

太陽光発電・蓄電池付き電気自動車用急速充電器 「PV-EV システム」の開発

Development of Electric Vehicle Quick-charger with Battery and Photovoltaic Power Generation System

伊藤孝典* 道永勝久* 大芝正嗣*
堀恵輔* 小山博康* 吉本健太*
横山晋也* 芦田有治* 詫間隆史*

Takanori Ito Katsuhisa Michinaga Masashi Oshiba
Keisuke Hori Hiroyasu Koyama Kenta Yoshimoto
Shinya Yokoyama Yuji Ashida Takafumi Takuma

Abstract

We have developed a clean energy system that consist of a photovoltaic power generation system (Below PV system), Li-ion battery and an electric vehicle quick charger. Power generated by the PV system is stored in the battery and later used to charge an electric vehicle. We have started test runs of this system to check its efficiency.

Key words: Quick charger; Clean energy system; Li-ion battery; Photovoltaic power generation system; Electric vehicle

1 まえがき

近年、低炭素社会の実現に向け、太陽光発電（以下PV）や電気自動車（以下EV）への関心が高まっている。

PVは発電時にCO₂を排出しない、同様にEVも走行中にCO₂を排出しないクリーンカーであり、国や各自治体により補助金制度の施策が積極的におこなわれている。

EVを普及させるには短時間で充電できる急速充電器のインフラ整備が重要であるが、急速充電する際に電力系統から高容量のエネルギーを受電するため、特別な受電設備が必要となる。今回、PV、蓄電池、急速充電器を組み合わせたシステムを開発した。PVで発電したエネルギーを蓄電池に貯め、EVへ急速充電をおこなうことにより電力系統の負担を軽くすることができる。また太陽光をエネルギー源とすることで、大幅なCO₂の削減が期待できる。本稿では、PV-EVシステムの概要と実証試験の運用状況について報告する。

* 産業電池電源事業部 電源システム生産本部
開発部

2 PV-EV システムの概要

今回開発したPV-EVシステムの概要を図1に示す。本システムは、PV、蓄電池、急速充電器を組み合わせEVへ急速充電をおこなう。PVで得られた電力はパワーコンディショナを介して蓄電池に貯えられ、急速充電器によってEVへ充電される。本システムは電力系統から直接EVへ充電するのではなく、蓄電池に貯えた電力を使用することで受電容量の低減を可能としている。またEVの走行で消費されるエネルギーをPVで補うため、環境負荷の小さいシステムといえる。さらに蓄電池が満充電の場合には電力系統へ発電電力を逆潮流でき、日射が少ない場合は電力系統から蓄電池へ電力を貯えることも可能である。

3 PV-EV システムの構成

本システムの構成は図2に示すように、太陽電池、パワーコンディショナ、リチウムイオン電池、急速充電器から構成される。パワーコンディショナは太陽電池の発電電力や電力系統からの受電電力をリチウムイオン電池へ貯え、電池状態により電力系統への逆潮流や受電する制御をおこなう。電力系統へ逆潮流する際は、受電電力検出ユニットにより、電池に貯えられた電力が逆潮流しないよう制御している。蓄電池は充放電効率に優れたリチウムイオン電池を採用しており、パワーコンディショナを介して電力を貯蔵し、EVへの充電の他にも非常用電源として利用できる。貯えられた電力は電池管理装置によって電圧や温度が常時監

