

# DC1500V対応太陽光発電（PV）用 パワーコンディショナ（PCS）の開発

長谷川一穂 Kazuho Hasegawa  
 石真樹 Masaki Chikaraishi

キーワード 太陽光, DC1500V, PCS, 非常用発電機連系

## 概要



DC1500V対応PV用PCS

2012年度から始まった固定価格買取制度の開始当初、太陽光発電（PV）システムの直流電圧はDC600V対応の日本製パワーコンディショナ（PCS）が主流であった。その後、2015年頃から低圧上限のDC750V対応が出始め、さらに海外製PCSの国内進出、太陽光発電所の大容量化が進みDC1000Vが定着した。さらに大規模システムへの対応や低コスト化のためDC1500Vの高電圧化に発展している。PVシステムにおける直流の高電圧化は、太陽電池直列数を増やせるため、同じ容量でも並列数を削減でき、直流回路設計のコストダウンに大きく貢献する。PCSにとっても高電圧化することは高効率・低コスト化の実現に寄与する。

当社ではDC1000V対応500kVAのPCSを販売しているが、グローバルスタンダード（IEC準拠）を視野に入れたDC1500V対応高効率・低コスト化を目指したPCSを開発した。

## 1 まえがき

日本の低圧範囲の上限値は、AC600V・DC750Vであることから、パワーコンディショナ（PCS）及び電線類を含む低圧用機器はこの電圧に対応している。PCSの直流入力範囲は、家庭用をはじめとした低圧連系用では最大DC600Vが一般的であった。太陽電池モジュールも最大使用電圧はDC600V仕様であったが、現在ではPCSとともに1000V対応が多くなってきている。さらに特高連系の大容量発電システム対応として、DC1500V化へと進んでいる。

当社も固定価格買取制度当初は、最大DC600V対応のPCSが主力であったが、現在では750Vへと移行し、500kW機では1000V対応となっている。世界的に見ると欧米では1500V対応化が進み、今後脱炭素化で再生可能エネルギーのけん引役として期待されている太陽光発電（PV）の更なるコストダウン

のためには、PCSの直流電圧をグローバルスタンダードである1500V化にする必要がある。現在では、太陽電池モジュールの最大使用電圧も1000Vから1500V対応が主流となってきている。併せて、今後普及が期待されている定置形蓄電池システム用としてのPCSにも同一のインバータユニットを適用し、PV用と共通化して双方のコストダウン効果を出すことができる。定置形蓄電池システム用PCSは、既に導入普及が進んでいるPV用PCSを転用する形がコストダウンのために望ましいが、PVシステムのように高電圧化による直流側回路のコストダウンがあまり望めない側面があり、蓄電池の使用電圧も国内では1000V対応化は一般的ではない面がある。海外では、大規模蓄電池システムの1500V対応が出始めており、PV用PCSの転用によるところが大きいと思われる。本稿では、蓄電用も視野に入れたDC1500V対応PV用PCSを紹介する。

## 2 PCSの仕様及び構成

### 2.1 DC1500V化対応の効果

直流電圧の高電圧化は直流側の配線低減によるコストダウン効果があることから、1000Vから更に1500V化対応を行ったが、高電圧化は体系的な効果だけではなくPCS本体にとってもメリットがある。具体的な効果として750Vから1500Vへと倍にした場合を例に、以下のような点が挙げられる。

- (1) 太陽電池モジュールの直列数を2倍にできるため、ストリング数が1/2となり、直流主回路の配線・配管材料・施工工数を1/2にできる。ストリング数の低減によって接続箱も1/2になる。電圧降下の面からもケーブルサイズを下げる効果が期待できる。
- (2) PCSの電流容量が1/2となるため、インバータユニットなどの主回路部品の電流容量が1/2となり、電力変換損失の低減・冷却面の効果が期待できるため、装置の電力変換効率向上とコストダウンを実現できる。

