

二次電池 SCiB™ を適用した出力変動抑制用 50 kW 蓄電池システム

50 kW Storage Battery System Applying SCiB™ Batteries for Photovoltaic Power Generation Systems

島田 直人 梅原 達士 大塚 真弘

■ SHIMADA Naoto ■ UMEHARA Tatsushi ■ OTSUKA Masahiro

自然エネルギーである太陽光を利用した発電は、二酸化炭素 (CO₂) の発生を抑制できることから、近年、その導入が増加している。しかし、太陽光発電は天候の影響を受けて出力が大きく変動するため、大量に導入されると連系する電力系統に影響を与える可能性があり、出力変動を補う蓄電池の新規導入が検討されている。

東芝は、太陽光発電の出力変動抑制を目的に、寿命特性に優れ大幅に安全性を高めた二次電池 SCiB™ を適用した、50 kW 蓄電池システムを開発した。この蓄電池システムは、組み合わせる PCS (Power Conditioning System) の出力容量との最適化を図り、10 kWh の蓄電容量を備えている。蓄電容量は、20 年相当の充放電を繰り返した場合でも残容量を 80% 以上確保できるように見積もっている。

As electricity generation systems using renewable energies such as photovoltaic (PV) power make a substantial contribution to the reduction of carbon dioxide (CO₂) emissions, such systems have been increasingly introduced in recent years. However, when PV power generation systems, whose output tends to fluctuate in accordance with weather conditions, are incorporated into an electric power system, it is necessary to introduce an energy storage system with rechargeable batteries for the stabilization of output fluctuations.

Toshiba has developed a 50 kW storage battery system applying our SCiB™ batteries with excellent life performance and high safety. This system can store 10 kWh of power and maintain more than 80% of capacity after 34,000 charge-discharge cycles through the optimization of output power capacity between the storage battery system and power conditioning system (PCS).

1 まえがき

自然エネルギーを利用した太陽光発電は、CO₂ の発生を大幅に抑制できることから、近年、その導入が増加している。

しかし、太陽光発電は、天候の影響を受けて出力が大きく変動するため、大量に導入されると連系する電力系統に影響を与えることが予想されている。この影響を低減するために、蓄電池を活用し、太陽光発電の出力変動を少なくすることが考えられている。

太陽光発電設備と、蓄電池を適用した電力貯蔵用電池設備を系統連系させたシステム構成を図 1 に示す。電力貯蔵用電池設備は、複数の蓄電池システムから構成される。

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™ を既に量産している。この SCiB™ を適用し、太陽光発電システムの出力変動抑制を目的とした 50 kW 蓄電池システムを開発した。ここではこのシステムの概要と特長などについて述べる。

2 50 kW 蓄電池システムの適用セルと容量

2.1 適用セル

50 kW 蓄電池システムに適用する SCiB™ の主な仕様を表 1

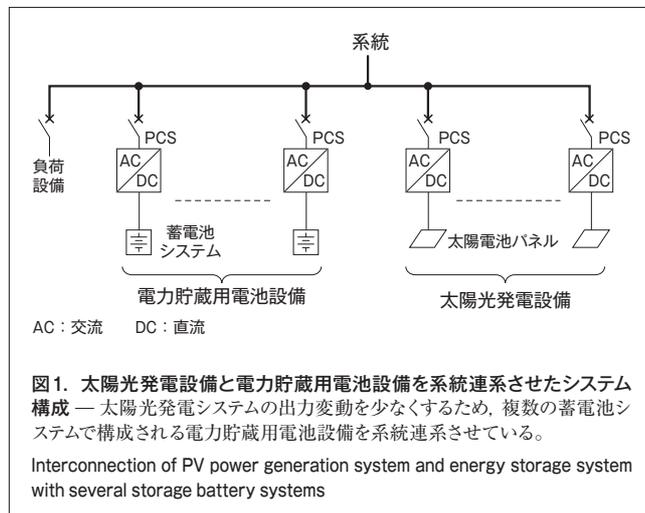


表 1. SCiB™ の基本仕様

Basic specifications of SCiB™ battery

項目	仕様
公称電圧	2.4 V
公称容量	4.2 Ah
最大充電電流	50 A
最大放電電流	45 A
外形寸法	62 (幅) × 95 (高さ) × 13 (厚さ) mm

