

特 集 論 文

太陽光発電用パワーコンディショナ (SOLARPACK) のシリーズ化

Lineup of Nissin's Power Conditioner "SOLARPACK" for Photovoltaic Systems

山 田 真 也*	長 瀬 只 雄*
S. Yamada	T. Nagase
小 林 猛*	坪 田 慎 二*
T. Kobayashi	S. Tsubota
長谷部 孝 弥*	
T. Hasebe	

概要

CO₂削減の担い手の一つである太陽光発電システムへの期待は世界中で急速に広がってきており、中でも100kWクラス以上について市場のニーズが年々高まる中、当社では太陽光発電用パワーコンディショナとして、2008年に100kWクラス、2009年に250kWクラス、さらに2014年には500kWクラスを販売開始している。

本稿ではこれまで当社が提供している太陽光発電用パワーコンディショナの概要について紹介する。

Synopsis

Photovoltaic (PV) systems, the one of methods of CO₂ reduction, are rapidly expected in the world. Especially, 100kW class and over class systems are needed in the world markets. We have sold 100kW power conditioner (PCS) for PV systems since 2008, 250kW PCS since 2009, and 500kW PCS since 2014. This paper describes the abstraction of Nissin's power conditioners for PV systems.

1. まえがき

太陽光発電システムは発電時間帯が日中に限定され、また日射変動により出力変動が生じるため発電効率が低く、設置スペースおよび初期コストの確保が困難であった。そのため、大容量システムへの適用は一部の実証研究用途に限定され、商業ベースの発電設備としてはほとんど採用されてこなかった。

一方、2000年代からドイツに代表されるEU諸国を中心として再生可能エネルギーの導入促進が進み、太陽光発電市場は急速に拡大した。この動きに呼応するように、日本国内市場においても太陽光発電市場が活性化していくようになった。これらを後押しする背景として、日本国内の風力発電設備の新規導入が現実的に困難であること、2011年3月の東日本大震災以降の原子力発電所に対する評価が厳しくなったこと、さらに2012年より本格導

入された固定価格買取制度がある。

当社は1980年代初頭より太陽光発電用パワーコンディショナ（以下、PCS）の開発・製品化に着手しており、太陽光発電に関する特徴・製品技術を蓄積してきた。従来は太陽光発電市場のニーズを受けた形で、数～数十kWクラスのPCSの提供に限定していたが、近年の太陽光発電市場の飛躍的拡大・普及に対応するため、産業向け大容量太陽光発電設備をターゲットとしたPCSを製品化した。当社製PCSは100kW、250kW、500kWの各種定格品を提供し、今日の太陽光発電市場の活性化の一躍を担っているものと考えている。

次章より、当社製PCSの概要について紹介し、今後も堅調に伸長していくものと考えられる太陽光発電市場に対応するための展望について紹介する。

*新エネルギー・環境事業本部

2. 当社パワーコンディショナ⁽¹⁾

当社では2007年より大容量（100kW以上）の太陽光発電用PCSの製品化に着手しており、2008年に100kW PCSを市場に提供した。その翌年の2009年に現在の当社PCSの主力製品である250kW PCSを販売開始した。これらの2機種は、2014年にFRT（Fault Ride Through）要件対応品の製品化が完了し、今後はFRT対応品を標準モデルとして販売していく。さらに、2014年は更なる大容量システムに対応すべく、今後の主力製品として期待される500kW PCSを製品化した。

なお、100kW/250kW/500kW PCSで制御部を共通化し各信号の取合いや操作方法等も共通化することによりユーザにとっても使いやすい設計を行っている。

表1にPCSの仕様を、図1に外観写真を示す。本章では、各機種の製品コンセプトおよび特徴について述べる。

2. 1 100kWパワーコンディショナ

100kW PCSはメガソーラーをターゲットとして製品化した。100kW PCSは、これまで小容量器で培ってきた太陽光発電用としてのPCSの基本コンセプト・ベース技術にメガソーラーに要求される機能を追加している。100kW PCSは、その後の250kW PCSおよび500kW PCSの製品化におけるベースモデルとして位置付けられている。

直流入力運転電圧範囲は、多様な太陽電池パネルと接続できるように入力運転電圧範囲をDC750Vまでとした。従来はDC600V品を標準仕様、DC750V品はオプション仕様としていたが、最近の市場要請に応えるため、2014年より販売開始したFRT対応品以降から標準仕様としている。

