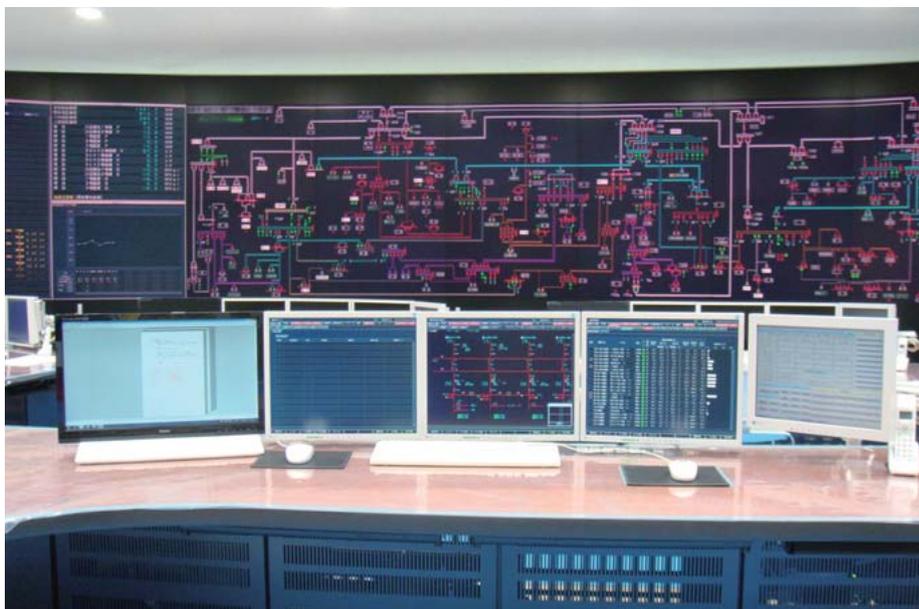


送電機器・システム



1 九州電力 熊本電力センター総合制御所（当直指令室）

1 九州電力 熊本電力センター総合制御所

九州電力株式会社では、総合制御所システムの全面更新工事が推進され、株式会社正興電機製作所の下で「熊本電力センター総合制御所システム」の製作を進めている。今回の更新工事で既設制御所2か所が統合され、約200か所の発・変電所の監視制御を担うことになる。このシステムは、2014年4月に予定されている運用開始に向け、現在最終調整試験を実施中である。

主な特長は、以下のとおりである。

- (1) オンライン監視制御系機能の基幹となる計算機は、メンテナンス時や障害時を考慮し、三重系構成とした。また、操作指令伝票作成などの運転支援系機能の計算機においても二重系構成とすることで、極めて信頼性が高いシステムとした。
- (2) システム監視盤にはプロジェクタ式映像システムを採用し、常に化する電力潮流などの系統情報、雷警戒などの気象情報などを当直運転者どうしが効果的に共有できるよう工夫している。
- (3) 機能面においては、システムの信頼度監視、事故復旧手順の作成、および操作指令伝票の作成業務を一部自動化し、当直運転者の負担を軽減している。

2 発電機保護リレーの高機能化

火力・水力発電などに適用される発電機保護リレーは、発電機内部の電気的な故障が発生した際、発電機を迅速に電力系統から切り離して非常停止するなどの機器保全のため、守備範囲の事故を確実に検出するという選択性と高い信頼性が要求される。今回開発した高機能なユニット形保護リレーは、その選択性と信頼性を維持しつつ、IEC 60255の国際標準規格に準拠したものである。ヒューマンインターフェースを英語表記化しており、また、さまざまな保護システムのアプリケーションにフレキシブルに対応



2 ユニット形保護リレーNDシリーズ

する。

主な特長は、以下のとおりである。

(1) エンジニアリングツールにより、保護リレー要素や広域周波数特性の選択、保護シーケンス回路の作成など、アプリケーションに特有な保護、計測、制御に対してカスタマイズすることができる。

(2) 電力システムのデータの取得と解析には、計測、オシログラフィ、イベント記録が可能なアナライザーツールを利用できるようにした。

(3) 保護リレーに必要なモジュールを1つのユニットケースに実装してコンパクト化を図り、省設置スペースによる取り替えを可能とした。また、温度性能、EMC (Electromagnetic Compatibility)、耐震など IEC 60255 の国際標準規格に準拠し、耐環境性能を向上した。

