

蓄電池併用形太陽光発電システム 「パワーソーラーシステム」の開発

Development of Battery Combined Photovoltaic Generation System "POWER SOLAR SYSTEM"

横山 晋也* 清水 雄一* 佐井 真也* 詫間 隆史*
山城 裕史* 上田 芳久* 山口 雅英*

Shinya Yokoyama Yuichi Shimizu Shinya Sai Takafumi Takuma
Hiroshi Yamashiro Yoshihisa Ueda Masahide Yamaguchi

1 まえがき

近年、地球環境問題の意識が高まっている中、クリーンエネルギーの利用が進められており、なかでも太陽電池を用いた発電システムの普及がめざましい。

日本電池（株）では個人住宅向けに太陽光発電用パワーコンディショナ「ラインバック」を開発して以来、「ラインバックEX」「ラインバックFX」を開発し、市場のニーズに答えてきたが、今回新たに太陽光発電に電力貯蔵機能を組み合わせた「パワーソーラーシステム」を開発したので、その概要について以下に述べる。

2 外観および仕様

開発した「パワーソーラーシステム」におけるパワーコンディショナの外観を図1に、パワーコンディショナおよび蓄電池キャビネットの仕様の概要を表1に示す。

パワーコンディショナは住宅用パワーコンディショナとしてすでに商品化している「ラインバックFX」

をベースに開発し、入出力電圧や容量は「ラインバックFX」と同様である。また、本パワーコンディショナは、蓄電池と組み合わせて充放電をおこなうため、新たに蓄電池用のコンバータを内蔵しており、蓄電池からの逆潮流防止機能を備えている。一方、蓄電池には顆粒クラッド式鉛蓄電池SLC70-4V（図2）を32個使用しており、蓄電池電圧は128Vである。また、システムの容量としては一般的な住宅の消費電力をもとに約9kWhとした。



図1 パワーコンディショナの外観

Fig.1 External appearance for power conditioner.

* 電源装置生産カンパニー技術部

表1 パワースolarシステムの仕様

Table 1 Specification for Power Solar System.

(1) パワーコンディショナ	
項目	仕様
インバータ方式	電圧形電流制御方式 (連系運転時) 電圧形電圧制御方式 (自立運転時)
電気方式	単相3線
定格直流電圧	DC220 V (太陽電池) DC128 V (蓄電池)
定格出力電圧	AC202 V
定格容量	4.5 kW (太陽電池、蓄電池の合計、 定格入出力電圧時)
電力変換効率	92.5% (太陽電池定格時) 92.0% (蓄電池定格時)
電力制御方式	最大電力追従制御 (太陽電池) 逆潮流防止制御 (蓄電池)
寸法	W700 × D160 × H290 mm
質量	約 21 kg
(2) 蓄電池キャビネット	
項目	仕様
使用蓄電池	SLC70-4V
公称電圧	128 V
セル数	64 セル
公称容量	8.96 kWh
寸法	W922 × D557 × H1305 mm
質量	約 430 kg (蓄電池含む)



図2 蓄電池の外観

Fig.2 External appearance for SLC70-4V type lead-acid battery.

3 構成

3.1 システム構成とパワーコンディショナ

「パワースolarシステム」のシステム構成を図3に示す。「パワースolarシステム」は、太陽光発電と電力貯蔵を組み合わせたシステムで、パワーコンディショナと太陽電池、蓄電池、蓄電池監視ユニット (蓄電池キャビネットに内蔵)、受電電力検出ユニット、表示モニタから構成されている。

本システムで使用しているパワーコンディショナは、一般的な太陽光発電電力の逆潮流機能のほか、夜間の蓄電池充電機能、昼間の蓄電池放電機能 (逆潮流防止) を備えており、太陽光発電電力と夜間電力

