

電力の安定供給を実現する定置型蓄電池システム

Stationary Battery Energy Storage Systems for Stable Electric Power Supply

豊崎 智広

水谷 麻美

丹野 勉

■ TOYOSAKI Tomohiro

■ MIZUTANI Mami

■ TANNO Tsutomu

風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーが大量に導入された場合の電力安定化対策として、需給調整に適用する定置型蓄電池システムが期待されている。

東芝製二次電池 SCiB™ で構成した定置型蓄電池システムは、少ない電池容量で大きな入出力を得ることができ、充放電 10,000 回以上と耐久性に優れた特性を持ち、中小規模から大規模システムまで網羅している。当社は、この定置型蓄電池システムを適用して、電力の安定供給を実現するための様々な蓄電池ソリューションを開発し提供している。

Stationary battery energy storage systems are expected to play an essential role in the stable operation of power grids with large-scale integration of renewable energy sources such as photovoltaic, wind power, and so on.

Toshiba has been expanding its lineup of stationary battery energy storage systems from small and medium- to large-size systems, based on technologies for its SCiB™ rechargeable batteries providing excellent input-output characteristics for their capacity as well as a long lifetime of more than 10,000 charge-discharge cycles. Applying these stationary battery energy storage systems, we have been offering a wide variety of battery solutions to realize stable electric power supply through related research and development activities and field experience.

1 まえがき

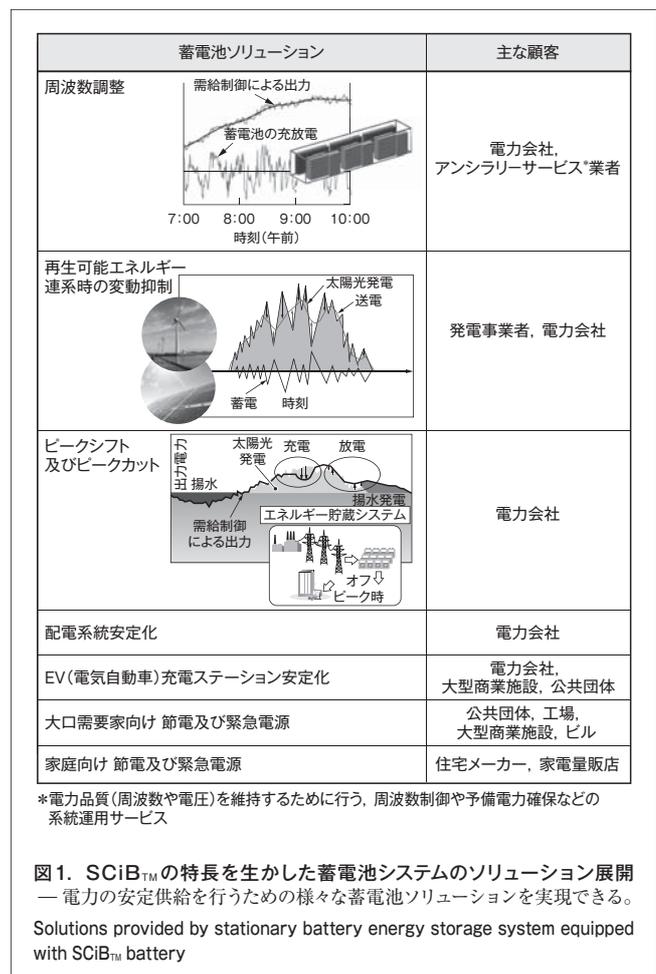
地球温暖化対策の一つとして化石燃料を使用しない風力や太陽光などによる再生可能エネルギー発電が注目を集めている。わが国では2011年8月に「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が成立し翌年7月から施行されたことにより、再生可能エネルギーの大量導入が予想される。また海外では特に欧州を中心に風力発電や太陽光発電の導入が積極的に進められている。しかし、再生可能エネルギーによる発電の多くは天候に左右され一定出力を得ることが難しいため、導入量の増加に伴い、電圧変動や周波数変動など電力システムに与える影響が問題となってきた。

東芝は、この問題を解決するため、監視制御技術 (EMS: Energy Management System) と蓄電池を組み合わせた定置型蓄電池システムを開発した。

