

# 「SANUPS K23A Mタイプ 上位通信機能対応」の開発

太田 拓弥

Takuya Ota

和田 有司

Yuuji Wada

山崎 正人

Masato Yamazaki

中村 直哉

Naoya Nakamura

降幡 賢

Satoshi Furihata

立山 智司

Satoshi Tateyama

## 1. まえがき

東日本大震災以降、環境問題への関心がさらに高まっている。電力供給への不安から太陽光発電などの再生可能な自然エネルギーの導入が進むが、天候などに左右される不安定な発電であるため、電力系統への影響が懸念されている。そのため、日本の電力供給システムでは、更なる省エネルギー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。<sup>\*1</sup>

スマートグリッドの電力供給システムでは、ビルまたは工場全体をBEMS (Building Energy Management System)、FEMS (Factory Energy Management System) といった上位装置 (EMS : Energy Management System) でエネルギー管理をしている場合が多く、EMSと各種情報のやり取りを行える通信機能を持った電力供給システム、またはシステム機器の要求が増加している。

このような市場要求に応えるために、グリッド管理装置「SANUPS K23A Mタイプ 上位通信機能対応」を開発した。本稿ではその特長について説明する。

## 2. 開発背景

当社では従来から、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」を製品化し販売してきた。

<sup>\*2-3</sup>

その中で、EMSからの通信によるグリッド管理装置の動作モード切替えや、電力情報の管理を行いたいという要望があったが、グリッド管理装置には、EMSとの通信ポートがなく、接点信号での最低限の動作モード切替えに対応しているのみであった。

そのため、EMSとの通信機能に対応した、グリッド管理装置「SANUPS K23A Mタイプ 上位通信機能対応」を開発した。

新たに開発した通信仕様は、一般的なプロトコルとして、計測器や、電力メータなどで広く採用されている「RS-485 (Modbus プロトコル)」とした。

## 3. 動作モード

### 3.1 グリッド管理装置の基本構成

図1にグリッド管理装置の基本構成を示す。本装置は、商用系統と電力消費機器との母線の中に、直列に接続された交流スイッチ (以下 ACSW という)、商用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により構成されており、グリッド管理装置の出力側 (ローカルエリア) に、電力消費機器、太陽光発電用パワーコンディショナ等の分散型電源を接続することで、安定的な電力供給システムとすることができる。

グリッド管理装置は、ローカルエリア内における分散型電源の急峻な発電電力変動や、電力消費機器の負荷変動による電力変動を、蓄電池への充放電を行うことにより抑制することができる。

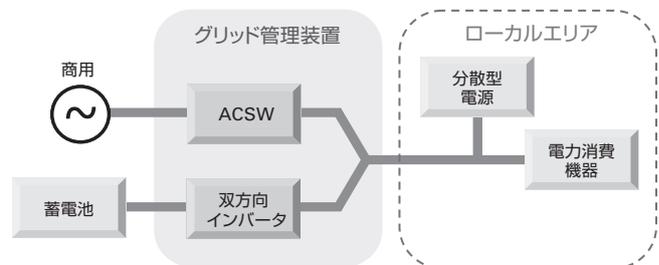


図1 グリッド管理装置の基本構成

### 3.2 グリッド管理装置の動作モード

グリッド管理装置の動作モードには、以下の5つがある。グリッド管理装置は、EMSからの動作モード切替え指令や、接点信号、商用系統停電の有無などにより、各動作モードを切替えている。

- (1) ピークカットモード
- (2) 充電モード
- (3) 自立運転モード
- (4) 待機モード
- (5) 停電時の動作

### 3.2.1 ピークカットモード

ピークカットモードとは、ローカルエリア内の電力変動を、蓄電池への充放電を行うことにより抑制し、商用電力の平準化に寄与することができるモードである。

ピークカットモードは、グリッド管理装置の基本モードとなっており、他の動作モードの条件を満たさない場合に移行する。ピークカットモードの動作は、ローカルエリア内において、分散型電源の発電量と消費電力の条件により、以下の3パターンがある。

