

**技 術 解 説**

# 当社のスマートグリッドへの 取り組み

NISSIN's activities for realization of SMART GRID concept

荒川 修三\* 大門 剛\*\*  
S. Arakawa T. Okado  
荻原 義也\*\*\*  
Y. Ogihara

## まえがき

地球温暖化問題や資源枯渇問題を解決すると同時に、エネルギー安定供給と持続的な経済発展を実現することは、今後の先進国～発展途上国の生活水準バランス化にとっても不可欠の課題である。そのために、ICT技術を活用し再生可能エネルギーの大量導入を可能とする次世代電力供給網(スマートグリッド)のコンセプト実現が大いに期待されている。本稿は、スマートグリッド構築に貢献する当社技術・製品群について紹介するものである。

なお、スマートグリッドという幅広い領域のコンセプトを扱うために、企画、営業、製品事業部、研究所が部門横断的に連携し、「スマートグリッド開発プロジェクトチーム」として活動しているが、本稿はそのチームで執筆したものである。

## Introduction

Taking prompt actions for the control of global warming and natural resource exhaustion are indispensable for all of the developed and developing countries to keep economic growth through stable energy supply. ICT (Information and Communication Technologies) is also expected to contribute to the realization of a next-generation power grid (SMART GRID) and to make it possible to introduce large-scale of renewable energy sources.

We will present NISSIN's technologies and businesses which construct the SMART GRID concept (ranging from solar power generation to power quality monitoring & control). Smart Grid Development Project, which consists of Planning, Sales, Engineering, Manufacturing units and R&D section of NISSIN, is responsible for the editing work of the article.

## 1. はじめに

北極海の海氷面積やヒマラヤの氷河の減退、島国の消滅の危機など、地球温暖化によると思われる大きな環境の変化は広く認識されている。温室効果ガス、特に二酸化炭素削減(低炭素社会の実現)に向けて、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を出さないエネルギー源の導入、高効率機器の開発、エネルギー管理システム(エネルギー源のベストミックス)の実現へと、全地球ベースで大きく舵をきり始めた。

CO<sub>2</sub>を出さない、あるいは最小の電源として原子力発

電、太陽光発電、風力発電の積極導入が提唱される中で、供給側と需要側の全体最適を実現できるのが、次世代電力供給網(スマートグリッド)と理解される。この背景には、情報通信技術(ICT)の発展により高速・大量のデータ伝送が可能となったことも大きい。

当社は従来より省エネ・省資源を支援する力率改善用コンデンサを主力製品とし、分路リアクトル、SVC(静止型無効電力補償装置)などの調相設備、それらを制御する電子機器、保護装置、開閉器・遮断器、スイッチギヤなどへと展開してきた。これらは、電力の安定供給、

\*産業・電力システム事業本部  
\*\*環境事業本部  
\*\*\*技術開発研究所

電力品質の維持にも大きく貢献している。

以下にスマートグリッドの概念(当社の捉え方)を述べ、それを支える当社の技術・製品について紹介する。

## 2. スマートグリッドの概念

国によってスマートグリッド導入の背景や推進内容に大きな違いがあること、スマートグリッドはかなり広い技術領域を包含していることが知られている。基本的には、「ICTを活用して、再生エネルギーを含む電力系統全体の需給バランスと効率化を全体最適の視点で実現する概念」と考えられる。

日本では、太陽光発電設備を2020年までに2800万kW(2009年末の累計実績で263万kW)、2030年までに5300万kWというきわめて高い導入目標量が掲げられている。日本は、年間停電時間を見ても世界で最も安定な電力供給がなされている国であるが、太陽光発電のような日射により変動し、昼間しか発電しない電源が大量に導入されると、いろいろな系統上の問題が発生すると予想されている。このため、太陽光発電側、電力系統側、需要家側それぞれで対策を講じる必要がある。

当社では、「省エネ」「創エネ」「蓄エネ」とこれらを取りまとめた電力品質・エネルギーフローの監視・制御を行う「情報/制御(ICT)」の4つのキーワードを基にスマートグリッドへの取り組みを行っている。(図1)

