

# スマートグリッド社会に向けた新たな製品「SANUPS K」の技術について

奥井 芳明  
Yoshiaki Okui

## 1. まえがき

東日本大震災以降、日本の電力供給システムでは、更なる省エネ化や電力の安定供給を図るスマートグリッド化の検討が進んでいる。これまで当社パワーシステム事業部では、無停電電源装置(UPS)、太陽光発電用パワーコンディショナ(PCS)、エンジン発電機(EG)などを主力製品として推し進めてきた。これらによって培われたパワーエレクトロニクス(パワエレ)技術を駆使することができ、当社はスマートグリッド化に必要とされる電力変換器のニーズに応えられる良い環境にある。そこで、当社はこのスマートグリッド化を電力市場における新たなニーズと捉え、電力を有効利用できる「SANUPS K」シリーズの製品化を推進中である<sup>1), 2)</sup>。

本稿では現在の日本の電力事情について述べるとともに、「SANUPS K」シリーズの開発経緯、およびラインアップ(グリッド管理装置、再生電力補償装置、ピークカット装置)について紹介する。

## 2. 日本の電力事情

現在、日本の電力供給システムにおいて、需要家が使用する電力は、電力会社による大規模集中電源により発電され、送電線および配電線を經由して供給される。また、電力の需給バランスは、中央給電指令所で電圧や周波数などを監視することで、需給が一致するよう制御している。このような電力供給システムについては、2011年3月11日に発生した東日本大震災をきっかけに、様々な問題点の指摘とともにスマートグリッド化を推進する意見が出されている。

例えば、CO<sub>2</sub>を排出しないクリーンな大規模集中発電の切り札とされてきた原子力発電もその危険性が問題視されることになった。

また、最も普及している火力発電は安価であるが、CO<sub>2</sub>排出量の多い石炭による発電が全体の発電量の約24%、火力発電の中では約40%を占めている(2010年度)<sup>3)</sup>。今後は、CO<sub>2</sub>排出量の少ないコンバインドサイクル発電(ガスタービンと蒸気タービンを複合させた高効率の発電方式)など最新の発電方式へシフトする動きがあるが、依然としてCO<sub>2</sub>の排出問題は残る。さらに、大規模集中発電においても、ひとたび事故が発生すると広範囲に影響を及ぼし、社会的混乱が甚大であることが再認識された。

これらの問題点を解決するため、太陽光発電などの再生可能エネルギーを利用した分散型電源によるクリーン発電への期待が高まっている。また、図1に示すように需要家側に近いエリアでクリーンな太陽光発電等の分散型電源により電力を供給し、蓄電池やITを用いて需給バランスを制御しながら、電力会社の電力系統や地域内の電力機器と連動する新たな電力インフラの検討も始まった<sup>4)</sup>。このような地産地消する電力インフラは日本版スマートグリッドの一つであり、図2に経済産業省が発表しているスマートグリッドの全体像を示す<sup>5)</sup>。特に既存の電力会社の系統から独立して運転可能なオンサイト型電力供給システムについては、「マイクログリッド」と呼ばれている。

