

特 集 論 文

関連するSDGs



受変電システムの変遷と今後の取組み

Changes in Power Receiving and Transforming
Systems and Future Efforts織 田 鐘 正
Oda Kanemasa

概要

当社は、受変電設備の多様化するニーズに対応するため、コンパクト化を主体とした経済合理性と、受変電設備の各機能を有機的に結合することによるシステムとしての合理性を追求してきた。最近では、再生可能エネルギー電源が積極的に導入される一方で、近年激甚化する自然災害の多発を受けて、災害に対する強靭化（レジリエンス）実現がますます重要なキーワードになっている。当社では、これを受けて受変電システムを「環境配慮型受変電システム」として進化させるとともに、再生可能エネルギー等の分散電源を融合し、かつより供給信頼度の高いバランスのとれた電力供給システムを目指して技術開発を推進してきた。

本稿では、これら当社の技術開発についてその変遷と今後の取組みについて紹介する。

Synopsis

Responding to needs of substation equipment, we have pursued economic rationality as a subject of compactness and rationality as a system by organically combining each function of the substation system. Recently, while renewable energy has been actively introduced, the realization of disaster resilience has become an increasingly important keyword in response to the frequent natural disasters more severe in recent years. We have promoted technological development with the aim of achieving a power supply system with highly reliable supply that integrated the distributed power sources such as renewable energy while we have been evolving our substation system into an "environmentally friendly power substation system".

This paper introduces the transition and future efforts of our technological development.

1. はじめに

当社の受変電システムの進歩は、コンパクト化を主体とした経済合理性の追求によるところが大きい。その中でも、ガス絶縁開閉装置（GIS）の製品化はその進歩を飛躍的に加速させた。そのGISも、相分離形→三相一括形→オールイン形→縮小形→超縮小形と進化し、実に変電所スペースは1960年代当時の開放形変電所に比べて1/10以下に縮小化された。

受変電システムは、安定的な電力供給を担う重要な設備であり、納入先は多岐にわたる。したがって、製品の特徴のどこに合理性を見出すのかは顧客によって

多様であり、信頼性のほか安全性、防災性、環境調和性などさまざまなニーズが存在する。

コンパクト化は、これらのニーズに共通して応えられるため、当社はこれまでGISをはじめあらゆる機器に対してコンパクト化を追求してきた。さらに、受変電の各機能を有機的に結合してシステムとしての合理性を追求し、多様化する受変電設備へのニーズに対応して、現在に至っている。これらの技術開発は日新電機の受変電事業の発展に寄与し、受変電設備の総合メーカーという地位を確立したとあって過言ではない。これまでの製品の系譜を図1に示す。

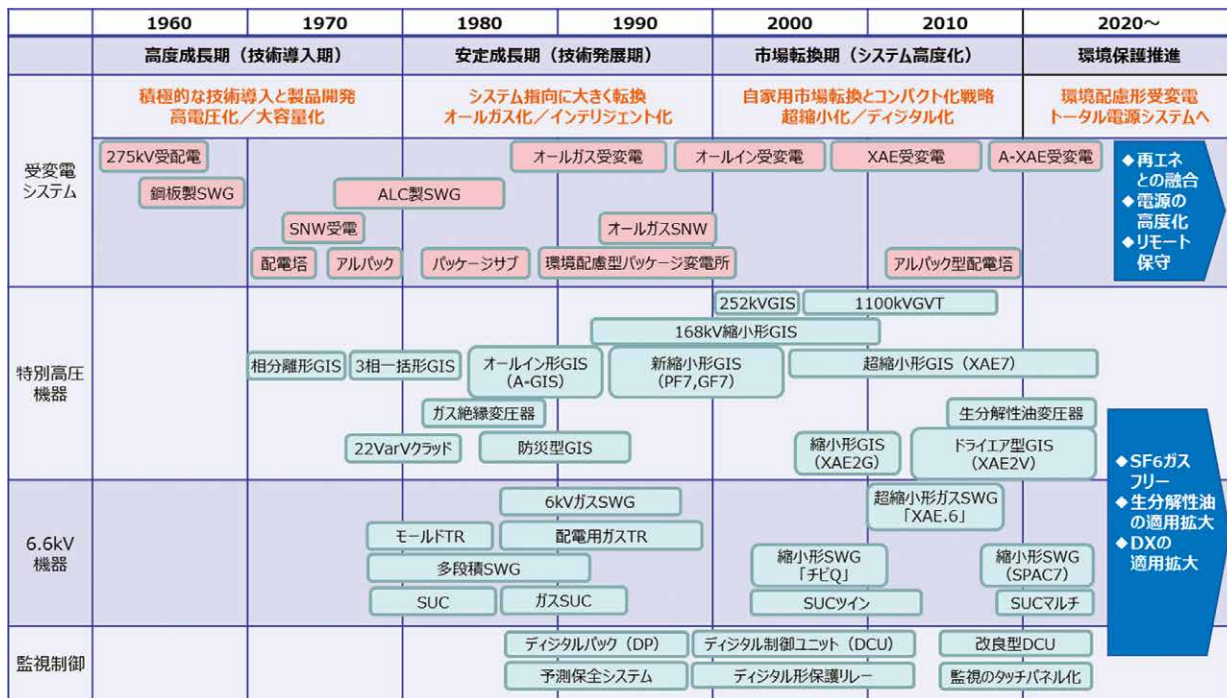


図1 製品の系譜

2. 当社の取組み方針

顧客における企業経営の新たな課題として、脱炭素化など地球環境への配慮が挙げられる。この課題解決に積極的に貢献できるように、当社では、新中長期計画「VISION2025」を策定し、「環境配慮製品の拡大」「再エネなど分散型エネルギーへの対応」「DXの製品・事業への適用」などを掲げ、持続可能な地球環境の実現を目指している。

当社では、これまで培ってきた受変電システム技術、電力系統技術にソフトウェアやネットワーク技術を融合し、運用ノウハウを加えて、電力の安定的な確保、省エネ、省コスト、CO₂排出量削減といった顧客のさまざまなニーズにソリューションを提供する事業として、「SPSS^(*) (Smart Power Supply Systems: スマート電力供給システム)」を展開してきた。

