

EVユーザーと電力需要家双方にメリットを生み出す蓄電型充電システム

Battery Installation Type Charging System for Electric Vehicles Providing Advantages for Both EV Users and Electricity Customers

遠藤 保 藤原 淳 石浦 良一

■ ENDO Tamotsu ■ FUJIWARA Jun ■ ISHIURA Ryoichi

低炭素社会の構築を考えるうえで、電気自動車 (EV) と自然エネルギーの代表である太陽光発電 (PV) の普及促進、及び電力の供給と需要を安定化させるためのスマートグリッドの実現は重要である。そのための社会インフラでは、蓄電システムの位置づけが重要になる。

今回、東芝は、寿命特性に優れ大幅に安全性を高めた二次電池 SCiB™ を定置型蓄電池に活用した蓄電型充電システムを試作した。このシステムは、EVの普及に役だてるために、電源設備容量の制約を受けにくく様々な駐車シーンに適用可能なEV急速充電機能を持つ。また、PVの大量普及時に想定される逆潮流時の電圧上昇などの課題を改善する制御機能も持ち、更に、需要家メリットとなる電力ピークカット、夜間電力利用、及び非常電源対応にも役立つ機能を備えている。

Both the promotion of electric vehicles (EVs) and photovoltaic (PV) power generation systems using natural energies, and the realization of smart grids to maintain the balance between energy supply and demand, are essential for the achievement of a low-carbon society.

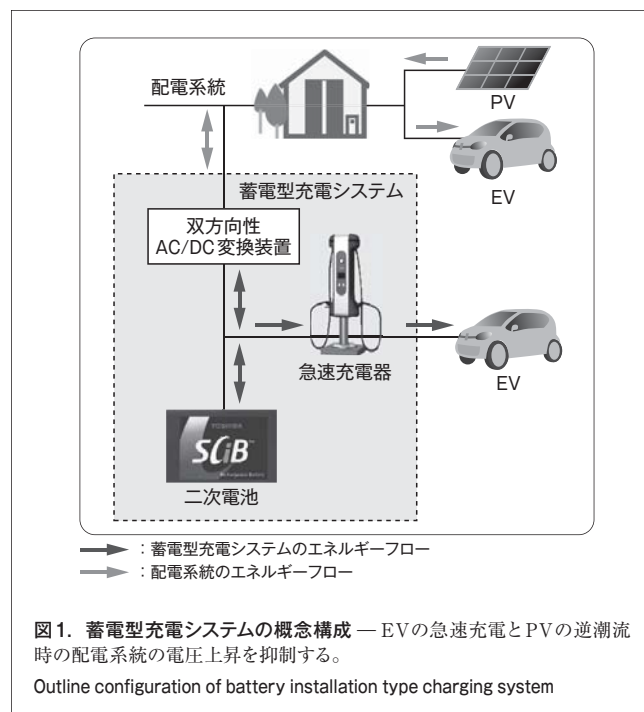
As an application of electricity storage systems, which will play a critical role in the construction of the future social infrastructure, Toshiba has developed a prototype battery installation type charging system incorporating the following technological advancements: (1) the SCiB™ battery with excellent life performance and high safety, (2) a high-speed charging function for EVs, (3) a control function for the stabilization of output fluctuations in accordance with the widespread dissemination of PV power generation systems, and (4) useful functions for customers, such as a peak cut function, utilization of nighttime power, and an emergency power supply.

1 まえがき

低炭素社会の構築を推進するために、電気自動車 (EV) や太陽光発電 (PV) に代表される自然エネルギーの普及が促進されている。

EVについては、ガソリン車との価格差もさることながら、電池性能などの改良による充電1回当たりの航続距離の伸長、及び急速充電インフラの整備による充電時間の短縮や電欠不安の解消も、普及のための重要な要素である。また、PVについては、逆潮流時の配電系統電圧の上昇による解列や、潮流変動による周波数変動、余剰電力の発生による稼働率の低下などの課題があり、2020年時点で2,800万kWレベルにまでPVの設置を普及させるという政府の目標を達成するためには、これらに対する対応策が必要とされている⁽¹⁾⁻⁽³⁾。

