

# グリッド管理装置 「SANUPS K23A (Mタイプ)」の製品開発

降幡 賢

Satoshi Furihata

奥井 芳明

Yoshiaki Okui

和田 有司

Yuuji Wada

山崎 正人

Masato Yamazaki

中村 直哉

Naoya Nakamura

太田 拓弥

Takuya Ota

立山 智司

Satoshi Tateyama

## 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ため、スマートグリッドなどの新しい電力インフラの検討が進んでいる。しかし、そのニーズに応えられる電力変換装置は非常に少ない。

当社では、これまで培われてきたパワーエレクトロニクス技術を駆使し、太陽光発電などの再生可能エネルギーによる分散型電源の電力と商用系統の電力を、蓄電池を用いてバランスよくコントロールして効率よく利用できる、グリッド管理装置「SANUPS K23A (Mタイプ)」を開発した。

本稿ではその特長について説明する。

## 2. 開発の背景<sup>1)</sup>

現在、日本の電力システムは電力会社による大規模集中電源により発電された電力が需要家端まで管理されて供給されている。その電力の需給バランスは、中央給電指令所で電圧、周波数、電力量などを監視することで、需給が一致するよう発電設備の稼働率を制御している。2011年3月11日に発生した東日本大震災以降、このような電力供給システムにおいて、次のような問題点が指摘されるようになった。大規模集中電源では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。また、原子力発電の危険性が問題視され、火力発電はCO<sub>2</sub>の排出問題も懸念される。このため、再生可能エネルギーを使用した分散型電源によるクリーンな発電への期待が大きくなっている。このような状況の中で図1に示すような需要家側に近いローカルエリアにおける分散型電源を使用した電力供給システムが注目されている。

しかし、再生可能エネルギーを使用した分散型電源が配電系に大量導入された場合、商用系統に悪影響を及ぼす可能性が懸念されている。再生可能エネルギーは自然環境に大きく左右されるため、気象状況による出力変動や分散型電源の一斉脱落といった事故により、電力品質の維持が困難となる可能性がある。これに対応するために、蓄電池やITを用いて需給バランスの制御を行いながら、電力会社とローカルエリア内の各々の電力供給システムが協調する無駄がなく効率のよいシステム、「スマートグリッド」の必要性が高まっている<sup>2)3)</sup>。

このような状況の中、パラレルプロセッシングUPS (P.P.UPS) である「SANUPS E23A」をベースとし、本グリッド管理装置の開発を進めることとした<sup>4)</sup>。

本装置は、ローカルエリアにおける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、当社では本装置を“グリッド管理装置”と呼んでいる。

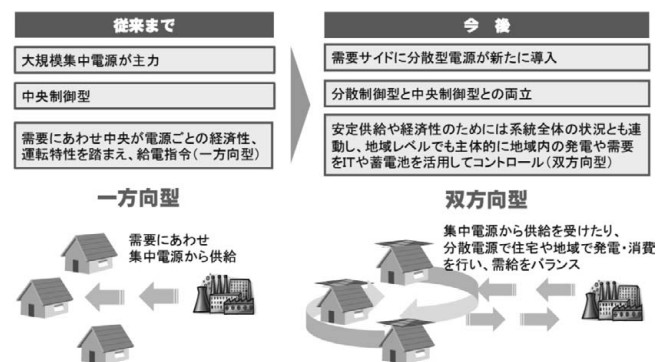


図1 電力インフラの変化<sup>2)</sup>

## 3. 基本構成と動作概念

図2にグリッド管理装置の基本回路構成を示す。本装置は、商用電力系統と電力消費機器との母線の間に直列に接続されたACSW、商用電力系統と並列に接続された双方向インバータを介した蓄電池、装置の出力に接続された分散型電源により構成されている。グリッド管理装置は、分散型電源と、ビルや工場などの電力消費のあるローカルエリアへの電力供給を管理することができる。