今後も、受変電システムを「環境配慮型受変電システム」としてさらに進化させるとともに、再生可能エネルギー（再エネ）等の分散電源を融合し、より供給信頼度の高いバランスのとれた電力供給システムを目指して技術開発を推進する所存である。

本稿では、これらを踏まえて、当社の技術開発についてその変遷と今後の取組みについて紹介する。

3. 環境配慮型受変電システム

「A (Advanced) -XAE^(*)2)」

当社は、超縮小形GIS「XAE7^(*)3)」を中心とした民需向け66/77kV受変電システム「XAE」を2003年に市場投入し、これまでに国内各所へ750セットを超える納入実績を積み重ねてきた。今回、新たな時代のニーズに応えるため、種々の改良を加え環境配慮型受変電システム「A-XAE」を開発し、市場投入を開始した。本システムは、現地工事の簡素化、機器製造時・運転時のCO₂削減など地球環境にやさしいニーズにも応えられる製品となっている。

本章では、その環境配慮型受変電システム「A-XAE」について説明する。

3.1 開発コンセプト

(1) さらなる縮小化の追求

「A-XAE」を構成する各機器は、よりインテグレートでよりコンパクトを追求した。それにより、材料を削減でき、軽量化により輸送時や据付時のエネルギー削減が期待できるだけでなく、変電所内の設置レイアウトの自由度も向上し、うまく組み合わせることで敷地面積の縮小化が可能である。

(2) 省電力、省エネの徹底

機器の損失低減を徹底することにより、運転時のランニングコストを抑えた。また、屋内設置の

場合、発熱量の削減により電気室空調負荷の低減が可能である。

(3) 現地工事期間の短縮

据付・組立作業の効率化にもフォーカスし、現地工事期間の短縮により人件費の抑制、現場運営経費の削減や、管理監督者の手間も削減した。

(4) 環境配慮材料の積極的活用

変圧器やコンデンサ等の油入機器では、絶縁油に、生分解性絶縁油をラインアップし、万が一、漏油が発生した際の土壤汚染防止など、環境負荷を低減する。

(5) スマート化で安全・安心を実現

IoT技術を活用し、各種センサ技術とデータ処理により高度な機器管理を実現し、安全・安心を提供する。

3. 2 導入効果

3. 2. 1 変電所の縮小化と工期短縮

「A-XAE」を用いた66kV受変電設備の標準的なモデルケースを図2に示す。この標準的な構成では、現行の「XAE」変電所と比較して、設置面積で25%の削減が可能となった。変電所の面積比は、系統構成や設置環境などで異なるが、特にケーブル受電では縮小化率を大きくすることができた。また小形軽量化による機器一括輸送の採用や現地施工方法の改善などにより、図2のモデルケースで現地工事日数を27%削減した(図3)。

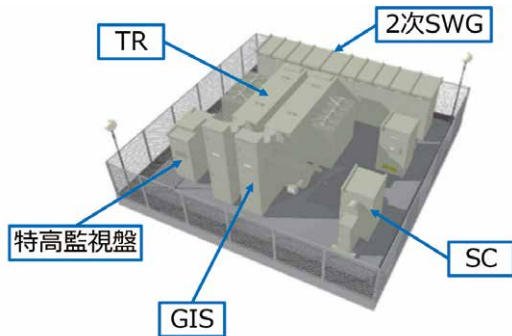


図2 「A-XAE」変電所の外観

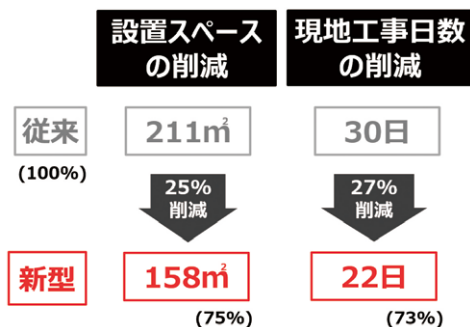


図3 縮小化と工期短縮

3. 2. 2 環境負荷低減への貢献

「A-XAE」変電所は、製造～輸送～据付～運転～廃却までの製品ライフサイクル全体で環境負荷(CO₂の排出)の低減を実現した。先述のモデルケースでの、機器製作時と運転時のCO₂排出量の比較を図4に示す。

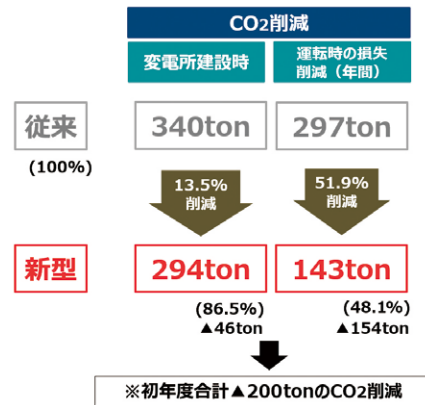


図4 CO₂排出量の削減

3. 2. 3 油入機器への生分解性絶縁油適用

受変電システムを構成する油入機器に用いられる絶縁油は、通常、鉱物油や芳香族炭化水素を主原料とする合成油が用いられることが多いが、これらの絶縁油は難分解性であり、万一漏油が発生した場合には、生態系への環境負荷が大きい。このような背景から、電気絶縁油とはほぼ同等の特性を有しつつ、生分解性や低魚毒性のような環境特性に優れた絶縁油の採用が求められていた。

当社では、菜種油やパーム油など植物由来の絶縁油を変圧器に採用してきたが、コンデンサへの適用可能な生分解性の高いコンデンサ用電気絶縁油を化成品メーカーと共同で製品化し、油入製品全般に、環境配慮製品としてラインアップすることができた。

3. 3 「A-XAE」を構成する各コンポーネントの開発

3. 3. 1 GIS

(1) 「XAE7」の配置の自由度向上

世界最小クラスの66/77kV GIS「XAE7」の構成を見直し、計器用変成器(VCT)の端部配置を可能とした。これにより機器配置の自由度が向上し、変電所全体の縮小化に寄与する。さらにケーブルピットも縮小が可能になった(図5)。