二次電池においては、EVなどの継続的な発展により技術革新や量産化投資が進められ、更なるコスト低減と性能向上が促進され、リユースも含めた膨大な蓄電エネルギーを保有する未来社会の出現が予測できる。こうした動向を考慮すると、前述した様々な課題を解決できる、二次電池を利用した蓄電システムは、社会インフラを構築するうえで重要であると考えられる。また、蓄電システムと配電系統の接続に双方向性AC (交流)/DC (直流) 変換装置を採用することで、配電系統の



電力制御ができるようになり、需要家のメリットとなる電源の安定化や電力のピークカットにも対応できる。更に、このシステムを地域内に適切に配置することで、一般家庭へPVが普及

したときに想定される配電系統の電圧上昇の抑制などにも利用できる。

今回東芝は、当社製の二次電池 SCiB™、急速充電器、及び双方向性 AC/DC 変換装置を主要なコンポーネントとする蓄電型充電システムを試作した。試作したシステムの概念構成を図1に示す。ここでは、この蓄電型充電システムの概要と特長について述べる。

2 駐車シーンを考慮したEV急速充電ポート

まず、EVの航続距離と充電時間について考える。

航続距離を改善するためにはパワートレインの効率向上、空気抵抗や転がりによる損失の低減、車体重量の低減、回生ブレーキの適用、及びパワーステアリングや冷暖房機器など補機の効率改善も重要ではあるが、やはり大きな効果が期待されるのはバッテリーのエネルギー密度向上による搭載エネルギーの増強であろう。しかし一方で、充電設備側から見ると電源系統の安定性を損なうことになる。また、EVのユーザー側から見ると充電時間が更に長くなり、航続距離の伸長と充電時間の短縮というユーザーのニーズに応えるためには、この二律背反の課題を解決する必要がある。

充電時間の短縮については、出力50 kW超の超急速充電器の提案もあるが、充電コネクタなどの重量やサイズが現状の急速充電器のものよりも更に重く大きくなるため、ユーザーの操作性を改善しなければならないという課題がある。また、様々なEVに搭載される各社のバッテリーの寿命が、大電流充電サイクルによって影響を受けるという課題もある。

そこで、ユーザーの待ち時間に対するストレスを和らげる視点で考える。一般の乗用車は走っている時間より駐車している時間が長く、90%以上の時間は駐車状態であるため、駐車中に充電を完了すれば、ガソリン給油より時間がかかるという新たな時間ロスをユーザーが感じることはない。

自宅以外の駐車シーンであるショッピング、外食、娯楽などにおける10分から3時間程度の様々な駐車時間に、100V普通充電や200V倍速充電による7～十数時間の充電能力ではなく、急速充電器を駐車中のEVに自動的に切り替えて効率よく活用することで、ユーザーに与える待ち時間のストレスを減少させることができる。急速充電器を駐車場へ適用するには街中の様々な駐車場に設置できる必要があり、設置場所の電源設備容量の制約を受けないように、定置型二次電池をバッファとして機能させる。EVの充電は選択の自由度が高く家庭などで安価に充電できる反面、現在実用化されているEVでは100km程度走るのに約30分間の充電時間がかかる。ユーザーはガソリン給油と比べ便利さと不便さの両方を感じているが、駐車場で急速充電が利用できるようになれば、一部の不便さを低減できると期待できる。