(1) ローカルエリア内の不足電力 $\leq$ ピークカット設定値

図2にローカルエリア内の不足電力が、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。

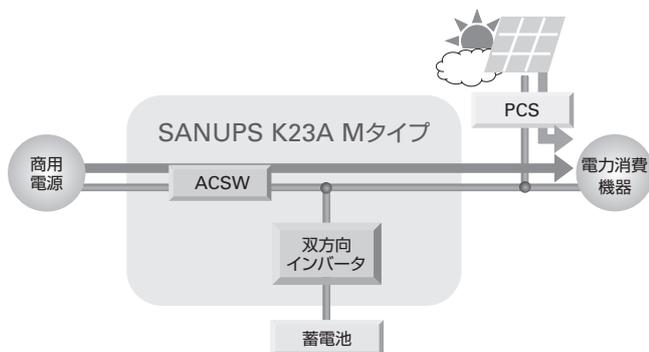


図2 ローカルエリア内の不足電力 $\leq$ ピークカット設定値

(2) ローカルエリア内の不足電力 $>$ ピークカット設定値

図3にローカルエリア内の不足電力が、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示す。この状態では、ローカルエリアでの不足電力の一部は、商用系統から供給され、ピークカット設定値の電力量に、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。

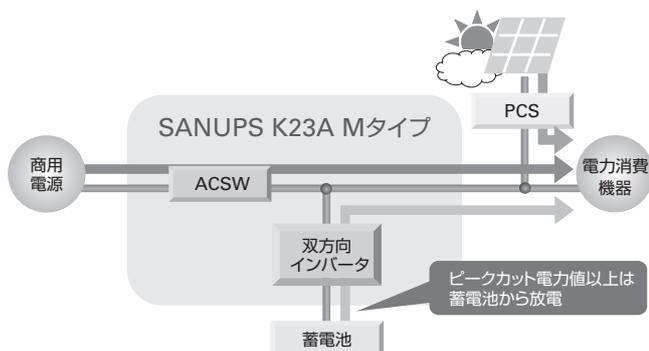


図3 ローカルエリア内の不足電力 $>$ ピークカット設定値

(3) ローカルエリア内に余剰電力がある場合

図4にローカルエリア内に余剰電力がある場合のグリッド管理装置の給電状態を示す。

この状態では、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。

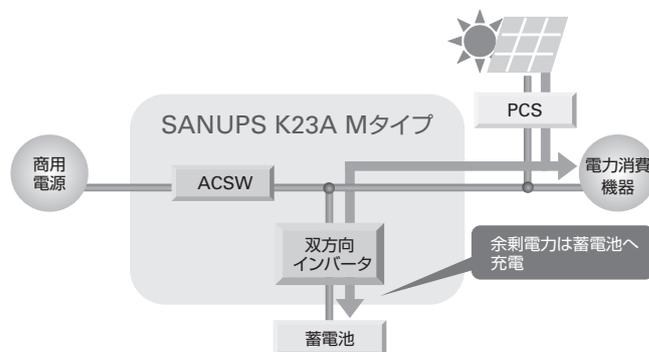


図4 ローカルエリア内に余剰電力がある場合

### 3.2.2 充電モード

充電モードとは、夜間などの分散型電源からの発電が見込めない場合に、商用系統から蓄電池に充電を行うモードである。充電モードへの移行は、以下の3つの条件がある。

- (1) 外部 (EMS 等) から充電モード指令を受け取る。
- (2) スケジュール充電機能にて設定された充電開始時刻になる。
- (3) ピークカットモード中に、放電により蓄電池の蓄電池容量 (SOC : State Of Charge) がSOC下限値以下となる。

いずれかの条件により、グリッド管理装置は充電モードで動作を行い、蓄電池のSOCが、あらかじめ設定しておいた充電停止SOCまで、自動で蓄電池の充電を行う。この時の給電状態を図5に示す。

