

再生可能エネルギーを利用した電気自動車向け インフラシステム

Infrastructure System for Electric Vehicle Using Renewable Energy

横山 晋也* 山口 雅英* 伊藤 雅一**
黒川 浩助** 中井 康博*** 野口 浩行****

Shinya Yokoyama Masahide Yamaguchi Masakazu Ito
Kosuke Kurokawa Yasuhiro Nakai Hiroyuki Noguchi

Abstract

Electric vehicles are eco friendly cars that do not emit greenhouse gasses like CO₂ while running and are close to being commonly used in our society. Likewise, photovoltaic and wind power systems are used as environment-friendly renewable energy sources, and their productions are rapidly increased in recent years. Thus, a new verification project on "RE-EV" has been started for high efficient charging system of electric vehicles using these renewable energy sources in cooperation with Tokyo Institute of Technology, Mitsubishi Corporation, and Tostem Housing Institute. This system consists of three main components of 2.59 kW photovoltaic module, 4.5 kW power conditioner, and 8.96 kWh lead-acid battery for surplus energy storage apparatus. The practical operation data obtained by using solar energy to charge electric vehicle after road tests were analyzed in terms of power flows in the system under different dairy operation modes.

Key words: Renewable energy; Photovoltaic; Electric vehicle; Battery

1 まえがき

近年、地球環境問題に対する取り組みとして、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーの利用が進められており、4月20日には環境省より「緑の経

済と社会の変革」(日本版グリーン・ニューディール政策)が発表された。この政策には、太陽光発電設備の設置のほかエコカーへの買い換え促進などの具体的な施策が示されており、環境対策と景気対策の両面で大きな期待が寄せられている。

一方、電気自動車は、走行する際にCO₂などの排気ガスを出さない究極のエコカーであり、長年実用化が期待されていたが、大容量リチウムイオン電池の開発により、間もなく自動車メーカーから市販されることが決定している。

当社では、従来より太陽光発電システムの研究開発

* (株)ジーエス・ユアサ パワーサプライ
電源システム生産本部

** 東京工業大学

*** 三菱商事(株)

**** (株)トステム住宅研究所

に取り組み、小容量から大容量まで各種のパワーコンディショナと発電システムを商品化してきたが、今回、東京工業大学、三菱商事(株)、(株)トステム住宅研究所と共同で、「太陽光や風力などの再生可能エネルギーを有効に活用した環境負荷の少ない電気自動車の充電システムの実証試験 (RE-EV Project)」¹⁾をスタートした。以下、本プロジェクトの概要について報告する。

2 システムの概要

本プロジェクトにおいて実証試験中のシステムの概要を Fig. 1 に示す。本システムは東京工業大学大岡山キャンパス内に設置された充電ステーションを中心に構成され、電気自動車を使用して、同大学すずかけ台キャンパス、田町キャンパスおよび葛飾区コンセプトホーム (アイフルホーム) を往來することを目的としている。

充電ステーションには太陽電池と蓄電池、パワーコンディショナなどが設置されており、太陽電池で発電した電力を直接あるいは一旦蓄電池に蓄えて電気自動車の充電に使用する。また、システムには風力発電も含まれているが、現在は準備中である。

3 充電ステーションの構成

充電ステーションは 2.59 kW の太陽電池と 4.5 kW のパワーコンディショナ、8.96 kWh の鉛蓄電池、受電電力検出ユニットおよび計測システムにて構成されている。Fig. 2 にその構成を示す。

パワーコンディショナは当社が開発した「パワー

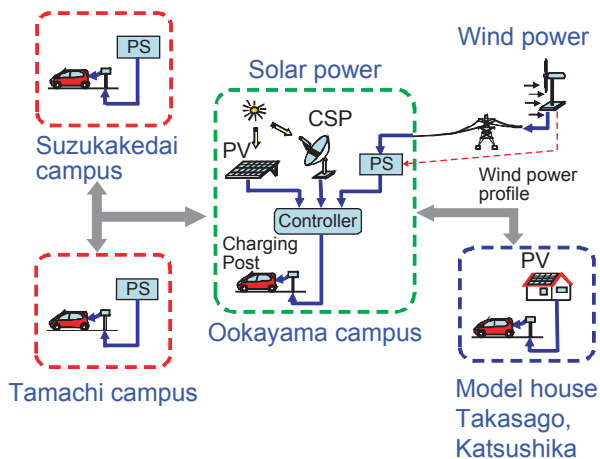


Fig. 1 System configuration of RE-EV system.