ここでは、当社が開発した定置型蓄電池システムを用いた電力の安定供給技術について述べる。

2 電力の安定供給を行うための蓄電池ソリューション

当社の定置型蓄電池システムは、当社製二次電池 SCiB™ で構成し、高入出力と充放電 10,000 回以上の耐久性という優れた特性を持つ。この特長を生かすことで、電力システムの安定化ニーズに対して、図 1 に示すような様々なタイプの蓄電池ソリューションを実現できる。



電力系統に蓄電池システムを連系して周波数や電圧の変動を抑制する場合、系統の規模に応じた大出力・大容量化が必要となり、多数の蓄電池を統括制御するための蓄電池コントローラの開発、及び最適回路構成を決定するための蓄電池シミュレータの開発が課題となる。

また、工場やビルなどの大口需要家に蓄電池を設置する場合、節電、緊急電源だけでなく、構内の直流負荷に直流で電力を供給する高効率なエネルギー運用も可能であり、検証課題と考える。

3 主な技術開発

蓄電池システムの大容量化は単位蓄電池盤⁽¹⁾を並列に接続することで、大出力化は電力変換器を交流側で並列に接続することで実現できる。大規模蓄電池システムの構築と長期間の運用のために当社が取り組んでいる主な技術開発について以下に述べる。

3.1 大規模蓄電池システム用コントローラ

当社は、大規模蓄電池システムを構築するために、蓄電池システムを制御するコントローラを開発している。コントローラは、上位EMSとの通信インターフェース (I/F)、蓄電池システムの電力変換器とのI/F、及び蓄電池とのI/Fを備えており、複数台の電力変換器を制御できる。このコントローラを適用することで、出力や蓄電池の容量など要求仕様が様々に変化しても、それぞれに応じた構成にすることができる (図2)。

3.2 異種蓄電池の組合せによるシステム構成例

蓄電池盤は同種の蓄電池で構成するだけでなく、異種の蓄電池を電力変換器の単位で構成することで、コストパフォーマンスのよい蓄電池システムを構築することが可能になる。当社は、電力の変動抑制を主目的とした蓄電池システムとして、長周期変動を鉛蓄電池やNaS (ナトリウム硫黄) 電池といった比較的安価な蓄電池で抑制し、短周期変動を急速充放電が可能なリチウムイオン電池で抑制する構成を提案し、検討を進めている (図3)。このような構成をとることで、それぞれの蓄電池

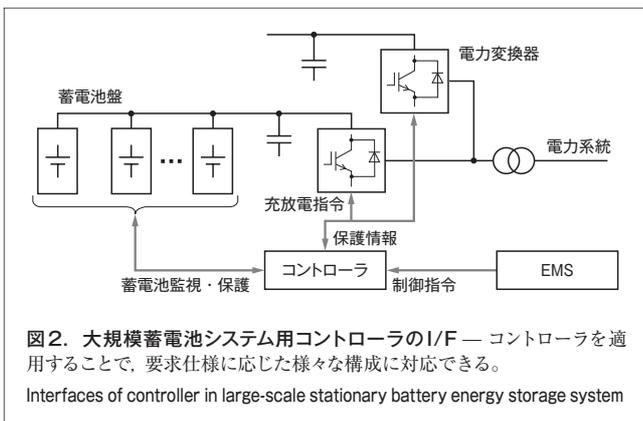


図2. 大規模蓄電池システム用コントローラのI/F — コントローラを適用することで、要求仕様に合わせた様々な構成に対応できる。
Interfaces of controller in large-scale stationary battery energy storage system

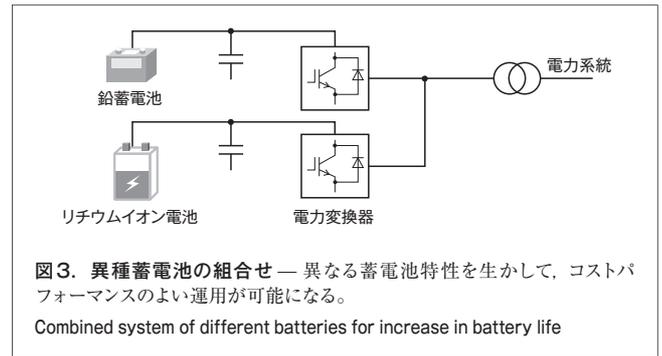


図3. 異種蓄電池の組合せ — 異なる蓄電池特性を生かして、コストパフォーマンスのよい運用が可能になる。
Combined system of different batteries for increase in battery life