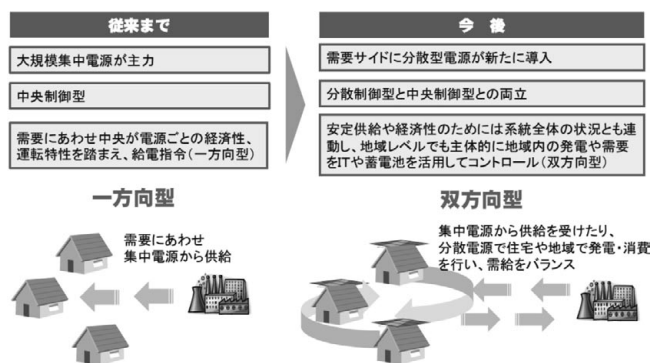


図1 電力インフラの変化<sup>4)</sup>

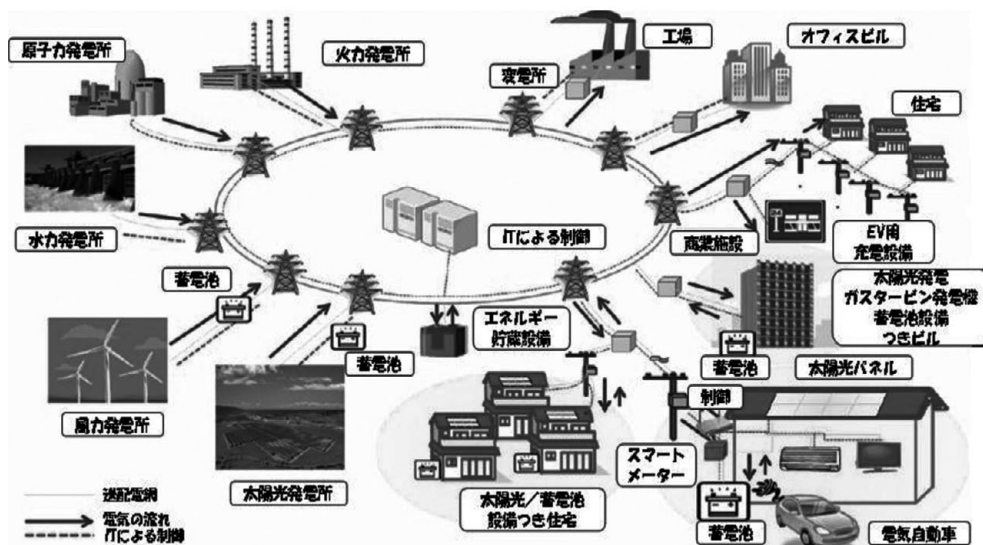


図2 日本版スマートグリッドの概念図<sup>5)</sup>

### 3. マイクログリッドの研究と実証検証例

#### 3.1 マイクログリッドの研究

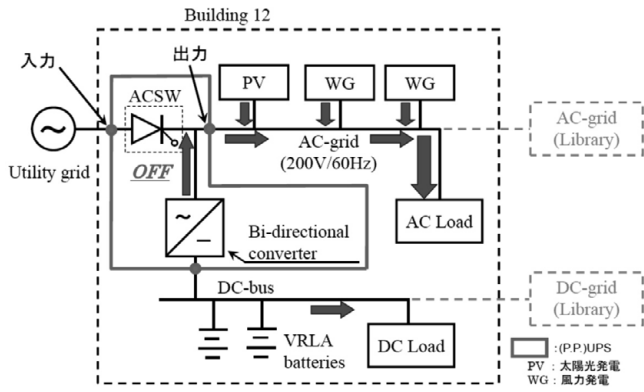
第2章で述べたように、電力供給システムをスマートグリッド化する構想が進んでおり、マイクログリッドのように電力を地産地消するオンサイト型電力供給システムの導入検討も始まっている。このようなオンサイト型の電力供給システムで必要となるのが電力の需給バランスを取る蓄電池や電力変換器などを応用するパワエレクトロニクス技術であり、当社は長年にわたるUPSやPCSなどの製品化を通じて、新たな電力供給システムで求められるパワエレクトロニクス技術を有している。また、電力供給システムそのものも様々な方式が考えられるが、当社は2006年～2010年まで愛知工業大学およびNTTファシリティーズとマイクログリッドに関する共同研究を進めてきており、同システムが当社の提案する新たな電力供給システムの原型となっている。図3に共同研究で進めてきたマイクログリッドシステムの構成および動作モード図を示す<sup>6)</sup>。太陽光発電(PV)や風力発電(WG)のような分散型電源により、直接、消費機器(交流負荷)へ電力供給される。そして分散型電源の発電変動や需要家側の消費変動は双方向電力変換器を介した蓄電池により制御される。また、商用システムとの連系点には、ACSWにより切り離しができるようになっており、オンサイトでも独立運転可能なマイクログリッドシステムとなっている。ACSWと双方向電力変換器は一体となっており、同じ構成を持つパラレルプロセッシングUPS(P.P.UPS)がベース機種となっている<sup>6)</sup>。

基本的な動作モードは、同図(c)に示すように通常時はACSWをOFFし商用システムと切り離された自立モードで動作する。発電量が消費量より多い場合は、双方向電力変換器を介して蓄電池に充電し、満充電になった場合は分散型電源を停止する。また、発電量が消費量より少ない場合は、電力を蓄電池から供給し、蓄電池が最低電圧に達すると系統連系モードへ無瞬断で移行する。系統連系モード時に停電があるとP.P.UPSの特性と同様にバックアップモード(自立モードと同じ状態)に無瞬断で移行する<sup>7)</sup>。