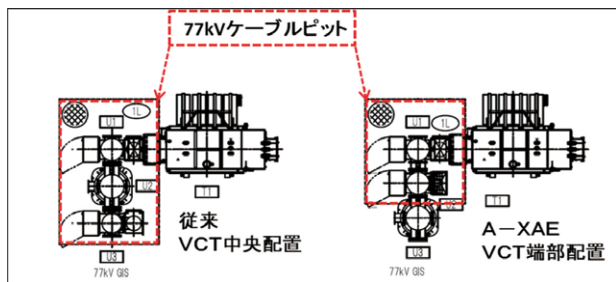


図5 VCT配置比較

(2) 電源用ガス絶縁PVT (Power Voltage Transformer) の開発

「A-XAE」は、メガソーラーや大規模風力発電の連系変電所や開閉所用設備として、自然エネルギーの普及にも貢献している。特に開閉所用設備では、機器の制御電源を取り出すため、従来は特別高圧から低圧に電圧を変換する変圧器が必要であったが、計器用変圧器の技術を応用した電源用ガス絶縁PVTを適用することにより所内変圧器が省略でき、設置面積の縮小と損失の低減を実現した(図6)。



図6 PVTシステム

本PVTは、数十～数百kVで送電されている送電線に直接接続して、開閉所の所内電圧で使用される数百Vの電圧に直接変換できる機器である。

また、本PVTは小電力供給用となるが、世界各国に点在する無電化地域や、日本においても、山間部や無集落地域への適用が考えられ、インフラ整備に関わる社会的コスト低減に貢献すると期待される⁽⁸⁾。なお、本PVTは、現在、定格100kVAまで開発が完了している。

3. 3. 2 特別高圧変圧器

(1) コンパクト化

従来の特別高圧変圧器について、鉄心と巻線の諸元を見直すことで、発生損失と油量を低減するとともに、巻線の油導配置や放熱器取り付け位置の見直し等きめ細かい改善を実施した。その結果、冷却効率がアップし、放熱器数量のさらなる削減が可能となり、コンパクト化を実現した。

また、窒素密封タイプでは、タンク上部の窒素容積についても、絶縁油への溶け込み量やタンク内圧への影響について見直しを行い、窒素容積を減らした結果、タンク上部の寸法を縮小でき、機器のコンパクト化が図れた。

(2) 片側ラジエーターと背中合わせ配置

容量10MVA以下の変圧器は、片側ラジエーター(図7)を採用し、2バンク構成では背中合わせに配置することで、さらなる変電所面積の縮小化が図れる。

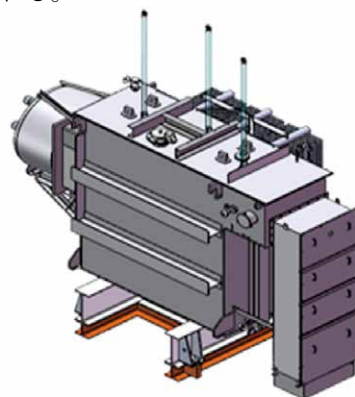


図7 超高効率変圧器(片側ラジエーター)

(3) 低損失化

低損失化に向けた取組みは、変圧器の鉄心や巻線の使用量の増大に直結するため、変圧器が大形化する要因となる。そのため、コンパクトしつつ低損失化も合わせて実現させるため、設計の最適化により両者のバランスを保つ以下の対策を行った。

- ① 低損失磁性体材料の採用
- ② 鉄心接合部の改善
- ③ 磁束密度の低減
- ④ 巻線内渦電流損の低減

その結果、図8に示すとおり、30年前の変圧器と比較して、現行の変圧器は標準効率型でも15%以上、高効率型なら30%以上、さらに超高効率型なら50%以上の損失低減が図れた。

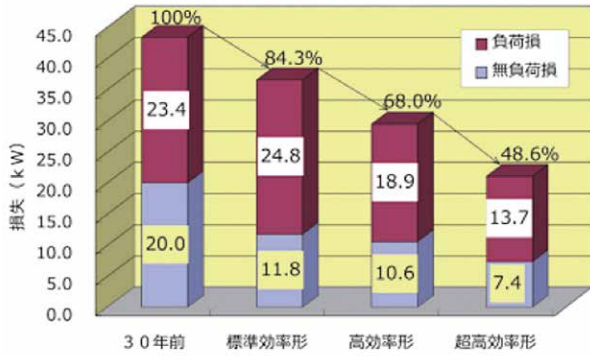


図8 変圧器の損失比較 (77/6.6kV 10MVAの例)

3. 3. 3 変圧器2次スイッチギヤ

変圧器2次設備では、気中絶縁でさらなる縮小化を実現した縮小形スイッチギヤ「S-PAC^(*)7」を開発した。このスイッチギヤは、機器、母線の最適な配置設計により、コンパクト化と設置面積縮小化を実現した。配電線盤は遮断器3段積の構造(図9)で、2段積と3段積のどちらにも対応可能なフレキシブルな構造とする一方、ケーブル施工の作業性にも配慮した。

なお、3フィーダの合計通電電流は1200Aまで対応可能である。また、当社の複合環境センサを標準装備することで、ヒータの自動運転や、盤内環境の監視も可能とした。表1に、当社従来形と縮小形のスイッチギヤのモデルケースにおける、外形寸法の比較を示す。



(配電線盤3段積)

図9 縮小形スイッチギヤ「S-PAC7」外観

表1 モデルケースによる外形寸法比較

変圧器2バンク、フィーダ6回路×2、母連、所内TR	従来形 SWG	縮小形 SWG
幅	7.8m	7.0m
奥行	2.4m	1.6m
高さ	2.5m	2.5m
面積 (削減率)	18.7m ²	11.2m ² (40%削減)