に示す⁽¹⁾。適用するSCiB_{TM}は、公称電圧2.4 V、公称容量4.2 Ahであり、電池1個当たり10 Whのエネルギーを蓄えることができる。

2.2 50 kW 蓄電池システム容量

蓄電池システム容量は、組み合わせるPCS (Power Conditioning System) の出力容量との最適化が重要になる。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「平成18年度調査報告書「系統連系円滑化蓄電システム技術開発」共通基盤研究に関する基礎調査 報告書」⁽²⁾において、太陽光発電出力100 kWに対し、平均化時間5 minでの変動抑制を実施するには、最大変化量^(注1)75 kW/s、最大蓄電容量 (蓄電状態の最大電力量)4.1 kWhが必要と分析されている。

今回適用する図1に示す太陽光発電設備の出力が400 kWの場合、NEDO報告書のデータによると、電力貯蔵用電池設備に必要な最大蓄電容量は、16.4 kWhになる (表2)。

項目	NEDO報告書データ	今回適用設備
太陽光発電出力 (kW)	100	400
平均化時間 (min)	5	5
最大変化量 (kW/s)	75	300
最大蓄電容量 (kWh)	4.1	16.4

一方、蓄電池システムのPCSの出力容量は50 kWであり、電力貯蔵用電池設備の最大変化量300 kW/sに対応できるようにするためには、PCSは6台必要になる。蓄電池システムはPCSと1対1で取り合うため同様に6式必要になり、蓄電池システム1式当たりの最大蓄電容量は、16.4 kWhの1/6の2.73 kWhになる。

蓄電池システム容量を検討するうえでは、蓄電池の容量劣化も考慮する必要があり、そのためには蓄電池システムが運用される充放電パターンの検討も必要になる。

そこで、当社で実施した太陽光発電システムのフィールド試験データに基づき、蓄電池システム当たりの最大蓄電容量を2.73 kWhとする出力変動抑制用の充放電パターンを設定した。設定した出力変動抑制用の充放電パターンを図2に、出力変動抑制用の充放電パターンにおける電力量推移を図3に示す。

次に、図2で示した出力変動抑制用の充放電パターンを用いて20年相当の充放電を繰り返した場合の容量劣化を検討し、残存容量が80%以上確保できる容量を求めた。

充放電の繰り返しサイクルとして、図3で示した出力変動抑制

(注1) 1s当たりの最大の出力変化で、PCSの出力容量に依存する。

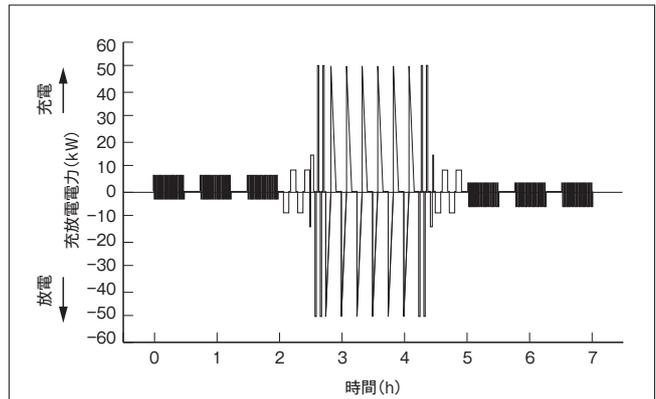


図2. 出力変動抑制用の充放電パターン — 太陽光発電システムのフィールド試験結果を基に、1日の平均的な充放電パターンを想定した。
Charge-discharge pattern for output fluctuation control

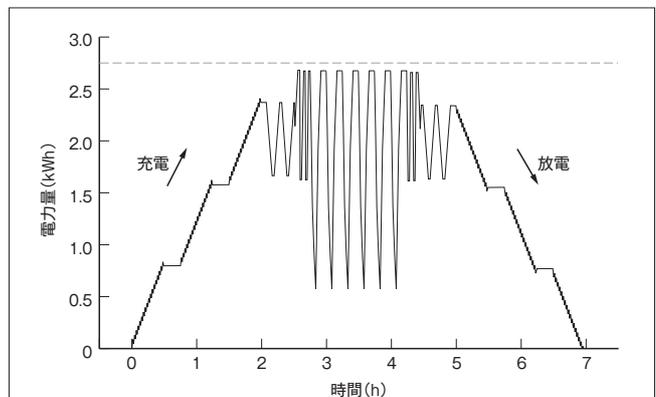


図3. 出力変動抑制用の充放電パターンでの電力量推移 — 出力変動抑制用の充放電パターンでの電力量推移を示し、蓄電池システム当たりの最大蓄電容量を2.73 kWhとしている。

Electric energy transitions in charge-discharge pattern for output fluctuation control