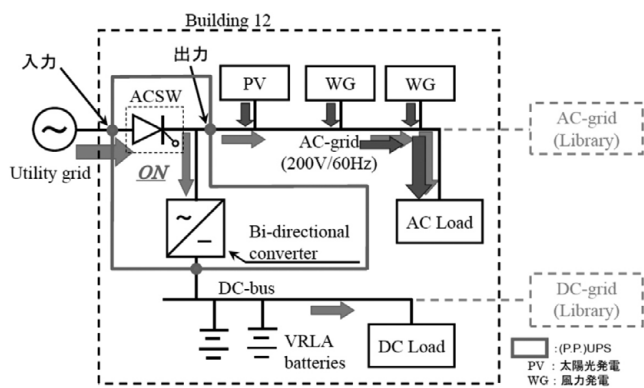
このように、ACSWと双方向変換器により、発電と消費の交流電力網(グリッド)を管理していることから当社ではACSWと双方向変換器が一体となった本装置のことを「グリッド管理装置」と呼んでいる。

図4に通常運転時の動作例を示す。昼間の時間帯は、太陽光発電や負荷に変動があっても蓄電池でバランスがとられ、商用システムに依存していない。夜間になると太陽光発電がなくなるため蓄電池の放電が増え、自動で系統連系モードに移行している。

商用システムに依存しない完全なるマイクログリッドで運用する場合は、さらに蓄電池を大型化する必要がある。しかし、現状では蓄電池が高価なため、完全な独立運転させるマイクログリッドよりも商用システムと共存した運転のほうがニーズは多いと考える。そこで、図4の動作例1とは別パターンで商用システムと共存しながら蓄電池を必要最小限(最適化)とする動作例を図5に示す。この運転は、系統連系モードで動作し、商用システムからの電力(グリッド管理装置の入力電力)をあらかじめ時間帯別で設定するか、もしくはグリッド管理装置の上位にEMS(Energy Management System)コントローラを設け、その指令値に基づいて運転することを想定している。商用システムから供給される電力をあらかじめ計画しておけば蓄電池への負担が軽減され、蓄電池の設置容量を最適化することができる。さらに、商用システム全体から見れば需要の計画が立てられ全体の負荷平準化に寄与することもできる。また、商用システムのインタフェースに着目してみるとマイクログリッド内の発電や消費変動は商用システムに影響を与えていないため、太陽光発電の大量導入による電力変動などで懸念されている系統周波数などの電力品質に悪影響を及ぼさない運転となっている。

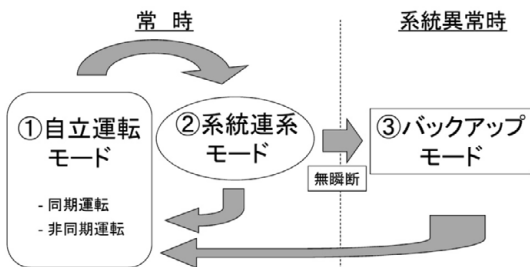


(a) 自立モード(通常時)



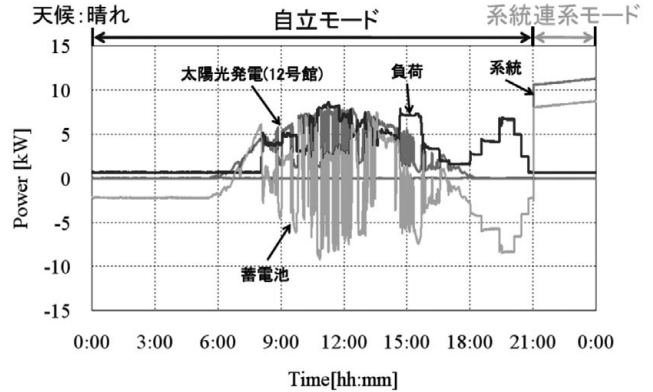
(b) 系統連系モード(通常時)