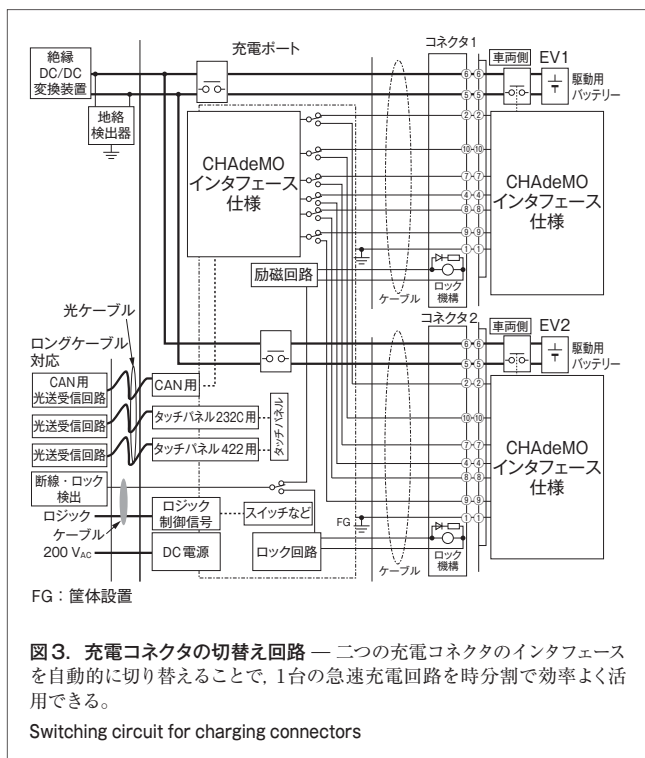
2.1 複数充電コネクタ対応

検証用の蓄電型充電システムを当社の府中事業所内に設置した。駐車中のEVに充電する場合を想定し、ユーザーが充電場所を離れても効率よく充電できるように、1台の急速充電器に複数(今回は2個)の充電コネクタを設け、複数(今回は2台)のEVを自動的に切り替えて充電できる機能、及び充電を完了してもパスワードを入力しないとロックが解除できない機能を持たせている。検証用システムの充電ポート部分を図2に示す。一つの充電コネクタでEVを充電中で、もう一つは充電コネクタホルダに置かれてロックされ、2台目への充電予約を待っている状態である。

充電仕様はCHAdeMO仕様^(注1)に準拠しているが、二つの充電コネクタを切り替える点はオリジナル仕様である。基本的にはCHAdeMO仕様のインタフェース回路のCAN(Controller Area Network)通信や、コンタクトインターロック、電源信号などをハードウェア回路で切り替えている。充電コネクタのロック動作回路には、同時に二つの充電コネクタをロックする必要があるため、切替ではなく個別の回路を設けている。回路構成を図3に示す。コネクタをロックするのは、EVが充電を予約して駐車しているシーンを考慮し、充電が終了すると自動的にもう一つの充電コネクタ側に充電動作が移行して、荷電されていなくてもドライバーが戻ってくるまで充電コネクタが外れないようにするためである。また、充電コネクタの



(注1) CHAdeMO協議会による電気自動車 急速充電スタンド標準仕様書 (CHAdeMO PROTOCOL Rev.0.9)。



内のロック機構が、充電待機中の長期連続動作を想定しておらずメーカー保証外のため、待機中の長時間ロックには利用できないためである。この利用シーンへの適用には、充電コネクタ内のロック機構に連続動作仕様を盛り込むことが望ましい。

2.3 広範囲設置対応の分離型設計

ショッピングモールなどの大型駐車場も含めた広範囲な駐車場への設置を実現するために、充電ポートとDC/DC変換装置本体の通信は光伝送を採用し、100 m以上離れた場所への設置も可能にしている。今回は120 m程度の分離距離で、本体は電気室に、また、充電ポートは建屋入り口の車寄せエリアに設置した。EVと充電ポート間の通信には、CHAdEMOプロトコルによるCAN通信を採用し、現在商品化されている三菱自動車工業(株)製 i-MiEV、富士重工業(株)製プラグインステラ、及び日産自動車(株)製リーフを急速充電することができる。

2.4 スタイリッシュなデザイン

充電ポートを分離することで狭い駐車スペースにも設置できるスタイリッシュなデザインが可能となった。街中や駐車場、大型スーパーやレストラン、コンビニエンスストアなどの商業施設をはじめ、様々な場所に設置されることを想定し、本体に丸みを持たせて圧迫感を軽減させるとともに、充電コネクタの収納部に傾斜を設けることで、取扱いがしやすいように配慮した。