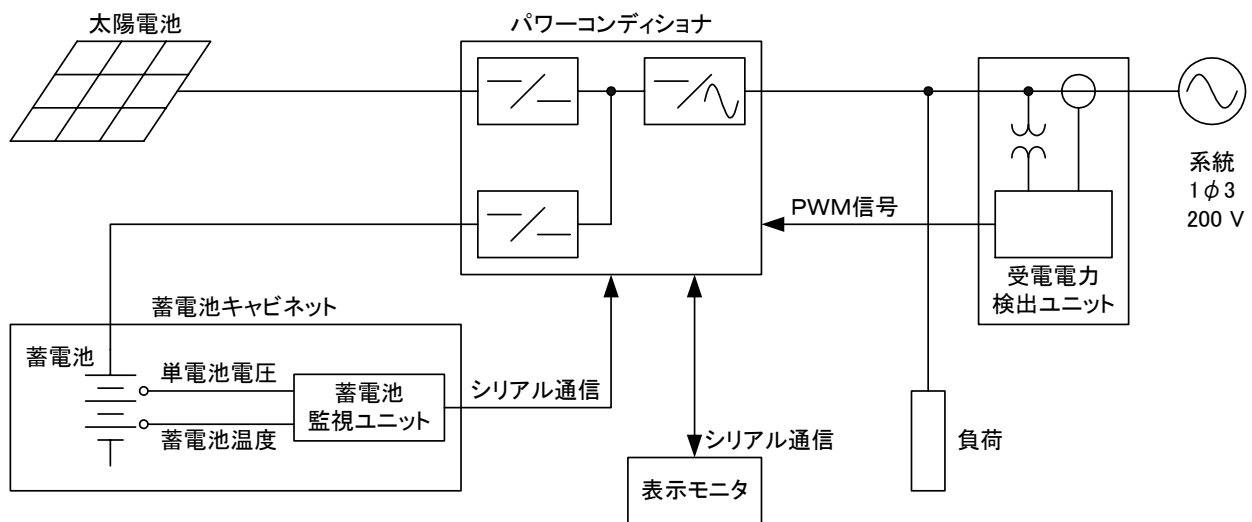


図3 パワースolarシステムのシステム構成

Fig.3 System diagram for Power Solar System configuration.

の双方を有効に利用することができる。また、パワーコンディショナと蓄電池監視ユニット、表示モニタはRS-485を使用したシリアル通信にて、受電電力検出ユニットとはPWM信号にてそれぞれ接続され、システムを構成している。

蓄電池キャビネットに関しては、コストを抑えるため一般市販品の物置をベースに蓄電池設置用として内部の設計を変更して使用している。

3.2 受電電力検出ユニット

現在は蓄電池からの放電電力を逆潮流することが認められていないため、系統の電力を検出する受電電力検出ユニットを受電端に設けている。本ユニットでは、受電点の各線間電圧、各相の電流をそれぞれPT、CTにて検出し、直接A/Dコンバータに入力してマイクロプロセッサにて瞬時電力の演算をおこなっている。また瞬時電力の演算は100 μ sごとにおこない、1サイクル分積算して電力値としている。このようにアナログ部分や調整部分が無いため経年的な劣化がなく、常に安定した電力検出をおこなうことができる。また、パワーコンディショナへは受電電力に応じたPWM信号によりデータを送信している。

図4に受電電力検出ユニットの内部を示す。

3.3 蓄電池監視ユニット

「パワーソーラーシステム」は蓄電池の温度とすべての単電池電圧を監視するために蓄電池監視ユニットを蓄電池キャビネットに内蔵している。図5に蓄電池監視ユニットの構成を示す。この蓄電池監視ユニットは3枚の基板からなり、1枚の基板で14個の蓄電池の電

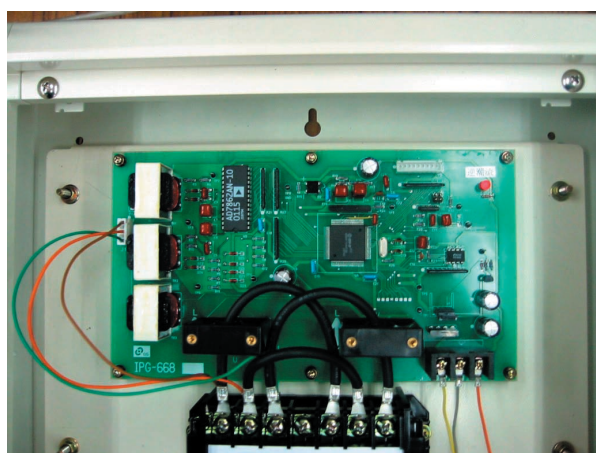


図4 受電電力検出ユニットの内部

Fig.4 Internal appearance for receiving power detecting unit.

