

調整力の確保と再生可能エネルギーの導入拡大を両立させる蓄電ソリューション

Energy Storage Solutions to Simultaneously Ensure Power Supply and Demand Balancing Capability and Facilitate Wide Adoption of Renewable Energy

川本 真也 森田 浩史 水谷 麻美
 ■ KAWAMOTO Shinya ■ MORITA Hirofumi ■ MIZUTANI Mami

電力システム改革により、今後、需給調整市場が整備される予定であり、調整力の確保が一層重要になってきている。一方、低炭素社会の実現に向けた再生可能エネルギーの導入拡大が進むと、出力変動などの影響で調整力の不足が問題となるおそれがある。

東芝は、これらに対応するために、様々な蓄電ソリューションを提供している。東芝グループのリチウムイオン二次電池 SCiB™ を用いた定置型蓄電池システムは、高い安全性・長寿命性・高出力性を持ち、短期間でシステム構築が可能なため、調整力の確保に貢献できる。また、自立型水素エネルギー供給システム H₂One™ は、再生可能エネルギーを一旦大容量の水素エネルギーとして貯蔵し、安定した電源に変えることで、調整力の負担を軽減できる。これらの蓄電ソリューションにより、調整力の確保と再生可能エネルギーの導入拡大の両立が可能になる。

Markets for power supply and demand balancing are making preparations to deal with the ongoing electricity system reform in Japan, leading to an increasing need to ensure power supply and demand balancing capability. On the other hand, with the increasing introduction of renewable energy generation to realize a low-carbon society, insufficient power supply and demand balancing capability due to fluctuations in the output of renewable energy generation may become a problem.

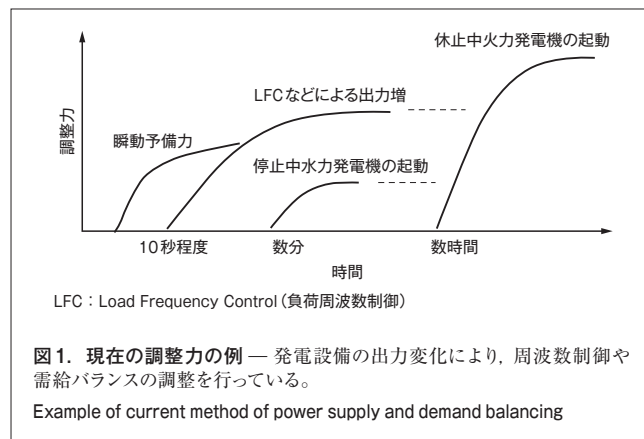
Toshiba has developed various energy storage solutions in response to this situation. These include a stationary battery energy storage system that supports power supply and demand balancing with high safety, a long service life, and high output power using SCiB™ lithium-ion batteries developed by the Toshiba Group, and the H₂One™ hydrogen-based autonomous energy supply system that reduces the burden of power supply and demand balancing by converting renewable energy stored in bulk form as hydrogen energy into a stable power supply. These energy storage solutions make it possible to simultaneously ensure power supply and demand balancing capability and facilitate the wide adoption of renewable energy.

1 まえがき

電力システム改革の第2段階として、電気の小売全面自由化が2016年4月に開始され、更に第3段階として送配電部門の法的分離が2020年4月に予定されている。そこで、電力の安定供給を確保するため、今後は、電源を保有しない送配電会社（一般送配電事業者）が周波数調整や需給バランス調整などを行う必要があり、これらの調整力を調達するための需給調整市場の整備に向けた議論が進められている⁽¹⁾。

一方、2015年にCOP21（国連気候変動枠組条約第21回締約国会議）で採択された「パリ協定」での二酸化炭素（CO₂）排出量の削減義務などを背景に、低炭素社会の実現やエネルギー自給率の向上に向けて再生可能エネルギーの導入拡大が進められている。しかし、風力発電や太陽光発電は、気象条件によって発電出力が変動するため、周波数変動などの影響を電力系統に与えるおそれがある。このため、再生可能エネルギーの導入を更に拡大した場合には、市場で調達できる調整力が不足することが想定される。

ここでは、電力需給における調整力の確保と再生可能エネルギーの導入拡大に向けた、東芝の蓄電ソリューションの例について述べる。



2 調整力の確保と再生可能エネルギーの導入拡大

2.1 調整力について

調整力とは、供給区域における周波数制御や需給バランス調整などの系統安定化業務に必要となる、電力供給を制御するシステム（発電設備、電力貯蔵装置、デマンドレスポンス（DR）など）の能力を意味する。現在一般に行われている周波数制御・需給バランス調整のイメージを図1に示す。