3. 3. 4 ユニット形コンデンサ

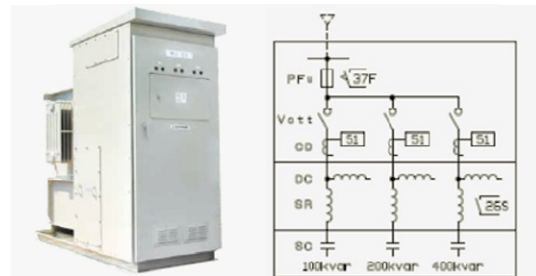
ユニット形コンデンサ装置は、従来の「スーパーユニバーサル^(*)5)」から、さらなるコンパクト化を実現した製品「スーパーユニバーサルマルチ^(*)6)」を開発した。本製品は、装置1台の中に容量の異なる3つのコンデンサを収納することで、7通りの容量切換えが可能となり、負荷設備の力率の変化に合わせた最適容量での力率制御を実現した(表2)。

表2 容量選定の組み合わせ

異容量制御			
100kvar	200kvar	400kvar	TOTAL
○			100kvar
	○		200kvar
○	○		300kvar
		○	400kvar
○		○	500kvar
	○	○	600kvar
○	○	○	700kvar

- 異容量の制御 (100kvar: 最小容量単位)
- トータル進相容量で定格選定

本製品は、従来のスーパーユニバーサル(3台構成)より設置面積を50%削減したほか、コンデンサ本体の損失低減、製造時のCO₂の排出量も削減することができた。また、生分解性絶縁油の適用も可能で、環境に優しい製品となっている。本製品の外観を図10に示す。



- PFu: 電力ヒューズ
- Vcvt: 真空接触器
- CD: 電流検出コイル
- DC: 放電コイル
- SR: 直列リアクトル
- SC: コンデンサ
- 37F: PF断
- 51: 過電流
- 26S: SR温度上昇

図10 スーパーユニバーサルマルチ

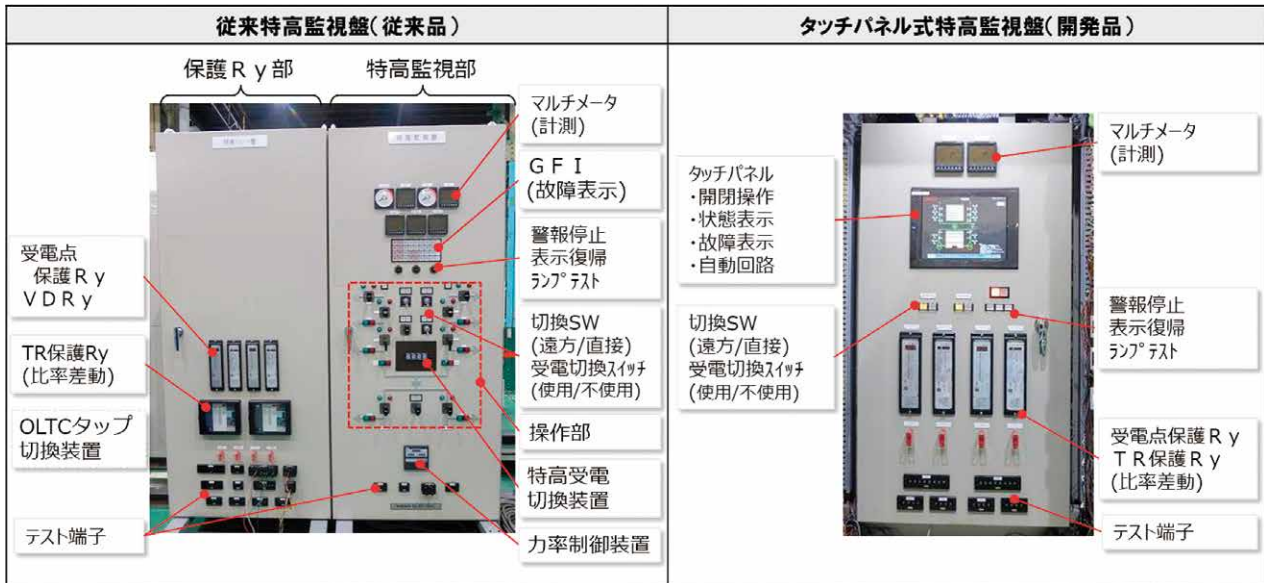


図11 従来品と開発品の比較

3. 3. 5 受変電監視制御装置

「A-XAE」変電所では、デジタル化により受変電設備の監視制御全体の合理化を図ったので、以下に紹介する。

(1) 次世代特高監視盤の開発

省スペース化、操作支援等を目指し、PLCおよびタッチパネルで構成する特高監視盤を開発、適用した。特高監視盤の操作面について、従来品と開発品との比較を図11に示す。

本特高監視盤は、中央部に15インチタッチパネルを搭載し、状態監視、機器操作、故障表示、自動制御の設定等の監視機能を集約し、シンプルな操作性を考慮した。機器制御出力は、機器選択と制御出力に加えて多重選択防止回路（ハード）により信頼性維持を図っている。タッチパネルの画面例を図12に示す。

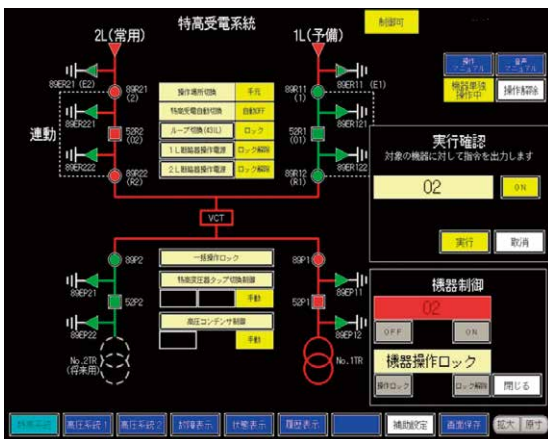


図12 次世代特高監視盤画面例（電力系統図）

加えて各種自動制御機能はPLCにて実現し、下記の機能を標準装備している。

- ① 常用—予備の自動切換機能
 - ② コンデンサ自動制御機能（力率/無効電力調整）
 - ③ 変圧器タップ自動制御機能（電圧制御）
- また、機器操作を支援する主な機能は、次のとおりである。
- ① アシスト機能による操作支援（操作順に矢印表示、テロップ、音声ガイダンス等）
 - ② 画面操作マニュアル/機器取扱説明書の表示
 - ③ 音声による操作マニュアルの説明
 - ④ 高圧系統の表示・制御（オプション対応）