### 2.2 仕様

第1表に本PCSの基本仕様を、第1図に単線接続図を示す。直流最大入力電圧は1500V、最大電力

第1表 PCS基本仕様

PV用PCSの電気的基本仕様を示す。

項目	仕様	
形式	SP1500-1200 (仮称)	
出力相数	三相3線	
定格の種類	A0 (100%連続)	
定格出力容量	1200kVA	
電力変換効率	98.7%	
直流	最大入力電圧	1500V
	運転電圧範囲	1005～1400V
	MPPT 運転電圧範囲	1005～1400V
交流	相数	三相3線
	定格電圧	690V
	定格電流	1004A
	定格周波数	50/60Hz
	許容電圧変動範囲	定格電圧の+5/-10%
	許容周波数変動範囲	定格周波数の+3/-5%
	出力力率	0.95～1.00@力率1制御時
	電流ひずみ率	各次3%以下 総合5%以下

追従制御 (MPPT) 範囲は1005～1400Vとしている。定格出力容量は1200kVA (1200kW) で、交流出力電圧690Vのトランスレスタイプである。特高連系を標準とし、PCS上位には690V/22kVなどの昇圧変圧器・開閉器盤をPCSと1対1で併設することを想定して、系統連系異常時には転送遮断によって上位開閉器の開放とPCS内インバータのゲートブロックで対応している。

直流入力回路は12回路の集電機能として定格100AのMCCBを12台標準実装し、1250Aの主開閉器を介してインバータユニットにつながる (回路数はオプション対応)。

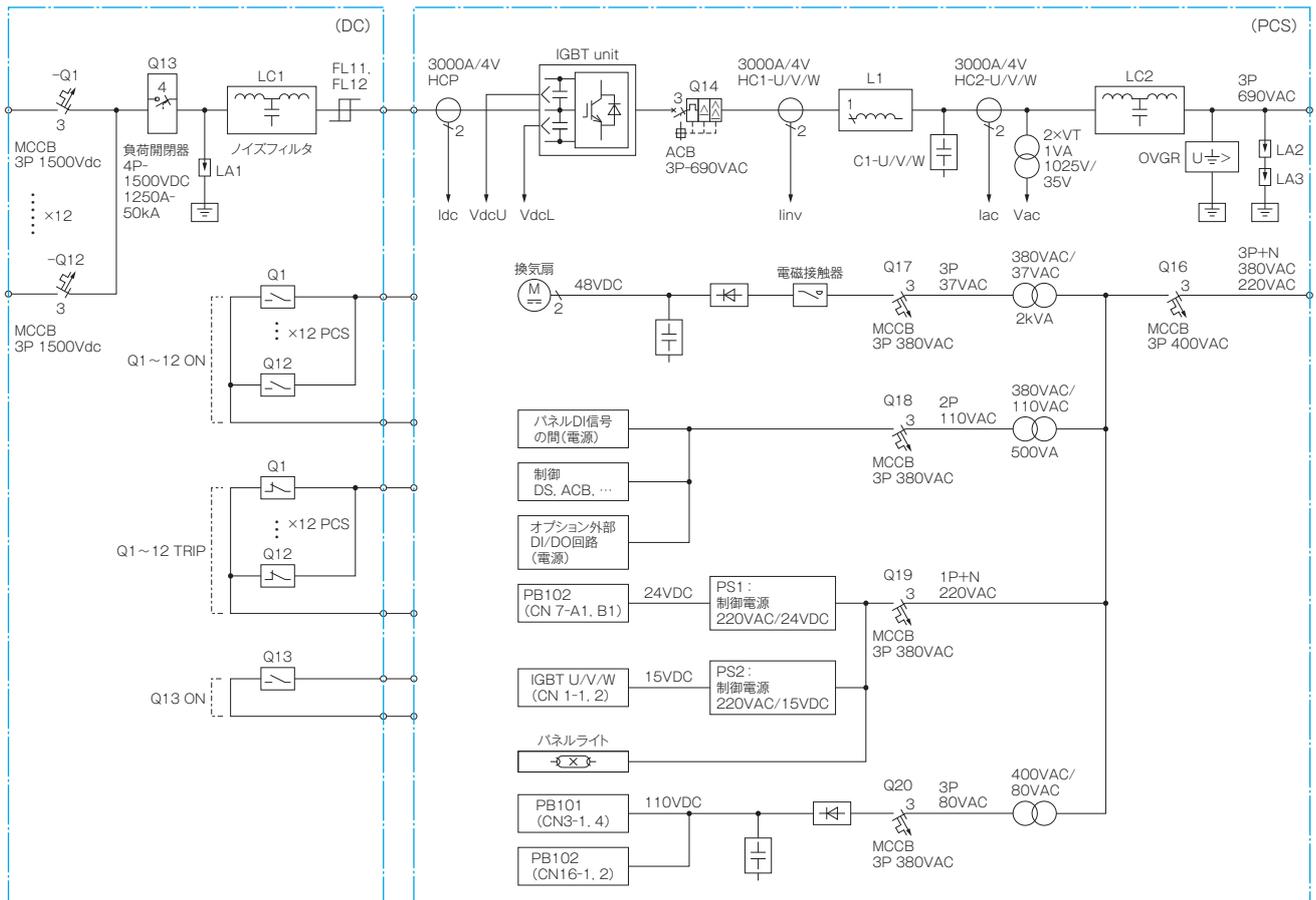
電力変換効率は最大98.7%以上で、当社PCSでは最大である。準拠規格は海外も視野に入れ、第1表に示すIECに準拠している。