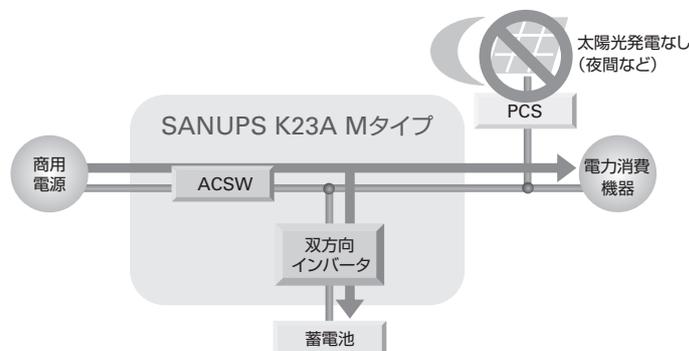


図5 充電モード

### 3.2.3 自立運転モード

自立運転モードとは、ACSWをOFFし、無瞬断でグリッド管理装置がインバータ運転に切替わることで、グリッド管理装置が商用系統から独立した状態で運転を行うモードである。

自立運転モードへは、EMS等より自立運転モード指令を受け取ることで移行する。自立運転モードは、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。この時の給電状態を図6に示す。

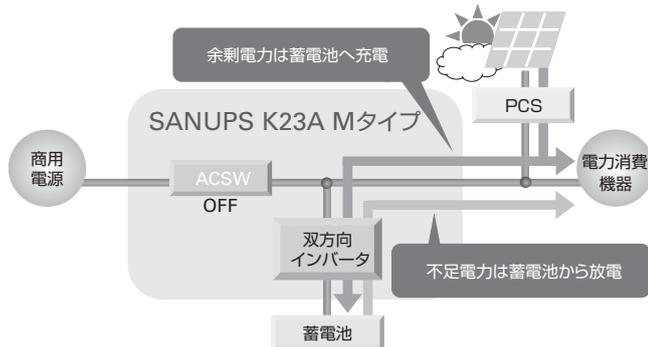


図6 自立運転モード

### 3.2.4 待機モード

待機モードとは、双方向インバータを停止し、蓄電池を切り離すことで、蓄電池の充放電を行わないモードである。

待機モードへは、EMS等より待機モード指令を受け取ることで移行する。待機モードは、双方向インバータを停止しているため、他のモードに比べ、グリッド管理装置の消費電力量が小さくなる。この時の給電状態を図7に示す。

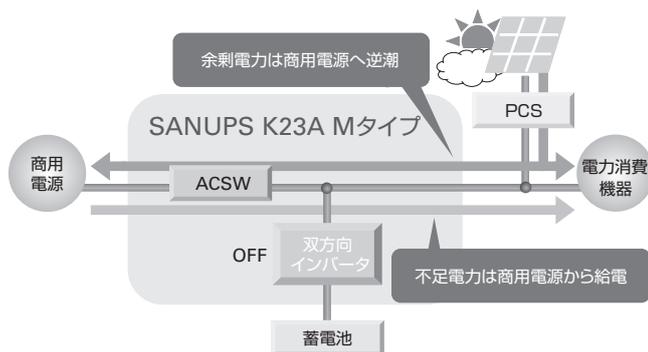


図7 待機モード

### 3.2.5 停電時の動作

グリッド管理装置は、ピークカットモード時、または充電モード時に、商用系統に停電が発生した場合には、3.2.3項の動作と同様に、ACSWをOFFし、無瞬断でグリッド管理装置がインバータ運転に切替わることで、商用系統とローカルエリアを切り離し、商用系統から独立して運転を継続することができる。

## 4. EMS との通信内容と運用例

今回、開発を行った通信機能の拡充内容は、RS-485によるModbus通信プロトコル (RTUモード) を用いている。以下にEMSとグリッド管理装置との通信データの内容を示す。

### 4.1 計測データ

表1にEMSとグリッド管理装置間で通信を行っている、装置計測データ、蓄電池情報の一例を示す。

EMSでグリッド管理装置の「装置計測」、蓄電池の「蓄電池情報」を受け取り、管理を行うことで、グリッド管理装置の状態を判断しながら、動作モード切替え指令を送ることができる。

