信で接続可能であることを確認した。

東芝エネルギーシステムズ（株）