これまで、電力会社（旧一般電気事業者）では、発電と送配

表1. 取り引きされる電源の価値と市場

Traded electricity value categories and their markets

取り引きされる価値	価値の内容	取り引きされる市場
kWh 価値	実際に発電された電気(電力量)	卸電力市場
kW 価値	発電することができる能力(容量)	容量市場
ΔkW 価値	短期間で需給調整できる能力(調整力)	需給調整市場
非化石価値	非化石電源で発電された電気(環境価値)	非化石価値取引市場

電の運用が一体であったため、調整力としての電源などは、その価値を区別せず、自社保有電源として運用されてきた。しかし、今後、送配電会社が需給調整を行う際には、表1に示すように、電源が持つ価値が細分化され、それぞれ取り引きされる市場が創設される予定である⁽¹⁾。調整力は、ΔkW 価値として需給調整市場で取り引きされることになる。

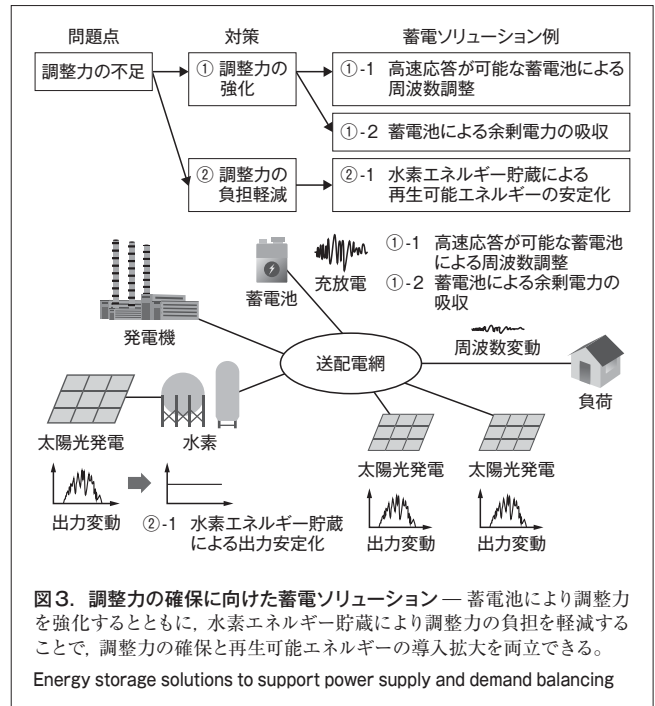
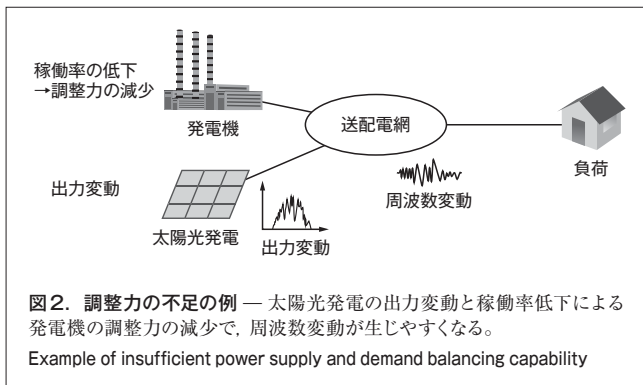
2.2 再生可能エネルギーの導入拡大による調整力の不足

再生可能エネルギーとしては、主に水力発電、風力発電、太陽光発電、地熱発電、バイオマス発電があり⁽²⁾、そのうち、水力発電、地熱発電、バイオマス発電は、制御によって安定した電力の供給が可能である。一方、風力発電、太陽光発電は、気象条件によって発電出力が変動するため、周波数変動や電圧変動などの影響を電力系統に与えるおそれがある。また、再生可能エネルギーによる発電量の増大に伴い、従来、調整力を担ってきた火力発電の稼働率が低下し、調整力の減少が想定される。したがって、再生可能エネルギーの導入が更に拡大する場合、需給調整市場で調達できる調整力が不足することが懸念される(図2)。

2.3 調整力の確保に向けた蓄電ソリューション

今後不足が想定される調整力の確保に向けた対策としては、①調整力の強化と、②調整力の負担軽減の二つが考えられ、これらの対策を行うことで、調整力の確保と再生可能エネルギーの導入拡大の両立が可能になる。①及び②の対策を行うための、三つの蓄電ソリューションの例を図3に示す。

