

# 太陽光発電用高機能・高効率 パワーコンディショナ

New Power Conditioner for Large-Scale Solar Power Systems

高野 知宏\*  
Tomohiro Takano

長谷部 孝弥  
Takaya Hasebe

松川 満  
Mitsuru Matsukawa

国内における再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度 (FIT) も導入から3年以上経ち、特に高価であった太陽光発電の調達価格は一段落しつつある。しかしながら、依然世界各地では様々な太陽光発電システムが導入されており、さらなる高機能化、コストダウンが要求されている。当社は国内向けに100～660kW単機容量をSOLARPACKシリーズとしてラインナップし、大規模太陽光システム (メガソーラー) の導入に貢献してきた。今後の顧客ニーズを満たすため、さらなる高効率化、機能改善、保守性の向上をめざしSOLARPACKシリーズの新型機種であるスマートパワコンの開発を行った。

It has been three years since the Feed-in Tariff (FIT) for renewable energy was introduced in Japan. While a reasonable number of solar power generation systems have started operation in Japan, functional improvement and cost reduction are still required for solar power plants overseas. We have provided 100 to 660 kW solar inverters for domestic use, contributing to the installation of megawatt-class solar power generators. Drawing on the expertise, we have developed a new solar inverter to meet the needs of overseas customers.

キーワード：メガソーラー、3レベルインバータ、熱交換器

## 1. 結 言

将来の化石エネルギー枯渇、CO<sub>2</sub>の増加による地球温暖化の問題を解決する方法として再生可能エネルギーの実用化が行われ、特に近年は太陽光発電の導入が急速に進んだ。その一方、再生エネルギーの急速普及に伴い余剰電力の発生や、配電システムの電圧上昇や不要解列が懸念されている。太陽光発電用パワーコンディショナには発電効率を上げるだけでなく、配電網の需要と供給のバランスにあわせて発電を抑制する出力制御機能への対応や、配電網電圧上昇時に無効電力を注入する電圧上昇抑制機能、瞬低時の発電停止を防ぐFRT機能<sup>※1</sup>などの高機能化も求められるようになり、当社ではSOLARPACKシリーズでこれらの対策技術を開発してきた。しかしながら、電力システムを保護するための機能追加が求められるつつも、発電に使用される顧客のニーズは発電・メンテナンスコストの低減、ラジオノイズ障害など電磁波による周辺への影響回避 (電磁環境両立性) などが高まるようになっており、提供メーカーとしては無視できない。

こういったニーズに応えるため、いままでの設計コンセプトを大幅に見直し、新たにスマートパワコンと銘打った製品を開発したのでここに紹介する。

## 2. スマートパワコンの製品仕様

表1に今回開発したスマートパワコンDC1000V/660kW器の仕様、図1に内部構成図、写真1に外観を示す。DC入力電圧範囲はDC0～1000V、定格出力可能なMPPT

表1 スマートパワコン製品仕様

項 目	仕 様	備 考	
出力容量	660kW / 660kVA		
入力回路数	2,6,12,16回路		
直流 入力	定格電圧	DC550V	
	入力範囲	DC0～1000V	
	MPPT追従範囲	DC460～850V	
交流 出力	相 数	三相3線	
	定格電圧, 周波数	300V, 50/60Hz	
	力 率	0.95以上	定格出力/力率1.0設定時
	電流歪率	総合5%以下、各次3%以下	定格電流比
効率 (定格出力時)	97.8% (JISC8961)		
最大効率	98.7%	実力値/力率1.0/DC460V時	
主回路方式	自動式電圧型	3レベルインバータ方式	
スイッチング方式	高周波PWM方式		
出力制御方式	出力電流制御形		
絶縁方式	商用周波絶縁方式		
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, 能動的)		
FRT機能	JEAC9701-2012準拠		
系統安定化機能	力率一定制御機能, 電圧上昇抑制機能		
出力制御機能	あり		
通信方式	RS-485, MODBUS		
冷却方式	冷却ファン, 熱交換器 併用ハイブリッド方式		
その他	設置場所	屋外	重耐塩, 塵害対応
	外形寸法	W3580 × D1650 × H1950	連系トランスは含まず
	質 量	3350kg	連系トランスは含まず

範囲をDC460～850Vとし、DC入力を2,6,12,16回路  
 入力ラインナップを用意した。また、SOLARPACKシ  
 リーズで顧客からご好評いただいている、

- ①DC集電機能内蔵
  - ②制御電源の外部供給が不要
  - ③屋外盤の別途購入が不要
  - ④EMC<sup>\*2</sup>フィルタ標準搭載
- といった特徴を継承している。