表1 計測データの一例

計測データ	情報内容	単位
装置計測	交流入力電圧	V
	交流出力電圧	V
	交流入力電流	A
	交流出力電流	A
	直流電圧	V
	直流電流	A
	直流電力	kW
	交流入力周波数	Hz
	交流出力周波数	Hz
蓄電池情報	蓄電池電圧	V
	蓄電池電流	A
	蓄電池SOC	%

### 4.2 装置状態情報

EMSが受信することができる装置状態情報は、グリッド管理装置の「動作モード」、グリッド管理装置と蓄電池の「故障情報」となっている。

### 4.3 各設定値情報

EMSから変更できる設定値情報は、「SOC設定値」、「ピークカット設定値」、「スケジュール充電設定」などとなっている。

これらの設定情報をリアルタイムで変更することにより、電力消費機器の状態やグリッド管理装置の状態に合わせた、より細かな電力制御を行うことができる。

#### 4.3.1 SOC設定値について

EMSで設定できる「SOC設定値」は、SOC下限値、SOC上限値、充電停止SOCとなっている。図8に蓄電池のSOC範囲とグリッド管理装置の動作イメージ図を示す。

蓄電池のSOCが、SOC下限値以下となった場合の動作は、以下の2つのパターンから選択できる。

- (1) ピークカットモードを継続したまま、蓄電池からの放電を停止し、商用系統、または分散型電源から電力消費機器へ電力供給を行う。
- (2) 蓄電池からの放電を停止し、自動で充電モードに切り替わり、充電停止SOCまで蓄電池の充電を行う。

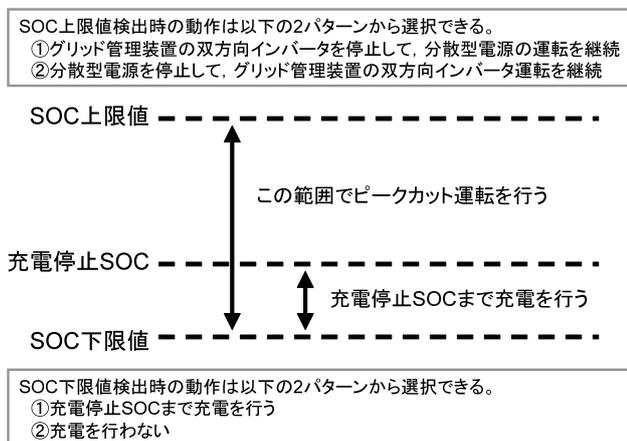


図8 SOC範囲と動作イメージ図

また、蓄電池のSOCが、SOC上限値以上となった場合の動作は、以下の2つのパターンから選択できる。

- (1) グリッド管理装置の双方向インバータを停止し、蓄電池を切り離すことで、蓄電池への充電を止める。  
この時、分散型電源からの余剰電力は商用系統側へ逆潮流するため、分散型電源の発電電力は有効に利用できる。
- (2) グリッド管理装置から分散型電源へ、停止信号を出力して分散型電源を停止させることで、余剰電力の充電を止める。  
この時、グリッド管理装置の双方向インバータは運転を継続しているため、停電が発生しても無瞬断で電力消費機器への電力供給が可能である。