圧を測定することができる。また、パワーコンディショナにはRS-485によるシリアル通信によりデータの送信をおこなう。蓄電池温度は蓄電池の容量や電圧の温度補正用として、単電池電圧は蓄電池ごとのバラツキの抑制用としてそれぞれ使用している。

3.4 表示モニタ

「パワーソーラーシステム」では、外部に表示モニタを有しており運転、異常の状況、各計測項目、異常履歴の表示、時計の設定などをおこなうことができる。また、異常履歴には異常がおこる直前の太陽電池電圧、蓄電池電圧、交流電圧、出力電力および異常発生時刻を同時に保存することができる。

4 運転モードおよび電力の流れ

4.1 放電運転

蓄電池からの放電電力は系統への逆潮流が認められていないため、負荷の使用状況に合わせて放電電力を変化させる必要がある。「パワーソーラーシステム」では、系統の受電点に取り付けられた受電電力検出ユニットにより系統に流れる電力を検出し、蓄電池からの逆潮流が発生しないように逆潮流防止制御をおこなう。

図6は太陽電池の発電電力が一般負荷の消費電力を上回っている場合の電力の流れであり、太陽電池用コンバータは最大電力追従制御をおこない、インバータはその電力を交流電力に変換して一般負荷に電力を供給する。また、余剰電力が発生した場合は系統に逆潮流する。これは、一般的な太陽光発電用パワーコンディショナと同様の動作である。この場合、蓄電池側のコンバータはゲートブロックし蓄電池からの放電はおこなわない。

図7は太陽電池の発電電力より一般負荷の消費電力が上回っている場合の電力の流れであり、太陽電池用コンバータは最大電力追従制御をおこない、インバータはその電力を交流電力に変換して一般負荷に電力を供給する。また、不足分の電力は蓄電池からの放電電力により補うが、逆潮流防止制御により、蓄電池からの放電電力が系統に流出しないように放電電力を制御する。なお、蓄電池からの最大放電電力は2 kWである。