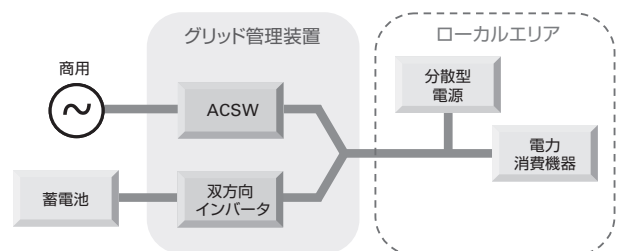


図2 グリッド管理装置の基本回路構成

グリッド管理装置は主に、系統連系モードと、自立モードの2つの動作モードで運転を行い、商用系統異常時は無瞬断でローカルエリアと商用系統を切り離し、電力消費機器へ電力を供給するバックアップモードで運転を行う。

系統連系モードは、図3に示すように商用系統と連系して動作するモードである。ローカルエリアでは分散型電源の発電変動や電力消費機器の消費変動があり、需給変動が生じている。このモードでは、商用系統と連系することで、商用電源と蓄電池によりローカルエリア内の需給変動を抑制している。さらに商用電源を使うことで、蓄電池の充放電量を制御でき、蓄電池を小型化できる。このように、商用系統と蓄電池の2種類の電力源により、ローカルエリア内および商用系統とローカルエリア間の需給バランスのコントロールを行うことができる。

自立モードは、図4に示すようにローカルエリアと商用系統を切り離し、ローカルエリアにてグリッド管理装置が自立運転を行うモードである。このモードでは蓄電池のみでローカルエリア内の需給バランスをとるため、系統連系モードよりも大きな蓄電池が必要となる。しかし、蓄電池を大型化することで、商用系統と独立したローカルエリアを長期間維持することができるため、災害などの非常時に有効である。