### 2.3 装置外観

第2図と第3図にPCSの外形図を示す。W2890×H2360×D1500mmの屋外仕様を標準とし、前背面保守対応の強制風冷タイプである。第4図に本体操作部を、第5図に本体直流入力部を示す。操作部は屋外形のため、盤扉の開閉無しに監視ができるよう小扉窓から状態表示ランプを見ることができ、計測値や故障履歴などの詳細表示のために液晶ディスプレイ (LCD) 画面があり、小扉を開けてタッチパネルで操作できる。緊急停止スイッチも用意し、このスイッチで上位開閉器への転送遮断信号及びゲートブロック、直流入力主開閉器の開放を行う。直流入力部は配線用遮断器 (MCCB) を横向きで実装し、ケーブルの接続は隣の盤下部で行う構造とした。

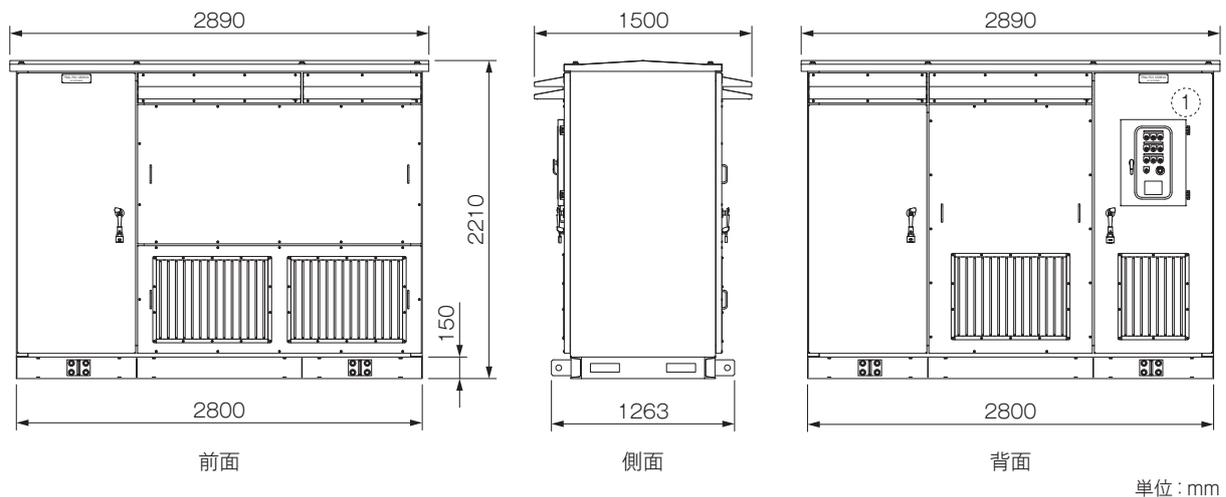
## 3 機能及び特長

系統連系形PCSとして、グリッドコードに準拠した機能のほか、当社の特長機能である商用停電時の非常用発電機連系機能も従来機種同様に実装している。非常用発電機との連系では、系統連系機能の設定自動変更・出力追従制御・逆潮流保護などを具備している。PCSで必要な技術ポイントは幾つかあ