用の充放電パターンでの電力量推移において、充放電を1日当たり7サイクル繰り返すと想定し、20年相当のサイクル数は、気象条件も加味し、34,000回とした。

サイクル寿命は、サイクル数と電池の充電率 (SOC: State of Charge) 使用幅との間に相関があることから、別に取得したセルデータから残存容量が80%以上確保できるSOC使用幅を30%程度と推定した。

以上の結果から、サイクル数34,000回で80%以上の残存容量が確保できる50 kW蓄電池システムの蓄電容量を、10 kWhと見積もった。

また、50 kW蓄電池システムのセル直列数は、組み合わせるPCSの入力電圧が400 V級であるため180直列とした。

したがって、50 kW蓄電池システムのシステム電圧は432 V、システム容量は24 Ahとした。

50 kW蓄電池システムの主な仕様を表3に示す。

表3. 50 kW 蓄電池システムの基本仕様

Basic specifications of 50 kW storage battery system

項目	仕様
公称電圧	432 V
公称容量	24 Ah
最大充放電電力	50 kW
蓄電容量	10 kWh

3 50 kW 蓄電池システムの構成と機能

3.1 50 kW 蓄電池システムの構成

今回開発した50 kW 蓄電池システムのシステム構成を図4に、電池ユニットの外観を図5に示す。

蓄電池システムは、セルを複数個組み合わせて構成した電池モジュールを3個直列にした電池ユニット、電池制御情報や充放電保護情報などの蓄電池システムの状態をPCSへ通知する管理基板、及び蓄電池システムの総電流を計測し管理基板へ情報を転送する電流検出基板で構成される。

電池モジュールはセル電圧やモジュール温度を監視する監視基板を備えており、電圧や温度の情報を管理基板へ転送する。各基板と管理基板間のデータ転送はシリアル通信で行う。

3.2 50 kW 蓄電池システムの機能

蓄電池システムは、以下の機能を持っている。

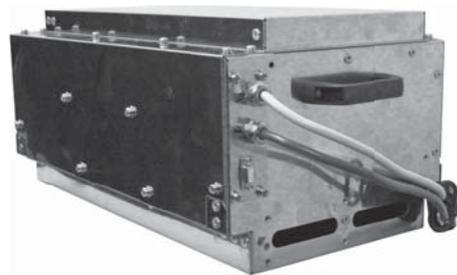
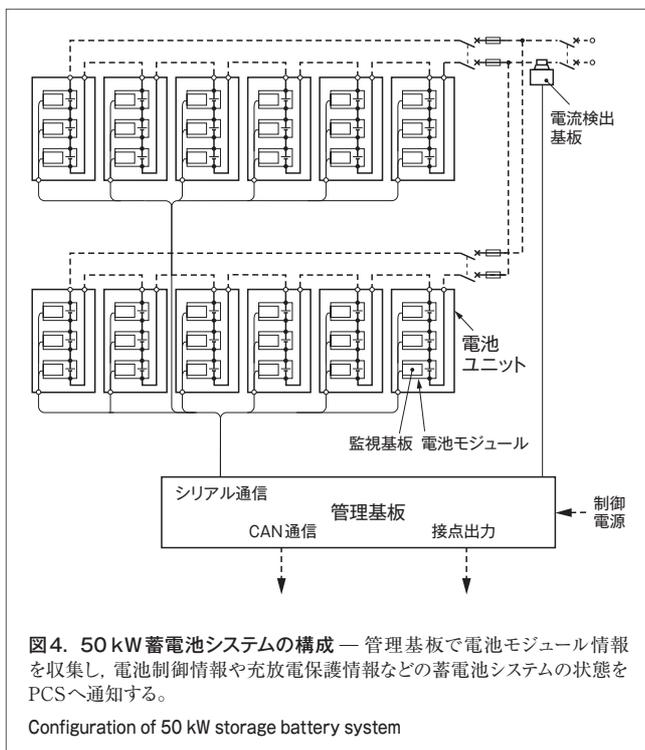


図5. 電池ユニット — セルを複数個組み合わせて構成した電池モジュールを3個直列にしており、電池ユニットごとに、蓄電池盤への組み込みや取外しが可能である。

SCiB™ battery unit

- (1) バランス調整機能 充放電パターンで充放電を繰り返すなかで、全セル電圧を監視し、セル間に電圧差がある場合、規定の電圧差に収まるように、すべてのセル電圧をバランスさせる。
- (2) 通信機能 PCSで充放電を制御するうえで必要なセル電圧やモジュール温度などの保護監視情報、蓄電池システムの総電流などの計測情報、及び電池残容量などの演算情報を、PCSに対しCAN (Controller Area Network) 通信^(注2)によって通知する。
- (3) 接点出力機能 保護監視情報をCAN通信で通知する以外に、次の信号を出力する接点を装備し、情報を二重化している。
 - (a) 充電許可/禁止×1点
 - (b) 放電許可/禁止×1点
 - (c) 電池異常×1点
 - (d) 装置故障×1点
 - (e) 電池モジュール高温注意×1点

