

EV用パワーコンディショナ “SMART V2H”の新モデル

大塚 浩*
園江 洋*

New Model of EV Power Conditioner "SMART V2H"

Hiroshi Otsuka, Hiroshi Sonoe

要旨

三菱電機は2014年に、系統連系型で電力系統・太陽光発電(Photo Voltaic power generation : PV)・電気自動車(Electric Vehicle : EV)の3電源を同時制御する世界初^(注1)のEV用パワーコンディショナ“SMART V2H(Vehicle to Home)”の“Aシリーズ”を発売開始した。また2016年にはCHAdeMO協議会^(注2)によるV2H認証を業界で初めて^(注3)取得した後継モデル“Bシリーズ”を市場にリリースした。V2H認証取得によって車両との接続性が公的に担保されることになり、Aシリーズでは実現できていなかった系統連系時の任意のV2H対応車両との接続も可能になった。しかし、これまでは塩害地域への設置ができない、停電時かつEV不在時に待機状態を保つ電力を保持する目的で内蔵している鉛電池の使用温度制約から-10℃以下になる

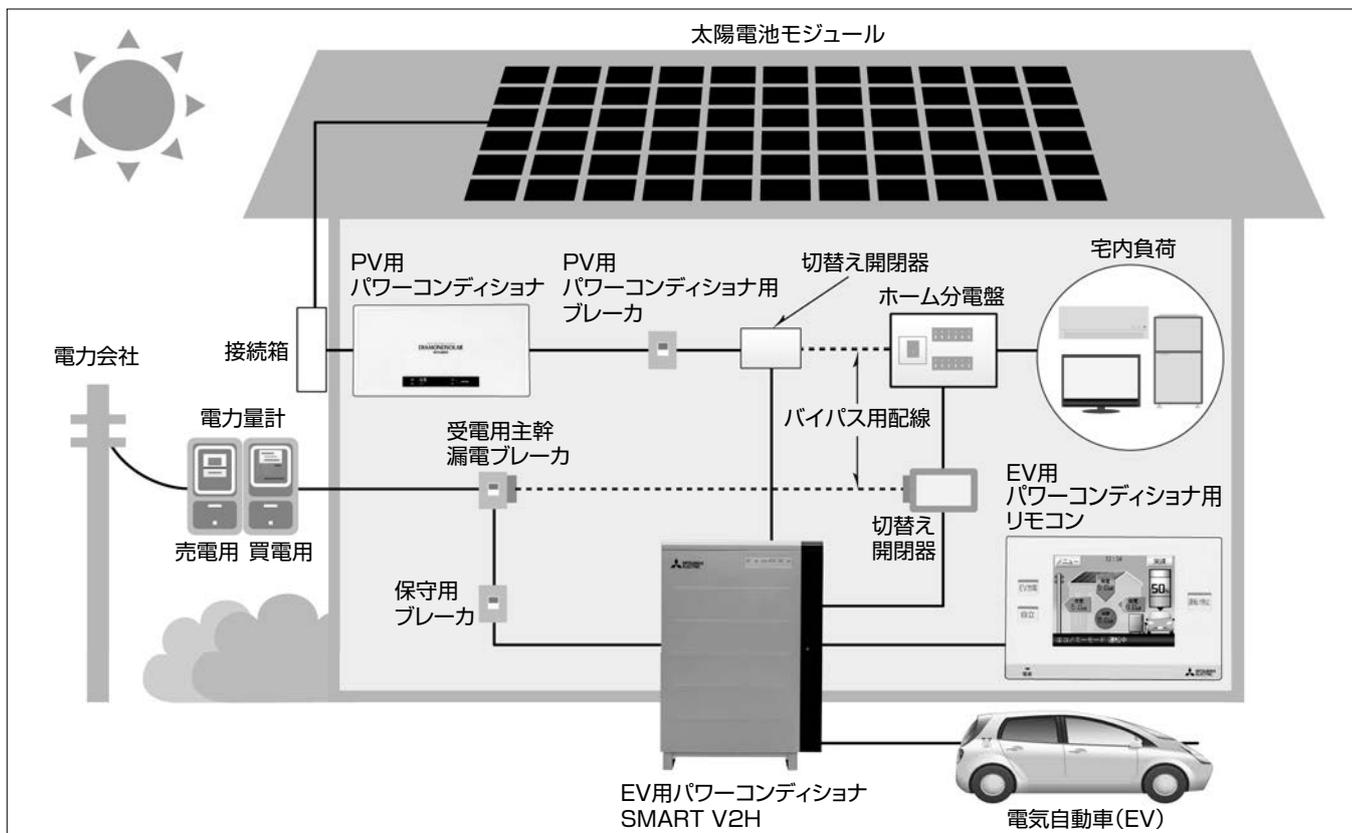
環境への設置ができない、また鉛電池の定期的な交換が必要、さらに停電時かつEV不在時の待機状態維持時間が短い等の課題があった。