今後は適用アプリケーションの拡大のため、ツールの作業効率向上や機種拡充を図る。

3 九州電力 スマートグリッド実証試験設備 (川内地区)

鹿児島県薩摩川内市で建設を進めてきた九州電力のスマートグリッド実証試験設備が2013年10月に竣工し、同社と共に実証試験を開始した。

実証試験設備は、太陽光発電設備やリチウムイオン電池、模擬配電設備 (模擬配電線、模擬負荷装置、電圧調整装置)、およびこれらの出力や電圧・電流などを計測・監視・制御するエネルギーマネジメント装置で構成されている。太陽光発電設備の総出力は278 kW、リチウムイオン電池の総出力は118 kWであり、それぞれ高圧連系用と低圧連系用を配備している。

実証試験ではこれらの設備を用いて、太陽光大量導入時の需給面および電圧面の課題解決のためにさまざまな検証を実施する。需給面では、日射量や太陽光の発電量、蓄電池の充放電量・残容量などのデータを収集し、太陽光発電



3 九州電力 スマートグリッド実証試験設備 (川内地区)

の出力予測手法や蓄電池の最適制御手法を検証する。電圧面では、模擬負荷装置によって系統負荷変動を発生させたときの配電線電圧・電流などのデータを収集・分析し、将来の配電系統における電圧管理に関する課題の検証、最適電圧制御手法の検証を実施する。

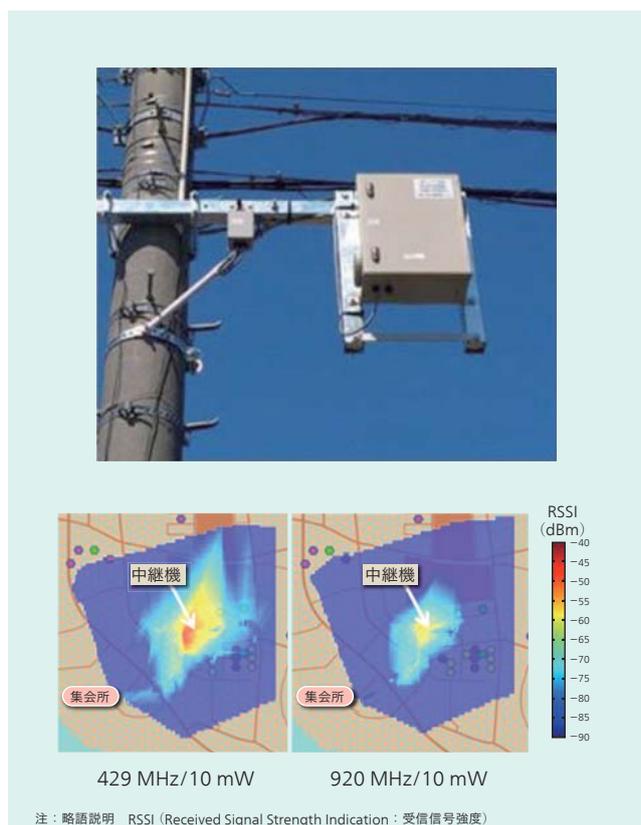
この実証試験は、2015年3月まで行う予定である。

4 次世代型双方向通信出力制御実証事業

経済産業省資源エネルギー庁の補助事業として、2011年度より「次世代型双方向通信出力制御実証事業」に参画している。この実証事業は、太陽光発電が普及した場合における系統安定化に資することを目的としている。そのため、通信システムを用いて出力調整用PCS (Power Conditioning System) を監視・制御する実証試験を、青森県六ヶ所村のほか合計3地点で行っている。

日立は、六ヶ所村において、PCS出力制御を行う双方向通信システムとして、特定小電力無線や国内各社の携帯無線網といった通信メディアを用いた試験を行っている。2012年12月から季節ごとに4期に分けて試験を実施し、さまざまな気象条件下で良好な通信結果を得ることができた。試験では、複数のメディアの電波伝搬特性を測定しており、設置条件に適した無線メディアを組み合わせることが可能である。