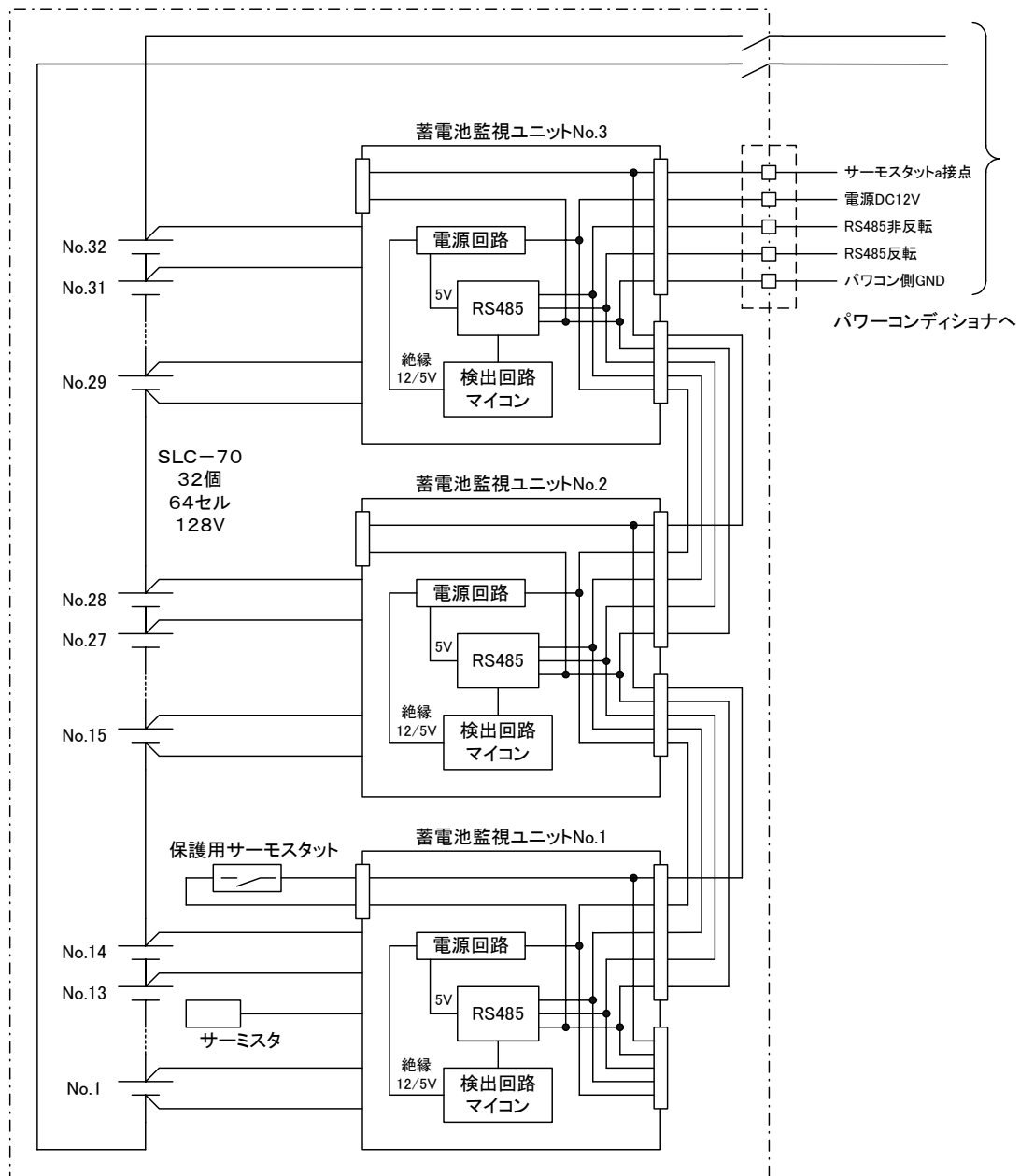


図5 蓄電池監視ユニットの構成
Fig.5 System configuration of battery administration unit.

4.2 充電運転

蓄電池の充電はAh制御によりおこなっている。Ah制御は、蓄電池のAh効率がほぼ100%に近いことから、放電した電流量と同じ電流量を充電する制御方法で、「パワーソーラーシステム」では充電電流量はAh効率、電流検出精度を考慮して、昼間に放電した電流量の101.5%としている。

また、本システムでは、2種類の充電モードがあり、通常はAh制御をおこないSOC100%まで充電するが、

定期的に均等充電としてSOC100%まで充電後、すべての単電池電圧が一定電圧以上になるまで充電をおこなうようにしている。

図8は充電運転時の電力の流れであり、インバータの順変換動作により、蓄電池用コンバータにて定電流充電をおこなう。また、充電運転は基本的に夜間におこなわれるので、太陽電池用コンバータは停止している。

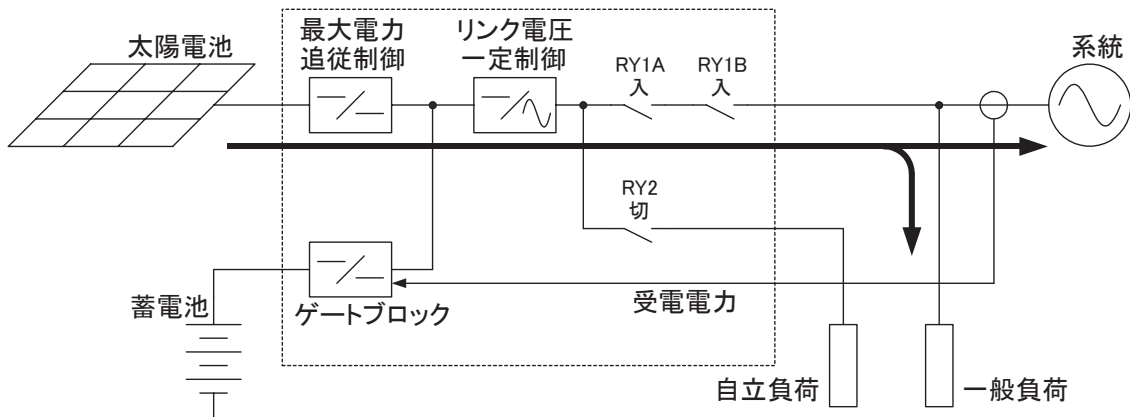


図6 「太陽電池の発電電力 > 一般負荷の消費電力」における電力の流れ

Fig.6 Power flow under the condition of generated power by solar cell > consumption power of general load.

