

蓄電デバイス・システム

Energy Storage Devices and Systems

酒井 政則 *Masanori Sakai*

新事業本部 筑波総合研究所 電池技術開発センタ

天野 雅彦 *Masahiko Amano*

新神戸電機株式会社 産業用蓄電システム事業本部 SE事業統括部

新神戸電機株式会社は鉛蓄電池、産業用リチウムイオン電池、およびリチウムイオンキャパシタの蓄電デバイス事業を推進している。本報では、風力やメガソーラー発電などの再生可能エネルギーシステム分野、およびマイクロハイブリッド自動車システム分野を例としてあげて、それぞれの蓄電デバイスの要点と当社の取り組みを紹介した。MWh級の大容量蓄電デバイスである前者については、ハイブリッド化によるシステムの高稼働率化、高効率化技術の開発と事業化を進めている。後者については、ブレーキ回生に対する高い入力性能、および、アイドリングストップ・スタートの繰り返しに対する高い耐久性をもつ新しい鉛蓄電池を開発し、市場に投入している。

Shin-Kobe Electric Machinery Co., Ltd. has been promoting the development of energy storage devices such as lead-acid batteries, lithium ion batteries for industrial use, and lithium ion capacitors. In this paper, we outline the key features of these storage devices for application in both a renewable energy generation scheme and a micro-hybrid automobile system. In a MWh-scale power generation system that collects energy from both wind and large-solar units, hybrid-energy storage devices are required to enhance operating rate and efficiency. In micro-hybrid automobiles that make use of an idling stop system (ISS), enhanced lead-acid batteries are key energy storage devices, and are required to have high dynamic charge acceptance to recuperate braking energy and high cycle durability under stop-start cycle conditions.

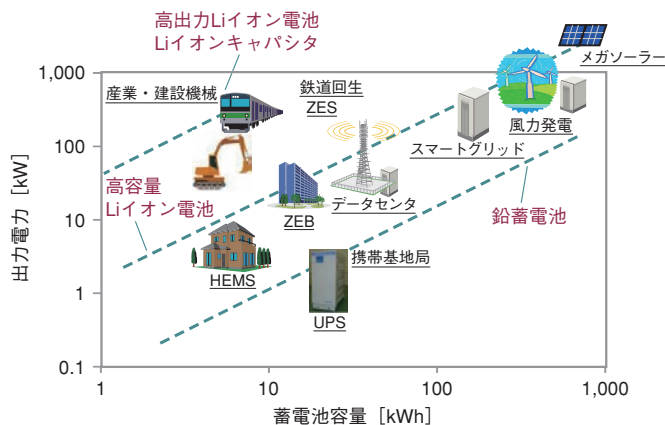
1 はじめに

蓄電デバイスは電気エネルギーを必要な時に蓄え、必要な時にエネルギーを取り出せるものである。地球温暖化対策の一環として今後、再生可能エネルギー、ハイブリッド自動車システムなど、多くの分野で蓄電デバイス技術の果たす役割がますます重要となる。本報告は新神戸電機株式会社が推進する新たな蓄電デバイス事業、および蓄電デバイスの役割と今後の社会インフラシステムの関係について具体例を挙げて紹介する。

鉛蓄電池は150年以上の歴史を持ち¹⁾、極低温域から、エンジンルームなどの高温環境までの広い温度範囲で高い出力性能と信頼性をもつ。電池材料のリサイクル技術が確立しており、鉛蓄電池は今なお技術的にも、市場としても成長を続けている²⁾。リチウムイオン二次電池(LIB)に代表される新たな蓄電デバイスの普及に伴い、リチウムイオンキャパシタ(LIC)が新たな蓄電デバイスとして開発されている³⁾。LICは電気二重層キャパシタ材料である活性炭を正極とし、LIBの負極を基本構成とするものである。容量は低い、短い時間領域で優れた入出力特性、耐久性を有する蓄電デバイスである。新神戸電機株式会社はこれらの鉛蓄電池、産業用の大型LIB、およびLICの蓄電デバイス事業を推進している。

図1は種々の社会インフラ分野に関する蓄電システムにおける出力と容量の関係、および上記3種類の蓄電デバイス特性の概要を示したものである。図1に示されるように家庭用から風力発電などのメガワット時(MWh)といった大容量蓄電領域まで、蓄電デバイスは多くのシステムニーズへの対応を求められている。

以下、再生可能エネルギー発電プラントシステム、およびマイクロハイブリッド自動車システムにおいて蓄電デバイスに求められる、これまでとは異なる新たな役割、機能について紹介する。



ZEB : Zero Energy Building, ZES : Zero Emission Station, HEMS : Home Energy Management System, UPS : Uninterruptible Power Supply

図1 大容量蓄電システムと蓄電デバイス
Figure 1 Large energy storage systems and energy storage devices

