

出力制御機能付 太陽光発電システム用パワーコンディショナ「SANUPS P61B」シリーズ機能拡張の開発

北澤 誠

Makoto Kitazawa

永井 正彦

Masahiko Nagai

山田 浩

Hiroshi Yamada

宮島 英彰

Hideaki Miyajima

吉澤 竜

Ryo Yoshizawa

柳沢 稔美

Narumi Yanagisawa

1. まえがき

再生可能エネルギーの利用促進のために導入された「固定価格買取制度」により、再生可能エネルギーを利用した発電設備数が飛躍的に増加した。しかし、一方で再生可能エネルギーを利用した発電設備の予想を上回る増加にともない、現行の出力制御ルールでは需要と供給のバランスを維持できずに電力システムが不安定になるとして、再生可能エネルギーの接続を保留する電気事業者が続出した。そのため、資源エネルギー庁は再生可能エネルギーの最大限導入に向け、2015年1月および3月に「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」の一部を改正する省令を公布した。これにより発電設備に対しては、時間単位で出力を抑制可能な「新たな出力制御ルール」に適合する機能が要求された。

この新たな出力制御ルールに適合するために、太陽光発電用パワーコンディショナ「SANUPS P61B」シリーズ機能拡張を開発した。本稿ではその概要を紹介する。

2. 新たな出力制御ルールの要件

新たな出力制御ルールの仕様として、太陽光発電協会、日本電機工業会、電気事業連合会により、「出力制御機能付PCS*の技術仕様について」がまとめられた（※PCSはパワーコンディショナの略）。この仕様書によると、新たな出力制御ルールに適合した太陽光発電設備を「出力制御システム」と呼び、このシステム構築にあたっての基本方針は、以下の3つである。

- (1) 出力制御は系統安定化のために必要最小限なものとする
- (2) 出力制御の対象となる発電事業者間の「公平性」を確保すること

- (3) 出力制御システムの「運用実行性」を確保すること

これら基本方針に基づいて、太陽光発電システムに対して種々の要件が定義されている。その要件の概要を以下に紹介する。

2.1 出力制御機能付PCSシステムの構成

図1に出力制御機能付PCSシステムの構成を示す。

(1) PCS (広義)

電力会社または配信事業者が提示する出力制御スケジュール情報を取得し、そのスケジュールに応じて発電出力を制御する機能を有するPCSと定義する。基本的には後述の「(2) 出力制御ユニット」と「(3) PCS (狭義)」から構成する。

(2) 出力制御ユニット

電力サーバから出力制御スケジュールを取得し、出力制御スケジュールに基づいて、「(3) PCS (狭義)」を制御する機能をもつ制御装置と定義する。外部通信機能がない場合でも、ユニット内に保存された固定スケジュールにより、「(3) PCS (狭義)」を制御する。

当社製品では「SANUPS PV Monitor」機能拡張品が該当する。

(3) PCS (狭義)