この実証で行った通年ロングラン試験を通して、きめ細



4 特定省電力無線の中継機 (上)、電波伝搬特性 (下)

かなPCS出力制御を可能とする通信システムの構築を確認することができた。

張も計画している。

(運用開始時期：2013年12月)

5 島嶼域スマートグリッド実証事業

ハワイ州マウイ島は、米国の中でも原油への依存度が群を抜いて高く、原油価格の高騰によって電気料金は米国本土の3倍以上に達している。一方、再生可能エネルギーの導入が急速に進んでおり、2030年には島内の全体発電量の40%が再生可能エネルギーに置き換わる予定である。

こうした背景の中、EV (Electric Vehicle) 大量普及への対応、再生可能エネルギーの最大利用、電力の安定供給をテーマとしたプロジェクトがマウイ島で行われている。日立は、ハワイ州、マウイ郡、ハワイ電力、マウイ電力、ハワイ大学、米国国立研究所などの協力を得て、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託先として「島嶼 (しょ) 域スマートグリッド実証事業 (正式名称: Japan U.S. Island Grid Project, プロジェクト呼称: JumpSmartMauai)」に取り組んでいる。

交通の流れや住宅、オフィス街、観光地との距離に基づく分析を踏まえ、急速充電ステーションをマウイ島内の5か所に設置し、さらに15か所の増設を計画している。これにより、EV利用の快適性を向上して普及の促進を図るとともに、EVの蓄電機能を余剰電力吸収と再生可能エネルギーの安定化に用い、化石燃料のみに依存しない島嶼域のエネルギーインフラ構築を実現する。また、分散エネルギー資源を統合管理することで、全島のエネルギー需給バランスに貢献するVPP (Virtual Power Plant) 機能への拡

6 柏の葉スマートシティ 系統電力協調型スマートグリッドモデル

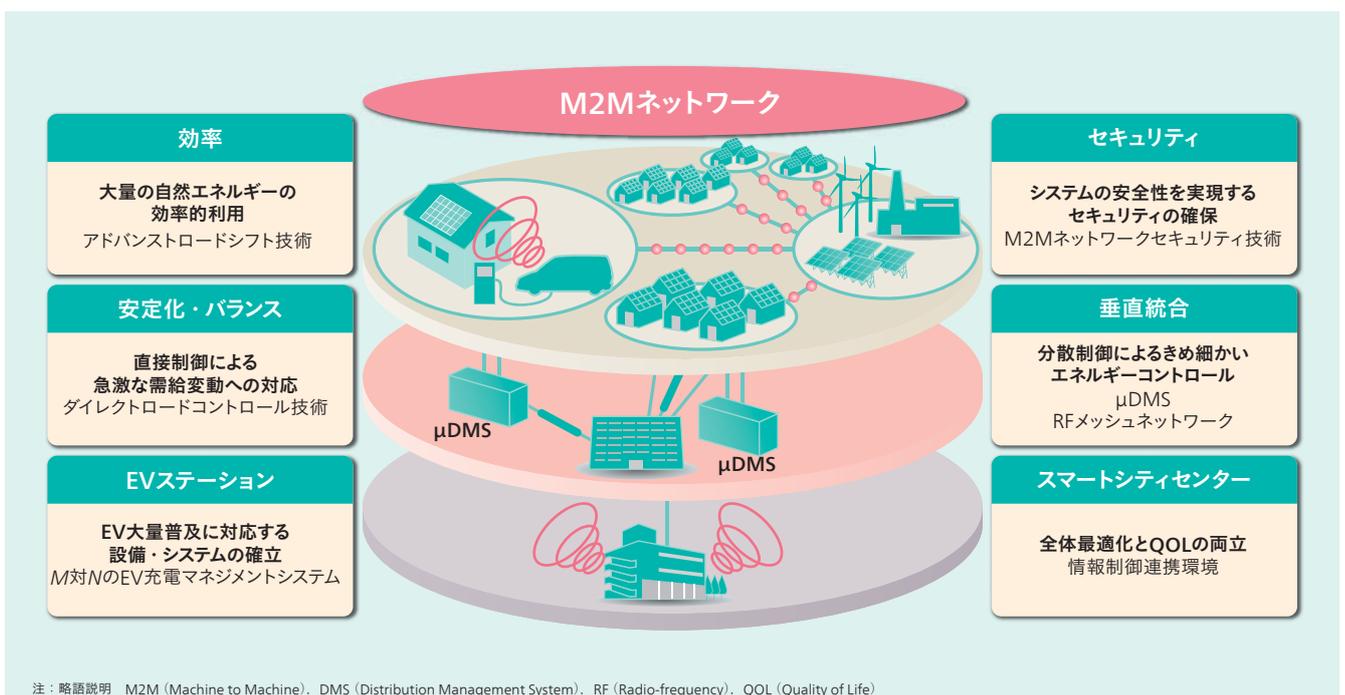
柏の葉スマートシティは、「世界の未来像」をつくる街として公・民・学が連携し、安全・安心・サステイナブルな街づくりをめざすプロジェクトである。中核街区となるゲートスクエアを中心に、地域全体でエネルギーの複線化や再生可能エネルギーと未利用エネルギーの徹底活用を図り、CO₂排出量の大幅な削減と地域社会のBCP (Business Continuity Plan) 対応を実現する。