交流出力電圧範囲は日本国内の低圧階級（AC202V、420V、440V）にすべて対応しており、お客様の設置要件に対して柔軟に対応できるようにしている。また、絶縁方式としてPCSに絶縁変圧器を内蔵した商用周波絶縁方式を採用することで、対地電位の変動に起因する漏洩電流の発生を回避することができ、個々の設置環境に依存することなく安全に運用することが可能である。また、商用周波絶縁方式を採用することにより、異なる出力電圧仕様に対して絶縁変圧器および主に汎用的な電気部品で構成される交流出力回路を切り替えることで対応することができ、主要部分である直流主回路、交直変換回路および制御・補機回路の共用化が可能で、信頼性の確保および部品共用化に寄与している。

製品化されてからは、お客様毎に異なる要求をいただくケースがあり、各仕様に対して個別に対応するケースが多かった。最近では、複数のお客様から同等のご要望を受けるようになってきており、この傾向は固定買取制度が本格化した2012年以降から特に顕著になってきている。これらの要望として、自立運転機能、力率一定機能、直流片極接地、屋外仕様などが挙げられる。当社では、2012年に自立運転機能、直流片極接地機能、力率一定機能、DC750V入力仕様への対応を開始した。また、2013年に屋外仕様品の製品化、2014年にFRT要件対応品の製品化が完了した。

製品化されてからは、お客様毎に異なる要求をいただくケースがあり、各仕様に対して個別に対応するケースが多かった。最近では、複数のお客様から同等のご要望を受けるようになってきており、この傾向は固定買取制度が本格化した2012年以降から特に顕著になってきている。これらの要望として、自立運転機能、力率一定機能、直流片極接地、屋外仕様などが挙げられる。当社では、2012年に自立運転機能、直流片極接地機能、力率一定機能、DC750V入力仕様への対応を開始した。また、2013年に屋外仕様品の製品化、2014年にFRT要件対応品の製品化が完了した。

表1 パワーコンディショナ仕様

項目	パワーコンディショナ			備考
	100kW	250kW	500kW	
定格出力容量	100kW	250kW	500kW	出力力率1
設置場所	屋内/屋外	屋内/屋外	屋外	
入力運転電圧範囲	DC320~750V	DC320~750V	DC320~750V	
出力電圧範囲	AC202/420/440V 50/60Hz	AC420/440V 50/60Hz	AC210V 50/60Hz	
絶縁方式	商用周波絶縁	商用周波絶縁	商用周波絶縁 (外部変圧器で対応)	
変換効率	94.5%以上	95.0%以上	97.0%以上	定格出力時
力率一定機能	1~進み0.85	1~進み0.85	1~進み0.85	
FRT 要件	対応 (2017年要求)	対応 (2017年要求)	対応 (2017年要求)	
直流片極接地	対応 (オプション)	対応 (オプション)	対応 (オプション)	
自立運転機能	対応 (オプション)	対応 (オプション)	—	
直流集電機能	—	対応 (オプション)	対応 (オプション)	



屋内形

屋外形

屋内形

屋外形

(1) 100kWパワーコンディショナ

(2) 250kWパワーコンディショナ



屋外形

(3) 500kWパワーコンディショナ

図1 パワーコンディショナ外観

2. 2 250kWパワーコンディショナ

100kW PCSに引き続き、2009年に250kW PCSを製品化した。250kWは前節で紹介した100kW PCSの製品仕様を踏襲した形で、メガソーラーの主要コンポーネントとして太陽光発電市場に投入した。

また、100kW PCSと同様、各種要求仕様に対して順次対応しており、2011年には直流集電機能、2012年には自立運転機能、直流片極接地機能、力率一定機能、DC750V入力仕様への対応を開始した。また、2013年に屋外仕様品のシリーズ化に加え、2014年はFRT要件対応品に切り換えた。

固定価格買取制度の本格化に伴い、需要が一気に加速した。

納入実績が増えるに伴い、フィールド特有のトラブル

も経験した。特に電波障害は、受害対象の免疫耐量が低い場合、顕著な問題として発生する。

PCSの電力変換用インバータは発電中にコモンモードの雑音電圧が発生する。これにより直流ケーブル、及び太陽電池の浮遊容量、アースのループで雑音電流が流れ電磁波（妨害波）が発生、この妨害波により受信障害が発生する。これに対しJISC 8980（小出力太陽光発電用パワーコンディショナ）では、交流端子の雑音電圧を規定している。この規格に準拠するため当社は、初期のバージョンでは交流側のみに対策を施していたが、太陽光発電所の大容量化による浮遊容量増大が要因と推定される受信障害が発生したため、2011年度以降には、直流側にも対策を施した。これ以降、受信障害の報告は大幅に減少した。