第 1 図 PCS 単線接続図

DC 1500V 対応 1.2MW PCS の単線結線図を示す。直流集電回路内蔵で、トランスレス構成としている。

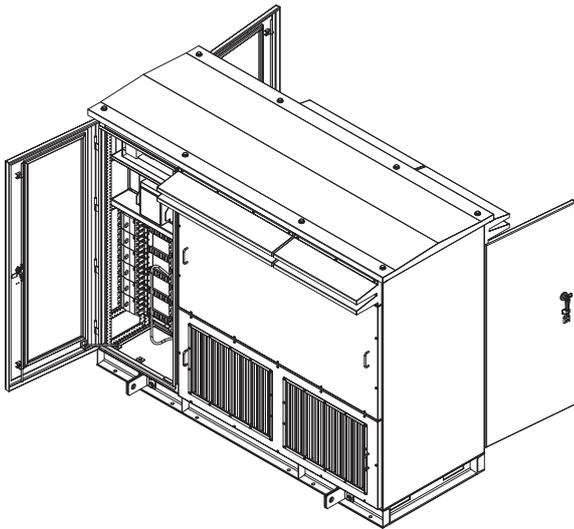


第 2 図 PCS 外形図 (正面・背面)

PCS 本体の正面図・背面図を示す (屋外形)。

るが、代表的なものは先に述べた直流高電圧化のほかに変換効率の向上、電力系統との新和性、長寿命設計などが挙げられる。変換効率の向上のため、

IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 素子での 2 レベルインバータから 3 レベルインバータへ転換することで、効率向上・ノイズ低減・フィルタ



第3図 PCS外形図（立体図）

PCS本体の扉開放時立体図を示す。



第4図 PCS本体操作部

PCS本体の操作部分を示す。小扉内に状態表示器・緊急停止スイッチなどがあり、下部にLCDを実装し、タッチパネルに状態・計測値などの詳細と回路構成を表示している。

小形化などを実現している。電力系統との新和性は出力抑制制御のほか、FRT（Fault Ride Through）機能を実装している。力率は、進み／遅れ0.85までの遠隔制御に対応している。



第5図 PCS本体直流入力部

PCS本体の直流入力部（MCCBによる12回路集電部）を示す。

## 4 むすび

PCSは、ハード面では部品の低価格化、新形半導体素子適用によるスイッチング損失低減や耐環境性向上・機能拡張など、ソフトウェア面では情報通信技術（ICT）活用による遠隔監視（リアルタイム監視・トレンド評価）制御・不具合の予防保全（スマート保守）などが継続の課題である。電力系統との親和性向上（周波数・有効電力・力率などのリアルタイム制御）に対応したスマートインバータ機能など、時代の要請に応じた機能向上に取り組む必要がある。

本稿ではPV用PCSとして紹介したが、本PCSに内蔵しているインバータユニットは、PV専用ではなく蓄電池用PCSにも転用できる共通インバータユニットとして開発した。DC1500V対応としているが、DC電圧範囲設定を下げることで出力容量は減定格となるが、1000V対応以下のシステムにも適用できる。

今後、当該製品に引き続き蓄電用としてもラインアップし、再エネ普及に貢献していく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

#### 《執筆者紹介》

---



**長谷川一穂**  
Kazuho Hasegawa  
再生可能エネルギー推進部  
再生可能エネルギー事業の企画業務に従事

---



**力石真樹**  
Masaki Chikaraishi  
再生可能エネルギー推進部  
再生可能エネルギー事業の企画業務に従事

---