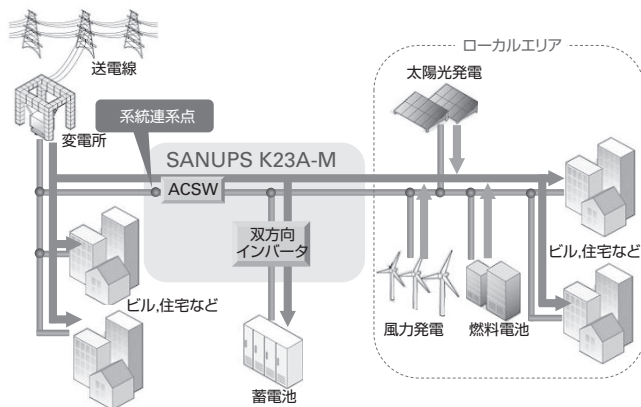


図3 システム連系モード

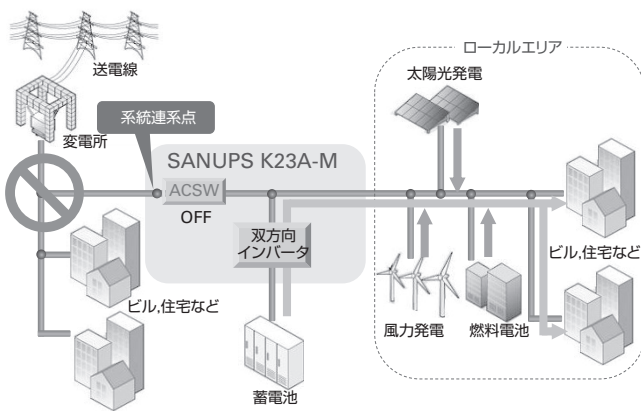


図4 自立モード

## 4. 基本動作モード

図5に動作モードの遷移を示す。

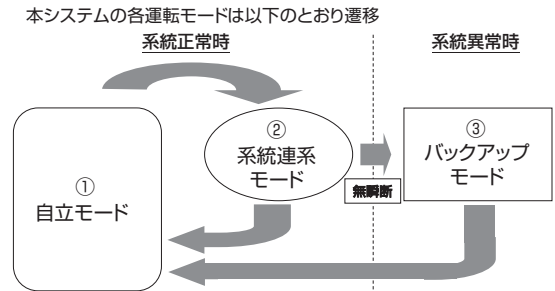


図5 動作モード遷移

以下に装置の動作モードについて詳細を紹介する。

### 4.1 システム連系モード

系統連系モードでは、あらかじめ商用系統からの最大受電電力を設定し、グリッド管理装置は受電電力が設定値以内となるように運転を行う。この設定値は、商用系統からの受電電力のピークを抑制できることから、ピークカット設定値と呼ぶ。ピークカット設定値はあらかじめ時間別に決定することができる。ローカルエリア外の時間別消費電力見合いでピークカット値を設定することで、ローカルエリア外全体の受電電力の計画ができ、商用系統全体からみた負荷平準化に寄与できる。また、時間別にピークカット値が設定できるため、必要以上のピークカット値を設定する必要が無く、蓄電池への負担が軽減できる。系統連系モードの動作パターンを以下に示す。

#### 4.1.1 分散型電源の発電電力<消費電力

ローカルエリア内において分散型電源の発電量が消費電力より小さい場合について、以下の3パターンがある。

(1) ローカルエリア不足電力 ≤ ピークカット設定値

ローカルエリア不足電力 (消費電力から分散型電源の発電電力を差し引いた電力) がピークカット設定値以下の場合のグリッド管理装置の給電状態を図6に示す。この状態では、ローカルエリアでの不足電力は商用系統から供給され、電力消費機器へは分散型電源と商用系統から電力が供給される。この時、蓄電池からの放電は行わない。

(2) ローカルエリア不足電力 > ピークカット設定値

ローカルエリア不足電力がピークカット設定値より大きい場合のグリッド管理装置の給電状態を図7に示す。この状態では、電力消費機器へは分散型電源と商用系統および蓄電池から電力が供給される。ローカルエリア不足電力の一部は商用系統から供給されるが、消費電力や分散型電源の発電電力パターンなど、現地の使用状況に応じて設定されたピークカット設定値によって商用系統からの受電電力は制限される。この時、残りのローカルエリア不足電力分は蓄電池から放電することにより補う。なお、放電により蓄電池が運用下限電圧に達した場合にグリッド管理装置は、あらかじめ設定しておいた電池容量まで自

動で蓄電池の充電を行うパターンと、分散型電源による充電が行われるまでインバータを停止させ、蓄電池の充電を行わないパターンが選択できる。蓄電池が運用下限電圧に達した場合は、これら2つのパターンから使用用途に応じた運用ができる。

