

# PV・EV連携パワーコンディショナ

川久保 守\*  
土本直秀\*

*PV Inverter and EV Charger-Discharger Linked by AC Power Line*

*Mamoru Kawakubo, Naohide Tsuchimoto*

## 要 旨

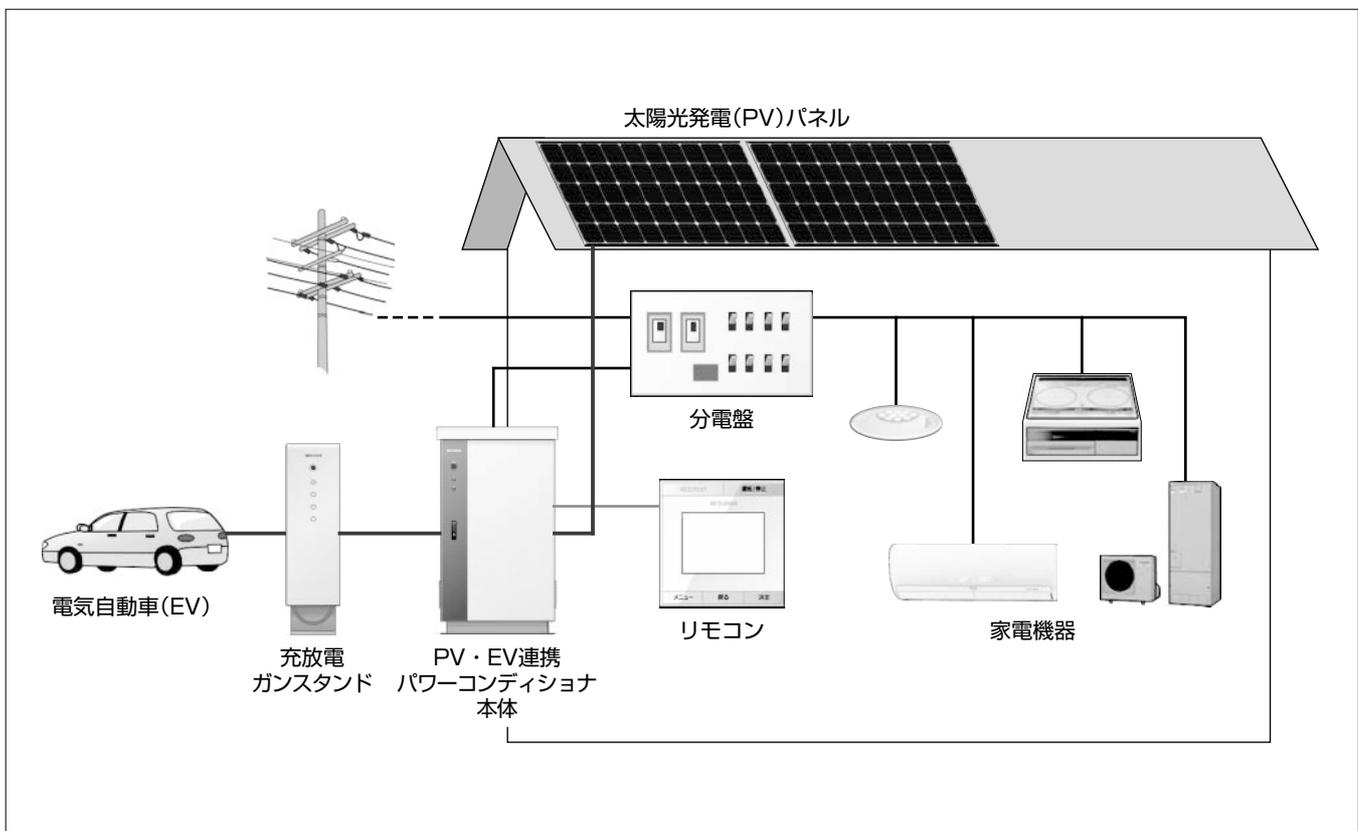
近年、省エネルギー意識の高まりから家電機器及びこれに搭載されるデバイスの消費電力低減が図られてきた。しかし、東日本大震災以降は、計画停電や節電要求を踏まえて電力の安定供給が強く望まれ、安全・安心を求めるように消費者の意識も大きく変化してきている。また、災害などの停電時でも家電機器を一定期間使用できる生活も強く望まれている。