高速応答が可能な蓄電池による周波数調整(図3の①-1)では、蓄電池を用いた充放電によって周波数変動を緩和し、蓄電池のエネルギーを調整力として供給する。



蓄電池による余剰電力の吸収(図3の①-2)では、軽負荷時かつ再生可能エネルギーの発電量が大きいときに、蓄電池の調整力によって余剰電力を吸収するだけでなく、発電機の稼働率が上がることにより、発電機の調整力を確保できる。

水素エネルギー貯蔵による再生可能エネルギーの安定化(図3の②-1)では、再生可能エネルギーを一旦水素エネルギーとして貯蔵し、制御可能な安定した電源に変えることで調整力の負担を軽減できる。

①-1及び①-2の蓄電ソリューションとしてSCiB™を用いた定置型蓄電池システムについて3章で述べる。また、②-1の蓄電ソリューションとして自立型水素エネルギー供給システムH₂One™について4章で述べる。

3 蓄電池による調整力の強化

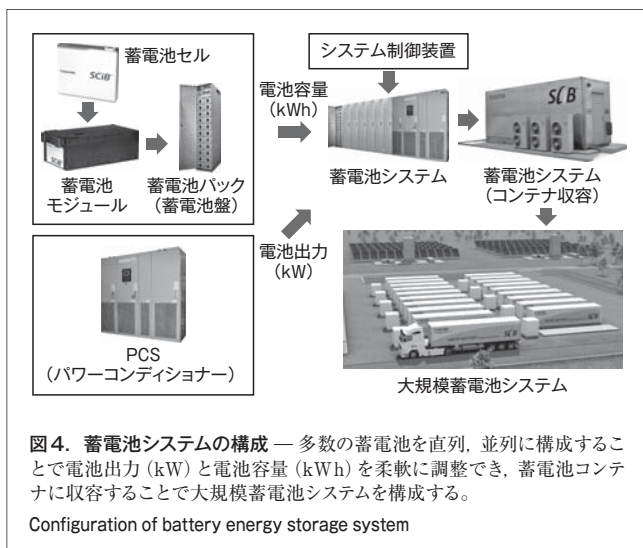
3.1 安全・長寿命・高出力なSCiB™

蓄電池システムを調整力として用いる場合、蓄電池には次の特性が求められる。

- (1) 安全性 大量のエネルギーを安心して蓄えられる。
- (2) 長寿命 長期間の連続運用が可能である。
- (3) 高出力 少ない電池容量でΔkW 価値を高める。

SCiB™は、破裂・発火を起こしにくく、15,000回以上のサイクル寿命を持ち、大電流の出し入れが可能である。したがって、これらの特性を満たしており、調整力の供給に最適な蓄電池である。

また、当社はSCiB™を採用した定置型蓄電池システムの開発・提供を行っており(図4)、短期間で数十MWhを構築でき



るエンジニアリング力と経験を有している。

3.2 SCiB™を用いた高速応答が可能な蓄電池システムによる周波数調整

国内では、東北電力(株)が実施する「西仙台変電所周波数変動対策蓄電池システム実証事業」^(注1)向けに、40 MW-20 MWh蓄電池システムを納入し、2015年2月より営業運転が行われている⁽³⁾。このシステムは、気象条件によって出力が変動する風力発電や太陽光発電の普及拡大に伴う、周波数変動対策の新たな取り組みとして採用され、運用開始後の実証試験を通じて、調整力の拡大効果を検証するために用いられている。