従来のPCSの機能に加え、「(2) 出力制御ユニット」から出力制御情報を受けて、太陽光発電の出力（上限値）を制御する機能を有するPCSと定義する。

今回開発を行った「SANUPS P61B」シリーズ 機能拡張品パワーコンディショナおよび「LCD パネル TYPE III C」が該当する。

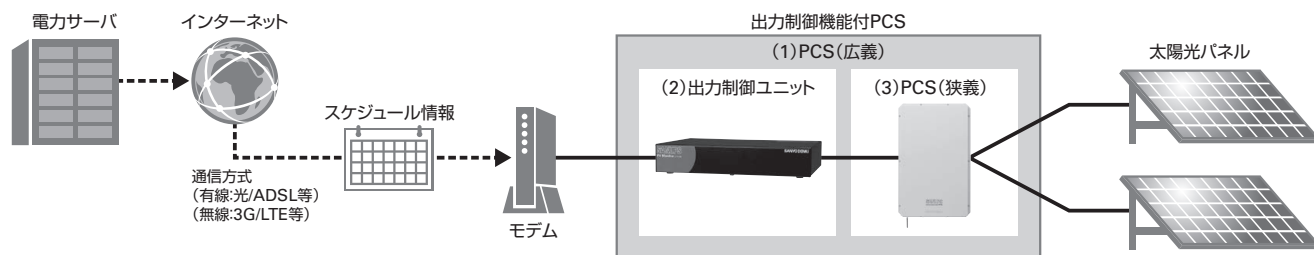


図1 出力制御機能付PCSシステムの構成

2.2 主な技術仕様

(1) 部分制御

(a) 出力増減

- PCS 定格出力の100→0%出力(0→100%出力)までの出力変化時間を、5～10分の間に1分単位で調整可能とすること(誤差は±5%(常温))。変化率は、一定とすること。
- 変化率をリニアにする代わりに、一定のステップでの制御する方式(ランプ制御)も認める。なお、制御ステップは10%以下とすること。

(b) 制御分解能

- 定格出力の1%単位での制御とすること。
(精度は定格出力の±5%以内(常温)とすること)

(c) 契約容量への換算機能

- パネル容量とPCS容量を入力する機能を有し、出力制御量を「契約容量ベース」から「PCS容量ベース」に換算して、PCS(狭義)に指令できる機能を具備すること。
なお、容量入力にはパスワードを設けるなど、セキュリティを確保すること。

(2) 通信故障

(a) PCS(広義)通信故障

- 上位系統からの通信故障の場合、故障前の最新の出力制御スケジュール情報に基づいて出力制御可能な仕様とすること。

(b) PCS(狭義)通信故障

- PCS(広義)の内部通信が異常となってから、5分以内で発電出力を停止すること。ただし、通信再開時は自動または手動いずれにおいても復帰可能とする。

(3) オンライン制御

- 出力制御スケジュールは、最短30分単位で更新可能とすること。
- 更新周期(次回アクセス)は、電力サーバから指定できる仕様とすること。

(4) スケジュール

- 400日(1年+ α)×48点(24時間/30分)分の出力制御量を設定できること。
- 任意期間(日単位など)でのスケジュール部分書き換えが可能な仕様とすること。

2.3 出力制御動作の概要

出力制御ユニットは、電力サーバから取得した出力制御スケジュール(30分単位、定格出力制御値1%単位)に従い、PCS(狭義)に出力制御値を送信する。PCS(狭義)は、設定された変化率から出力変化時間を算出し、出力を増減する。

図2に出力制御動作の例を示す。

時刻(時)	0～9	9～11	11～13	13～15	15～24
出力上限(%)	100%	40%	0%	40%	100%

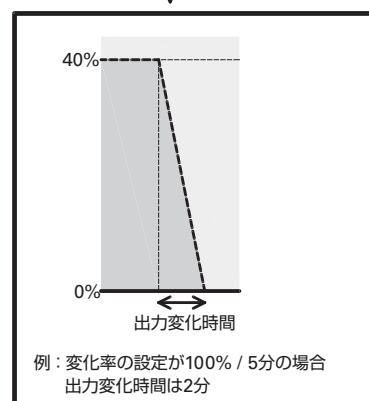
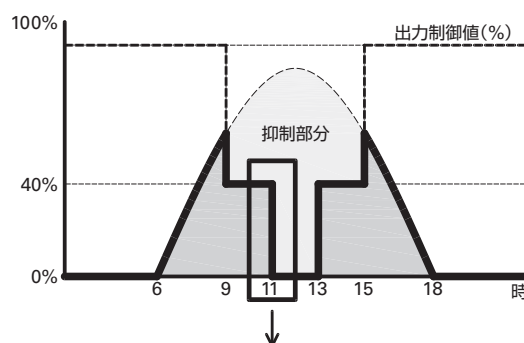


図2 出力制御動作の例

3. 製品の概要

3.1 パワーコンディショナ

図3に「SANUPS P61B」シリーズ 機能拡張品の5kWモデルおよび5.5kWモデルの外観を示す。

従来の「SANUPS P61B」シリーズに対して、ソフトウェアの変更により機能拡張を実現しているため、同一形状であり、外観に違いはない。



図3 「SANUPS P61B」シリーズ機能拡張品 外観

3.2 LCD パネル

「SANUPS P61B」シリーズ機能拡張品に使用できるLCDパネルとして、出力制御機能の設定のみに使用できる「LCDパネル TYPE II C」と、出力制御機能の設定および運用に使用できる「LCDパネル TYPE III C」の2種類をラインアップした。外観は従来製品と同じである。