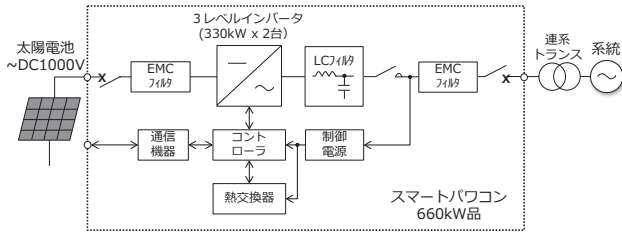


図1 内部構成図



写真1 外観

### 3. 高効率化

太陽電池の電圧を系統へ潮流するためにインバータを用  
 いるが、スマートパワコンでは3レベルインバータを採用  
 した。図2に通常の2レベルインバータとの変換時の波形  
 の相違を示す。図2の通り3レベルインバータは2レベル  
 インバータに対しスイッチング時の電圧波高値が半分にな  
 ることで、スイッチング損失とスイッチング時のノイズを  
 低減することができる。また、インバータのスイッチング  
 波形を平滑して正弦波に変換するためにLCフィルタが必要  
 となるが、3レベルインバータではこのLCフィルタのリ  
 アクトルを通過するリップル電流<sup>\*3</sup>が低減するために鉄損に  
 よる発熱を大幅に抑えることができる。これらの効果によ  
 り、装置運転範囲における最大効率は98.7% (DC460V  
 時)を得られ、現行品より0.3%向上した。図3に装置効率  
 カーブを示す。

インバータ	方式	回路構成	AC側波形
	3レベル		
	2レベル		

図2 インバータの波形比較

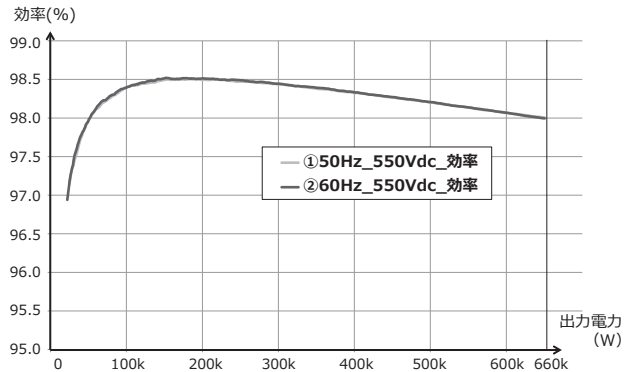


図3 効率特性 (DC550V時)

次に、盤内の冷却装置をエアコンから熱交換器に変更  
 したので開発の要点を説明する。熱交換器は、パワーコン  
 ディショナ筐体内・外の温度差を利用して熱交換素子とファ  
 ンにより筐体外へ熱を排出する。エアコンがコンプレッサ  
 とファンにより冷却を行うのに対し、熱交換器はファンの  
 み動作するため消費電力を低減することができる。

しかしながら、熱交換器を採用する課題として、エア  
 コンと異なり筐体内発熱部をピンポイントで冷却できないた  
 め局部発熱により部品が破損しないように注意しなければ  
 ならない点がある。当社では盤内ファン循環経路の入念な  
 設計と検証を行った。また、図4に示すように3レベルイ

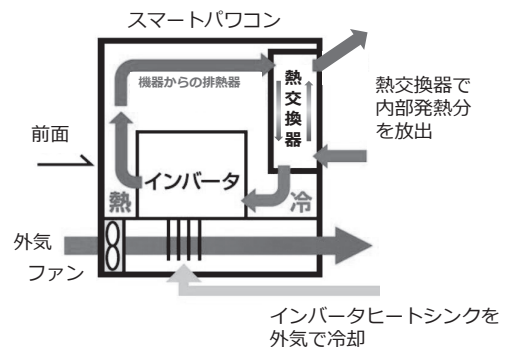


図4 ハイブリッド方式による冷却

ンバータ部の損失（熱）を外気で強制風冷する空間を分離して作り、そこで排熱するようにし（ハイブリッド冷却方式）、熱交換器容量の低減を図った。ハイブリッド冷却方式は当社現行品でもすでに採用されており、今までの経験が活かしている。以上の冷却装置の変更により、新製品ではエアコンを使用した当社現行品に対し、補機の消費電力を60%低減（フル冷却時）することができた。