### (3) 蓄電池への充電

充電開始時刻をあらかじめ設定することで、設定時刻に自動で蓄電池へ充電を行うことができる。この時の給電状態を図8に示す。

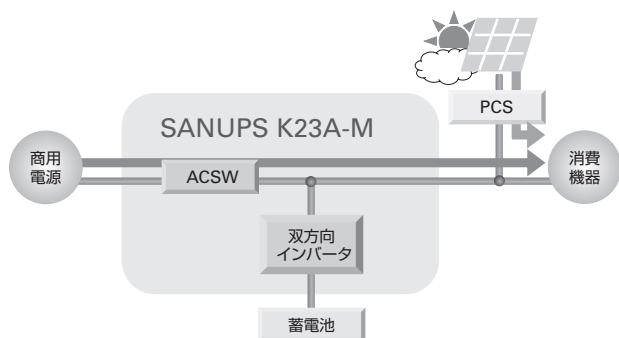


図6 ローカルエリア不足電力 $\leq$ ピークカット設定値

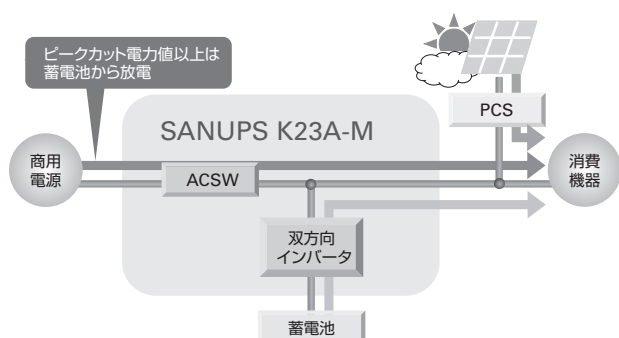


図7 ローカルエリア不足電力 $>$ ピークカット設定値

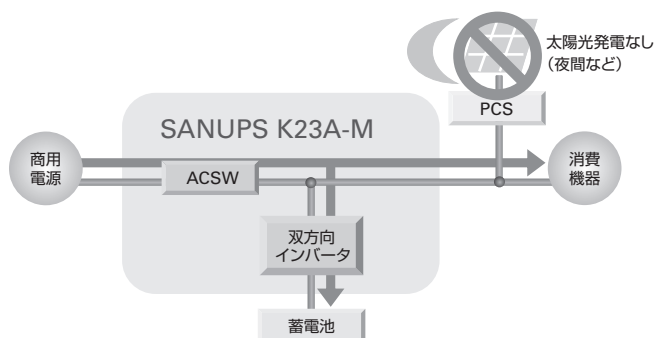


図8 商用系統による充電

#### 4.1.2 分散型電源の発電電力 $>$ 消費電力

ローカルエリア内において、分散型電源の発電量が消費電力より大きい場合のグリッド管理装置の給電状態を図9に示す。この状態では、電力消費機器へは、分散型電源から電力が供給され、電力消費機器で消費しきれない余剰電力は蓄電池へ充電さ

れる。なお、充電により蓄電池が運用上限電圧に達した場合にグリッド管理装置は、インバータを停止させ余剰電力を系統へ逆潮させるパターンと、分散型電源を停止させるパターンが選択できる。蓄電池が運用上限電圧に達した場合は、これら2つのパターンから使用用途に応じた運用ができる。

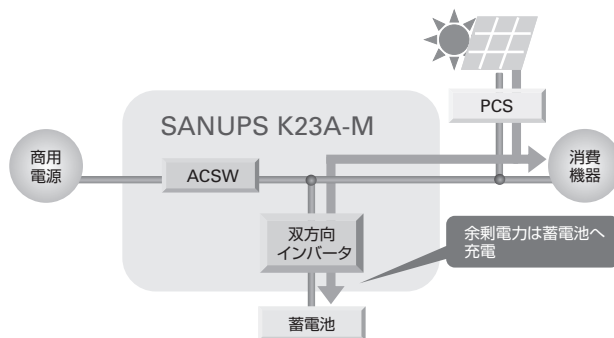


図9 分散型電源による充電

## 4.2 自立モード

系統連系モード中に外部入力により ACSW の OFF 指令を受けると、ACSW を無瞬断で OFF し、商用系統とローカルエリアを切り離し自立モードで運転を行う。このモードでは商用系統とグリッド管理装置が完全に独立しているため、商用系統に依存しない運転ができ、商用系統災害時においてもローカルエリアでは電力が確保できる。したがって、このモードは BCP (Business Continuity Plan) にも有効な運転モードとなる。

自立モードの給電状態を図10に示す。

### 4.2.1 分散型電源の発電電力 $<$ 消費電力

ローカルエリア内において、分散型電源の発電量が消費電力より小さい場合、電力消費機器へは分散型電源と蓄電池から電力が供給される。

災害時などの長期停電の際、分散型電源による発電が見込めなく、蓄電池が運用下限電圧に達した場合にグリッド管理装置はインバータを停止させ、電力損失の少ない待機状態となる。この状態で分散型電源からの発電が見込める状態となった場合、外部からの信号により、グリッド管理装置は再度インバータを始動させ、分散型電源の電力を使用して蓄電池への充電および電力消費機器への電力供給を行う。

### 4.2.2 分散型電源の発電電力 $>$ 消費電力

ローカルエリア内において、分散型電源の発電量が消費電力より大きい場合、電力消費機器へは、分散型電源から直接電力が供給され、電力消費機器で消費しきれない余剰電力は蓄電池へ充電される。なお、充電により蓄電池が運用上限電圧に達した場合にグリッド管理装置は分散型電源を停止させる。