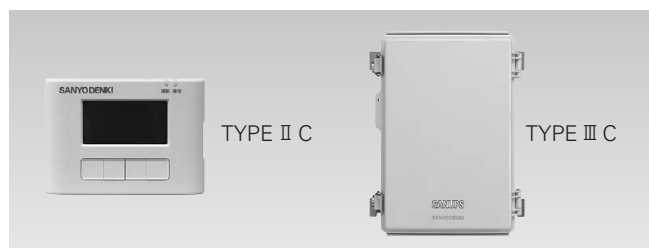


図4 LCDパネルの外観

LCDパネルの機能を表1に示す。

表1 LCDパネルの機能

機能	TYPE II C	TYPE III C
出力制御機能の設定	○	○
出力力率固定機能の設定	○	○
出力制御システムでの運用	×	○※1
出力制御を使用しないシステムでの運用	○※2	○※2

※1 出力制御値の表示、出力制御システム固有のエラーの表示・履歴保存

※2 TYPE IIおよびTYPE IIIに対する上位互換

3.3 SANUPS PV Monitor

「SANUPS P61B」シリーズ機能拡張品に使用できる出力制御ユニットとして、「SANUPS PV Monitor」機能拡張品をラインアップした。外観は従来製品と同じである。



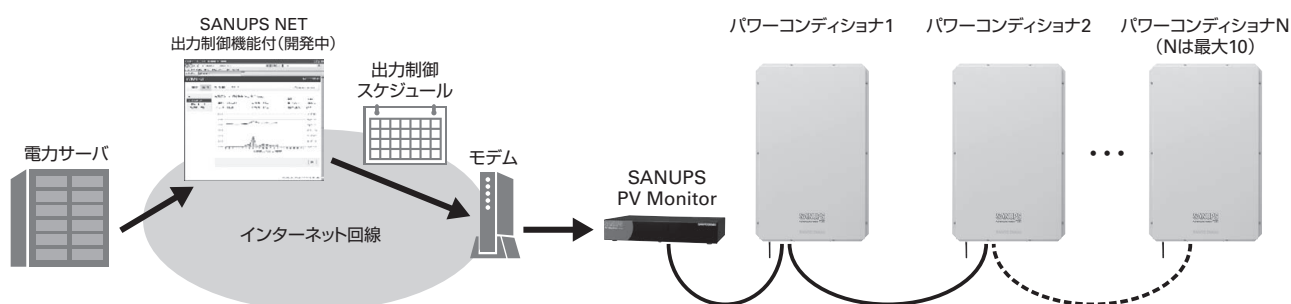
図5 SANUPS PV Monitor 機能拡張品の外観

また、「モバイル通信パック」機能拡張品の開発もあわせて行った。

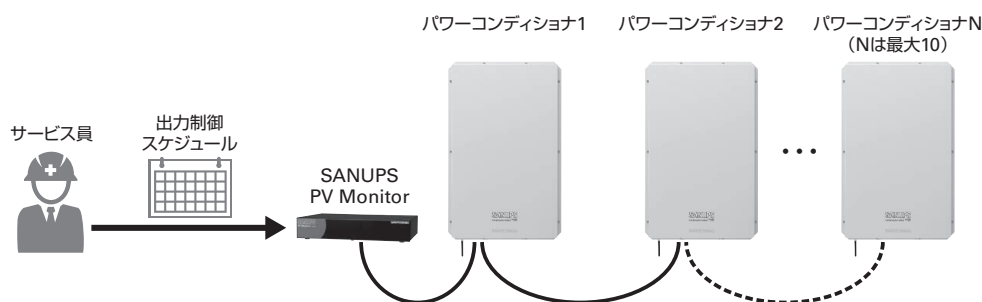
3.4 出力制御システムの構成

「SANUPS P61B」シリーズ機能拡張品は、出力制御機能付PCSのシステムとして、最大10台のパワーコンディショナを同時に使用することができる。

図6に「SANUPS P61B」シリーズ機能拡張品の主なシステム構成を示す(図中のパワーコンディショナは5.5kWモデル)。インターネット回線を通じて、出力制御スケジュールが随時に配信されるシステムと、サービス員が定期的に固定の出力制御スケジュールの更新作業を行うシステムを構成することができる。