(2) 中央監視制御装置の開発

従来の中央監視制御装置の端末PLCは、特高設備との信号取合いを個別配線により実施していたが、今回、特高監視盤をPLC化するとともに中央監視制御装置の端末機能もそれに統合することで、ケーブル配線省略による施工簡略化を実現した。さらに特高監視盤—高圧スイッチギヤ間の制御配線も、(3)にて記載のデジタル制御ユニット間をCC-Linkによる通信とすることで、全体的な省配線力化を図った（図13）。

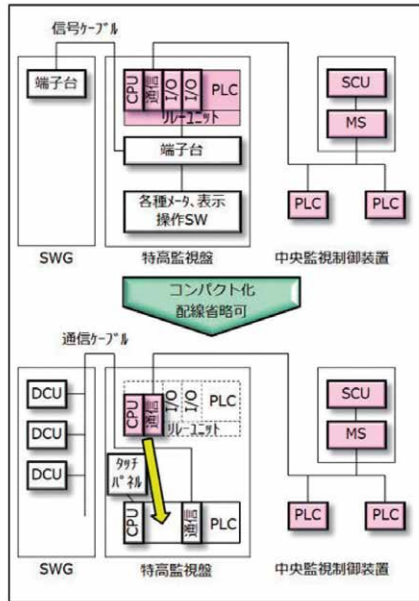


図13 受配電システムと中央監視制御装置

なお、特高監視用のCPUと中央監視制御装置用のCPUは個別に実装し、必要な情報の受け渡しをメモリ間で行うことにより、受配電設備のソフト処理と中央監視制御装置のソフト処理を分離し、機能拡張等で相互に干渉しないようにした。

中央監視制御装置用のCPUでは、監視運用に必要なデマンド演算等のデータ処理やマスターステーション (MS)、他PLC 間の通信処理を担い、中央処理装置 (SCU) 機能は、各端末PLCの情報を収集し、監視員に監視情報の提供や、デマンド、帳票等のデータ表示を行う。図14に中央監視制御装置の監視画面例を示す。

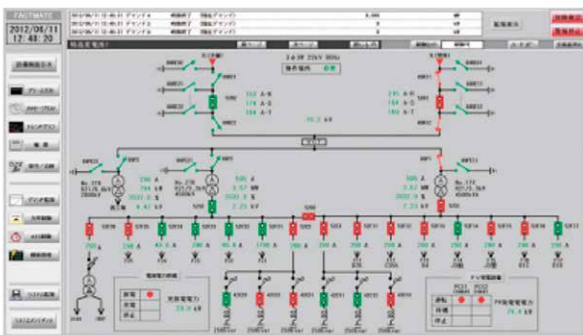


図14 中央監視制御装置の監視画面例

(3) デジタル制御ユニット (DCU) の採用

デジタル制御ユニット (DCU) は当社独自の製品であり、保護リレー機能、計測機能、遮断器制御機能、故障表示機能、各種信号出力機能を併せ持つ複合機能ユニットで、主に変圧器2次設備を対象に単位回路ごとに適用される。

液晶表示器を採用することで操作性・視認性を向上させ、CPU・アナログ回路の二重化、豊富な自己診断機能により信頼性を向上している。また波形記録機能、保護リレー動作履歴確認機能、機器動作時間監視機能ならびにログ表示機能を備えており、万一の故障発生時の事象把握や事後解析に役立てることができる。

図15に本ユニットの外観を示す。



図15 DCU外観

3. 4 施工の簡略化

近年、労働者不足が深刻になりつつある。電気工事労働人口も年々減少傾向にあり、今後、現地工事簡素化のニーズがより強くなると見込まれる。

今回、「A-XAE」の開発にあたり、現地工期短縮を含めた現地作業の簡素化という視点で改良を実施した。

3. 4. 1 製品組み立て作業

現地での製品組み立て作業を簡素化するには、できる限り工場から組み立てた状態で出荷するのが望ましい。特にGISと高圧スイッチギヤは「A-XAE」を構成する機器の中で、現地での組み立て作業量が多いため、以下の取組みを行った。

(1) GIS

GISはその製品の特性上、仮置き、ガス母線接続部の清掃・接続、接続部の真空引き・SF₆ガス充填および補充、外装品取り付けと現地での作業量が比較的多く手間が掛かる。また、屋外での作業の場合は天候にも左右される。

よって、現地組み立て時間の短縮のため、変電所設置にあたり、電力会社資産の取引用変成器 (VCT) とGISを当社工場で作成し一括輸送を実現した (図16)。一括輸送により現地では本体据付、SF₆ガス補充、外装品取り付けのみとなり、GIS組立てに関する作業が大幅に簡素化された。



図16 VCTを接続したGIS搬入状況

(2) 高圧スイッチギヤ

高圧スイッチギヤは、従来1面ごとの製品輸送を行っていたが、筐体の強度を見直すことで、盤内の各機器を実装した状態で、2面一括での輸送を可能とした(図17)。これにより、現地組立作業が簡素化されている。



図17 高圧スイッチギヤ2面一括吊上げ状況

3. 4. 2 据え付け作業

従来、GISや変圧器は、埋込ベースを採用しており、埋込ベース設置のために、事前出向が必要であった。「A-XAE」変電所では、埋込ベースではなく露出ベースを採用することにより、事前出向を不要とし、現地工期の短縮を図っている(図18)。