本システムの各運転モードは以下のとおり遷移



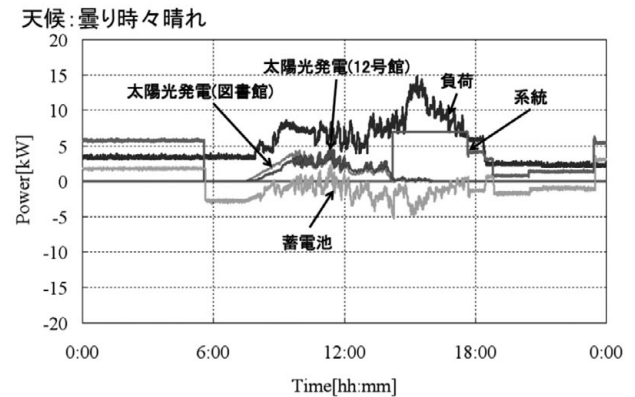
(c) 動作モード

図3 マイクログリッドの構成および動作モード図



・運用方法:分散型電源+蓄電池      ・充電回数1回

図4 動作例1



・運用方法:分散型電源+蓄電池+系統      ・充電回数0回

図5 動作例2

### 3.2 実証検証例

次に実際の設備で実証検証した例について紹介する。応用したアプリケーションは、電気自動車(EV)用の充電システムである。EVは、走行中はCO<sub>2</sub>排出ゼロであるが、火力発電を含む商用電源から充電を行って行けば、真のゼロエミッション車社会の実現ができない。そこで、太陽光発電を主体とした発電電力でEVへ充電させるゼロエミッション充電システムにグリッド管理装置を適応して実証検証を行った。図6に実証検証の構成図を示す。太陽光発電(40kW)、急速充電器(50kW)×3台、普通充電器(3.3kW)×14台、グリッド管理装置(200kW)、蓄電池(96kWh)、EVリーフ搭載蓄電池4台)で構成されている。グリッド管理装置を、図5の動作例2における入力電力を常にゼロとする制御で運転させることで、ゼロエミッション充電システムを達成した。本システムは、2011年7月から運用し、現在も問題なく運転を継続している。



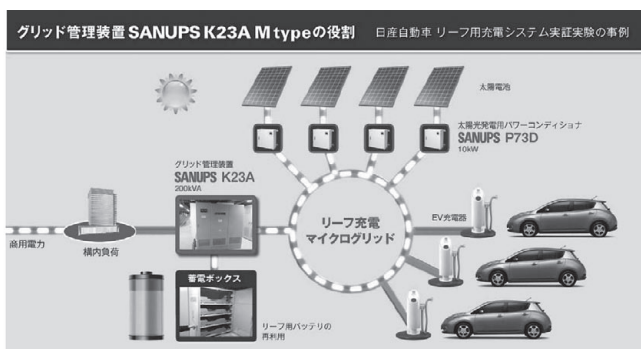


図6 実証検証の例



図9 ピークカット装置

#### 4. 「SANUPS K」シリーズのラインアップ

第3章の研究成果および実証検証からグリッド管理装置の有効性について良好な結果が得られた。また、これらの研究より得られた技術は、電力システムだけでなく、モータドライブシステムへも応用ができるものである。つまり、発電時の余剰電力を“再生電力”，不足時の電力を“力行電力”と置き換えることで、モータドライブシステムにおける再生電力を有効利用することができる。現在日本の電力使用量の約57%を占めるといわれるモータドライブシステムにおいても<sup>8)</sup>、新たな省エネルギー化製品の提案が可能となった。

そこで、当社は、蓄電デバイスを用いて電力を有効利用する装置を「SANUPS K」シリーズとし、以下のラインアップの製品化を行った。図7～図9に、それぞれの概観写真を示す。

- (1) グリッド管理装置「SANUPS K Mタイプ」
- (2) 再生電力補償装置「SANUPS K Rタイプ」
- (3) ピークカット装置「SANUPS K Pタイプ」

なお、蓄電デバイスについては、グリッド管理装置ではリチウムイオン電池を採用し、モータドライブシステムでは電力システムほどエネルギーを必要としないため電気二重層キャパシタ(EDLC)を採用している。



図7 グリッド管理装置

図8 再生電力補償装置

グリッド管理装置は、これまで述べてきた電力システム用に製品化したものであり、再生電力補償装置およびピークカット装置はモータドライブシステム用に開発した製品である。

再生電力補償装置は、モータドライブシステムから発生する再生電力を一旦EDLCに充電して、次の力行時に蓄えておいたEDLCの電力を放電することで、受電ピーク電力の低減および消費電力量の低減(省エネ化)を行う装置である。主なアプリケーションとしては、立体駐車場用モータドライブシステムに導入した事例がある。本装置は、図10(a)の交流出力タイプだけでなく、モータドライブ用インバータへ直接供給できるよう、図10(b)のように直流出力タイプも用意した。詳細については、文献1)および9)を参照されたい。