(1) 随時配信されるスケジュールで運用するシステム



(2) 固定スケジュールで運用するシステム

図6 「SANUPS P61B」シリーズ機能拡張品の主なシステム構成について

3.5 出力制御機能

出力制御に関する基本動作を以下に示す。

- (1) 出力制御ユニットである「SANUPS PV Monitor」(または「モバイル通信パック」)が出力制御値を通信により送出し、パワーコンディショナが出力制御値を受信した場合にパワーコンディショナが出力電力目標値を算出し、これに追従して運転する。
- (2) 契約容量kW値は「SANUPS PV Monitor」に設定する。「SANUPS PV Monitor」は、契約容量kW値をパワーコンディショナ定格kW値に換算して、パワーコンディショナに出力制御値を送信する。よって契約容量kW値がパワーコンディショナ定格kW値よりも低い場合も、契約容量kW値に対する出力制御値で制御できる。
- (3) インターネットがつかない遠隔地などでは、「SANUPS PV Monitor」内部に格納した出力制御スケジュールにより出力を制御できる。出力制御指令値が0%の場合もパワーコンディショナは0kW目標で連系運転を続ける。
- (4) 「SANUPS PV Monitor」からの通信間隔は約10秒。パワーコンディショナは通信が4分30秒途絶えた場合に通信遮断と判定する。システムとしては5分以内にパワーコンディショナの出力を停止し、連系リレーも開放する。
- (5) 出力制御機能の設定は、LCDパネルにより以下の設定ができる。
 - (a) 出力制御機能の有効／無効(工場出荷時：無効)
 - (b) 出力制御までの変化時間(表2参照)

出力制御に関する仕様を表2に示す。

表2 出力制御に関する仕様

項 目	整 定 値
通信遮断検出時間	4分30秒(5分以内)
出力制御設定範囲	0～100%
出力制御設定きざみ	定格出力電力の1%
出力制御設定精度	定格出力電力の±5%以内(常温)
出力制御値までの変化時間 (0→100%, 100→0%時)	5, 6, 7, 8, 9, 10分 (工場出荷時：5分)
出力制御値までの変化時間精度	整定値の±5%以内(常温)

3.6 出力力率固定機能

系統の電圧上昇を抑制するため、一部の電気事業者から要求されている機能である。

当社製LCDパネルにより連系運転時の出力力率の設定ができる。

力率設定範囲：1.00～0.80(工場出荷時：1.00)

力率設定ステップ：0.01

なお、JET^{*1}認証にはまだ力率固定に関する規定がないため、力率を1.00以外に変更した場合は、JET認証の対象外となる。

4. 特長

「SANUPS P61B」シリーズ機能拡張品は、従来製品から受け継いだ、以下のような優れた特長がある。

4.1 優れた耐環境性

密閉構造の採用および本体から操作機能を排除することにより、防塵・防水性能に優れた構造となっている。これにより、雨水や塵、小さな虫、動物などの侵入から装置を守り、安心して屋外で長時間使用することができる、高い信頼性を実現した。

一般社団法人日本船舶品質管理協会製品安全評価センターの保護性能試験において、保護等級IP65^{*2}を達成した。

4.2 高変換効率

主回路に絶縁トランスを使用しない非絶縁方式を採用した。また最適な部品選定、回路設計により熱損失を低減させ、高効率化を実現している。

一般的にスイッチング損失の低減にはスイッチング周波数を下げる必要があり、高周波ノイズ音の発生原因となるが、最適設計により高効率と後述の静音性を両立している。

これらにより、業界トップクラスの変換効率95%^{*3}を達成した。

4.3 高い静音性

高い静音性を実現するために、ファンレス化とインバータの高周波ノイズ音(モスキート音)の低減を図った。実現のために、開発初期段階から熱解析ツールを導入した。その結果、開発期間の短縮を図りながら、性能とコストの最適設計により、従来製品より高い静音性を実現することができた。