の特性を生かした電力配分をコントローラで行うことが可能になり、同種の蓄電池で構成するよりも寿命を延ばすことができる。例えば鉛蓄電池は、低SOC (State of Charge) 領域で劣化が促進されやすく、リチウムイオン電池は高SOC領域で劣化が促進されやすい。鉛蓄電池のSOCが高い状態を維持するように、またリチウムイオン電池のSOCが高SOCにならないように電力配分を行うことで、劣化を抑制することが可能になる⁽²⁾。

3.3 蓄電池シミュレータによる解析例

蓄電池システムの大規模化に伴い、蓄電池の特性や劣化などのばらつきの影響を検討する必要がある。当社はこの課題を解決するためのツールとして蓄電池シミュレータを開発している。このシミュレータは、蓄電池の特性を詳細に模擬することが可能であり、蓄電池盤を最大100台まで並列に構成した場合の挙動を個々に示すことができる。蓄電池の劣化状態や、初期SOC、容量、配線抵抗などをパラメータとしてシミュレーションを行ってそれらの影響を把握することで、蓄電池システムに必要な制御や保護対策を実施できる。100台並列構成とした蓄電池盤の配線抵抗のばらつきを設定し、完充電から満充電まで充電した場合の電流挙動を図4に示す。配線抵抗がばらついている場合には充電開始直後に発生する電流の大きさにばらつきが生じるため、過電流に相当する電流が発

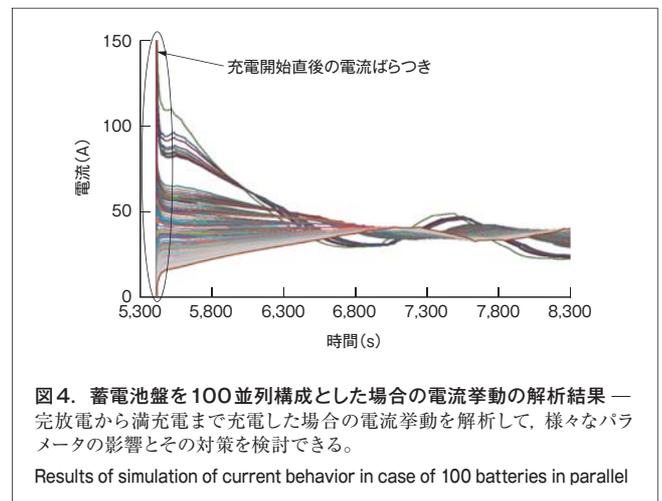


図4. 蓄電池盤を100並列構成とした場合の電流挙動の解析結果 — 完充電から満充電まで充電した場合の電流挙動を解析して、様々なパラメータの影響とその対策を検討できる。
Results of simulation of current behavior in case of 100 batteries in parallel

生する可能性があることがわかる。この影響を低減するために、配線抵抗の最適化あるいは回路内のヒューズ定格を決定する。

4 蓄電池システムの適用事例

4.1 大型蓄電池システムの可搬型充放電試験設備

メガソーラーシステムなど再生可能エネルギー発電の大型化に伴い、それらの変動を抑制する蓄電池システムも出力で数百kW～MW、容量で数百kWh～MWhと大型化する傾向にある。システムが大規模化した場合、工場内での評価は困難になり、蓄電池システムを据付場所で組み合わせ、最終形態としたうえで試験調整を実施しなければならない。そこで当社は、蓄電池を搭載した移動可能な充放電試験設備(図5)を構築し、電力系統に連系する前のシステム調整などに使用することで蓄電池システムの品質を保証している。

可搬型充放電試験設備は、被試験装置である蓄電池システムと交流で対向接続する(図6)。蓄電池にはSCiB™を搭載し、双方向電力変換器(PCS:パワーコンディショナ)を電圧一定制御で自立運転させることで電源として動作する。電力変換器の設定により被試験装置に適用した周波数を選定することが可能であり、また、被試験装置との間に変圧器を設置することで、適切な電圧を供給できる。