2. 3 500kWパワーコンディショナ

固定価格買取制度の導入に伴う太陽光発電市場の急速な拡大は、太陽光発電設備の設置件数だけでなく、発電設備容量の増加に寄与し、数～数十メガワットクラスのものが登場してきている。これらの大容量設備の要求に適した500kW PCSを2014年に製品化した。

500kW PCSは屋外仕様にて特化し、他社の同一容量の屋外仕様と比較してもコンパクトである。塩害・積雪地区などに対応できる密閉構造型のオールエアコン冷却方式と、一部換気冷却を併用したハイブリッド冷却方式の2種類を商品化した。ハイブリッド冷却方式は温度に対して敏感な制御機器類に対してはエアコンで、インバータ、交流リアクトルなど発熱量が大きいものに対しては換気ファンで冷却している。一方オールエアコン方式は外部環境に関わらず、盤内を一定温度に制御している。

また500kW PCSでは内部に絶縁用変圧器を収納せず、交流出力側に昇圧用の高圧変圧器を設置することを標準とした。このようにすることで66kV級の高圧系統に直接配線でき、商用周波絶縁も兼ねており、設置工事費のコスト低減化が実現できた。

現在250kW PCSおよび500kW PCSは、当社前橋製作所に設置、500kWの太陽電池と組合せてフィールド検証を実施中である。前橋製作所の節電・デマンド対応と、お客様への運用事例紹介にも役立っている。(図2)



図2 前橋製作所でのフィールド検証

2. 4 海外認証の取得

当社は以上紹介した国内向けのPCSの他に、欧州、中国市場開拓を目的とした海外向けPCSの開発を行っている。海外市場への参入には、要求される規格に準拠することはもちろん、各種第三者認証の取得が必須である。当社が取得した海外認証は以下のとおりである。

- TUV認証⁽²⁾
- 金太陽光認証(中国規格CNCA)
- 中国国家電網LVRT認証

TUV認証は2011年に100kW PCSで認証取得し、金太陽光認証は2012年に100kW/250kW PCSで取得した。また中国国家電網LVRT認証は2013年に250kW PCSで取得した。

3. FRT要件への標準対応

2014年度からPCSへのFRT機能搭載が義務化された。2014～2016年度の移行期間と、2017年度以降で要求されるFRT要求仕様は若干異なる。当社ではすでに2017年度以降の仕様も満足している。2017年度以降の要求仕様を図3に示す。⁽³⁾

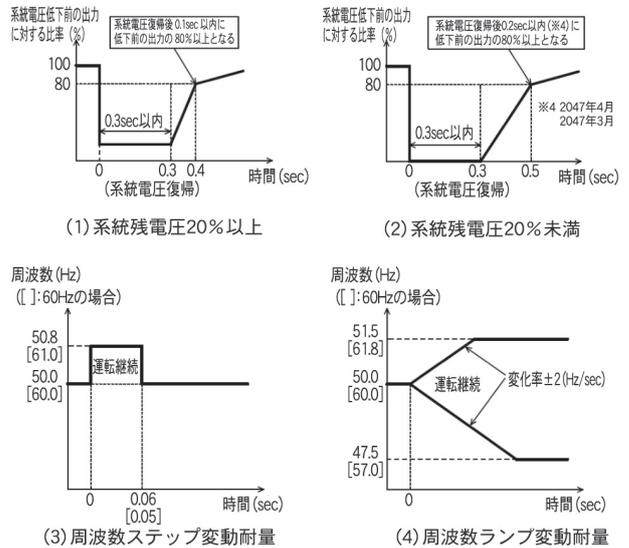


図3 FRT要求仕様(2017年度以降)

なお当社では、FRT機能の検証をより厳密に行うため、短絡発電機を用いて系統事故を模擬している。100kW/250kW/500kW PCSの全てにおいて、PCSは定格運転状態で、FRT要求仕様を満足することを確認した。短絡発電機を用いた検証回路と500kW PCSによる検証結果を図4、図5に示す。同結果より、系統残電圧20%以上の場合には電圧復帰後0.1秒以内に出力が定格の80%以上復帰し、系統残電圧20%未満の場合には0.2秒以内に80%以上復帰しており、要求仕様を満足している。また、周波数変動耐量についても同様に要求仕様を満足している。