今回開発した新モデル“B3シリーズ”では、筐体(きょうたい)の気密性を高め、低温対応の部品を採用することで、塩害地域や-20℃環境への設置を可能にした。また、内蔵電池を鉛電池からリチウムイオン電池に変えることで定期交換不要化を実現した。さらに、スリープ機能を搭載して停電時の待機時間を2日間程度に延ばす等によって、従来モデルが抱えていた様々な課題を解決し、ユーザー利便性を向上させた。

(注1) 2014年7月1日現在、当社調べ

(注2) EVの急速充電規格やV2H検定規格等の発行を担い、電力会社、車メーカー、充電器メーカー、充電サービス事業者等で構成する国際的な組織

(注3) 2016年3月31日現在、当社調べ



EV用パワーコンディショナ“SMART V2H”のシステム構成

停電時も、通常時と同様にPVを発電させて家庭内の全ての電源コンセントが使用できるようにするために、電力系統からの幹線とPVの出力線を“SMART V2H”に引き込み、EVの電力を加えて、“SMART V2H”からホーム分電盤に給電する。停電時は“SMART V2H”内部の切替開閉器で電力系統を切り離しPVと負荷とEVの電力がバランスを取れるように“SMART V2H”がEVの充放電をシームレスに制御する。

1. ま え が き

世界的な環境規制強化の動きから近年車両の電動化が急速に進み、数10kWhの大容量の電池を搭載するEVが出現している。EVの電費はおよそ5~10km/kWhでありEV走行距離拡大のためには電池容量を増やす必要があるが、それは車両価格アップにつながる。EV普及のための新たな付加価値として停車時に家庭用蓄電システムとして活用(V2H)することが期待されている。当社は2014年に系統連系型で電力系統・PV・EVの3電源を同時制御する世界初のEV用パワーコンディショナ“SMART V2H”のAシリーズを発売した。2016年には、EVやPHEV(プラグインハイブリッド車)の中のV2H対応車との接続性・安全性を確保する目的でCHAdeMO協議会によってV2H認証制度も立ち上がった。FCV(燃料電池車)を識別し、FCVから電力系統への放電を禁止するという電力会社からの要求がV2H認証で担保されたことから、業界で初めてV2H認証を取得した後継モデルBシリーズで系統連系時にも任意のV2H対応車両との接続が可能となった。

ただし、後継モデルでは、塩害地域への設置ができない、停電時かつEV不在時に待機状態を保持する目的で内蔵している鉛電池の使用温度制約から-10℃以下になる環境への設置ができない、また鉛電池の定期的な交換が必要、さらに停電時かつEV不在時の待機状態維持時間が短い等の課題があった。

本稿では、これらの課題を解決した“SMART V2H”の新モデルB3シリーズについて述べる。

2. “SMART V2H”