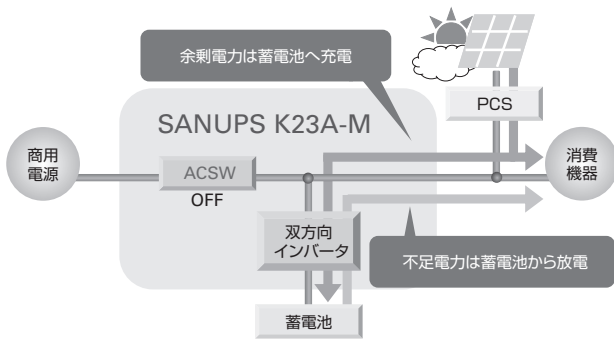


図10 自立モード

### 4.3 バックアップモード

系統連系モード時に商用系統に異常が発生すると4.2節の動作と同様に、ACSWを無瞬断でOFFすることにより、商用系統とローカルエリアを切り離し、自立モードへ移行する。

## 5. 特長と運用例

以下に、装置の特長と運用例をまとめる。

### 5.1 特長

#### 5.1.1 ピーク電力の抑制

あらかじめ1日の時間帯別ピークカット設定値を設定することで、商用系統からの受電電力のピーク抑制ができる。また、分散型電源の余剰電力や商用系統の夜間電力を蓄電池へ充電し、消費電力の多い時間帯に放電することにより1日の受電電力を平準化することができる。

#### 5.1.2 スケジュール充電

主に、商用系統の電力を使用して蓄電池を充電する場合は、あらかじめ充電開始時刻を設定することで、設定時刻に自動で蓄電池へ充電を行うことができる。

#### 5.1.3 ピークシフト

5.1.2項のスケジュール充電より、消費電力の少ない時間帯に蓄電池を充電し、5.1.1項により、消費電力が多い時間帯に蓄電池を放電し、商用系統からのピーク電力を抑制することで電力のピークシフトができる。

#### 5.1.4 商用系統の電力品質を維持

分散型電源の発電変動や電力消費機器の消費変動は、蓄電池の充放電を行うことによりバランスを取ることができるため、商用系統に影響を与えることはない。このため、再生可能エネルギー発電の大量導入により懸念されている系統の安定化問題を解消できる。

#### 5.1.5 自立運転機能

外部接点信号により、ACSWを任意にOFFし、商用系統とローカルエリアを切り離した自立運転ができる。自立運転は、

分散型電源と蓄電池のみで運転を継続することができるので、災害時などの防災型電源としても非常に有効である。

#### 5.1.6 非常起動

災害時などの長期停電の際、分散型電源による発電が少なく、蓄電池が運用下限電圧に達した場合、グリッド管理装置はインバータを停止して、電力損失の少ない待機状態となる。この状態で分散型電源による発電が見込める場合には、外部からの信号により再度インバータを始動して、分散型電源の電力を使用して蓄電池への充電および電力消費機器への電力供給を行うことができる。

#### 5.1.7 無瞬断切替え

商用系統異常時は、ACSWを無瞬断でOFFすることにより、商用系統とローカルエリアを切り離し、電力消費機器へ電力の供給を継続することができる。また、商用系統異常復帰後は、自動で系統連系モードへ移行する。

### 5.2 運用例

図11に装置運用の一例として、日中の受電電力のピークを抑制した場合の1日の電力推移を示す。

消費電力が少ない夜間に、スケジュール充電機能により蓄電池へ充電を行う。そして、あらかじめ設定しておいたピークカット設定値に従い商用系統からの受電電力を制限した運転を行うことで、日中のピーク電力の抑制ができ、1日の使用電力を平準化することができる。さらに、契約電力料金を削減できる。