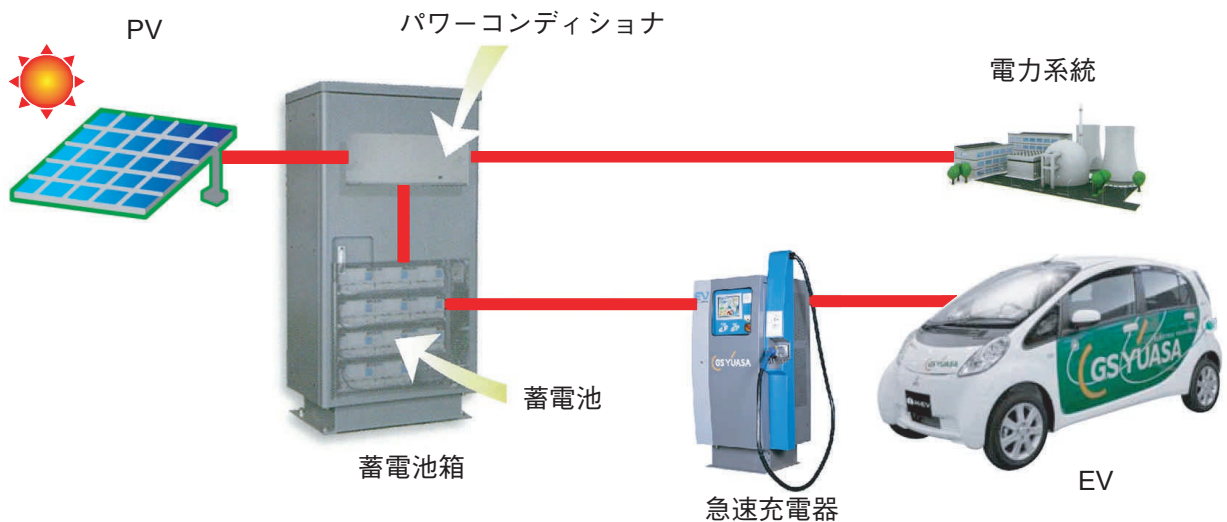


図1 システム概要

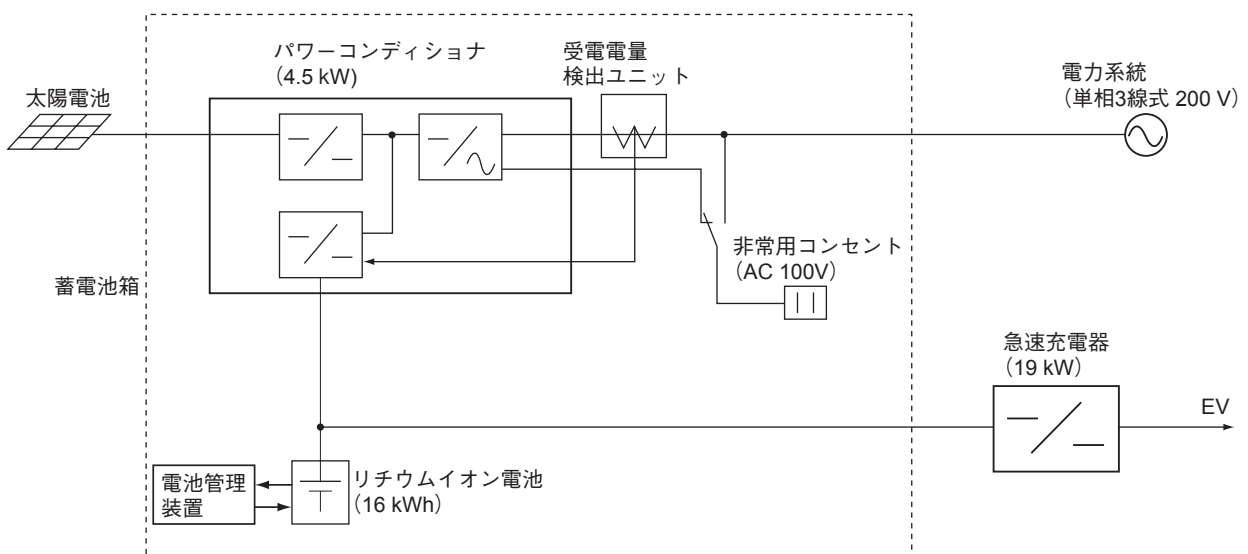


図2 システム構成図

視されている。急速充電器はリチウムイオン電池に貯えられた電力を、EVへ急速充電する。

通常EVへの急速充電には電力系統から三相交流の受電を必要とするが、リチウムイオン電池を併設することで、一般的な低圧受電設備の単相3線式で対応可能となる。

本システムは太陽電池の発電からEVへの充電まで全て直流電力であることから、電力変換の段数が少なく、システム効率が高い。また本システムには非常用コンセントを備えており、災害時にリチウムイオン電池に貯えられた電力を利用することも可能である。