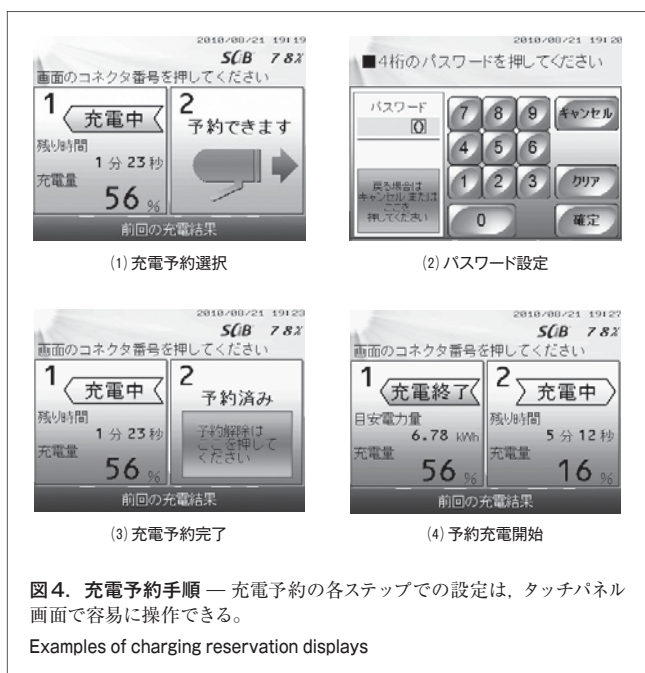
2.5 屋外設置への対応

充電ポートは、放水などを考慮して二重構造にしてあり、電気部品を収納している内部筐体(きょうたい)とデザインを考慮した外形筐体で構成され、全体でIP55^(注2)防じん・防水構造となっている。外観構造は、内部ユニットに雨水が直接かからない程度の構造で、通気口部にフィルタを設けている。充電コネクタやケーブルを伝わってガンホルダに浸入する雨水や、外装板の隙間から浸入する雨水は、排水パイプなどを介して支柱の外壁に沿って外部に逃がす構造を取っている。また、支柱を使った構造にして電気部品を地面から80 cm以上の高い位置に配置し、もし、大雨などで駐車場が水没したときでも電気回路部分が容易に冠水しない構造になっている。

内部筐体と外観構造物の間に隙間を設けて空気が流れ込む構造にし、太陽熱を遮蔽するとともに、電気部品からの発熱を外に逃がす煙突の仕組みを持たせている。更に、内部温度が40℃以上になるとIP55冷却ファンが作動し、ファンの寿命を考慮して、オン/オフしながら強制冷却を行っている。

LCDパネルのバックライトには高輝度タイプを使用し、陽光が当たっても見やすくするとともに、その寿命を考慮して、一定時間操作がない場合には自動的に消灯するスクリーンセーバ機能を備えている。

(注2) JIS C 0920 (日本工業規格 C 0920) : 2003 “電気機械器具の外郭による保護等級 (IPコード)” に規定された、防じん、防水などの保護等級の一つ。



選択は液晶ディスプレイ (LCD) のタッチパネル画面で容易に選べるようにしており、ロック解除などの操作を制限するためのパスワード設定も行えるようにしている。充電ポートの充電予約手順を図4に示す。

2.2 いたずら防止機能

充電コネクタ内のロック機構のほかに、充電ポートのホルダに置かれているときいたずらなどで外れないように、ホルダ内にもロック機構を追加している。これは、今回使用したコネクタ

3 エネルギーマネジメント制御対応

今回の試作機は、AC電源から25 kWの双方向性AC/DC変換装置を介して直流電源ラインを構成し、定置型二次電池と25 kW DC/DC変換装置及び50 kWのEV急速充電回路を接続している。エネルギー制御フローとしては自由度の高い回路構成である。