2.1 “SMART V2H”の特長

“SMART V2H”の特長は次の5点である。

(1) 系統連系によって電力品質が安定

他社のV2Hでは放電時に電力系統から負荷を切り離してV2Hから負荷に供給するタイプ(以下“非系統連系型”という。)のものがある。非系統連系型の場合、設置時の電力会社との個別系統連系協議が不要というメリットはあるものの、実使用では①電力系統からV2Hに切り替える瞬間

に瞬時停電が発生して電源品質が不安定になる、②V2Hだけが負荷への電力供給源であるため多くの家電品に採用されているダイオード整流電源のような力率の悪い負荷が同時に多く使用されると電源品質が悪化し(電圧・電流波形が歪(ひず)み)家電品の動作に悪影響を与えるリスクがある、③U相W相各AC100Vの負荷バランスがV2Hの不均衡負荷耐量を上回る場合V2Hが過負荷停止して停電状態になるリスクがある等のデメリットも併せ持つ。“SMART V2H”は系統連系型であり電源品質は設置前と同様に電力系統によって担保されるため、先に述べた①②③の懸念はない(図1)。

(2) 余剰売電契約を維持可能

PVが既に設置されて余剰売電契約をしていたユーザーが非系統連系型のV2Hを設置する場合、V2Hが負荷に放電する間はPV電力が全て売電されるため、売電単価の低いダブル発電契約に切り替える必要があり経済性を損なうというデメリットを伴う。“SMART V2H”は電力系統との接続点を内部に取り込みその電力の流れを常時監視してPVによる売電が発生する際にはEVからの放電を停止するようリアルタイムに制御することで余剰売電の契約を維持できる(図1)。

(3) 停電時にPVからEVに充電可能

他社のV2HとPVが個別に併設されている場合、停電時にはV2HとPVはそれぞれ独立して電圧源として動作するため同じ負荷に対して同時に電力を供給できない。したがって停電時には多くのPVは自立出力からAC100V最大1.5kVAしか供給できず、しかも天候に依存する不安定な電源ではない。またV2HはEVから負荷に一方的に給電するだけで電池残量を使い切ってしまうと運転継続はできない。一方“SMART V2H”は停電時にはEVの大電力を活用して模擬系統になり、PVに対して復電したような状態を作り出すことでPVを系統連系時と同様にフルに発電させ、その電力を負荷に供給させる。PV電力が負荷よりも大きい場合はその余剰電力をEVに充電し、逆にPV電力が負荷より少ない場合は不足分をEVから補給電する。不安定なPV電力と常に変動する負荷に対し、“SMART V2H”がシームレスにEV電力を充放電することで、電力バランス