図18 露出ベースの例

3. 4. 3 機器間配線作業

機器間配線作業は、製品組み立て作業の次に多くの時間を費やしており、ここについても新たな取組みを行った。

計測信号などの伝送以外はメタル配線を使用してきたが、高圧ケーブルを除く機器間接続ケーブルハーネスを工場にて製作し、現地での端末処理作業そのものを不要とした。また、現地での機器間配線作業は主に特高監視盤から各機器への低圧ケーブル敷設・接続作業であり、これをコネクタケーブルに置き換えることで、配線作業を簡素化した(図19,20)。

さらに、多芯ケーブルが必要とされるDCシーケンス配線をコネクタ化することで、現地での配線接続ミスが無くなり、現地での調整試験がスムーズに行えるというメリットも同時に得ることができた。



図19 コネクタケーブル適用の例 (GIS側)



図20 コネクタケーブル適用の例 (特高監視盤側)

3. 5 生産における環境負荷低減

「A-XAE」変電所を構成する各コンポーネントの生産は、最新の技術を活用し、環境への負荷を低減させている。具体的には生産過程において、積極的に自動化やIoT (Internet of Things) 化を進め、生産性向上と同時に、工程の見える化と職場環境改善を実現している。

特に当社GIS工場では、新工場を建設することで最適な生産ラインを構築するとともに、CO₂削減や

働き方改革などSDGsに貢献できる最新のスマート工場を実現した。詳細は本誌掲載の一般論文「GIS新工場の取組み」を参照されたい。

4. 受変電システム事業の領域拡大

当社は早くから電力機器単体を販売する事業から、付加価値の高いソリューション提供事業へと事業領域の拡大を図ってきた。また、顧客の満足度を高めるべく製品のライフサイクル全体を通じたサービス事業にも注力してきた。

本章では、上記事業拡大の一例として、当社の手掛ける再エネ普及を支援するシステム・サービスを紹介する。

4. 1 再エネを支えるパワーエレクトロニクス製品

1973年、当社は世界に先駆けてサイリスタ制御型無効電力補償装置（SVC）を実用化して以降、電力品質・系統安定化や再エネ普及拡大に係る多様なパワーエレクトロニクス（パワエレ）製品を開発、納入してきた。中でも2012年に始まったFIT制度（固定価格買取制度）により、PCS納入台数は飛躍的に増加し、2020年には累計で約8500台となり、その出力容量は累計で2.3GWに達している。

一方で、太陽光発電や風力発電などの再エネ電源は天候によって出力が大きく変動する。この出力変動は、再エネ導入拡大を制約する要因のひとつといわれているが、この対策として期待されているのが蓄電池システムである。当社は、1990年代後半から蓄電池用PCSの開発に取り組んでおり、これまでに鉛電池、レドックスフロー電池、ナトリウム硫黄電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池等、多様な蓄電池向けに蓄電池用PCSを多数納入してきた。蓄電池用PCSの主な用途は、工場の負荷準平化や瞬低/停電対策用のほか、太陽光発電の出力変動緩和対策用としても活用されている。今後、再エネ導入拡大ならびに電力の有効活用に蓄電池システムがキーコンポーネントになると期待されており、受変電システムに組み入れて、再エネ電源の普及拡大に更なる貢献を図りたい。

なお、当社のパワエレ製品の歴史とその概要については、本誌掲載の特集論文「当社の系統連系技術について」を参照されたい。

4. 2 太陽光発電所向け22kV配電システム

太陽光発電設備により発電された電力を、連系変電所へ集電するための22kVパッケージ型中間変電設備を中国のモールド変圧器のトップメーカーである

海南金盤智能科技股份有限公司と共同で開発した。この製品は、鋼板製コンテナの中に、リングメインユニット・特別高圧モールド変圧器・パワーコンディショナ（PCS）用低圧交流集電盤などを収納し、中間変電設備に必要な諸機能をコンパクトにまとめた製品である。小形で耐環境性に優れ、輸送の簡略化・省施工・省スペースなどでトータルコストの削減を実現している（図21）。

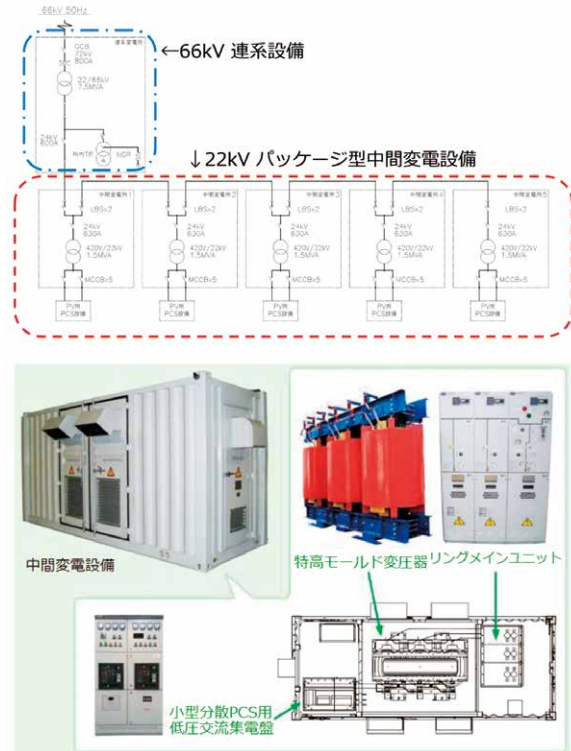


図21 22kVパッケージ型中間変電設備

4. 3 風力発電所向け連系システム

風力発電は、電力の生産地と需要地が離れているため、送電線の長距離自営線方式を採用する事例が増加している。それに伴い、長距離送電による系統特異現象（高調波共振、電圧変動等）や系統連系時の励磁突入電流による電圧降下など、導入にあたって検討すべき事項が多岐にわたる。

当社では、これまで培ってきた数百メガワットを超える連系設備の豊富な実績と系統解析技術を基に、

- ・連系用変電機器の提供
- ・系統現象の解析と対策立案
- ・対策機器の提供

を一体化した「SPSS風力発電パッケージシステム（図22）」を提供することで、大規模風力発電システムの拡大を支えるとともに、カーボンニュートラルの実現に貢献している。