域内に電力自営線を敷設し、通常時はそれぞれの建物が安定・高信頼な系統電力を受電しつつ、主要施設が備える蓄電池に充電した地産電力を需要ピークの異なる建物間で融通し合う。また、系統停電時は近隣街区に最小限の生活負荷電力を供給する。

日立は、産業用として国内最大級となる定置型リチウムイオン蓄電池 (3,800 kWh)、街区間で電力をやり取りする電力融通装置、受変電設備といった設備、およびそれらを監視・制御・運用するとともに住民へエネルギーの仕組みや行動ナビゲーションなどの情報を発信するエリアエネルギー管理システムを納入する。

柏の葉では、「系統電力協調型スマートグリッドモデル」としてエリアの拡張と機能の充実を図りながら、将来的には柏の葉全域でのネットワークの構築をめざしている。

(供用開始予定時期：2014年4月)



5 実証事業で日立が提供するソリューション



6 柏の葉スマートシティ

7 サウジアラビア向け 380 kV変圧器の継続納入

サウジアラビア王国向けの大容量変圧器については、1970年代から現在まで40台以上を納入した実績がある。さらに、500 MVA級以上の発電所向け大容量変圧器については、2005年以降、大型案件を継続的に受注しており、現在も現地での据付け、新規案件の設計・製作を並行して進めている。

サウジアラビア向けの製品には、同国における厳しい環境条件から、温度上昇限度などに特殊仕様が要求される。

それらを十分に検討して設計・製作するとともに、継続受注によって定期的に顧客との技術打ち合わせを実施し、要求仕様の背景や技術的課題を共有することで信頼関係を深めてきた。最近では、この関係を生かして先行案件に対する議論も行っている。

サウジアラビアでは電力需要の増大から発電所の建設計画が多数あるため、今後も顧客との連携を強化しながら、これまでの実績を生かして発電所向け大容量変圧器の需要に応じていく。