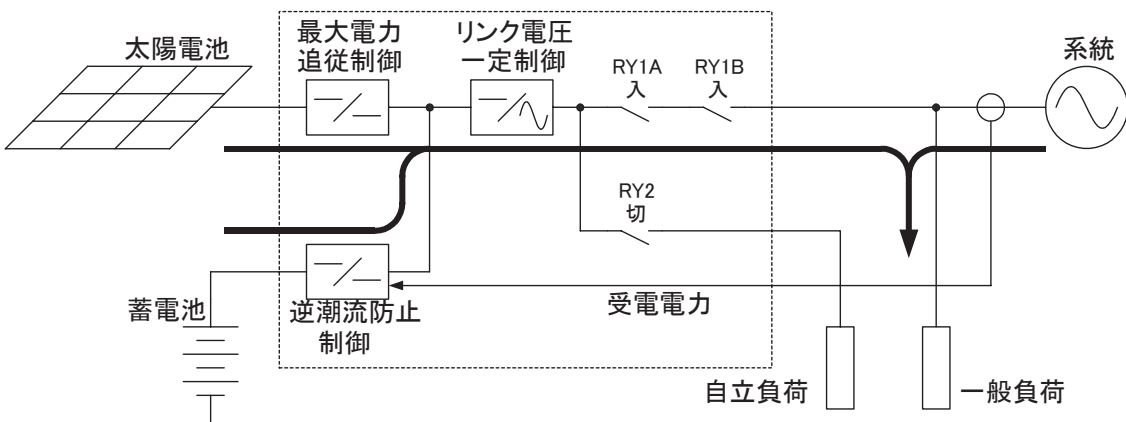


図7 「太陽電池の発電電力 < 一般負荷の消費電力」における電力の流れ

Fig.7 Power flow under the condition of generated power by solar cell < consumption power of general load.

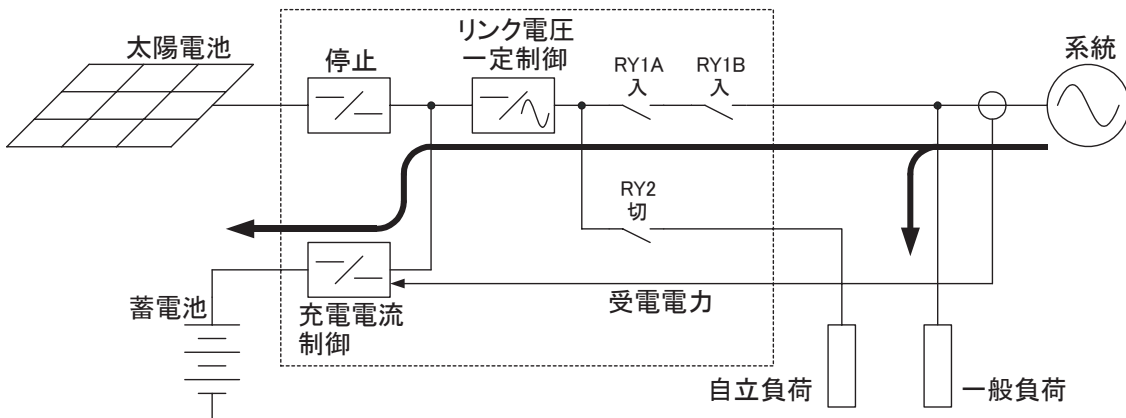


図8 充電運転時の電力の流れ

Fig.8 Power flow under the charging operation.