この実現手段として、太陽光発電(PV: Photo Voltaic)<sup>(1)</sup>といった自然再生エネルギーを活用する発電手段が有効であるが、発電量が天候に左右されたり、夜間は発電できない等の課題もあり、蓄電池を併用したシステムが有効な手段と考えられる。一般家庭向けの蓄電池が多く市販されているが容量が小さいため、電気自動車(EV: Electric Vehicle)

に搭載されている大容量の蓄電池を活用することでより多くの電力が扱えるようになり、電力変動や住宅内への電力供給に対して、より安定かつ長期間の対応が可能となる。

PVとEVを連携したパワーコンディショナは、PVで発電した電力を住宅内の家電機器、電力系統(以下“系統”という)、EV搭載蓄電池に供給する。電力需要の少ない夜間に蓄電池を充電して電力需要の多い昼間に放電するなど、状況に応じた電力制御が可能となる。さらに、停電時は、自立運転切り換え分電盤と連携して動作することで系統との遮断後にEVから家電機器への電力供給が可能となる<sup>(2)</sup>。

本稿では、PV・EV連携パワーコンディショナのシステム構成、機能のほか、これを用いた実証試験について述べる。



## PV・EV連携パワーコンディショナの設置例

PV・EV連携パワーコンディショナの本体、EV用充電ガンを収納するガンスタンドを一般家庭に設置した例を示す。

## 1. ま え が き

東日本大震災以降は、安全・安心を求めるとして消費者の意識も大きく変化し、災害などの停電時でも一定期間家電機器を使用できる生活も強く望まれている。

それを実現する有効手段の一つであるPVは、発電量が天候に左右される、夜間は発電できないなどの課題があり、これを補うため蓄電池を併用したシステムが有効となる。特に、EVに搭載されている大容量の蓄電池を活用することでより多くの電力が扱えるようになり、電力変動や住宅内への電力供給に対して、より安定かつ長期間の対応が可能となってくる。

PVとEV等の大容量蓄電池を連携して制御するパワーコンディショナ(以下“パワコン”という。)は、発電・充電した電力を住宅内の家電機器に供給するといった基本機能から、PVの余剰電力を蓄電池に充電する、又は、電力需要の少ない夜間に蓄電池を充電し電力需要の多い昼間に放電して住宅内の家電機器に電力を供給するなど、状況に応じた電力制御を可能とし、さらに、自立運転切り換え分電盤と連携して動作することで系統との遮断や、停電時におけるPV及びEVからの電力供給を可能とした。

本稿では、PV・EV連携パワコンのシステム構成、機能のほか、これを用いた実証試験について述べる。

## 2. 発電と蓄電

### 2.1 蓄電池

再生可能エネルギーの電力への利用が急速に拡大してきているが、PVは天候に左右されて発電電力が短時間で大きく変動する。また、多くのPVによる発電が集中すると配電線の末端側で電圧許容値を超えて逆潮流が制限されるなどの課題がある<sup>(3)</sup>。これらの課題を解決する方法として、蓄電池の活用が期待される。特に、EVは自動車としての基本機能のほか、搭載する蓄電池は一般的な家庭用蓄電池に対して大容量かつ新たな設置場所が不要であるなどの利点も多いことから、住宅内に電力を供給するといった新たな活用方法が検討されている<sup>(4)</sup>。

### 2.2 住宅内への電力供給

自動車としての利用に支障が生じない範囲でEV搭載蓄電池を活用してPVの余剰電力や深夜電力を充電に利用し、電力需要の多い昼間などに住宅内の家電機器に供給することでピーク抑制などの新たな機能を実現する。現在検討されている時間帯別に料金を設定する制度を考慮すると、発電と蓄電の活用は、PVとEVが連携した充放電制御が必要となり、さらには家電機器を含めた電力制御が必要となってくる。