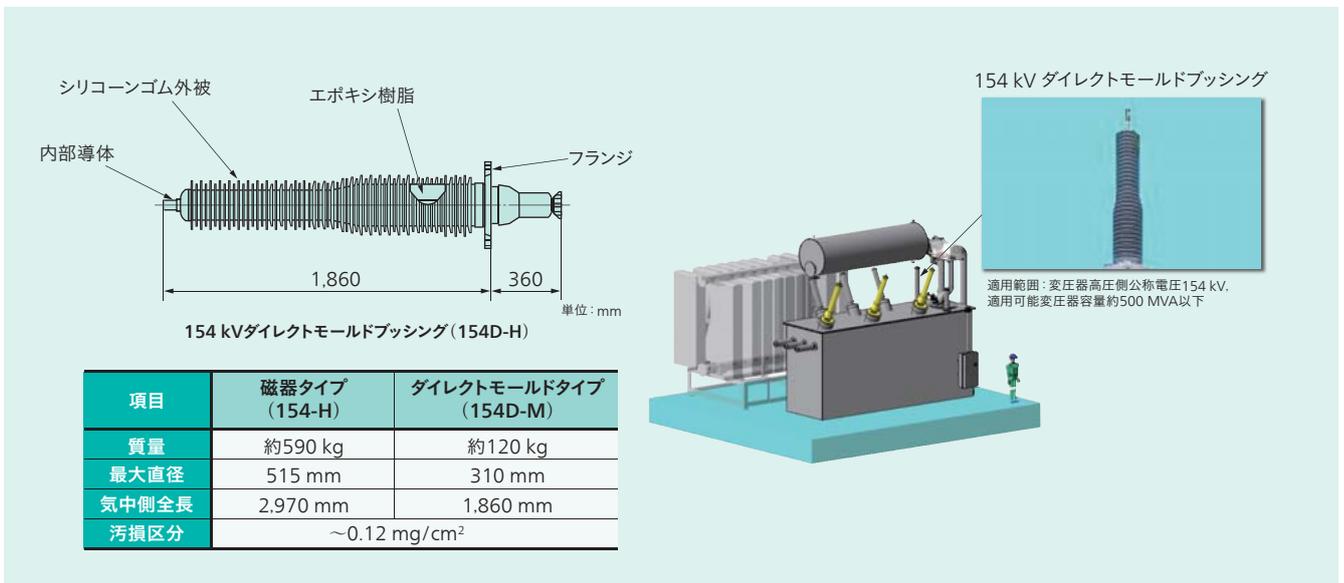
8 154 kVクラス高耐震性変圧器

今回開発した154 kVクラス高耐震性変圧器は、軽量・小型を特長とする新素材を適用した昭和電線ケーブルシステム株式会社製154 kVクラスダイレクトモールドブッシングを搭載したほか、変圧器全体の低重心化やブッシング取付部の剛性を高めることで、耐震性を向上させている。また、地震によって変圧器内部の絶縁油が動揺し、発生する圧力で避圧弁が開放されても、瞬時に自動で復帰する機能を備えている。

ダイレクトモールドブッシングは、絶縁媒体として油を用いず、エポキシ樹脂にシリコンゴムの外被を直接かぶせた絶縁構造となっている。これにより、油が漏れるリスクを排除したほか、従来の磁器碍子(がいし)ブッシングと比較して約80%の軽量化と約40%の小型化を実現している。この軽量化・小型化によって固有振動数を高め、地震の周波数と共振してブッシングに過大な応力が発生するリスク



7 900 MVA級発電所向け変圧器1台目工場試験姿(4台納入)



8 154 kV新素材ダイレクトモールドブッシング構造(上), 高耐震性変圧器の概略(下)

項目	磁器タイプ (154-H)	ダイレクトモールドタイプ (154D-M)
質量	約590 kg	約120 kg
最大直径	515 mm	310 mm
気中側全長	2,970 mm	1,860 mm
汚損区分	~0.12 mg/cm ²	

を低減している。また、ブッシングの取付角度の制限をなくしたことにより、変圧器のレイアウト設計における自由度も向上し、より多様なニーズに対応できるようになった。

9 北米向け800 kV GCB

GCB (Gas Circuit Breaker: ガス遮断器) は、高電圧大電流を速やかに開閉し、電力システムを保護する機器である。北米最高電圧の800 kV用として、相ごとに2つの操作器を備えたGCBをこれまでに約40台納めているが、信頼性向上、省メンテナンス化のため、1操作器タイプの要望があった。今回、新たに最新のIEEE規格と顧客仕様を満足

する高い性能を有する1操作器GCBを開発した。

定格仕様は、電圧800 kV、電流4,000 A、遮断電流50 kA、周波数60 Hzであり、主な特長は、以下のとおりである。

- (1) 2つの遮断点を操作器1台で駆動することで、構造的に従来の2操作器タイプと比べて動作のばらつきが回避されるため、メンテナンス性・信頼性が向上した。
- (2) 流体・強度解析によって機構系の軽量・高速化を図り、最新規格および顧客仕様の遮断責務を達成した。
- (3) 部品点数削減と構造の簡素化により、作業性の向上と故障率の低減を図った。

今後も北米市場のGCBシェア拡大をめざしていく。

(運転開始予定時期: 2014年1月)