図5. 可搬型充放電試験設備 — トラックに載せて移動可能で、大型蓄電池システムの据付場所で試験を行うことができる。

Isolated mobile charge and discharge test system

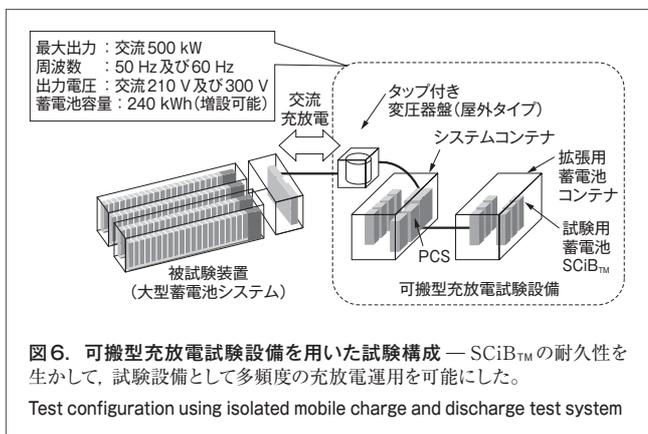


図6. 可搬型充放電試験設備を用いた試験構成 — SCiB™の耐久性を生かして、試験設備として多頻度の充放電運用を可能にした。

Test configuration using isolated mobile charge and discharge test system

この試験設備は独立した蓄電池システムとしても使用できるため、停電などが発生した場合でもユーザー負荷への電力供給を継続できる。

4.2 大規模蓄電池システム — YSCP蓄電池SCADA実証

横浜スマートシティプロジェクト(YSCP)の一環として、蓄電池SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition)実証実験を、横浜市港北区のYSCP蓄電池複合技術実証センターで2012年10月に開始した。

蓄電池SCADAは、系統運用者が、複数の蓄電池を仮想的に一つの蓄電池として統括運用できるようにする。これにより、蓄電池システムを地域単位の電力需用調整電源としてピークシフトや負荷周波数制御(LFC)により電力の安定供給に貢献できる。

蓄電池SCADAによるLFC指令値は数秒周期であり、SCiB™の高入出力特性を生かして定格の3倍の入出力により、少ない蓄電池容量で電力系統の安定化に貢献できる(図7)。高圧連系する蓄電池システムは、6kV配電盤も含め、屋外コンテナにコンパクトに収納している(図8)。この構成を基本として複数台を並列に構成することでMW級に展開できるようになる。

4.3 中規模蓄電池システム — YSCPスマートBEMS実証

YSCPの一環として、スマートBEMS(Building Energy Management System)の実証実験を、横浜市戸塚区の大成建設技術センターで2012年7月に開始した。この実証実験に使う需要家側蓄電池を図9に示す。CEMS(Community Energy Management System)やビル群管理センターからの要請に基づくスマートBEMSの指令によりデマンドレスポンスやピークカットを行うなど、電力の最適な供給システムの構築を実証している。このシステムは、図10に示すように蓄電池、太陽光発電システム、及び直流オフィスがDC/DCコンバータ(直流電源変換器)を介して、直流母線に接続されている。

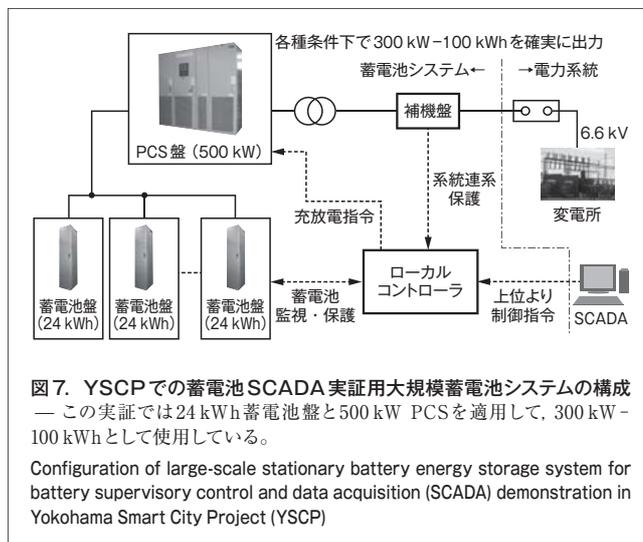


図7. YSCPでの蓄電池SCADA実証用大規模蓄電池システムの構成 — この実証では24kWh蓄電池盤と500kW PCSを適用して、300kW-100kWhとして使用している。

Configuration of large-scale stationary battery energy storage system for battery supervisory control and data acquisition (SCADA) demonstration in Yokohama Smart City Project (YSCP)



図8. YSCPでの蓄電池SCADA実証用300 kW-100 kWh大規模蓄電池システムのパッケージー 蓄電池システムをパッケージ化してコンバクトに収納することで、輸送据付が容易となるとともに、MW級への展開も可能になる。