また、モータドライブの力行時に大電力が必要な場合、系統電圧に電圧フリッカと呼ばれる瞬低現象が発生し、照明のちらつき等の問題が発生することがある。ピークカット装置は、再生により蓄えた電力をピーク電力の発生する力行時に使用することで、系統電力を低減し、電圧フリッカを抑制することが主目的の装置である。本装置は、図10(b)の直流出力タイプをラインアップしている。主なアプリケーションとしては、サーボプレス用の電源に導入した事例がある。詳細については、文献2)および9)を参照されたい。

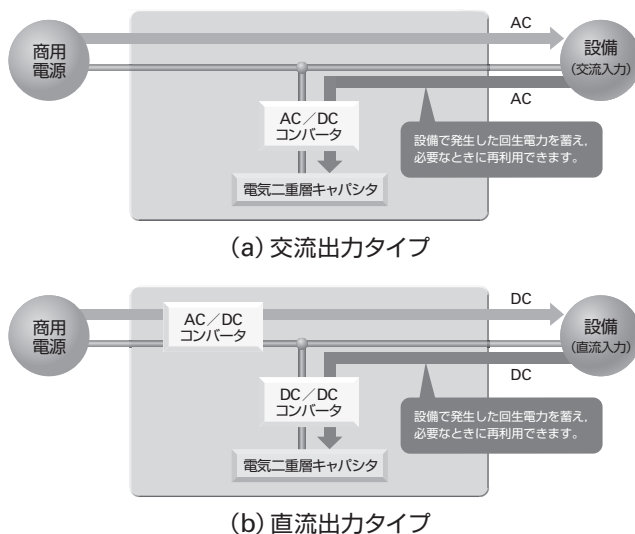


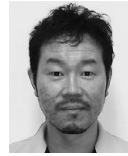
図10 モータドライブシステム用「SANUPS K」の構成

## 5. むすび

電力を有効利用できる新たな製品「SANUPS K」シリーズの製品開発経緯およびその技術について紹介した。いずれも、スマートグリッド社会や省エネ社会への貢献が期待される製品で、新たな市場へ展開していきたいと考える。

### 文献

- 1) 太田, 奥井, 中村, 高杉 : 「回生電力補償装置「SANUPS K23A(Rタイプ)」の開発」, 山洋電気テクニカルレポート No.33, pp20-28(2012).
- 2) 山崎, 奥井, 中村, 山口, 高杉 : 「ピークカット装置「SANUPS K33A」の開発」, 山洋電気テクニカルレポート No.32, pp25-28 (2011).
- 3) 経済産業省 資源エネルギー庁 : 「エネルギー白書(2011)」, 平成22年度エネルギーに関する年次報告, 第2部エネルギー動向. p.116(2011).
- 4) 経済産業省 資源エネルギー庁 : 「本格化するスマートコミュニティー実証を通じて見えてきたもの」, 次世代エネルギー・社会システム協議会, 第13回配布資料2-2, p.6(2011).
- 5) 経済産業省 産業技術環境局 : 「次世代エネルギーシステムに係わる国際標準化に向けて」, 次世代エネルギーシステムに係わる国際標準化に関する研究会, 公表資料, p.2(2010)
- 6) 奥井ほか : 「分散型電源導入系統におけるパラレルプロセッシング方式を用いた給電システム」, 電学論B, Vol.129, No.11, pp1349-1356 (2209).
- 7) Y.Okui, S.ohta, N. Nakamura, H.Hirata and M. Yanagisawa, "Development of Line Interactive type UPS using a Novel Control System", Proceedings of IEEE International Telecommunications Energy Conference (INTELEC '03), pp.796-801, 2003.
- 8) 富士経済 : 「電力使用機器の消費電力量に関する現状と近未来の動向調査」, 調査報告書, No.110812206(2009).
- 9) 柳沢 : 「お客様の成功に貢献する電力制御技術」, 山洋電気テクニカルレポート No.32, pp5-10(2011).



### 奥井 芳明

1992年入社

パワーシステム事業部 設計第1部

博士(工学)

無停電電源装置など電力変換機の開発・設計に従事。