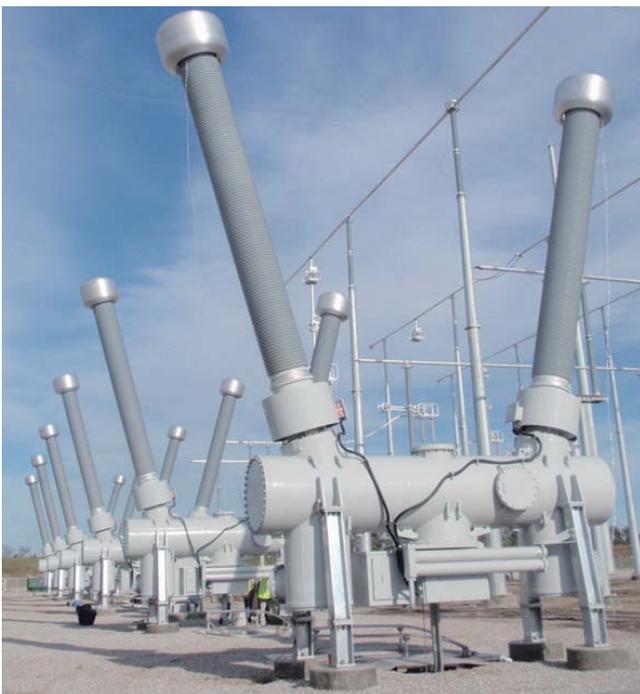
10 開閉装置の組立ナビゲーションシステム

GIS (Gas Insulated Switchgear: ガス絶縁開閉装置) や GCB は、電力流通の役割を担う変電機器の中でも重要な機器である。日立が事業のグローバル展開を進める中で、日本国内だけでなく海外関連会社での生産においても高品質の製品が求められている。

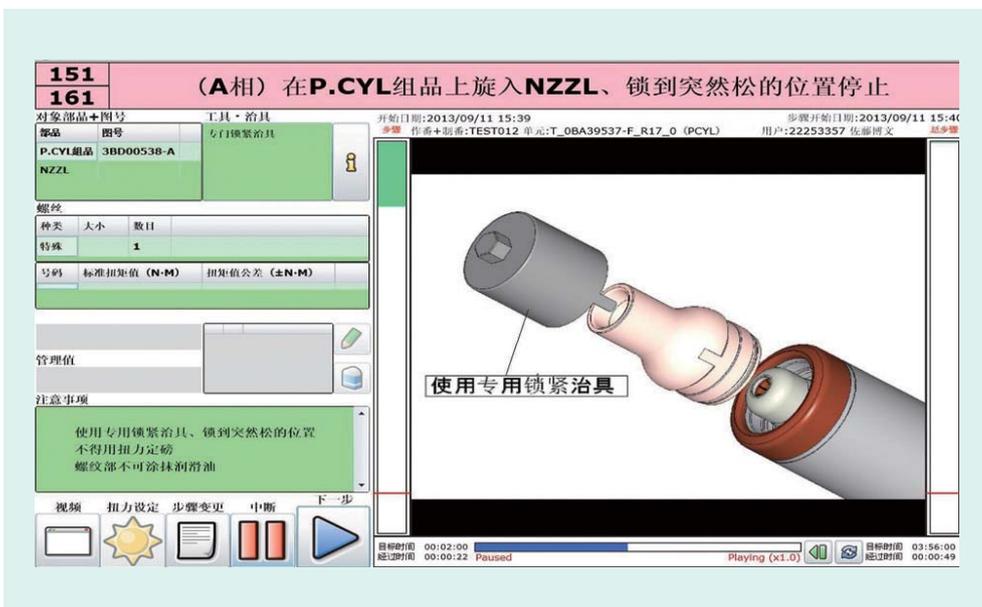
今回開発したG-KITS [Global (GIS, GCB) -Kokubu (Kumitate) Instruction Training System] は、その品質安定化のため、作業手順書と作業品質の自動監視を合わせ持つ組立ナビゲーションシステムである。