3.1 蓄電池箱

蓄電池箱にはパワーコンディショナとリチウムイオン電池が収納されている。蓄電池箱の内観図を図3、仕様を表1に示す。リチウムイオン電池を用いることで蓄電池箱を小型・軽量化することができ、設置場所の選定が容易である。リチウムイオン電池は図4に示すようなモジュールを11個接続し、全体で約16 kWhの容量となる。モジュールは各セルの電圧や温度を監視しており、セルバランス機能により電圧のばらつきを調整し最適な電池状態を保持している。

表1 蓄電池箱の仕様

直流電圧	DC 230 V (入力) DC 300 ~ 360 V (出力)
交流電圧	AC 202 V
寸法	W 942 × D 168 × H 1655 mm



図3 蓄電池箱内観図

3.2 急速充電器

急速充電器はリチウムイオン電池に貯えられた電力を用いて、EVへ急速充電をおこなう。充電中はEVから指令を受け、必要とされる電力を供給する¹⁾。本体の表示画面はシステムの運転状況が一目で確認できるように、電力の流れやPVの発電電力、電力系統からの受電電力、蓄電池の充電状態を表示している。またEVへの充電時間や充電量も表示しており充電状況が簡単に確認できる。急速充電器の外観を図5、表示画面を図6、基本仕様を表2に示す。

表2 急速充電器仕様

入力電圧	DC 300 ~ 360 V
出力電圧	DC 50 ~ 500 V
定格容量	19 kW
効率	90% 以上 (充電制御部を除く)
充電プロトコル	チャデモプロトコル
寸法	W 950 × D 700 × H 1600 mm

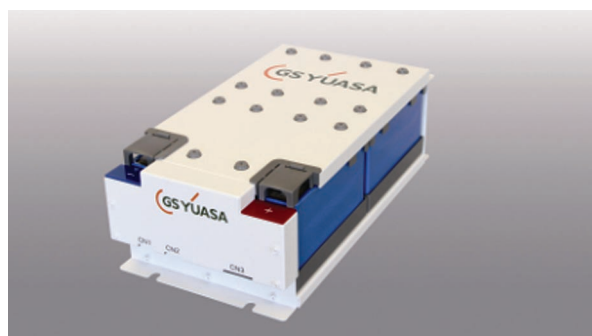


図4 リチウムイオン電池モジュール



図5 急速充電器

4 PV-EV システムの動作モード

本システムの動作モードを表3に示す。動作モードは大きく分けて6種に大別され、電力系統が健全時と停電時、および太陽電池の発電状況や蓄電池の残容量によって動作が異なる。

5 実証試験状況

5.1 システム設置状況

実証試験システムの設置状況を図7に示す。システムは蓄電池箱がコンパクトであるため狭い場所に設置できる。また、蓄電池に貯えた電力でEVに充電する

表3 PV-EV 動作モード

動作モード	電力系統	動作図	動作説明
モード1	健全		蓄電池容量が急速充電に可能な充電量である場合、蓄電池への充電を太陽電池からのみ充電する
モード2			蓄電池容量が急速充電に可能な充電量を下回っている場合、蓄電池への充電を太陽電池と電力系統から充電する
モード3			蓄電池が満充電時に太陽電池の発電電力を電力系統へ逆潮流する
モード4			夜間時に蓄電池容量が急速充電に可能な充電量である場合、待機する
モード5	停電		太陽電池から蓄電池へ充電する
モード6			蓄電池の残量により急速充電する