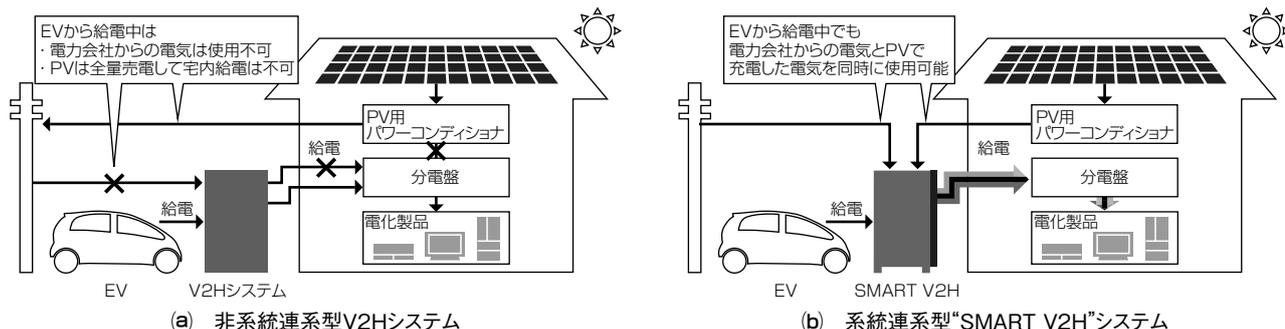


図1. 通常時の非系統連系型と系統連系型の動作の違い

を保ち続ける(図2)。この結果昼はPVの余剰電力がEVに充電され、夜は昼にためた電力を使用できる。

(4) 停電時も通常時と同じ電源コンセントが使用可能

一般家庭用の蓄電システムでは、蓄電池容量は4~8kWhで出力は2~3kWのものが多い。主な理由は、家庭での1日当たりの平均消費電力量は13.5kWhであり⁽¹⁾、そのうち時間帯別電力料金契約で料金の高い日中(7~23時)の電力量をできるだけカバーする目的であることと、リチウムイオン電池のコストがまだ高いため必要以上に蓄電池容量を増やすことは利用率が低下し、その結果経済性を悪化させることによると考えられる。また多くの蓄電システムの電気方式は単相2線式のため、系統連系時はAC200Vで出力するが、停電時はAC100V出力に切り替わるものが多い。しかし、オール電化の家庭に導入が進むIHクッキングヒーターやエコキュート等はAC200Vが必要となる1.5kW以上の消費電力のものが多く、停電時に蓄電システムがAC100V出力に切り替わると使用できない。また停電時用の電源コンセントを特定負荷としてあらかじめ選定して配線しておく必要がある(図3)。

“SMART V2H”は停電時でも最大6kVAの出力が可能である。さらに、停電時でもAC200V/AC100Vの両方の機器が使用できる。これは単巻きトランスを内蔵しているためである。系統連系時は電力系統側に存在する柱状変圧器がU相・W相にぶら下がる負荷の不均衡をカバーしているが、停電時は電力系統から切り離されるため

AC200Vを出力する場合はU相・W相の不均衡負荷への対応のために柱状変圧器の役割を果たす単巻きトランスが必要となる(図4)。この単巻きトランスを内蔵することで片相最大5kVAまでの不均衡負荷に対応している。また停電時には系統を切り離してPVと単巻きトランスを接続するための切替え機能も内部に搭載しており、これによって停電時でも家庭内の全ての電源コンセントが通常時と同様に使用できる。

(5) スマートフォンによる宅外監視・操作が可能

当社のHEMS(Home Energy Management System)とそのアプリを組み合わせて使用することで、宅外からもスマートフォンやタブレット操作によって、PVの発電量、EVの充放電量、EVの電池残量や充電完了までの時間の目安等を知ることができるほか、EVへの充電や、あらかじめ設定しておいたプラン運転を実施できる(図5)。

2.2 新モデルでの追加仕様

新モデルで追加された仕様は次のとおりである。

(1) 塩害地域設置対応

筐体の塗装を二層化して防さび性を高め、筐体の隙間に対してはシール構造で気密性を高めて塩分浸入を抑制した。評価では塩害地域を模擬した加速試験環境を構築し、実地試験の結果と比較して試験の加速係数を求め、長期間使用時の信頼性を推定した。その結果、塩害地域での先に述べた筐体のシール構造の追加によって、従来構造より大幅な塩分進入量の低減を確認し、所要の信頼性を得た(図6)。