5 特性

5.1 逆潮流防止

図9は逆潮流防止制御の代表的な制御特性である。本試験は、負荷電力を2.0 kWに設定しておき、太陽電池電力を0 kWから4.0 kWに急変させた場合の太陽電池電力および蓄電池放電電力の変化を測定したものである。図に示すように、太陽電池電力が0 kWの時は蓄電池から負荷に電力を供給しており、太陽電

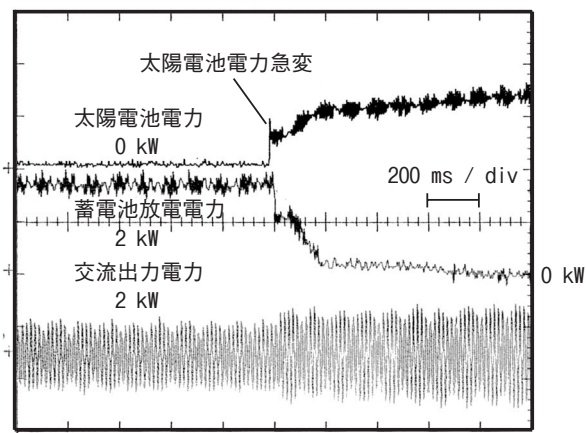


図9 逆潮流防止制御の代表的な制御特性

Fig.9 Controll characteristics for protecting the reverse power flow.

池電力の急変により太陽電池からの電力が増加するに伴って蓄電池の放電電力が減少している。これは、蓄電池からの放電電力には逆潮流防止制御が働いており、負荷の消費電力から太陽電池の供給電力を引いた分を蓄電池が供給しているためであり、太陽電池の電力が2.0 kWを越えると蓄電池の放電電力は0 kWとなる。

5.2 電力の使用状況

図10は実際のフィールドにおける2日間の各電力の変化を示したものである。図に示すように、太陽電池電力が逆潮流をおこなっている間は蓄電池からの放電はおこなわれていない。太陽電池電力が減少すると蓄電池からの放電がおこなわれ、負荷の増減に追従しており、良好に動作していることがわかる。

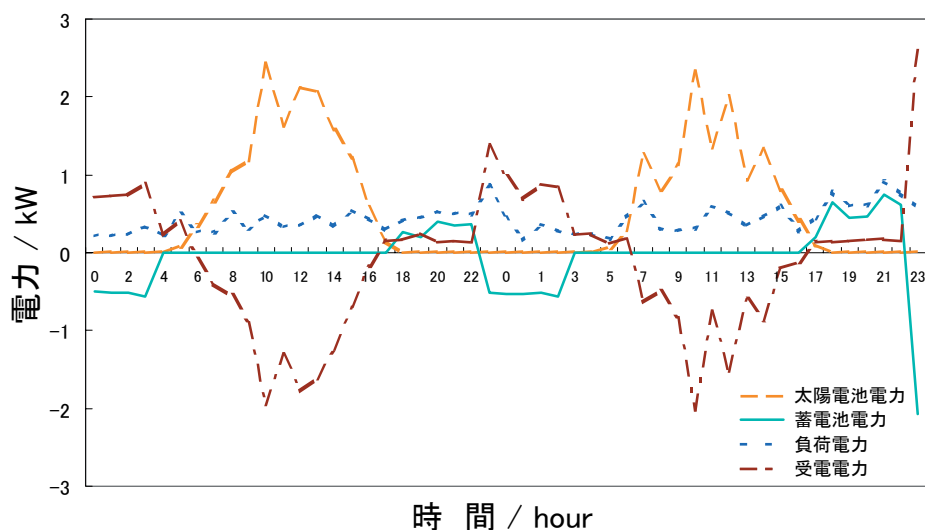


図10 パワーソーラーシステムの各電力変化

Fig.10 Change in each power for Power Solar System.

6 まとめ

以上、今回開発した蓄電池併用形太陽光発電システム「パワーソーラーシステム」の概要について報告した。本システムは現在、実際の一般住宅に複数台設置し、システムの有効性と経済性の確認のためのデータ収集をおこなっている。

今後、太陽光発電システム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、本システムの普及に向けてさらなる研究・開発に取り組む所存である

文 献

- 1) 横山晋也, 山口雅英, 清水雄一, 吉岡俊樹, 末田統, 宇根正美, *GS News Technical Report*, **60** (1), 22 (2001)