主な特長は、以下のとおりである。

- (1) 三次元アニメーションを使用した明確で分かりやすい作業指示
- (2) 従来は紙と捺(なつ)印で行われていた作業記録が作業環境のIT (Information Technology) 化によってデジタル承認になったため、リアルタイムなデータ保存が可能



9 開発・納入した800 kV GCB (1操作器)



10 G-KITSの中国語による表示画面の例

(3) デジタルトルクレンチとの併用により、ボルトの締付作業漏れ、トルク不足などを防止するとともに、その作業記録による自動監視が可能

マザー工場となる日立製作所日立事業所国分生産本部にG-KITSを適用したモデルラインを構築し、実作業も含めた検証を重ねた。その後、145 kV GCBを皮切りに、海外関連会社である日立(蘇州)超高压開関有限公司に導入した。

今後、標準化された他機種への展開を進めるとともに、他の海外関連会社への導入を検討していく。

続する。変電設備を搭載する浮体は、福島県沖の約20 km地点に係留固定されている。

今後は実証実験で得られるデータと比較検証を行い、要素技術の開発につなげる。

11 浮体式洋上風力発電所用の変電所

浮体式洋上風力発電所用の変電所設備は、2011年度の経済産業省資源エネルギー庁委託実証事業によって施設され、将来の大規模ウィンドファームの実現に必要な要素技術の開発を目的としている。

主な開発課題とそれぞれの対策は、以下のとおりである。

(1) 耐動揺技術の開発

浮体メーカーから提供される動揺データを基に振動試験および傾き試験を行い、健全性を確認した。

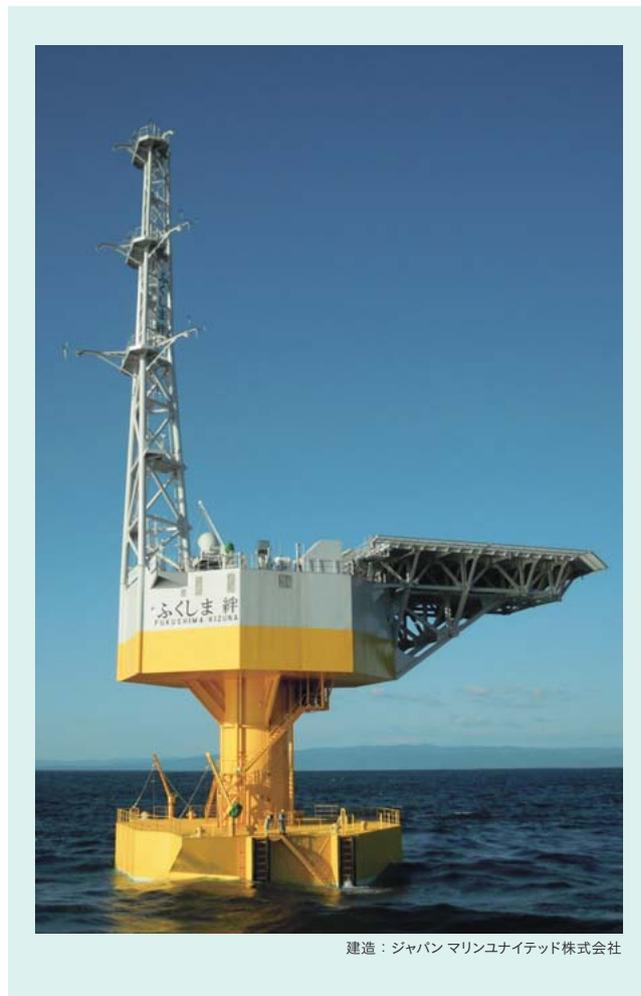
(2) 海上設置機器に対する信頼性・保守性の検証

陸上設置の場合に比べ、機器の表面塗装・めっきを相当に強化したものを採用した。

(3) 長距離海底ケーブルを用いた系統連系の検証

東北電力株式会社から提供された系統データをベースに双方で解析し、既存系統への影響が規定値内に収まることを確認した。

変電設備は66 kV-25 MVAであり、風車から送られてくる電力を22 kVから66 kVに昇圧し、東北電力の系統に接



建造：ジャパン マリンユナイテッド株式会社

11 浮体式洋上変電所(サブステーション)の外観
[上部構造物(白色塗装部)に変電機器搭載]