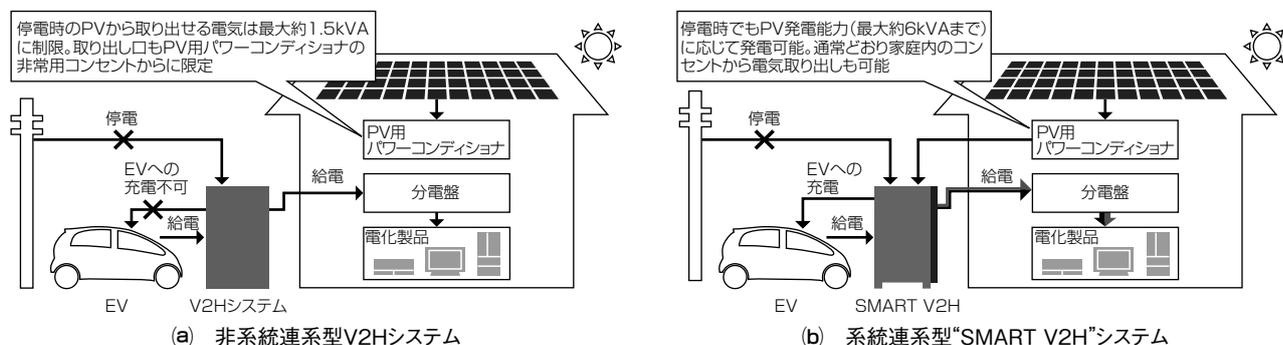


図2. 停電時の非系統連系型と系統連系型の動作の違い

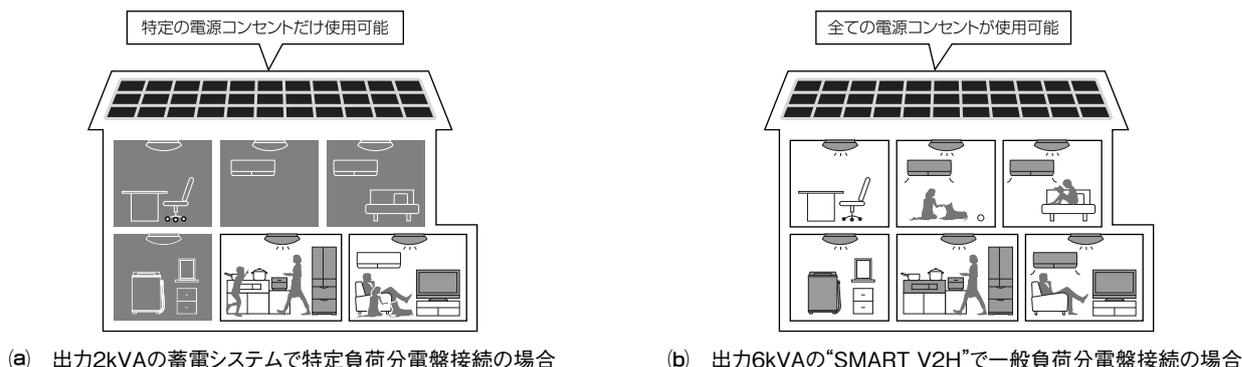


図3. 停電時の電源コンセント使用可能数の違い(例)

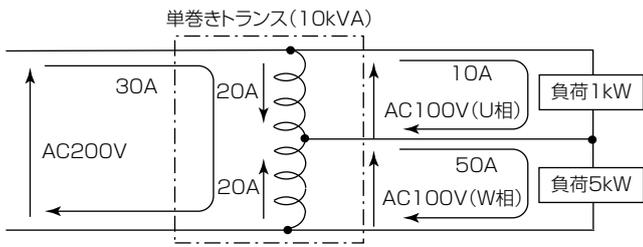


図4. 不平衡負荷での単巻きトランスの動作

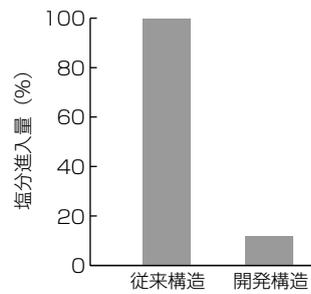
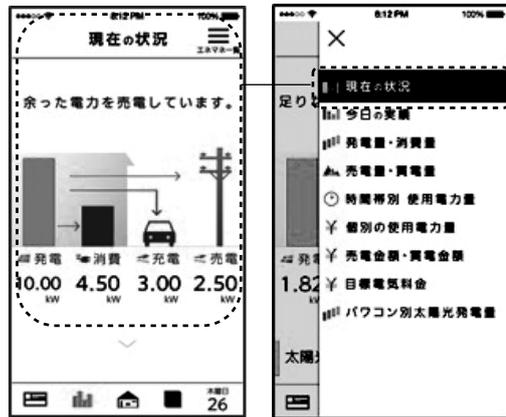