「省エネ」…エネルギーを効率良く使う。

「創エネ」…太陽光発電などクリーンなエネルギーで電気を作る。

「蓄エネ」…クリーンなエネルギーを蓄え、有効かつ安定に供給する。

「情報/制御」…これら電気の品質とエネルギーフローを見える化し最適制御を実現する。

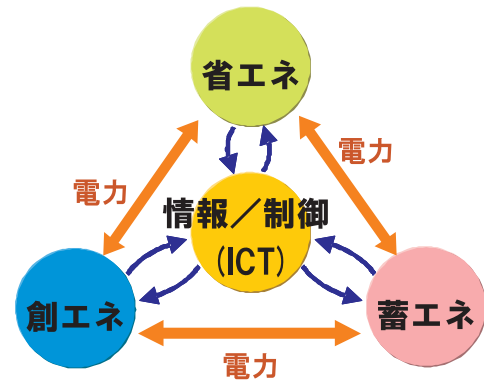


図1 スマートグリッドのキーワード

図2は図1のキーワードを発電⇒送電⇒配電⇒需要家の対策、すなわちスマートグリッド構成技術・製品という観点でイメージ化したものである。

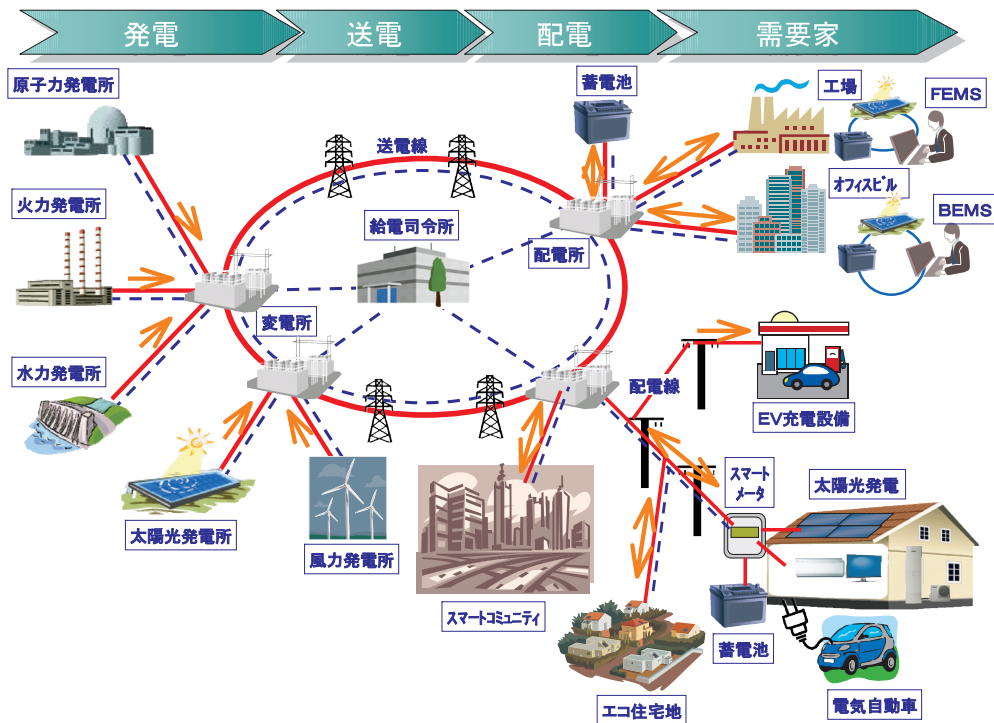


図2 スマートグリッドのイメージ図

### 3. スマートグリッドを実現する当社の技術・製品

当社では系統技術、パワエレ技術、調相設備や受変電設備で培った電力技術を基に、低炭素社会の実現に向けた技術展開を図っている。

以下に、当社の「スマートグリッドを支える技術」(図3)の紹介を行う。

#### 3.1 太陽光発電システム

低炭素社会の実現に向け、再生可能エネルギー(特に太陽光発電)の導入拡大が進んでいる。図4は、株式会社ベネッセコーポレーション殿のベネッセ・ロジスティクス・センター(BLセンター)に納入した、中国・四国地区の民間企業で最大級となる720kW太陽光発電システムであり、2010年2月より運転を開始している。