ソーラーシステム」²⁾をベースに、RE-EV 用として太陽電池から蓄電池への充電機能を付加したものである。本パワーコンディショナの仕様を Table 1、設置状況を Fig. 3 に示す。

蓄電池はサイクル用途として開発された顆粒クラッド式鉛蓄電池 4 V, 70 Ah を 32 個直列で使用しており、システム電圧は 128 V である。Table 2 に蓄電池盤の仕様、Fig. 4 に設置状況を示す。また、受電電力検出ユニットは太陽電池の発電電力を系統に逆潮流させずに電気自動車や充電ステーションの蓄電池に充電するために設置している。

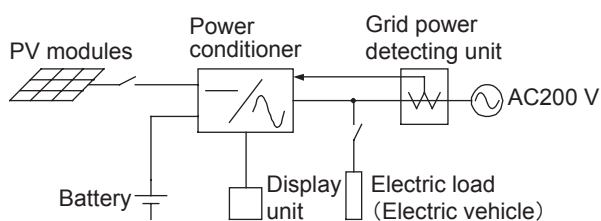


Fig. 2 System diagram of charge station for RE-EV.



Fig. 3 Power conditioner installation for charge station for RE-EV.

Table 1 Power conditioner specification for charge station for RE-EV.

Inverter type	Voltage type current control
Electric type	Single phase-three lines
Rated DC voltage / V	DC220 (Photovoltaic) DC128 (Battery)
Rated AC voltage / V	AC202
Rated capacity / kW	4.5
Power conversion efficiency / %	92.5
Dimensions (W × D × H) / mm	700 × 160 × 290
Mass / kg	About 21

Table 2 Battery cabinet specification.

Battery type	SLC70-4V
Nominal voltage / V	128
Cell number / cell	64
Capacity / kWh	8.96
Dimensions (W × D × H) / mm	922 × 557 × 1305
Mass / kg	About 430



Fig. 4 Battery cabinet installation for charge station for RE-EV.

4 充電ステーションの動作

本システムでは、電気自動車の充電をできるかぎり太陽光発電や風力発電の電力でまかなうことをコンセプトとしている。以下、その動作について紹介する。

4.1 蓄電池充電モード

太陽光発電時に電気自動車がない場合は、太陽電池から充電ステーション内の蓄電池を充電する。系統への逆潮流は起こらない (Fig. 5)。

4.2 系統逆潮流モード

充電ステーション内の蓄電池が満充電となった場合は、余剰電力を系統に逆潮流する (Fig. 6)。

4.3 電気自動車充電モード

太陽電池の発電電力にて電気自動車を充電するが、夜間や発電電力が不足している場合は、不足分を充電ステーションの蓄電池にてまかなう。さらに蓄電池が放電終止状態となれば、商用電力にて充電をおこなう (Fig. 7)。

5 実証試験結果

本実証試験では、実際に電気自動車キャンパスやコンセプトホーム間を走行し、太陽電池の発電電力、

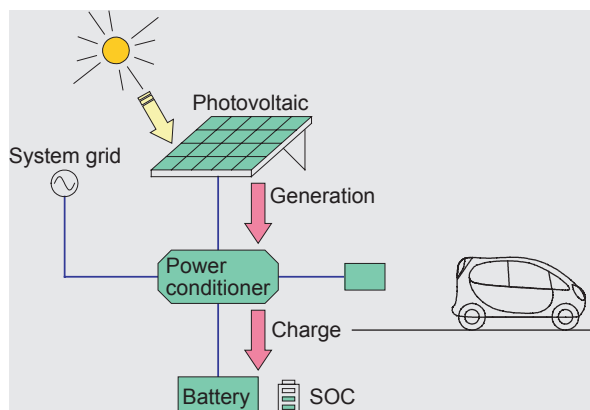


Fig. 5 Power flow under the battery charge mode for RE-EV.