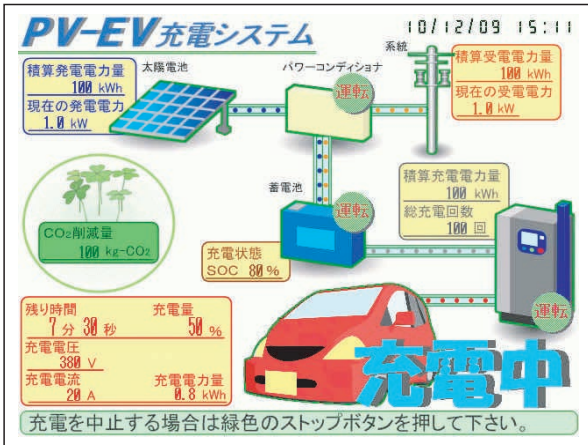


図6 表示画面



図7 実証試験システムの設置状況

ため、電力系統の受電容量を変更することなく施工可能である。

5.2 運用状況

実証試験開始から6ヶ月間のPVの電力量、EVへの充電電力量、電力系統への逆潮流電力量(売電)、電力系統からの受電電力量(買電)のグラフを図8に示す。運用状況は充電回数が128回であり、月平均で約20回の頻度で充電がおこなわれた。PV電力の累計は1224 kWhでありEVへの充電電力量508 kWhを上回っている。電力系統への逆潮流電力量752 kWhについても受電電力量642 kWhを上回り、2 kWの太陽電池パネルを利用したPV-EVシステムの電力収支は110 kWhの黒字となった。

本システムにおける1日のPV電力、系統電力、蓄電池状態の動きを図9に示す。この日は快晴であり6時頃からPVの発電が始まっている。リチウムイオン電池への充電が開始され満充電になると、電力系統へ逆潮流がおこなわれる。9時頃にEVへの充電がおこなわれリチウムイオン電池が放電している。EVへの

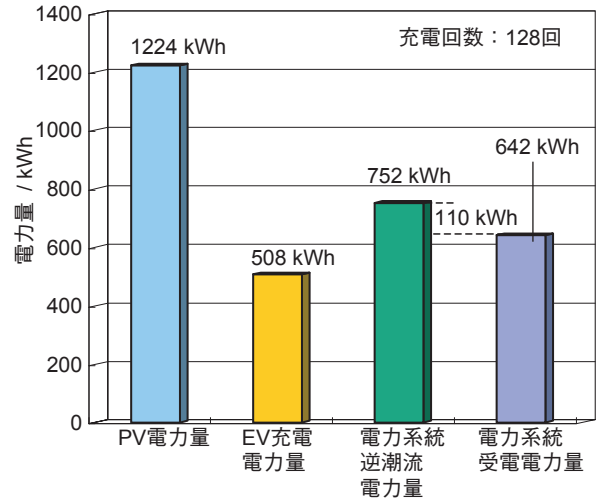


図8 実証試験における電力量の内訳

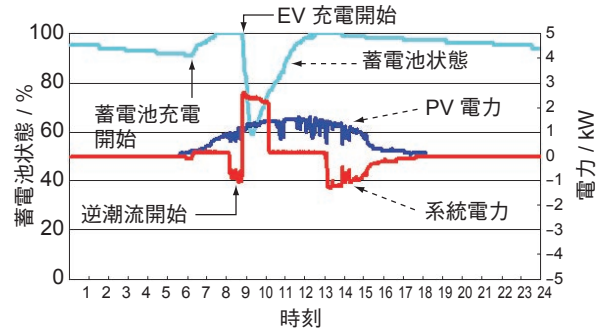


図9 1日の電力の動き

充電終了後はPVと電力系統の双方からリチウムイオン電池への充電動作がおこなわれている。13時頃にリチウムイオン電池が満充電になり、再び逆潮流している。以上のことからシステムが良好に動作していると確認できる。

6 まとめ

本稿ではPV、蓄電池、急速充電器を組み合わせたPV-EVシステムについて紹介した。本システムは蓄電池に貯えたエネルギーを用いてEVへ急速充電することにより、電力系統から受電する電力を軽減することができる。PVで得たエネルギーを蓄電池に貯え、これをEVの走行に利用することで環境負荷の小さいシステムを実現することが可能である。また災害や電力系統の停電時には、PVと蓄電池を利用した非常用電源としても有効である。

今後はEVの普及に伴うインフラ整備の拡大や再生可能エネルギーに対するニーズがますます高まることから、様々な要求に対応できるシステムの改良・改善に取り組む予定である。

文 献

- 1) 堀恵輔, 道永勝久, 大芝正嗣, 伊藤孝典, 小山博康, 芦田有治, 山口雅英, *GS yuasa Technical Report*, **8** (1), 60, (2011).