図4 株式会社ベネッセコーポレーション殿 720kW太陽光発電システム全景

パワーコンディショナは絶縁変圧器込みで95%以上の高い変換効率を有する当社独自の高電圧入力制御型100kW×7台の構成である。

太陽光発電設備(PV)が大量に配電系統につながると、表1に示すような電力品質や電力安定供給に関わる問題の発生が懸念される。電圧上昇は配電線の末端になるほど大きく現れるため、周辺機器への影響を避けるためにもPVの出力抑制が必要になる。

また、送電線への落雷などで系統電圧が一瞬低下したときに大量のPVが脱落すると、安定送電の復旧に支障が出る可能性がある。

表1 PV大量導入に伴う技術課題

	主な課題
① 電圧	[配電線の電圧上昇抑制] ・配電線末端ほど日射増加により需要家電圧が上昇する
② 周波数	[余剰電力の吸収] ・需要の少ない時期に太陽光発電電力が余剰となる。 [周波数調整力の確保] ・太陽光発電の電力変動により系統周波数が変動
③ 信頼度・安全	[一斉解列の防止] ・瞬時電圧低下時に太陽光発電が一斉解列すると、系統電圧・周波数の回復を遅らせる可能性 [単独運転検出] ・停電時に太陽光発電設備同士が影響しあって短時間に発電停止とならない可能性



図3 スマートグリッドを支える当社の技術・製品



これらの課題をスマートに解決するため、当社は、系統の電圧変動対策として無効電力補償機能を、系統の安定性維持／向上策としてLVVRT(Low Voltage Ride Through)または、FRT(Fault Ride Through)と呼ばれる系統の瞬時電圧低下時の解列を防止する能力を備えた、太陽光発電システムおよびパワーコンディショナの開発を行っている。停電事故時には安全・確実に解列する単独運転検出機能(当社の独自技術である次数間高調波電流注入方式採用)も装備している。

発電量を抑制することなく配電線の電圧上昇を抑制する方法として、当社のSVC(静止型無効電力補償装置 Static Var Compensator)などで実績のある無効電力補償制御をパワーコンディショナに付加することが有効である。シミュレーションでの検討事例を図5に示す。P:発電電力は太陽電池実測データであるがパワーコンディショナのQ:無効電力を図のように制御すれば系統電圧の変動は全く問題の無いレベルに抑制されることがわかる。

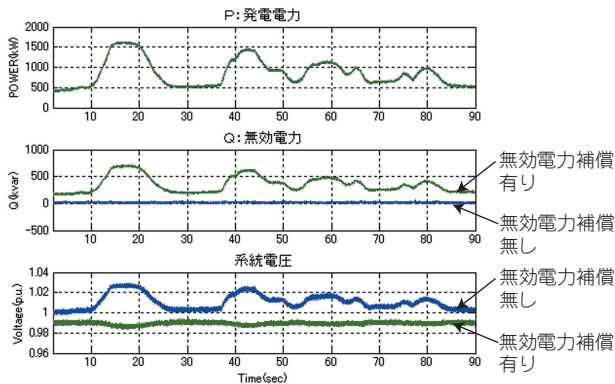


図5 電圧上昇/電圧変動抑制対策

### 3.2 調相設備

CO<sub>2</sub>を出さない原子力発電(遠隔地)がベースとなり、電流源特性を持つ大量の太陽光発電設備が系統につながると、無効電力のバランスや電圧安定性などの問題が顕在化する可能性もある。

- ・ 前述のような配電系統の電圧上昇抑制のためには分路リアクトルの設置も有効である。
- ・ 需要家においては、負荷の増減(無効電力消費)に応じてコンデンサを開閉制御し力率を1近辺に保つことで電力損失低減や電気料金節約に貢献している。一方、直列リアクトルを持たない力率改善用コンデンサ設備は開閉制御ができないので、直列リアクトル、開閉器、力率制御装置を組み合わせた設備に更新いただくことが望ましい。
- ・ 系統の電圧安定性確保、フリッカ抑制、電圧不平衡