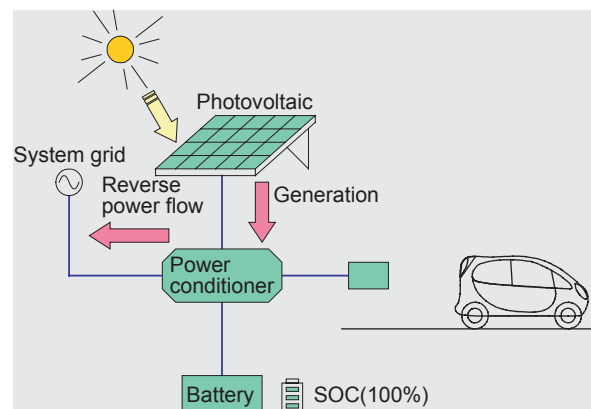


Fig. 6 Power flow during the reverse power flow mode of charge station for RE-EV.

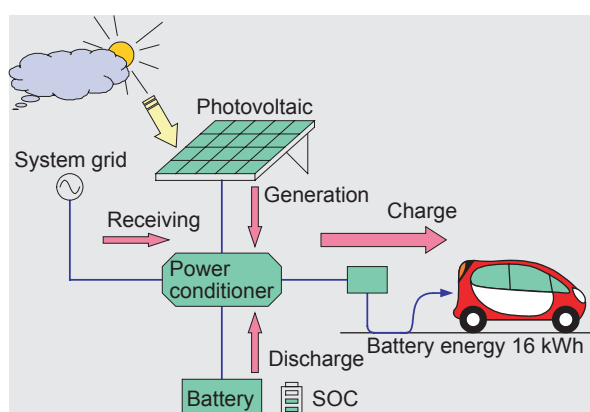


Fig. 7 Power flow during the RE-EV charge mode.

蓄電池の充放電電力、電気自動車への充電電力、パワーコンディショナの出力電力の計測をおこなっている。

Fig. 8～11は2009年3月17日から20日までの計

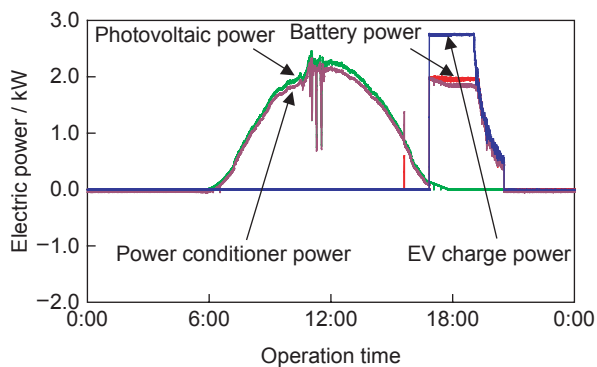


Fig. 8 Change in electric power of each component for RE-EV on March 17 in 2009.

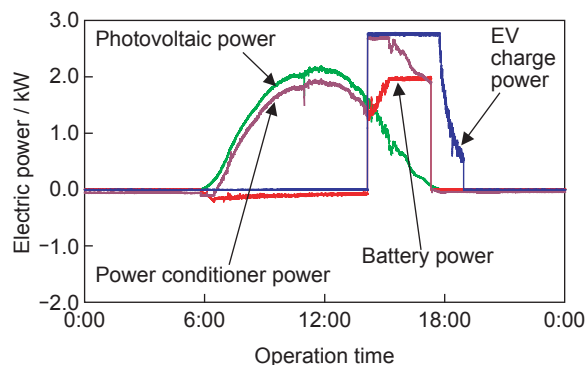


Fig. 10 Change in electric power of each component for RE-EV on March 19 in 2009.