#### 4. 保守性の向上

スマートパワコンでは高効率化だけではなく、以下のよう  
に保守性向上、メンテナンス費用低減をはかっている。

- ①扱やすさ：現行品に対し筐体高さを2/3程度に抑えることで、定期点検時の目視確認や、メンテナンス部品の交換を行いやすくした。
- ②長寿命部品の採用：現行品ではファン設計寿命が5年と短く、エアコンの交換費用が高くなることから顧客の負担が重かったが、スマートパワコンでは長寿命ファン採用により寿命を10年とし、かつエアコンレスとしたことでメンテナンス費用を削減することができた。
- ③遠隔監視機能の強化：図5に社内検証中の画面を示す。当社が遠隔監視を行うメリットとして、スマートパワコンの内部データをモニタリングできる機構を備えていることにある。これにより発電や故障情報のみならずスマートパワコンの内部情報もあわせて分析することにより、寿命の推測や故障発生時の迅速な対応が行えるようになる。

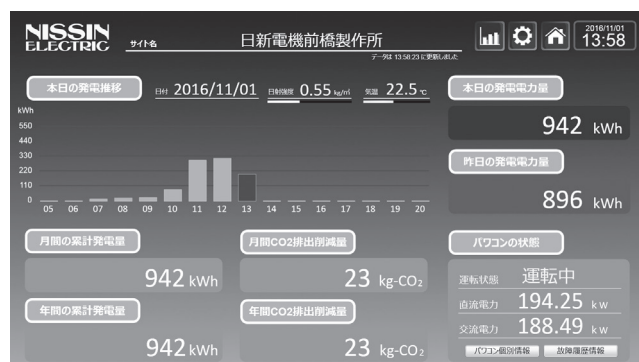


図5 遠隔モニタリング画面

#### 5. フィールド実証設備の構築

当社では長期検証を行う目的で、自社前橋製作所の550kW実証システムにスマートパワコンを適用し、運用を開始した。写真2に設備の風景を示す。この設備により、従来の工場試験に加え、太陽電池と組み合わせた長期検証が

可能となった。システム提供メーカーとして各種データの蓄積を行っている。



写真2 フィールド実証設備外観

#### 6. 結 言

新たに開発したパワーコンディショナの仕様と特徴について紹介を行った。今後、太陽光パワーコンディショナとしてのラインナップの充実のほか、電力安定化の適用技術開発を行っていく所存である。

#### 用語集

##### ※1 FRT

Fault Ride Throughの略。電力系統に大量の再生可能エネルギーなどが接続された場合には系統擾乱により系統解列が発生し電力品質に多大な影響を与える可能性がある。FRT機能は系統擾乱時にもパワーコンディショナの運転を継続し電力品質を維持するために役立つもの。

##### ※2 EMC

Electro Magnetic Compatibilityの略。電磁環境両立性とも呼ばれる。パワーコンディショナが運転する際のスイッチングノイズ（電磁波）などで他機器の動作を阻害する電磁妨害を生じないこと、またパワーコンディショナ自身の動作が阻害されない電磁感受性を持つこと。

##### ※3 リプル電流

パワーコンディショナはインバータが出力する矩形波の電圧をLCフィルタで正弦波に平滑処理した上で、系統に連系する。LCフィルタのリアクトルには原理上、矩形波周波数のリプル電流が発生する。通常、リプル電流は高周波であるため他機器の動作を障害したり、部品や配線材の損失増大につながる場合がある。

・SOLARPACK およびスマートパワコンは日新電機㈱の登録商標です。

参 考 文 献

- (1) 「太陽光発電用パワーコンディショナの効率測定方法」、日本工業規格、JISC8961
- (2) 山田真也、小林猛 他、「メガソーラー用パワーコンディショナの開発」、日新電機技報 Vol.54 (通巻 132 号)、p.47-52 (2009年)
- (3) 小林猛、長瀬只雄、「100kW パワーコンディショナの海外認証取得」、日新電機技報 Vol.56 No.2 (通巻137号)、p.43-48 (2011年)
- (4) 松川満、「大容量パワーコンディショナの複数台連系について」、電気設備学会学会誌4月号、p.284-288 (2011年)
- (5) 小林猛、松川満、「大容量太陽光パワーコンディショナの開発」、SEIテクニカルレビュー第182号、p.22-26 (2013年)

執 筆 者

高野 知宏\* : 日新電機㈱ 新エネルギー事業部  
主査



長谷部孝弥 : 日新電機㈱ 新エネルギー事業部  
主幹



松川 満 : 日新電機㈱ 新エネルギー事業部  
部長  
技術士 (電気・電子部門)



\*主執筆者