#### 4.3.2 ピークカット設定値について

EMSで設定できる「ピークカット設定値」は、装置容量に対する割合(%)で設定する。表2に、装置容量に対するピークカット設定値とピークカット開始電力の一例を示す。

表2 ピークカット開始電力の一例

装置容量	ピークカット設定値	ピークカット開始電力
20kW	30%	6kW
50kW	30%	15kW
100kW	30%	30kW

#### 4.3.3 スケジュール充電設定について

EMSで設定できる「スケジュール充電設定」は、あらかじめ充電スケジュールによって設定された時間に、商用系統からの電力を蓄電池に充電する機能となる。

スケジュール設定は、充電開始時間、何日毎に1回充電するかの間隔を設定できる。

#### 4.4 EMSからの動作モード切替え指令

EMSからグリッド管理装置へ、動作モード切替え指令を送信することができる。EMSから送信する動作モード切替え指令で、グリッド管理装置は4つのモードに移行する。

以下に、各モードの動作を記す。

##### 4.4.1 ピークカットモード

グリッド管理装置は、EMSから他の動作モード切替え指令が送信されていない場合、ピークカットモードに移行する。ピークカットモードでは、現状の系統受電電力、負荷設備電力、蓄電池のSOCなどにより、リアルタイムに「ピークカット設定値」の調整を行うことができる。

##### 4.4.2 充電モード

グリッド管理装置は、EMSから充電モード指令を受け取った場合、充電モードに移行する。充電モードでは、設定した充電電流で、商用系統から蓄電池に充電することができる。

##### 4.4.3 自立運転モード

グリッド管理装置は、EMSから自立運転モード指令を受け取った場合、自立運転モードに移行する。自立運転モードでは、商用系統から切り離された独立運転状態となる。

##### 4.4.4 待機モード

グリッド管理装置は、EMSから待機モード指令を受け取った場合、待機モードに移行する。待機モードでは、双方向インバータを停止した待機状態（低電力状態）となる。

#### 4.5 EMS導入によるメリット

図9にEMSを用いたグリッド管理装置の運用例として、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。

運用例では、消費電力が少ない夜間に、蓄電池へ充電を行っている。そして、日中の負荷設備電力が大きい時間帯に、ピークカット設定値を変更して、商用系統からの系統受電電力を制限することで、日中のピーク電力の抑制を行っている。これにより、1日の使用電力を平準化することができ、さらに、契約電力料金を削減できる。

EMSを用いることで、蓄電池のSOCなどの状況を見て「ピークカット設定値」を変更するなど、より細かな電力制御ができ、更なる省エネルギー化や電力の安定供給を図ることができる。

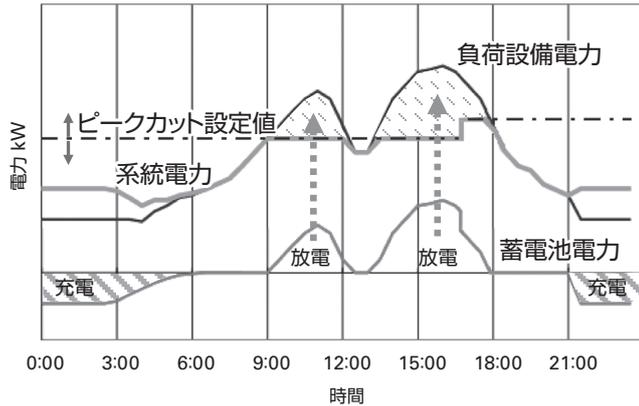


図9 EMSを用いたグリッド管理装置の運用例

## 5. むすび

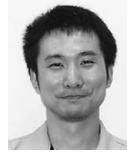
本稿では、再生可能エネルギーによる分散型電源の電力と商用系統の電力をバランスよくコントロールして効率よく利用できるグリッド管理装置に、RS-485 (Modbusプロトコル)によるEMSとの通信機能を追加した、「SANUPS K23A Mタイプ 上位通信機能対応」の製品概要について紹介した。

本製品は、スマートグリッド社会において、更なる省エネルギー化や電力の安定供給への貢献が期待される製品であり、EMSとの通信に対応したことで、今後さらなるスマートグリッドの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る。今回、この共同研究をベースに、本装置をよりいっそうスマートグリッドに対応できるように、その機能を高めることができた。ここに関係者に感謝する次第である。

### 文献

- ※1 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)
- ※2 降幡ほか：「グリッド管理装置「SANUPS K23A (Mタイプ)」の製品開発」, 山洋電気テクニカルレポート No.35, p17-22 (2013)
- ※3 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, p1349-1356 (2009)



### 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。



### 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。



### 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。



### 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。