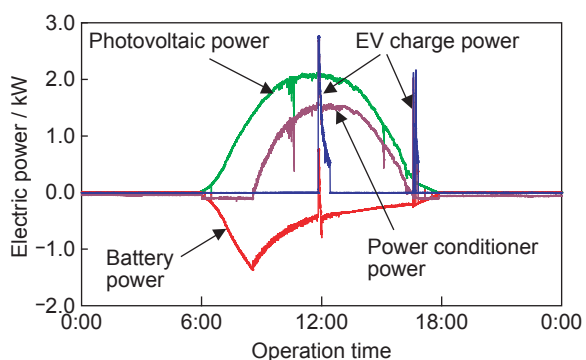


Fig. 9 Change in electric power of each component for RE-EV on March 18 in 2009.

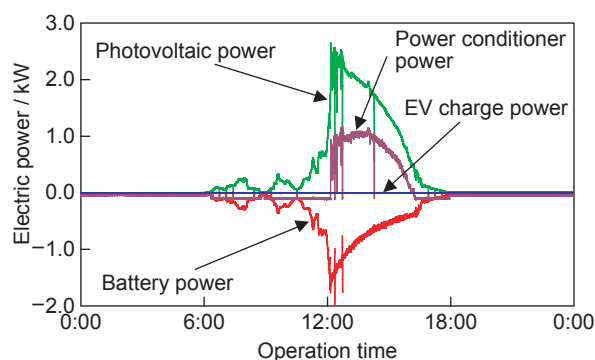


Fig. 11 Change in electric power of each component for RE-EV on March 20 in 2009.

測データである。Fig. 8の3月17日はほぼ晴天であり、蓄電池は満充電であるため昼間の太陽電池の発電電力は系統に逆潮流されている。夕方に電気自動車に戻ってきて充電が始まると、約2.8 kWの電力で充電されるが、蓄電池からの最大出力は2.0 kWに設定しているため、不足分は系統からの受電電力によりまかなわれている。その後、電気自動車が満充電に近くなると、充電に必要な電力が減少するため、蓄電池からの放電電力のみで充電をおこなっている。

Fig. 9の3月18日もほぼ晴天であるが、蓄電池は前日に電気自動車の充電に使用したため充電量が減少しており、これを補うために太陽電池から蓄電池への充電をおこなっている。9時頃から蓄電池の充電電力が減少しているのは、蓄電池電圧が上昇し、充電電力の制御をおこなっているためである。また、このとき発生した太陽電池の発電電力の余剰分は系統に逆潮流している。3月18日の蓄電池の放電電力量は5.9 kWh、翌19日の蓄電池の充電電力量は5.5 kWhであり、1日では蓄電池は満充電まで充電されていない。

Fig. 10の3月19日は、日中に電気自動車の充電をおこなっており、太陽電池の発電電力と、蓄電池の放電電力とで充電電力をまかなっている。Fig. 11の3月20日は、午前中は曇天であるが、午後からは晴天となっている。午前中の太陽電池の発電電力が変動している場合でも蓄電池の充電電力は太陽電池の発電電力に追従している。

以上のデータから蓄電池から電気自動車への充電、太陽電池から蓄電池への充電の動作は良好におこなわれていることがわかった。

6 まとめ

以上、プロジェクトの研究内容と実証試験結果の一例について紹介した。今回測定した結果では、太陽電池から蓄電池への充電が予定より少なく、蓄電池の充電時間が長くなっているため、充電制御パラメータの再検討をおこなう必要がある。

また、今回は蓄電池として鉛蓄電池を使用した



Fig. 12 External appearance of LIM30H type lithium-ion battery.

より効率的な充放電や小形化にはリチウムイオン電池 (Fig. 12) が適しており、大きな変更なく適用することが可能である。

今後、太陽光発電システムや電気自動車の普及がますます進む中、蓄電池を有効利用したシステムのニーズも高まると考えられるので、今後もシステムの改善に取り組むとともに、あらためて報告する機会をもちたい。

文 献

- 1) Masakazu Ito, Takuya Oda, Yasuhiro Nakai, and Kosuke Kurokawa, *WREC 2009 Asia*, Abstract No. B2-025 (2009).
- 2) 横山晋也, 清水雄一, 佐井真也, 詫間隆史, 山城祐史, 上田芳久, 山口雅英, *GS News Technical Report* (presently *GS Yuasa Technical Report*), **62** (1), 35 (2003).