高い静音性により、お客さまはパワーコンディショナを居住スペースから遠ざける必要がないため、設置場所を選ぶことなく使用することができる。

4.4 JET 認証の取得

「SANUPS P61B」シリーズ機能拡張品は、出力制御機能付の太陽光発電用パワーコンディショナとしてJET認証取得済みである。お客さまは、電力会社との系統連系協議にかかる時間や費用を低減することができる。

5. 仕様

本装置の標準仕様を表3に示す。

表3 「SANUPS P61B」シリーズ機能拡張品 標準仕様

項目		型名	P61B502SJC	P61B552SJC	備考
定格出力容量	系統連系運転時		5.0kW	5.5kW	
	自立運転時		2.5kW		
絶縁方式			非絶縁		トランスレス方式
直流入力	定格電圧		DC280V		
	入力電圧範囲		DC0 ～ 450V		
	入力運転電圧範囲		DC60 ～ 400V	DC60 ～ 450V	起動電圧：DC80V 定格出力範囲 5.0kW：DC150 ～ 400V 5.5kW：DC200 ～ 400V (温度による出力抑制あり)
	入力回路数		4回路 (一括入力あり)		
	MPPT 回路数／モード		2回路／一括モード, 個別モード		
	最大電流 容量	総合／MPPT回路	35A／18A	32A／16A	
		総合／入力回路	35A／9A	32A／9.5A	
交流出力	定格電圧	系統連系運転時	単相3線 AC202V		
		自立運転時	単相2線 AC101V		
	定格周波数		50Hz／60Hz		
	交流出力電流ひずみ率		総合電流5%以下, 各次調波3%以下		定格出力電流比
	出力力率		出力力率固定機能により, 0.80 ～ 1.00 まで変更可能		系統連系運転時
効率			95% (接続箱機能除く)		JIS C 8961 に基づく効率測定方法
冷却システム			自然空冷		
連系保護			過電圧 (OVR), 不足電圧 (UVR), 周波数上昇 (OFR), 周波数低下 (UFR)		
単独運転検出	受動的方式		電圧位相跳躍検出方式		
	能動的方式		ステップ注入付周波数フィードバック方式		
出力制御機能			あり		
騒音			28dB 以下		A特性 正面 1m
使用周囲温度			-20 ～ +60℃		温度による出力抑制あり
保護等級			IP65		

6. むすび

今後、更に再生可能エネルギーを利用した発電設備が増加することにより、系統に与える影響が大きくなり、太陽光発電システムに要求される機能や構成も多様化し、パワーコンディショナのさらなるラインアップ拡充が求められていく。また、さらなる高信頼、高効率、高機能、低コストのパワーコンディショナが求められていくと考えられる。

これらの市場要求を満たした迅速な製品開発を行い、今後もお客さまが満足できる製品を提供していく所存である。

今回の開発、製品化にあたり、ワーキンググループのメンバーをはじめとする多くの関係者の協力と助言を得られたことに深く感謝する次第である。

※1 JET：一般財団法人 電気安全環境研究所

※2 「JIS C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級 (IPコード)」に規定されている等級分類。

IP65: じんあいの侵入がなく、あらゆる方向からの噴流水による影響がない。

※3 「JIS C 8961 太陽光発電用パワーコンディショナの効率測定方法」に基づく定格負荷率。

文献

- (1) 「出力制御機能付 PCS の技術仕様について」, 太陽光発電協会, 日本電機工業会, 電気事業連合会, (2015)
- (2) 北澤 誠ほか: 「太陽光発電用パワーコンディショナ SANUPS P61B シリーズの開発」, SANYODENKI Technical Report No.36



北澤 誠

1999年入社

パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



永井 正彦

1993年入社

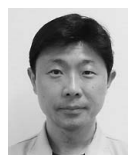
パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



山田 浩

1994年入社

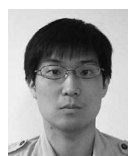
パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



宮島 英彰

1992年入社

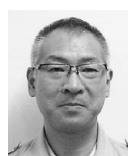
パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



吉澤 竜

2013年入社

パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



柳沢 稔美

1995年入社

パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発・設計に従事。