また、EVを所有する一般家庭では、家庭用電源からEV搭載蓄電池を充電する機能だけを備えた普通充電器を利用

しているが、EV搭載蓄電池の活用といった面から、EV搭載蓄電池から住宅内に電力を供給できる高機能充電器が必要となってくる。

## 3. PV・EV連携パワコン

先に述べた有効な手段となるPV・EV連携パワコンの開発とその検証に取り組んでいる(図1)。

### 3.1 構成

PV・EV連携パワコンは、本体、EV接続用コネクタとケーブルからなる充放電ガンを収納するガンスタンド、自立運転切り換え分電盤及びリモコンで構成している。

本体は、エアコン用室外機などと同様に家の裏手など人目につきにくい場所に設置する。本体と分離したコンパクトなサイズのガンスタンドは、ガレージやカーポート等、EVの近傍に設置することで、住宅の外観を損なわない、人の通行の妨げにならない、EVとの接続を容易にするなど、利便性の向上を図るとともに設置場所の自由度を拡大している。また、ロック付の保護カバーを備えているため、充放電用ガンの使用時又は未使用時に保護カバーを閉めてロックすることで、安全性の強化、いたずら防止を図っている(図2)。

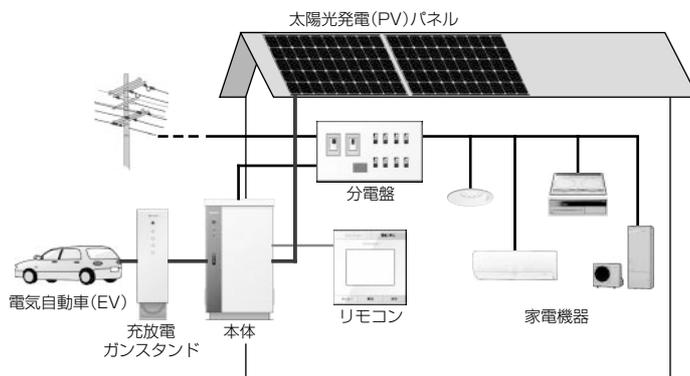


図1. PV・EV連携パワコンの設置例



(a) 充電ガンスタンド (b) 本体

図2. 充電ガンスタンドと本体の外観

本体は、PVパワコン(PV-PCS)、EVパワコン(EV-CNV、EV-INV)、EMコントローラ、バックアップ電源で構成しており、接続箱、ガンスタンド、自立運転切り換え分電盤、リモコンと接続する(図3)。

3.2 システムの仕様

システムの主な仕様は、PVの定格出力電力が家庭用途で平均的な4.0kW、EVの定格入出力電力が普通充電器と同等容量の3.5kWとしており、PVとEVの出力は交流電源側で接続するAC連携のため、システムの最大出力電力は7.5kWとなる。停電時における自立運転では、住宅内に交流100V及び200Vを供給する。ここで、EV搭載蓄電池との充電制御は規格のCHAdEMO<sup>(注1)</sup>に準拠、また放電制御はCHAdEMOをベースにした独自仕様で動作させている(表1)。

(注1) CHAdEMOは、東京電力株の登録商標である。

3.3 システムの機能

PV・EV連携パワコンは、PVの発電電力の供給、蓄電池との充放電、系統との遮断及び接続を行う。PVの発電電力を住宅内に供給したり、系統への逆流<sup>(注2)</sup>、蓄電池への充電を行う。また、系統の電力を蓄電池に充電したり、蓄電池の電力を逆流させずに住宅内に供給する。蓄電池への充電及び蓄電池からの放電は、EVの急速充電口に接続した充放電ガンを介して行う。その他、電圧や周波数変動等に対する保護機能や、地絡検出等の安全性を確保するための機能を備えている(表2)。