2 再生可能エネルギーシステム

図1に示されるように、大容量蓄電デバイスとしては鉛蓄電池、LIBが適しており、高出力用途ではLICおよび高出力用に設計されたLIBが優れている。新神戸電機株式会社の鉛蓄電池のなかには電圧2ボルトの最小単位の電池でその容量が1000アンペア時(Ah)を越えているものもある。太陽光発電、および風力発電は自然の状況に発電が大きく依存し、自然の状況によって発電電力が安定しない。このような電力不安定要因を軽減し、安定した電力を高効率で供給できるシステムとするためには、タイプの異なる蓄電デバイスとの組み合わせが欠かせない。

図2に再生可能エネルギーシステムに関する大容量ハイブリッド蓄電システムを例示した。同図の蓄電デバイスでは、鉛蓄電池、リチウムイオン電池(LIB)、リチウムイオンキャパシタ(LIC)を並列に用いている。

安定した電力を高効率で供給できるシステムとするために、これらの蓄電デバイスは発電された電力を蓄電するだけでなく、電力出力時の波形をできるだけ平準化する役割をもつ。

風力やメガソーラーで発電された電力の波形は、図2の(a)発電電力波形に模式的に示すように、風の状態や昼夜、晴天/雨天によって変動する。このような不安定な波形の発電電力を図2の(b)に示すような安定な電力として供給するために、大容量蓄電ハイブリッドシステムはパワーコンディショニングシステム(PCS)を備えている。このPCSは、図2の(c)に示すような充放電パターンで電力を出力して(a)と重畳させ、(b)に示すような平準化された安定した電力の送電を可能とする重要な役割をもっている。

図2に示す3種類の蓄電デバイスの中で、鉛蓄電池は長い周期変動の発電電力波形領域に対応する大電力貯蔵機能をもつ。LIBも大電力貯蔵機能をもつが、鉛電池が対応できる周期変動の領域だけでなく、LIBはさらに短い時間領域の発電電力変動にも対応できる。一方、LICは、容量は極小であるが、鉛蓄電池、LIBでは追従できない短い時間領域やパルス状の発電電力波形の変動にも追従可能である。したがって、これら3種の蓄電デバイスをハイブリッド化すれば、風力発電やメガソーラー発電の電力を効率良く蓄電できるだけでなく、パターン制御(c)重畳による安定化された波形(b)の電力が供給可能になる。

鉛蓄電池は、LIBに比べて低コストで大容量化可能という利点をもつ。これに対して、LIBは、エネルギー密度、出力密度に優れるので、大容量化が省スペースで図れるという利点をもつ。

発電システムの大型化に伴い、蓄電デバイスは多直列・多並列化が必要になる。現在、青森県の市浦風力発電所では、2010年1月から、総容量が10MWhを超える電力を鉛蓄電池単独で運用している⁴⁾。新神戸電機株式会社は蓄電デバイス単独運用のみならず、これらの蓄電デバイスを基にしてスペースの高効率化、稼働率向上、高信頼化対応の新しい蓄電ハイブリッドシステムを提供することができる。

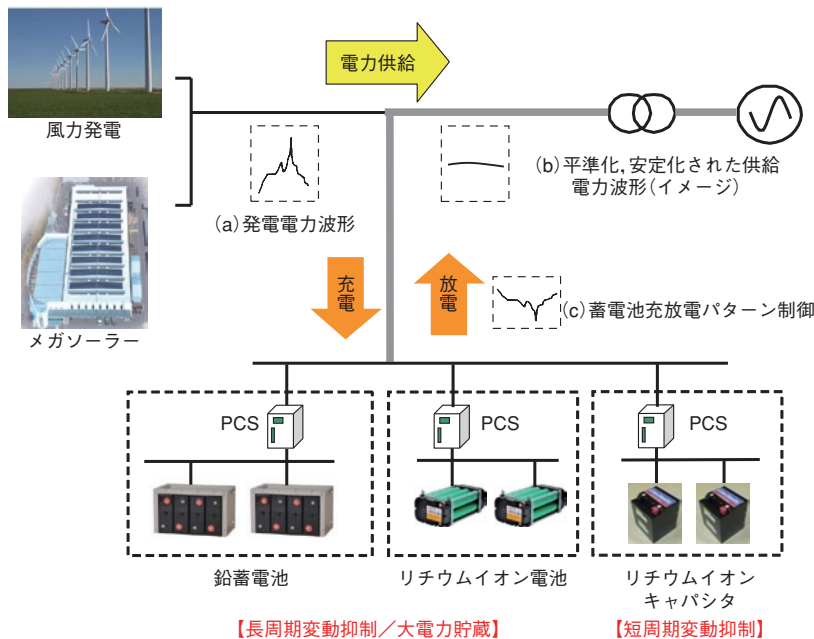


図2 再生可能エネルギーと大容量蓄電ハイブリッドシステム

Figure 2 Scheme for renewable energy generation systems with hybridized large energy storage devices