抑制を目的としてSVCが適用されてきた。

図6は、風力発電量の変動により引き起こされる系統の電圧変動を抑制するため、宗谷岬ウィンドファーム22kV回路に設置されたSVC(定格30MVA)である。当社は、1973年に世界で初めてSVCを製品化し、国内外の電力、電気鉄道、鉄鋼業など多様なお客様の電気の品質維持と安定供給を支えている。



図6 株式会社ユーラスエナジー宗谷岬 宗谷岬ウィンドファーム納めSVC

### 3.3 系統安定化装置(電池電力貯蔵)

SVCで培ってきた電源品質向上のための制御技術とパワーエレクトロニクス技術を用いて、1990年代に沖縄電力殿と共同で風力発電機連系を支援する系統安定化装置を開発した。これは、風力発電機の発電電力変動が引き起こす電圧変動、周波数変動をともに抑制する、鉛蓄電池を用いた電池電力貯蔵装置(BESS: Battery Energy Storage System)であり、沖縄本島、宮古島、南大東島、波照間島、与論島などに導入された。系統規模が小さいところに比較的大きな新エネルギー源が導入される場合でも、系統電圧・周波数の安定化が実現できる。

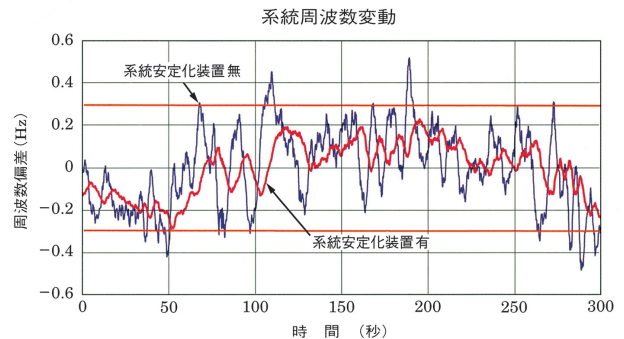


図7 周波数変動の改善例(±0.5Hz→±0.3Hz)

### 3. 4 多機能型電池電力貯蔵装置

需要家側でも電力貯蔵システムを活用して電力ピークシフトを行うことにより、電気料金や電源設備投資の低減が可能となる。当社は、レドックスフロー電池、NaS電池、鉛電池など各種の電池を応用した装置を手がけてきたが、このたび関西電力株式会社殿との共同研究で川崎重工株式会社殿開発のニッケル水素電池を用いた多機能型電池電力貯蔵装置を開発した。瞬低補償機能も有し、当社構内で長期実証試験中である。

また、電池電力貯蔵装置は自然エネルギー源の発電電力変動や負荷変動を吸収してシステムの周波数変動を抑制する(需給制御)ことができ、来年度はフィールドでの検証が予定されている。

当社は電気二重層キャパシタ(EDLC)をエネルギー貯蔵に用いた瞬低対策装置(ユニセーフ、メガセーフ)を製品化しているが、比較的短時間・多頻度の充放電用途には、EDLCを用いた安定化装置が適していると考えている。

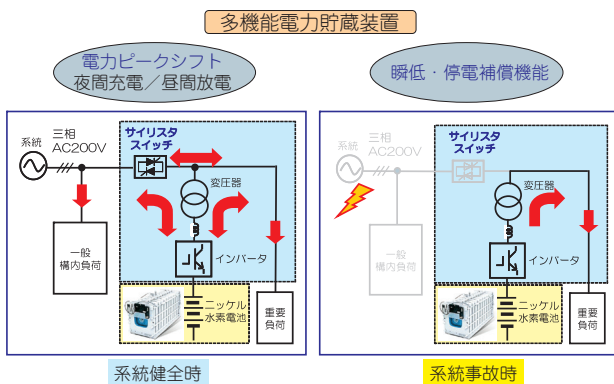


図8 多機能型電池電力貯蔵装置

### 3. 5 電力品質監視装置(PQモニター)

太陽光発電設備が増えると、電圧変動、高調波、単独運転などの問題が予想される。このため、トレンド把握や故障発生時の原因究明には、瞬時電圧・電流波形の記録と電力品質の監視が重要になってくる。