(注2) 系統連系に関しては、電力会社との連系協議が必要である。

3.4 各部の機能

本体、ガンスタンド、自立運転切り換え分電盤、リモコンの機能を次に示す。

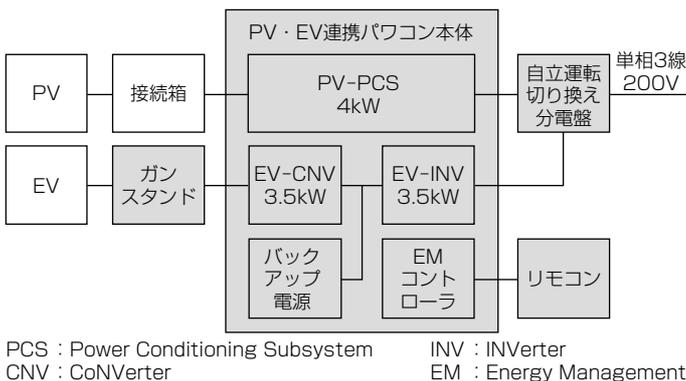


図3. システムの構成

表1. システムの主な仕様

項目	内容
PV定格出力電力	4.0kW
EV定格入出力電力	3.5kW
システム最大出力電力	7.5kW
主回路方式	AC連携
本体保護構造	IP55
充電/放電規格	CHAdEMO/独自

(1) PVパワコン

太陽電池の発電電力をDC/AC変換し系統と連系する電力変換装置で、MPPT(Maximum Power Point Tracking:最大電力点追従)制御機能によって、太陽電池の最大発電電力点を追従し、発電電力を最大化している。

(2) EVパワコン

蓄電池と電氣的に絶縁する絶縁トランス付DC/DCコンバータと、住宅内の電源に接続するDC/ACインバータで構成し、ガンスタンドを経由して蓄電池との充放電を行う。蓄電池の電力が逆流しないよう逆流防止機能を装備している。

(3) EMコントローラ

リモコンで行うユーザー設定によって、停電時における自立運転への切り換えや復電時における系統運転への切り換え等、自立運転切り換え分電盤の制御を行い、PVパワコンの発電とEVパワコンの充放電を指示し、状態把握、表示モニタ管理を行っている。

(4) バックアップ電源

停電発生時、蓄電池から電力を住宅内に供給するためにシステムを動作させる必要がある。システムの動作に必要な電源を確保するために鉛蓄電池とその充放電回路を装備したので、停電発生から数日間の待機を可能としている。

(5) ガンスタンド

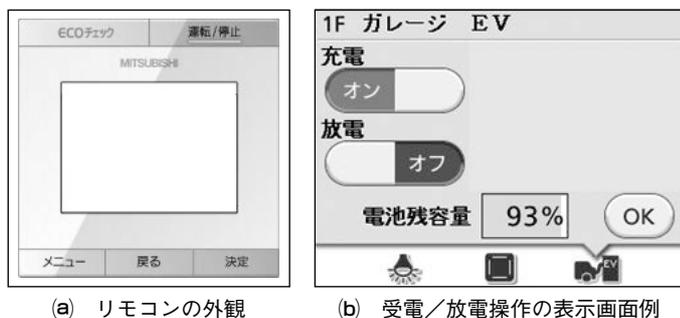
蓄電池との充放電を行うためのコネクタとケーブルの収納のほか、充電開始/停止の操作機能、スタンバイ/充電中、コネクタ取り外し禁止、充放電禁止、故障の表示機能を備えている。また、コネクタとケーブルを収納した後に保護カバーを閉めてロックする機能も備えている。

(6) 自立運転切り換え分電盤

停電発生時に系統と確実に切り離すために機械的な開閉装置を2箇所装備し、リモコンで自立運転を選択して開閉装置を開にすることによって系統と遮断する。また、復電時は平常運転を選択して開閉装置を閉にすることによって系統と接続する。

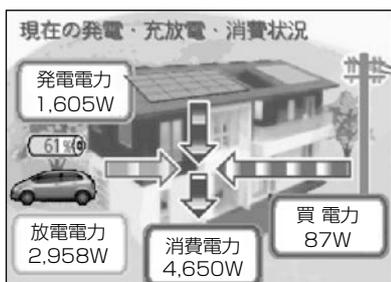
表2. システムの主な機能

項目	機能
通常運転モード	PV発電 EV充電 EV放電 PV発電+EV放電 PV発電+EV充電
自立運転モード	PV発電 EV放電 PV発電+EV放電 PV発電+EV充電
保護、安全性、その他	過電圧、不足電圧 過周波数、不足周波数 地絡検出 単独運転検出 逆流防止(EVからの放電時)