3 マイクロハイブリッド自動車システム

ハイブリッド自動車はハイブリッドシステムの機能とシステム電圧によって、大きくフル、ミューディアム、マイクロハイブリッドに分類されている。システム電圧が300 V前後のフルハイブリッド領域では、主電源としてニッケル水素電池またはリチウムイオン電池が主に使われており、補助電源として鉛蓄電池が用いられている。システム電圧が通常の乗用車と同じ14 V系で運用されるマイクロハイブリッドシステム、いわゆるアイドリングストップシステム (ISS) の主電源には鉛蓄電池が使われている。ISS車は信号停車している時など、エンジンのアイドリングを停止する機能を持ち、排ガスを抑え、燃費を向上させることができる。

図3は世界市場の自動車生産台数とISS車関係の生産予測を示したものである⁵⁾。図から明らかなように、今後生産される乗用車の半分以上がISS機能を持つと予想されており、ISS車用の鉛蓄電池の将来の市場は極めて大きいと言える。

ISS車用鉛蓄電池の使われ方は、従来の鉛蓄電池のそれと大きく異なっている。従来は、エンジン始動時のみ大電流が必要であり、エンジン始動後は発電機から常時充電され続ける使い方であった。ISS車の場合、鉛蓄電池は、再発車時に数百アンペアの電流を供給してエンジンを再駆動するだけでなく、信号停止などでエンジンが停止したアイドリングオフの間もオーディオ、ファンなどに必要な電力を供給するという過酷な動作を繰り返さなければならない。このためISS車用の鉛蓄電池では、放電量の大きさと充電放電の繰り返し頻度が従来の鉛電池に比べて著しく増加する。放電分をこれまでのようにエンジンを動かして発電・充電していたのでは排気ガスが増え、燃費も下がる。このため、多くのISS車では、燃費を落とさず高率に充電する方法として、ブレーキ時の減速運動をモータージェネレータで発電してエネルギー回生する機能が搭載されている。対応する鉛蓄電池は、ブレーキ時のエネルギーを効率良く回生する十分な充電能力を有する必要がある。しかし、従来の鉛蓄電池では、充電抵抗が本質的に高く充電が入りにくい電池であるために、そのままISS車に用いるとすぐに充電不足となる。

このため、ISS車のシステムを充分機能させるためには、まず従来の鉛蓄電池の充電能力を大きく改善し、かつアイドリングストップとエンジンスタートの繰り返しに対する耐久性を確保する必要がある。

このような要求をみたすべくISS車用の鉛蓄電池の技術革新は、企業で鋭意進められている。ISS車用の鉛蓄電池は、これまでの自動車用鉛蓄電池とは特性的に大きく異なる別物とみなされており、この技術的飛躍を必要とする市場ニーズに対して、追隨できる電池メーカーはかなり限定されるとみられている⁶⁾。新神戸電機株式会社はISS車用の鉛蓄電池開発をこれまで積極的に推進してきており、すでに高い市場投入実績を有している。

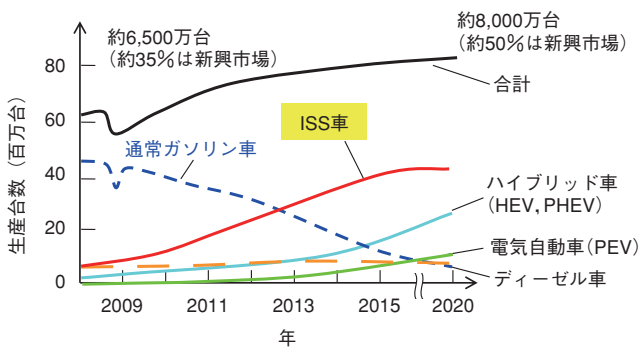


図3 ISS車の世界市場成長予測
Figure 3 Global production prospect, including ISS cars and others

【参考文献】

- 1) P. T. Moseley and D. A. J. Rand, In celebration of the sesquicentennial of the lead-acid battery, Journal of Power Sources, No.195, p.4423(2010)
- 2) D. N. Wilson (翻訳：鉛亜鉛需要開発センター)：21世紀の鉛バッテリー，鉛と亜鉛，No.267, pp.15-23, 7月(2012)
- 3) 上原秀秋，他：高信頼性円筒型リチウムイオンキャパシタ，新神戸テクニカルレポート，No.20, pp.9-16(2010)
- 4) 佐野伸一，他：風力発電の出力変動緩和と制御弁式据置鉛蓄電池“LL1500-W”形，新神戸テクニカルレポート，No.21, pp.15-20(2011)
- 5) Automotive Technology, 7月号(2007), 7月号(2009), 9月号(2009), 11月号(2009)を基にした新神戸電機株式会社予測。
- 6) Batteries & Energy Storage Technology, No.30, pp.33-45, Autumn 2010