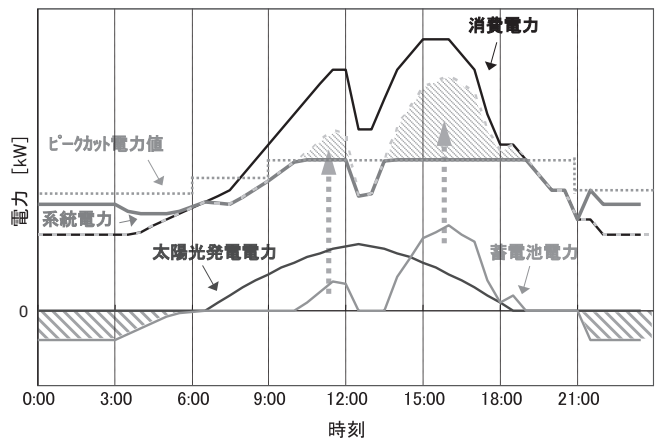


図11 運用例

## 6. 概略仕様

表1に標準仕様を示す。また、図12に今回開発した「SANUPS K23A (Mタイプ)」の定格出力容量20kWの外観写真を示す。

ラインアップとして、20kW、50kW、100kWを揃え、BEMS (Building and Energy Management System) 用をターゲットとしている。また、オプションとして入出力盤があり、入力、出力、蓄電池の使用電力等が目視できるよう電力メータが搭載さ

れている。

蓄電池はリチウムイオンバッテリーを標準仕様とすることにより、大電流での充放電や長期間の使用を実現した。



図 12 「SANUPS K23A (M タイプ)」20kW の外観

## 7. むすび

本稿では、再生可能エネルギーによる分散型電源の電力と商用系統の電力をバランスよくコントロールして効率よく利用できる装置「SANUPS K23A (M タイプ)」の製品概要について紹介した。

本製品は、スマートグリッド社会への貢献が期待される製品であり、新たな電力インフラ市場へ展開していきたいと考えている。

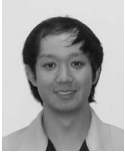
なお、グリッド管理装置は2006年～2010年まで愛知工業大学およびNTTファシリティーズとのマイクログリッドに関する共同研究に基づくものであり、多くの関係者からの協力と助言を得られたことに感謝する次第である。

### 文献

- 1) 奥井：「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」、山洋電気テクニカルレポート No.34, pp.7-11 (2012)
- 2) 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～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)
- 3) 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～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2-1, p.2 (2011)
- 4) 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)

表 1 標準仕様

項目	型名	K23A203M	K23A503M	K23A104M
定格出力容量		20kW	50kW	100kW
交流入力	相数・線数	三相3線		
	定格電圧	AC200V		
	定格周波数	50 / 60Hz		
交流出力	相数・線数	三相3線		
	定格電圧	AC200V		
	電圧精度	± 2% 以内 (蓄電池運転時)		
	定格周波数	50 / 60Hz		
	周波数精度	± 0.1% 以内 (蓄電池運転時)		
	負荷力率	1.0 変動範囲：0.7 ~ 1.0 (遅れ)		
装置寸法・重量 (幅×奥行き×高さ)		500×700×1400 240kg	500×700×1650 350kg	750×800×1825 600kg



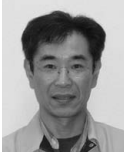
**降幡 賢**

2010年入社  
パワーシステム事業部 設計第一部  
無停電電源装置の開発・設計に従事。



**奥井 芳明**

1992年入社  
パワーシステム事業部 設計第一部  
博士(工学)  
無停電電源装置など電力変換器の開発・設計に従事。



**和田 有司**

1988年入社  
パワーシステム事業部 設計第一部  
無停電電源装置など電力変換器の開発・設計に従事。



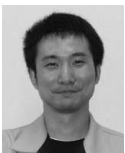
**山崎 正人**

1991年入社  
パワーシステム事業部 設計第一部  
無停電電源装置の開発・設計に従事。



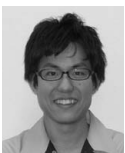
**中村 直哉**

1998年入社  
パワーシステム事業部 設計第一部  
無停電電源装置の開発・設計に従事。



**太田 拓弥**

2009年入社  
パワーシステム事業部 設計第一部  
無停電電源装置の開発・設計に従事。



**立山 智司**

2012年入社  
パワーシステム事業部 設計第一部  
無停電電源装置の開発・設計に従事。