(a) リモコンの外観

(b) 受電/放電操作の表示画面例



(c) 電力量の表示画面例

図 4. リモコン

(7) リモコン

リモコンは、画面操作によって蓄電池への充電又は蓄電池からの放電の指示を出す。また、PVの発電電力、EVへの充電電力、EVからの放電電力、家電機器の消費電力を表示する(図4)。リモコンの画面は、PVの発電電力1,605W、EVからの放電2,958W、系統からの買電電力87Wが、住宅内における家電機器の消費電力4,650Wを賄っていることが一目で分かる表示にした(図4(c))。家庭内における電力の流れを見える化することによって、使用者が売電電力と買電電力を把握できるほか、節電意識を高めることもできるため、使用者が自ら節電行動に移ることも期待できる。

4. 実証試験

PV・EV連携パソコンは、PVの発電電力を家電機器に供給、蓄電池に充電、系統に逆潮流するほか、蓄電池の電力を家電機器に供給する。主な家電機器として、エアコン、冷蔵庫、照明、テレビ、IHクッキングヒーター等を使用する。

また、PV・EV連携パソコンとHEMS(Home Energy Management System)を組み合わせた“PV・EV連携HEMS”は、EVの大容量蓄電池を活用して、HEMSでPVの発電量、蓄電池の電力量、家電機器の消費電力量を把握し、蓄電池の電力量を適切に設定して住宅内に供給、蓄電池への充電を行い、ピークカット、ピークシフトに対応する。

電力の供給と需要が逼迫(ひっばく)した場合や停電の場合には、家電機器の機能及び性能を制限する監視制御によって電力の消費を抑制する。平常時の発電及び蓄電を最大限活用するとともに、災害時の長期停電にも対応していく。

4.1 平常時

平常時は、PVの発電電力を家電機器に供給したり、系統に逆潮流したりする。オフピーク時はEV搭載蓄電池に充電した電力を有効に活用する。HEMSによる住宅内の家電機器の制御で、ピーク抑制、ピークシフト等の制御を行い電力の活用方法を検証する。

4.2 停電時

災害時などの停電時は、系統と遮断して住宅内に電力を供給し、家電機器はコンセントを差し替えずにそのまま使用できるので、PVとEVの電力を最大限に活用できる。

PVの発電電力がある場合は、PVの発電電力と蓄電池の電力を住宅内に供給して家電機器を使用するが、電力の供給と需要が逼迫してきた場合は、HEMSで家電機器における電力の消費を抑制する。

PVの発電電力がない場合は、蓄電池の電力を住宅内に供給して家電機器を使用するが、蓄電量が少なくなった場合などはHEMSで家電機器における電力の消費を抑制したり、場合によっては優先度の低い家電機器の使用を停止したりする。

PVの発電量、EVの蓄電量、家電機器やその使用状態によって変化するが、自給電力での長期間の自立した生活の実現性を検証する。

5. むすび

EV搭載蓄電池の活用は、移動手段の自動車が住宅に必要な機能の一部となって新しい価値を生み、蓄電池による電力の安定化・電力のタイムシフト、非常用電源としての活用等、安全・安心な生活に貢献するほか、電力の安定化に対しても貢献する。実証実験では、HEMSと組み合わせで快適な生活、非常時の生活などを検証していく。

参考文献

- (1) JPEA太陽光発電協会：Q&A 一般住宅編  
<http://www.jpea.gr.jp/11basic05.html>
- (2) 三菱電機ニュースリリース2012年5月15日：業界初「PV・EV連携HEMS」による電力最適制御実証を大船スマートハウスで開始(2012)  
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2012/pdf/0515.pdf>
- (3) 赤須雅平, ほか：EV関連技術(V2G, V2H), 三菱電機技報, 86, No. 2, 126~129(2012)
- (4) 日産自動車ニュースリリース2011年8月2日：「日産リーフ」の駆動用バッテリーから一般住宅へ電力供給するシステムを公開(2011)  
[http://www.nissan-global.com/JP/NEWS/2011/\\_STORY/110802-01-j.html](http://www.nissan-global.com/JP/NEWS/2011/_STORY/110802-01-j.html)