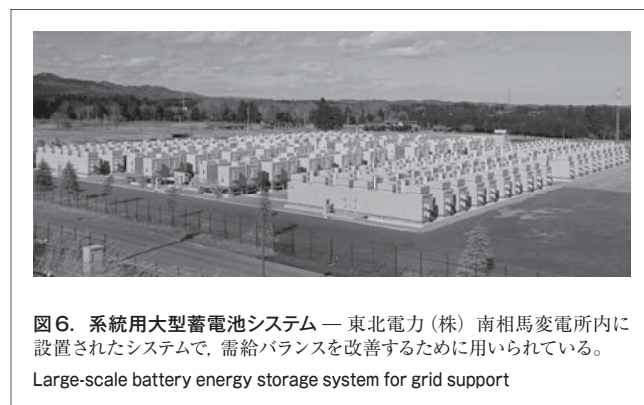
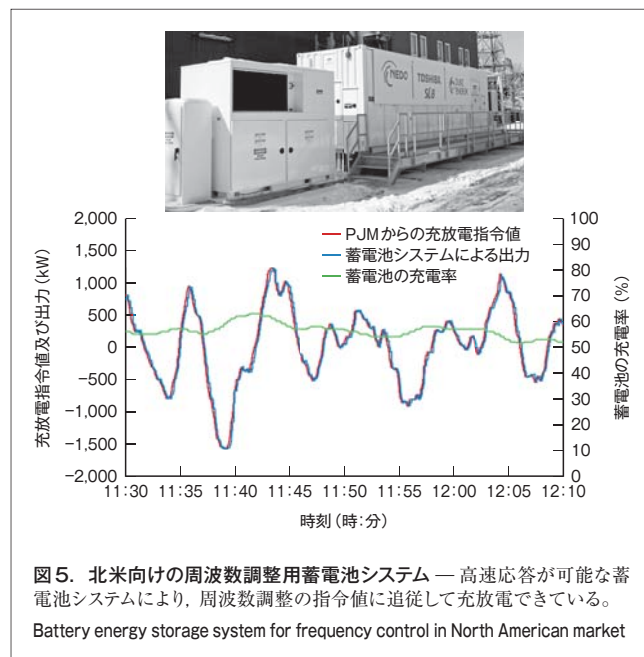
海外では、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) が公募した「安全・低コスト大規模蓄電システム技術開発」に当社が採択され、蓄電池システムの検証プロジェクトを米国の電力大手Duke Energy社と共同で実施している(図5)。米国最大の独立系統運用機関であるPJMの対象としているエリアでの周波数調整を目的とした、2 MW-785 kWh蓄電池システムの運転を2015年1月に開始している。

3.3 SCiB™を用いた蓄電池システムによる余剰電力の吸収

東北電力(株)が実施する「南相馬変電所需給バランス改善蓄電池システム実証事業」^(注2)向けに、40 MW-40 MWh蓄電池システムを納入し、2016年2月より営業運転が行われている(図6)。このシステムは、南相馬変電所に設置され、気象条件で出力が変動する再生可能エネルギーの電力供給が需要を上回る場合には蓄電池に充電して余剰電力を蓄え、電力需要が高まる時間帯には蓄電池から放電することで、需給バランスを改善するために用いられている。

(注1) 一般社団法人 新エネルギー導入促進協議会の「平成24年度大規模蓄電システム緊急実証事業」の一環で実施。

(注2) 一般社団法人 新エネルギー導入促進協議会の「大容量蓄電システム需給バランス改善実証事業」の一環で実施。



4 水素エネルギー貯蔵による調整力の負担軽減

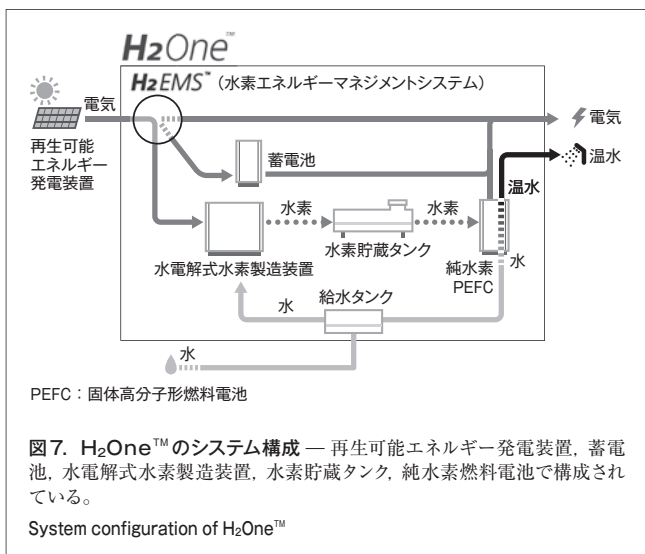
4.1 自立型水素エネルギー供給システム H₂One™

当社は、水素エネルギー社会に向けた製品開発を進め、CO₂フリーの自立型水素エネルギー供給システム H₂One™を開発した⁽⁴⁾、⁽⁵⁾。再生可能エネルギーを一次エネルギー源とし、変動する発電量を平準化して一旦水素エネルギーの形で貯蔵することによって、純水素燃料電池で必要なときに電気と温水を施設に供給できる。