電池モジュール高温注意の信号は、充放電レートや充放電パターンによって、電池ユニット内の電池モジュールが規定温度を超えた場合に出力されるため、電池モジュールを冷却させる場合の冷却ファン駆動条件として使用できる。

- (4) ログ機能 故障発生要因の解析を行うためのログ情報として、異常時のセル電圧やモジュール温度などの蓄電池システム情報のデータを保存する。

4 電池ユニットの温度計測結果

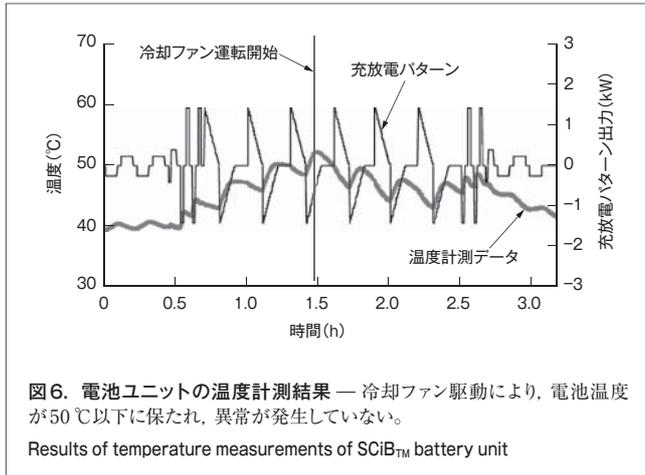
充放電レートや充放電パターンによって、電池ユニット内の電池モジュール温度が上昇し、蓄電池の寿命に影響を与える

(注2) 相互接続された車載機器間のデータ転送のために使われる規格。対ノイズ特性を意図して設計され、そのほかの機器の制御情報の転送用としても普及している。

場合がある。

そこで、電池ユニット内の電池モジュールに対して、周囲温度40℃の環境で、図2の充放電パターンを与えた場合の温度計測試験を実施した。試験結果を図6に示す。

計測結果から、電池ユニット内の電池モジュールをファン冷却することで、電池温度が50℃以下に保たれ、電池異常が発生しないことが確認された。



5 ピークカット用途への適用

蓄電池システムは、太陽光発電システムの出力変動抑制に用いる以外に、受電電力のピークを低減させるピークカットへの適用も考えられる。

PCS 1台に対し、複数の50 kW 蓄電池システムを並列接続することも考慮されており、ピークカット用途にも適用できる。

6 あとがき

今回開発した50 kW 蓄電池システムは、2010年秋から、太陽光発電システムと組み合わせた実証検証を開始する予定である。実証検証では、蓄電池の効果や劣化度合いなどのデータ採取と分析を行い、太陽光発電システムの出力変動抑制用蓄電池システムの実用性を確かめていく。

また、受電電力のピークカット用蓄電池システムとして、大規模なシステムを構築していくためのデータを取得し、太陽光発電システムなどの再生可能エネルギー普及に貢献できる技術を確立していく。

文献

- (1) 小杉伸一郎, ほか. 安全性に優れた新型二次電池 SCiB™. 東芝レビュー, 63, 2, 2008, p.54-57.
- (2) NEDO. “平成18年度調査報告書「系統連系円滑化蓄電システム技術開発」共通基盤研究に関する基礎調査 報告書”. NEDO 成果報告書データベース. <<http://www.nedo.go.jp>>, (参照2010-07-26).



島田 直人 SHIMADA Naoto

電力流通・産業システム社 SCiB 事業推進統括部 SCiB 技術部。SCiB 電池システムのエンジニアリング業務に従事。
Super Charge Battery Div.



梅原 達士 UMEHARA Tatsushi

電力流通・産業システム社 SCiB 事業推進統括部 SCiB 技術部主務。SCiB 電池システムのエンジニアリング業務に従事。
Super Charge Battery Div.



大塚 真弘 OTSUKA Masahiro

電力流通・産業システム社 府中事業所佐久分工場 SCiB 開発部。SCiB パックのハードウェア開発に従事。
Saku Operations