当社では、電源系の異常現象や地絡・短絡故障、瞬時電圧低下などが起きた場合に瞬時電圧・電流情報を記録し、中央監視室にデータ送信する装置「PQモニター」を製品化している。監視室のPCを使って、電圧低下幅や高調波、フリッカなどの分析ができる。



図9 PQモニター

### 3. 6 電力機器の状態監視装置

電力機器の運転状態を遠方から監視し、劣化徴候をつかむことができれば、保守の合理化、機器信頼性確保、事故・障害の未然防止が可能となる。近年、変圧器やガス絶縁開閉装置などの高経年機器増加に伴い、機器の信頼性・安全性を確認すること、更に、これらの高経年機器を継続使用することが期待されている。当社はこのようなニーズに応え、機器信頼性の維持に極めて重要な絶縁診断技術を高度化した可搬形絶縁診断装置の製品化を行っている。また、絶縁監視、ガス圧力監視、振動監視など各種センサからの情報をもとに機器の劣化状態を監視する電力機器の状態監視装置の開発を行っている。



可搬形絶縁診断装置「PIT-10MF」



GIS用アンテナセンサ

図10 可搬形絶縁監視装置とセンサ部

### 3. 7 電気自動車用充電スタンド、エコ急速充電ステーション

温室効果ガスの大部分を占める二酸化炭素の排出は、我が国の部門別で見ると運輸部門で約19%の排出割合となっている。このため、ハイブリッド車、電気自動車やプラグイン・ハイブリッド車などの開発が進められているが、充電インフラ整備についても早急な

充実が必要である。

そこで、電気自動車向けの充電インフラの普及に貢献すべく、単独設置型の急速/中速充電器と、駐車場精算機と連動した普通充電スタンド「EVMATE」を製品化した(図11)。



図11 急速充電器と普通充電器EVMATE

また、急速充電器を設置するには、高圧受電設備が必要になることや昼間の使用が多いと考えられるため、太陽光で発電した電力を蓄電池に貯蔵し、最小限の商用電力を供給することにより急速充電を行う「エコ急速充電ステーション」の製品化を行っている(図12)。これにより、高圧機器の導入や契約電力の変更、大掛かりな受電工事が不要となる。このシステムには、図1のキーワードがすべて含まれており、ミニ・スマートグリッドを構成しているとも言える。

また当社の車両ナンバ読み取り装置と監視システム(図13)を組み合わせることにより、駐車場、施設などへの(電気)自動車入出門管理を行うセキュリティ監視システムへの拡張も期待される。