300 kW-100 kWh stationary battery energy storage system package for battery SCADA demonstration in YSCP



図9. 50 kW-33 kWh中規模蓄電池システムー 交流/直流及び直流/直流の変換器盤や蓄電池盤などの各盤は、外形を統一して、低コスト化とシステム拡張性を容易にしている。

50 kW-33 kWh stationary battery energy storage system

従来は、蓄電池の放電や太陽光発電による直流電力は、一度交流に変換してから需要家内の交流機器で消費し、また蓄電池の充電は、交流電力を直流に変換して行っており、そのたびに変換ロスが発生するため非効率であった。しかし、図10のシステム構成であれば交流と直流の間の変換ロスを抑え、省エネ効果をもたらすことができる。

更に、太陽光発電システムと蓄電池が直流母線で接続することで、太陽光発電の急峻(きゆうしゆん)な出力変動分を蓄電池からの電力を用いて自動的に補償して、電力系統への影響を抑えることができる。蓄電池システムに内蔵したスマートバッテリーEMSによってシステム内の電力の流れを管理し、蓄電池を効率よく運用できる。

この実証は、需要家蓄電池を用いた効率的なエネルギー運用や直流給電による変換ロス削減など省エネに貢献していることが評価され、大成建設(株)と当社が共同で、エコプロダクツ大賞推進協議会特別賞(節電優秀賞)を2012年12月に受賞した。

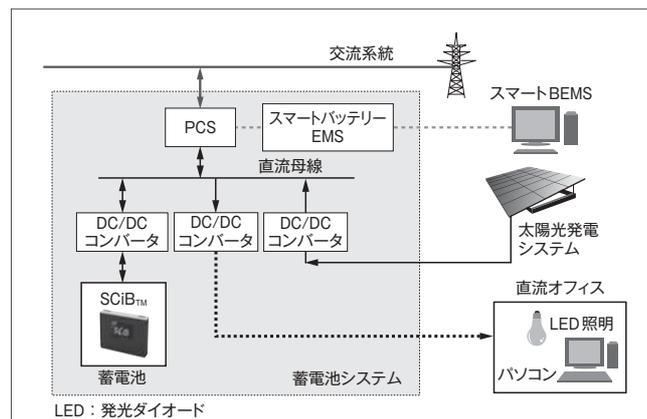


図10. YSCPでのスマートBEMS実証用中規模蓄電池システムの構成ー 蓄電池、太陽光発電システム、及び直流オフィス(LED照明、パソコン)を、DC/DCコンバータを介して直流母線に接続し直接直流給電するので、交流/直流間の変換ロスを削減できる。

Configuration of medium-scale stationary battery energy storage system for smart building energy management system (BEMS) demonstration in YSCP

5 あとがき

再生可能エネルギーの大量導入による電力の需要と供給のアンバランスを解決する手段として、定置型蓄電池システムへの期待は大きい。当社の定置型蓄電池システムは、中小規模から大規模まで網羅しており、変電所や需要家に分散して配置することで、地域ごとの需給調整も可能になる。二次電池SCiB™の高出力で耐久性に優れた特性を生かし、電力の安定供給に貢献する蓄電池ソリューションを提供していく。

文 献

- (1) 小林武則 他. SCiB™を適用した定置型蓄電池システム. 東芝レビュー. 67. 6. 2012. p.48-51.
- (2) 王 冕 他. "Capacity Optimization for Mitigating Fluctuations in Wind and Battery Hybrid Power System". 平成25年電気学会全国大会. 名古屋. 2013-03. 電気学会. 2013. 講演番号6-290.



豊崎 智広 TOYOSAKI Tomohiro

社会インフラシステム社 電力流通システム事業部 系統ソリューション技術部。スマートグリッド及び蓄電池システムのエンジニアリング業務に従事。

Transmission & Distribution Systems Div.



水谷 麻美 MIZUTANI Mami

電力システム社 電力・社会システム技術開発センター 電力蓄電ソリューション・配電システム開発部グループ長。二次電池SCiBを使用した蓄電池システムの設計・開発に従事。電気学会会員。

Power and Industrial Systems Research and Development Center



丹野 勉 TANNO Tsutomu

社会インフラシステム社 府中事業所 電力システム制御部 主務。蓄電池システムの設計・開発に従事。

Fuchu Complex