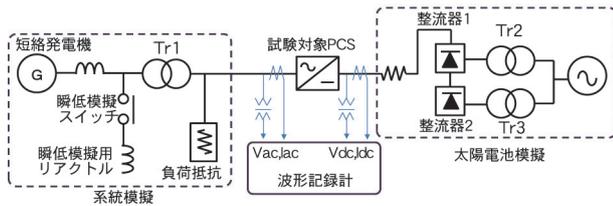


図4 短絡発電機によるFRT検証回路

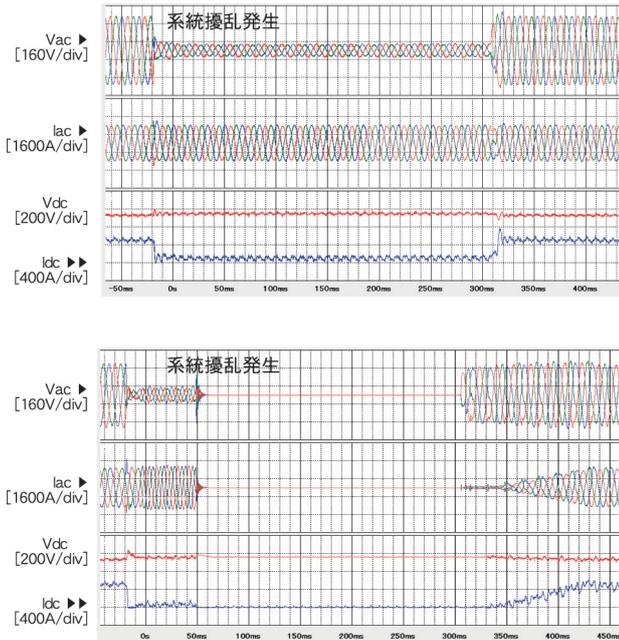


図5 FRT検証結果(500kW PCS使用)

4. リモートメンテナンスシステム

現在、太陽光発電システムの導入量は増加の一途をたどっており、発電事業者から日常のメンテナンス体制強化の強い要望を受けている。特に設置サイトがユーザから離れたケースが多く、リモート監視の要求は今後も高まっていくことが想定される。ユーザ側、メーカー側のメンテナンス強化を図るため、リモート監視装置を開発し、現在、当社前橋製作所にてフィールド検証を実施中である。

4.1 概要及び特徴

本システムは、各太陽光発電サイトとクラウドデータセンタ間を携帯電話通信網を使用したセキュアな

M2Mネットワークで接続して各監視端末に各種Webサービスを提供するとともに、当社サポートセンタからのタッチパネルの遠隔操作を可能にするものである。システム構成を図6に示す。

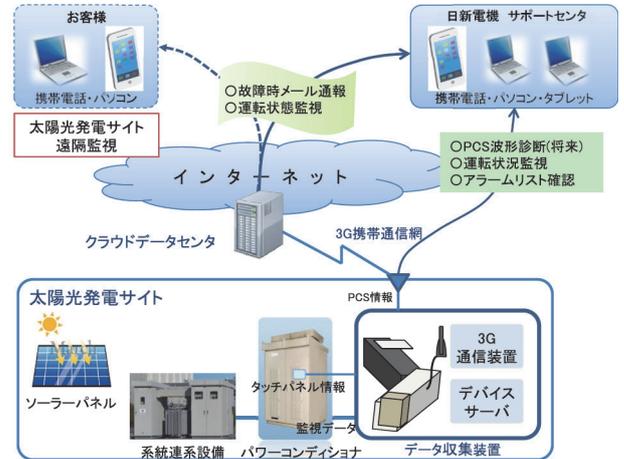


図6 システム構成図

太陽光発電サイト毎に設置したデータ収集装置はデバイスサーバと3G通信装置から構成しており、PCSのデータ(計測値、装置状態、故障状態)を定期的にクラウドサーバにアップロードするとともに、故障状態を常時監視し、故障発生時には故障発生直前のスキャンデータを付してメール通報を行う。

4.2 監視・診断事例

本システムを利用したPCSの遠隔監視とデータ解析事例を紹介する。

これまででは、PCSの故障発生に気が付かないケースや設置サイトとユーザが離れたケースであれば詳細確認に時間を要するケースなどが多くあった。本システムを用いることでPCSの故障時に発信するメール通知により故障内容、PCSのタッチパネル表示情報(イベント履歴や各種パラメータ整定値など)、発電状況のトレンドグラフ表示(図7)、故障発生直前のスキャンデータを確認することができるため、適切な判断および処置を実施することが可能となる。

また、多数のPCSに本システムを導入した場合であっても、現在の稼働状況を一目で容易に確認できる故障一覧表示と、その詳細画面(図8)を具備しており、よりの確な情報がいつでも取得できるシステムを目標としている。