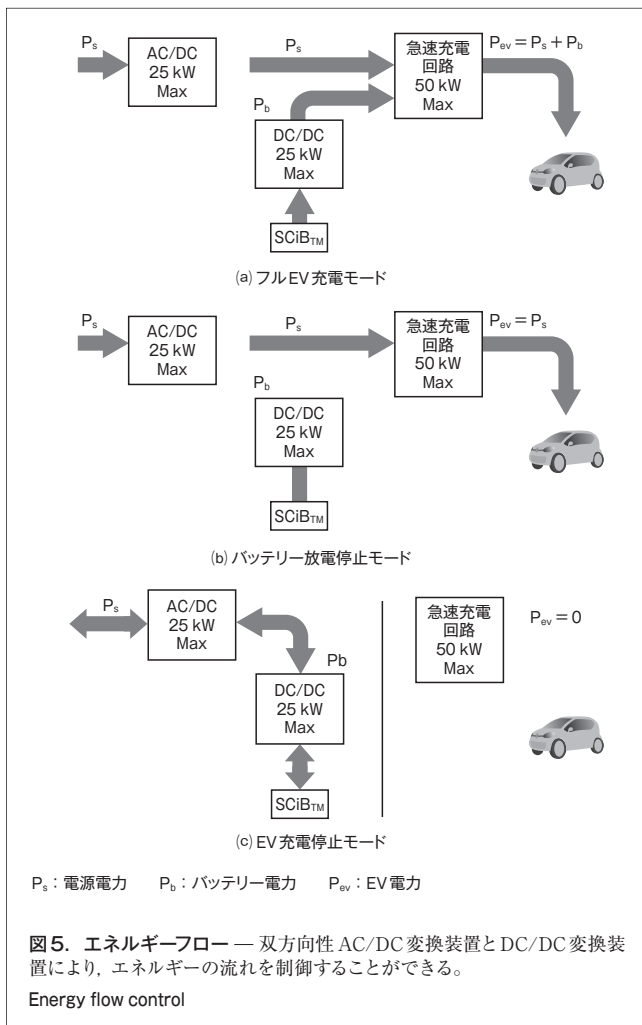
代表的な三つのエネルギーフローを図5に示す。それぞれの特徴について、次に述べる。

3.1 フルEV充電モード

交流電源から25 kWの、二次電池から25 kWのエネルギーをそれぞれEV急速充電回路へ供給し、50 kWでのフル充電を行うことができる。

3.2 バッテリー放電停止モード

二次電池のエネルギーがなくなると、双方向性AC/DC変換装置だけからEV急速充電することになる。この場合、充電途中で充電器の最大充電電流を変更する必要が生じるが、CHAdemo仕様はこのような利用シーンを想定しておらず、EV急速充電回路が双方向性AC/DC変換装置の制御回路か



ら充電能力の変更指令を受けた場合は、いったん停止状態にしてから新たな最大充電電流値で再起動させている。このときの急速充電ポートの表示画面は充電継続モードにしてあり、ユーザーには停止・再起動を意識させないように対応している。

3.3 EV充電停止モード

二次電池を利用した系統電力制御に利用でき、系統の安定化や、電力ピークカット、夜間電力利用、非常電源対応などに活用できる。

4 あとがき

顧客満足度を向上させる急速充電利用モデルとして、様々なシーンへの適用可能性、複数コネクタに対応できる急速充電機能、及び電力制御機能を備えた蓄電型充電システムを試作し、評価を始めた。

実際にショッピングセンターなどに適用する場合には、更に、駐車場管理システム、ICカードリーダ、監視カメラ、街灯照明機能、携帯電話への充電情報通知機能など、ハードウェアとソフトウェアの両面からシステムを充実する必要がある。また、急速充電器を双方向とすることで、EVをスマートグリッドに連結したV2G (Vehicle to Grid) の適用も可能であり、今後の様々なシステム展開が想定される。

なお、今回の蓄電型充電システムの試作は、(株)ハセテック、東芝デジタルメディアエンジニアリング(株)、及び東芝ITコントロールシステム(株)の協力のもとに実施した。

文献

- 経済産業省. “低炭素社会実現のための次世代送配電ネットワークの構築に向けて～次世代送配電ネットワーク研究会報告書～”. <<http://www.meti.go.jp/report/data/g100426aj.html>>. (参照2011-01-20).
- 藤本 孝. 低炭素社会への貢献を目指して. 電気学会誌. 130. 7. 2010. p.399 - 404.
- 横山明彦. よりスマートなグリッドの構築に向けて (II). 電気学会誌. 130. 3. 2010. p.163 - 167.



遠藤 保 ENDO Tamotsu

電力流通・産業システム社 産業システム事業部 環境パワーエレクトロニクス事業推進担当専事。パワーエレクトロニクス製品の開発に従事。電気学会会員。
Industrial Systems Div.



藤原 淳 FUJIWARA Jun

電力流通・産業システム社 産業システム事業部 環境パワーエレクトロニクス推進担当主務。一般産業及び原子力分野の監視制御システムの設計に従事。
Industrial Systems Div.



石浦 良一 ISHIURA Ryoichi

デザインセンター 社会インフラデザイン担当専事。公共機器及び産業製品のデザイン開発に従事。
Social Infrastructure Design Group