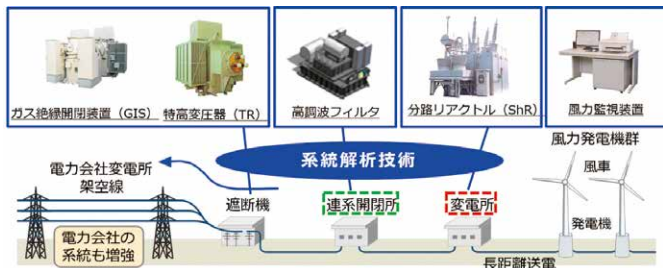


図22 SPSS風力発電パッケージシステム

4. 4 太陽光発電用PCSのリモート監視サービス

当社では、太陽光発電用PCSの運用状況を遠隔から監視できるリモート監視サービスを2018年4月から開始している。本サービスは、クラウドを活用した設備の遠隔監視による見える化サービスと、異常発生時に対応を行う見守りサービスにより、保守の負担を軽減し、顧客に安心して保有設備を使用していただくためのものである。

このリモート監視サービスにより、異常発生時に早期対応が可能となり、復旧までの期間の短縮・発電損失の最小化につながる。また、当社が連系設備を納入した場合、PCSだけでなく発電設備全体でのサポートが可能となり、トータルでリモート監視が可能となる(図23)。

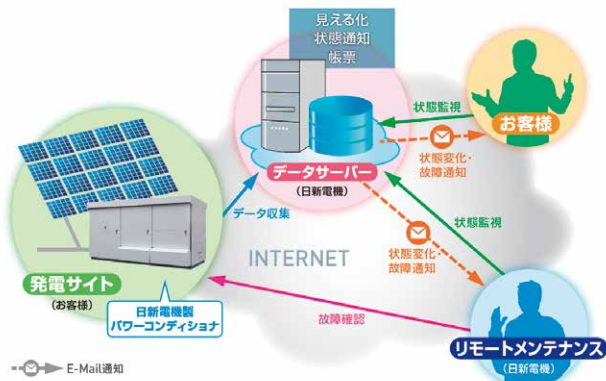


図23 PVリモート監視サービス

してきたが、今後活用が拡大する蓄電池とその機能に着目し、電力供給システムとしての高信頼度化とそれを支える次世代受変電システムの構築を計画している。

以下にその概要を説明する。

5. 1 生産設備電源の高度化

製品の付加価値が高く、生産ラインの自動化が進んだ生産工場では、瞬低や停電によって生産品の不良、生産設備の損傷、復旧までの生産ロス、納期遅れなどが発生し、被害額が莫大なものになる傾向がある。

最近の生産設備は大規模化だけでなく、生産ライン相互の連続性を考慮する必要性があり、これまでの局所的な無停電電源装置(UPS)の適用では十分な瞬低/停電保護ができず、生産ライン全体の保護が求められるようになってきた。しかし従来形のUPSを分散設置する場合、高コストかつメンテも煩雑となるため、その対策装置も多様化している。例えば、瞬低対策に限定した大容量瞬低対策装置(「ユニセーフ」、「メガセーフ」)や非常用自家発と組み合わせて蓄電池容量を必要最小限にしたハイブリッドUPS(図24)が実用化されている。

今後さらにスマート化やIoT化への期待が高まる生産ラインの電源対策では生産工場全体の無停電化が望まれると考えられる。

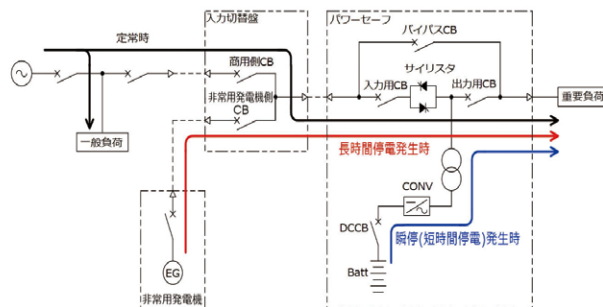


図24 ハイブリッドUPS

5. 次世代の受変電システム

当社は、受変電システムをベースに、

- ①再エネやコジェネシステムなど環境にやさしい「創エネ」システム
 - ②需給バランス調整、BCP対策、余剰電力活用のための「蓄エネ」システム
 - ③EMS、ICT、IoTを活用したデマンドレスポンスを含む「省エネ制御」システム
- などの各システムを融合して「SPSS」として提供

5. 2 分散型エネルギー利用の多様化

再エネの導入拡大が進む中、その大量導入に伴う電力安定供給に必要な調整力を、発電事業者の大規模火力発電設備のみで賄うと、発電効率の低下や過大な設備維持費用負担などの懸念がある。この対策として、需要家側の電力資源の活用が世界的に検討されている。いわゆる、需要家側の電力資源(非常用発電機、蓄電池システム、蓄熱システム、ビル用マルチエアコンなど)活用のためのDRやVPP実証事業の推進である。また、経済産業省委員会の電

カレジリエンスWGでは「近年広域で甚大化してきている自然災害への対応を踏まえ、国民生活を支える安定的な電力供給と、停電の早期復旧を実現するため、分散型エネルギーも活用した災害に強い分散型グリッドの推進」などの提案が出ている⁽¹⁰⁾。このような背景から、平時は商用系統と接続し、需要家側の電力資源である分散型電源（再エネ、コジェネ、蓄電池等）を組み合わせ、DR/VPPの調整力として使用し、災害時は商用系統と解列して自立型電源としてBCPに使用するマイクログリッドの実証事業も始まっている。これらは省エネと電力の安定供給を同時に実現するソリューションである。

5. 3 無停電電源ソリューション

これまで蓄電池設備は、平时に電力ピークカットや負荷平準化に使用し、非常時には瞬低・停電補償に使用可能とするUPS的な活用が可能であったが、系統連系規程で分散型電源と定義され、系統事故時の運転継続機能（FRT機能：Fault Ride Thorough）を搭載する適用対象となったことで、以前のような瞬低時に系統解列してUPSとして使用することが不可能となった。