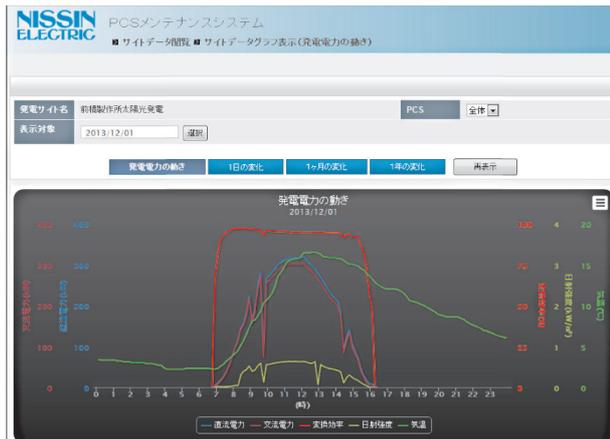


図7 トレンドグラフ



図8 詳細画面

5. 今後の展開

固定価格買取制度は毎年見直しが行われ、年々買取価格が減少する傾向にある中で、各メーカーで特徴ある製品開発が行われている。ここでは、当社が現在進めている内容について紹介する。

5.1 単独運転検出機能の強化（能動的方式）

能動的方式単独運転検出機能として『次数間高調波注入方式』をPCSに搭載することで、フリッカ等の問題を解決するだけでなく、他社製PCSの影響を受けることなく単独運転の検出に対する信頼性の向上を図る。

5.2 高電圧化（DC1000V対応）

日本ではDC750V以下を低圧とし、DC750Vを超えるものを高圧と規定されているため、当社を含めたメーカーの最大電圧仕様はDC750Vであった。しかし、2012年6月に電技解釈が太陽電池発電所に限っては改正され、DC1500V以下で、一定条件を満たせば低圧として工事を実施することが可能となった。この改正により太陽電池～PCS間の送電損失低減や接続箱やケーブルを減

らす事でのコスト低減を目的に高電圧化の要求がされているため、最大入力電圧DC1000Vの適用を進める。

6. 他アプリケーションへの適用例

本項目では、PCSを太陽光発電用以外のアプリケーションへ適用した事例について紹介する。

6.1 電力貯蔵システム

太陽光・風力をメインとした再生可能エネルギー発電の普及により系統電圧の上昇や、出力変動による需給バランスの崩れといった電力品質への影響が懸念される中で、蓄電池（レドックスフロー電池・リチウム電池等）の充放電による電力品質の向上が求められる。この充放電用のPCSへ適用した。

6.2 試験用電源設備

PCSは、直流から交流への変換だけでなく、交流から直流への変換も可能である。即ち、交流（電力系統）から直流に変換するためのPCSと、その直流から交流に変換するためのPCSを用いることで、直流ならびに交流の試験用電源設備として適用可能である。当社ではメンテナンス性も考慮し、PCSを適用することで試験用電源設備を構築し、現在PCSの出荷試験用電源設備としても運用している。

7. まとめ

本稿では、100kW、250kW、500kWの特徴、および太陽光発電システムの導入量増加に伴って現在取り組んでいるリモートメンテナンスシステムや、今後必要とされる展開内容について紹介した。

PCSに関してはお客様の要求する仕様に適合した製品を提供するだけでなく、低コスト化、現地フィールド検証、海外認証取得など多面的に活動しながら本事業に取り組んできた。今後もコストや機能面での太陽光発電システムへの要求事項は増加する傾向にあるため、当社としては引き続き、このPCS事業を通じて太陽光発電システムの発展に積極的に貢献していく所存である。

参考文献

- (1) 山田、小林 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 No.1、pp.47-52(2009.4)
- (2) 小林、長瀬:「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、pp.43-48(2011.11)
- (3) JEAC9701-2012「系統連系規程」(2013追補版)

執筆紹介



山田 真也 Shinya Yamada

新エネルギー・環境事業本部
新エネルギー事業部
パワーコンディショナ部
開発グループ



長瀬 只雄 Tadao Nagase

新エネルギー・環境事業本部
新エネルギー事業部
パワーコンディショナ部
開発グループ



小林 猛 Takeshi Kobayashi

新エネルギー・環境事業本部
新エネルギー事業部
パワーコンディショナ部
開発グループ 主任



坪田 慎二 Shinji Tsubota

新エネルギー・環境事業本部
新エネルギー事業部
パワーコンディショナ部
設計グループ長



長谷部 孝弥 Takaya Hasebe

新エネルギー・環境事業本部
新エネルギー事業部
パワーコンディショナ部
開発グループ長