図6. 塩害耐性評価の加速試験結果



EVの状態
EVの状態が表示される。
“充電中”のときには、充電完了までの予測時間の目安が表示される。

バッテリー
EVの電池残量と放電下限値が表示される。

運転プラン
タップすると運転プランを切り替えられる。

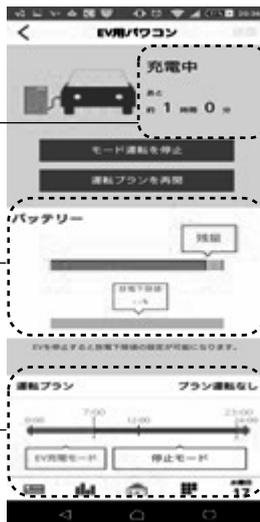


図5. スマートフォンによる表示画面

ただし、充電ケーブルのコネクタについてはCHAdeMO規格の要求から構造的に塩分進入防止が困難であるため、塩害地域では定期交換を必要とする。表1に新モデルを設置可能な地域を示す。

(2) -20℃環境の設置対応

従来モデルでは内蔵の鉛電池の使用温度制約によって-10℃以下では使用できなかったが、新モデルではこれをリチウムイオン電池に変え、さらに開閉器・遮断機等を低温対応品に変更すること等で-20℃までの環境下での使用を可能にした。なお、-20℃以下になる場合は低温保護機能によって運転停止する。

(3) スリープ機能と電池の定期交換不要化

従来モデルでは内蔵の鉛電池の容量制約及び経時劣化に

表1. 新モデルの設置可能な地域

地域	海岸からの距離					
	重塩害地域	～500m	500m～1km	1～2km	2～7km	7km以上
沖縄	設置不可	塩害地域①	塩害地域②			
離島		塩害地域②				
瀬戸内海	設置不可	塩害地域②		一般地域		
北海道・東北日本海側		塩害地域①	塩害地域②			一般地域
その他の地域		塩害地域②			一般地域	

塩害地域①：設置不可、塩害地域②：設置可能、一般地域：設置可能

よって、停電時かつEV不在時の待機状態維持時間が短いという課題があった。もし待機状態を維持できなくなるまで残存電池容量が減ると、制御回路に必要な電力が供給されなくなるため、EVが戻ってきてもEVの起動シーケンスを開始できず、運転再開にはシステムの復電による電池への充電を待つしかなくなる。

新モデルでは、この課題を解決するためスリープ機能を搭載し、より少ない電池容量で待機状態維持時間を2日間程度確保することを実現した。リチウムイオン電池は鉛電池に比べエネルギー密度が高く寿命も長いが高価であるため製品寿命内では交換不要となるように容量を設定した。これによって従来3.5年ごとに鉛電池の交換を必要としていたが、新モデルでは電池の定期交換の不要化を実現し、ユーザーのランニングコスト負担を軽減した。

3. む す び

今回の新モデルで塩害地域や-20℃環境への設置を可能にし、さらに鉛電池をリチウムイオン電池に替えることで電池の定期交換を不要化して保守性も改善した。またスリープ機能搭載によって停電時かつEV不在時の待機状態維持時間の2日間程度確保を実現した。今後のEV・PHEVの普及と、PVの更なる普及拡大・自家消費への需要転換に伴い、エネルギーマネジメントへの“SMART V2H”の有効活用が期待される。

参 考 文 献

- (1) 経済産業省資源エネルギー庁：定置用蓄電池の普及拡大及びアグリゲーションサービスへの活用に関する調査 http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H28FY/000479.pdf