一方で、系統事故時の瞬低によって、コジェネなどFRT未対応の電力資源や負荷の一部またはすべてが脱落すると、瞬低が復旧しても瞬低発生前の需給バランスに戻るにはかなりの時間を要するため、一時的に調整力が低下することが懸念され、逆に瞬低対策が必要になると想定される。

これに対し、図25に示すように受変電側にON/OFF可能な直列インピーダンスを設けることで、電力ピークカット用途の分散型電源（FRT未対応のコジェネなど）が、系統事故発生時の接続点電圧低下・周波数変動や過電流による解列・停止を回避でき、負荷の瞬低補償用電源として活用できるようになる。一方、停電時は解列スイッチを開放し、発電機やBESSを中心に自立型電源として活用できる。

この場合の需要家側の運用イメージを図26に示す。

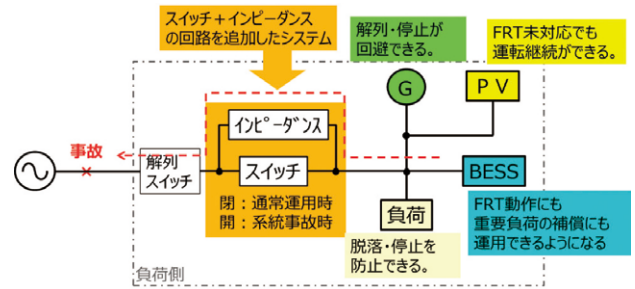


図25 連系型蓄電池システムの構成

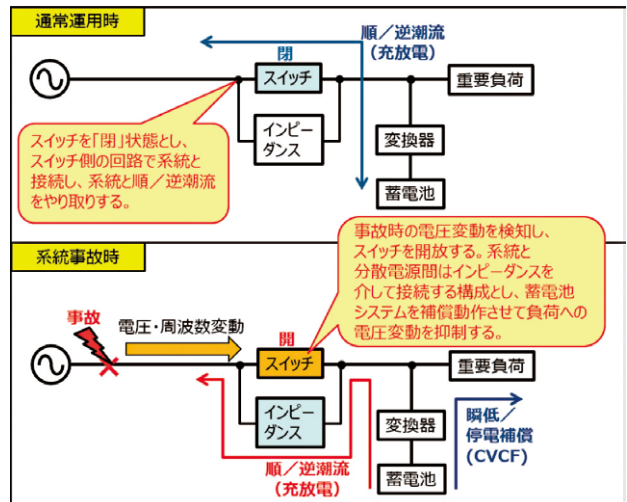


図26 連系型蓄電池システムの運用イメージ

本システムは当社が得意とする「PQ（Power Quality）技術」の一環であり、現在、有効性、実用性の検証を行っている。

本システムにより、需要家側のすべての電力資源を、FRT要件を満足させながら系統と連系することが可能となり、再エネの主力電源化に対する調整力の確保と、電力レジリエンスのさらなる強化に貢献できるものと考えられる。

今後は、受変電システムに本システムを組み込むことで、無停電電源システムを兼ね備えた、供給信頼度の高い電源システムが実現でき、顧客により安全・安心をお届けできると考えている。

6. まとめ

受変電を含む電力供給システムは今後とも環境対応を前提に、分散電源との融合、電力供給の高信頼度化（＝無停電化）、設備保全の高機能化・省力化が求められる、さらに自家発電電力の地域有効活用等、全国的な電力ひっ迫を背景にしたエネルギー供給確保が重要な課題となってくる。

当社では、SPSSを今以上に発展させ、次世代を睨んだ受変電システム開発を鋭意推進していくとともに、システムのコンパクト化・低コスト化は勿論のこ

と、徹底した環境指向をコンセプトに、全製品に環境視点を織込む開発を実施していく所存である。

参考文献

- (1) 川島 他：「SDGsの達成に貢献する スイッチギヤの技術」, 日新電機技報, Vol.66 No.2, pp.17-19 (2021)
- (2) 相馬 他：「SDGsの達成に貢献する 開閉装置および変成器技術」, 日新電機技報, Vol.66 No.2, pp.7-9 (2021)
- (3) 藤原 他：「持続的な成長を支えるスマート電力供給システム (SPSS)」, 日新電機技報, Vol.66 No.2, pp.51-55 (2021)
- (4) 宇田 他：「再エネ主力電源化と電力レジリエンスの強化に貢献する新しいエネルギーソリューションシステム」, 日新電機技報 Vol.65 No.2, (2020.12)
- (5) 田中 他：「環境指向の電力供給システム」, 日新電機技報 Vol.63 No.2, (2018.10)
- (6) 中原：「電力供給システムのスマート化」日新電機技報 Vol. 63, No. 2 (2018.10)
- (7) 松川 他：「パワーエレクトロニクス製品のあゆみ」, 日新電機技報 Vol.62 No.1 p.109 (2017)
- (8) 笹谷 他：「コンデンサ用生分解性絶縁油の開発」, 日新電機技報 Vol.62 No.3 (2017.10)
- (9) 当社ニュースリリース「インドにおける高効率な電力供給を実現するマイクロ変電所の実証事業に採択」
[https://nissin.jp/news/201204/\(2020/12/4\)](https://nissin.jp/news/201204/(2020/12/4))
- (10) 経済産業省 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/産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 電力安全小委員会 合同 電力レジリエンスワーキンググループ(第10回)資料5
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/resilience_wg/pdf/010_05_00.pdf
- (*1) 「SPSS」は、日新電機(株)の登録商標です。
- (*2) 「A-XAE」「Advanced-XAE」は、日新電機(株)の登録商標です。
- (*3) 「XAE7」は、日新電機(株)の登録商標です。
- (*4) 「S-PAC」は、日新電機(株)の登録商標です。
- (*5) 「スーパーユニバーサル」は、日新電機(株)の登録商標です。
- (*6) 「スーパーユニバーサルマルチ」は、日新電機(株)の登録商標です。。

執筆者紹介



織田 鐘正 Oda Kanemasa
特別フェロー