図12 エコ急速充電ステーション

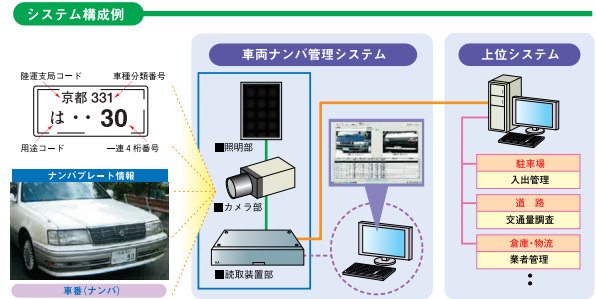


図13 車両ナンバ読み取り装置

### 3. 8 ICT関連製品 (エネルギー管理システム)

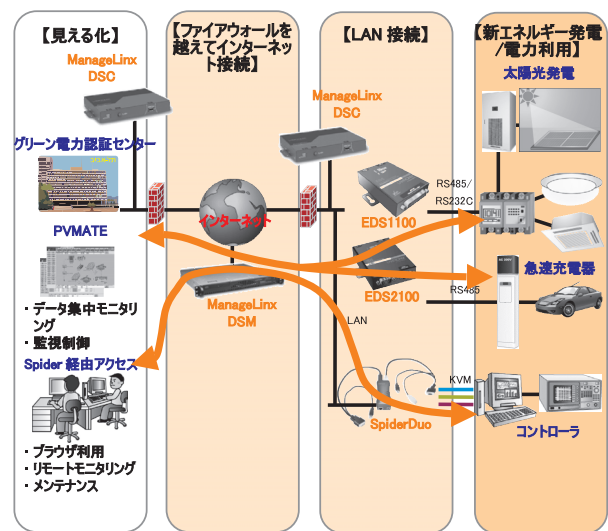


図14 エネルギー管理と見える化

スマートグリッドを実現する上で、太陽光発電や風力発電の発電電力量、負荷使用量、EVの充電状態などのデータを見える化することが不可欠である。しかし、電力量などを計測する端末機器をネットワークに直接接続できない場合も多い。図14に示すように端末機器からのシリアル信号を変換するLAN化装置(EDSシリーズ)を利用することにより、いくつかのデータをPCで一元管理することができる。更に、インターネットを介して拠点間を安全で簡単に接続する装置(ManageLinXシリーズ)でデータを収集し、モニタリングシステム(PVMATEシリーズ)で遠隔監視/制御することが可能である。

太陽光発電システムやEV充電装置のコントローラがPCベースならば、リモートKeyboard/Video/Mouse装置(SpiderDuoシリーズ)を経由することで、遠隔からPCの画面を直接操作して監視・制御を行うシステムが簡単に実現できる。



また、グリーン電力証書制度に対応したデータ収集、作表、報告書作成が可能で、今まで面倒だった太陽光発電側の各拠点に直接アクセスするためのネットワークが安全かつ容易に構築できる。

#### 4. あとがき

- 1) 太陽光発電の大量導入に伴い懸念される電力品質の対策を中心に、当社のスマートグリッド関連の技術・製品群を紹介した。
- 2) 今後、太陽電池の発電量、蓄電池の蓄電量、生産設備や事務所などの電力使用状況を把握し、エネルギー使用量の見える化とクリーンエネルギーの効率的な運用、負荷機器の積極的な制御(EMS: Energy Management System)により、ビル、工場、水処理場などで二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量の大幅な削減が期待される。
- 3) 海外でも、太陽光発電や風力発電など再生可能エネルギーの大量導入が進められており、それを受け入れるための電力システムのインフラ整備や増強などが進められている。
- 4) 都市インフラ設備全体をスマート化し、エネルギー使用の効率化、ゼロエミッション(或いはCO<sub>2</sub>削減)、地産地消を図るスマートコミュニティ(スマートシティ)といった構想も既に動き出している。一方では、電気が利用できない無電化地域も多く存在している。太陽光発電システムや蓄電システムとEMSを組み合わせることにより、無電化地域に対応した電力供給システム構築が可能である。

スマートグリッドの市場がまだよく見えないという印象もあるが、スマートグリッドは環境(Environment Conservation)、エネルギー(Energy Security)、経済(Economy)のバランスを実現するためのコンセプトである。当社もその実現に向けてお客様と共に技術開発に努力していく所存である。

#### 引用文献

- (1) 横山他：「スマートグリッドの構成技術と標準化」日本規格協会(2010年)
- (2) 総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会：「新エネルギー部会中間報告」(2009年)
- (3) 明石、荻原：「電力品質をリードする当社のパワーエレクトロニクス応用製品」日新電機技報 Vol.52(2007年3月)
- (4) 黒田、大西：「風力発電用SVCによる事故時過渡安定性の検討」平成17年電気学会 電力・エネルギー部門大会 No. 242
- (5) 成底、伊良皆他：「離島における風力発電システム安定化装置の開発」平成11年電気学会全国大会 NO. 762

#### 執筆紹介



**荒川修三** Shuzo Arakawa  
産業・電力システム事業本部  
システム技術部長



**大門 剛** Tsuyoshi Okado  
環境事業本部  
ソリューションシステム事業部  
システム企画開発部長



**荻原義也** Yoshiya Ogihara  
技術開発研究所長