水素としてエネルギーを貯蔵する点で、H₂One™は以下の特長を有しており、これらを生かして納入事例を積み重ねている。

- (1) 省スペースで大容量の水素を貯蔵可能
- (2) 貯蔵タンク内の水素容量は減少しないので、長期間にわたって貯蔵し、純水素燃料電池で適時放電することでエネルギーを年間で調整(シーズンシフト)可能

H₂One™のシステム構成例を図7に示す。システムは、太陽光や風力などの再生可能エネルギーで発電した電気を直接利



用するだけでなく、余剰電力のうち再生可能エネルギーの短周期変動分を蓄電池に充電する。更に、その余剰となる電力あるいは再生可能エネルギーの長期変動分を用いて水を電気分解し、水素を発生させる。その水素をタンクに貯蔵し、需要側の要求に応じて水素を純水素燃料電池へ送り、電気と温水を供給する。

4.2 水素エネルギー貯蔵による再生可能エネルギーの安定化

自然環境に配慮した再生可能エネルギーと水素を活用し、施設内のエネルギーを100%自給自足できるH₂One™リゾートモデルを開発した⁵⁾。このモデルの特長は、太陽光発電からの電力をシーズンシフトできる点にある。

- (1) 夏季に太陽光発電の余剰電力で水素を製造して、タンク内に貯蔵
- (2) 冬季は太陽光発電の出力が低下するため、夏季に貯蔵した水素を利用して発電

夏の間太陽光発電の余剰電力を使って水素を作り、これを日照時間が短くなる冬季に使用して、電力不足を補う。例え



図8. H₂One™リゾートモデルの設置例 — 自立してホテルに電力を供給し、100%自給自足できるシステムである。

Example of H₂One™ resort model

ば、ホテルに対して50 kWの電力供給能力を備えるH₂One™ (図8)と発電電力60 kWの太陽光発電を設置した場合、太陽光発電の電力だけで水素を製造し、最大1.5 MWh相当の電力を貯蔵することで、シーズンシフトを達成できる。

水素エネルギー貯蔵規模を拡大した自立型エネルギー供給システムとして、エネルギーインフラが十分整っていない地域向けに、エネルギーコスト及びエネルギーセキュリティ改善での活用が期待されており、今後は、離島全体の電力供給を担うシステムとしての展開を予定している。

5 あとがき

調整力の確保に向けた、蓄電池による調整力の強化と水素エネルギー貯蔵による調整力の負担軽減に対し、当社の蓄電ソリューションの例を述べた。

今後も、電力需給における調整力の確保と再生可能エネルギーの導入拡大を両立させる蓄電ソリューションとして展開していく。

文献

- (1) 資源エネルギー庁. 今後の市場整備の方向性について. 経済産業省, 2017, 33p. <http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku_gas/denryoku_gas_kihon/seido_kento/pdf/001_05_00.pdf>, (参照 2017-06-26).
- (2) 資源エネルギー庁. “平成21年度エネルギーに関する年次報告(エネルギー白書2010)”. 経済産業省資源エネルギー庁. <<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2010/>>, (参照 2017-06-26).
- (3) 橋本竜弥, ほか. 東北電力(株) 西仙台変電所 大型蓄電池システムの運転開始. 東芝レビュー. 2015, 70, 9, p.45-48.
- (4) 大田裕之, ほか. 水素エネルギー関連技術の動向と東芝の取組み. 東芝レビュー. 2016, 71, 5, p.30-36. <http://www.toshiba.co.jp/tech/review/2016/05/71_05pdf/b02.pdf>, (参照 2017-06-26).
- (5) 橋高大悟, ほか. 自立型水素エネルギー供給システムH₂One™. 東芝レビュー. 2016, 71, 5, p.37-40. <http://www.toshiba.co.jp/tech/review/2016/05/71_05pdf/b03.pdf>, (参照 2017-06-26).



川本 真也 KAWAMOTO Shinya

エネルギーシステムソリューション社
電力流通システム事業部 系統ソリューション技術部
Transmission & Distribution Systems Div.



森田 浩史 MORITA Hirofumi

エネルギーシステムソリューション社
次世代エネルギー事業開発プロジェクトチーム
New Energy Solutions Project Team



水谷 麻美 MIZUTANI Mami

エネルギーシステムソリューション社 電力・社会システム技術
開発センター 電機応用・パワーエレクトロニクス開発部
電気学会会員
Power and Industrial Systems Research and Development Center