

低炭素社会基盤を支える 産業用蓄電デバイス

Industrial Storage Device for Low-carbon Society

寺田 正幸

Terada Masayuki

高林 久顯

Takabayashi Hisaaki

通信ネットワークの大容量化に伴い、その通信インフラの信頼性を確保するためのバックアップ用蓄電池が求められている。他方、太陽光、風力などの新エネルギーで得た電力は、きわめてクリーンであるが出力が安定しないため、系統制御や蓄電池による出力平準化が必要である。

新神戸電機株式会社は、これらの要望に応えるために、定置型高信頼性蓄電池の開発を進め、風力発電の変動抑制用途で期待寿命17年の鉛蓄電池や、長寿命で安全性に優れ、省スペース化が可能なフロート使用の大容量リチウムイオン電池を開発した。

1. はじめに

ブロードバンド・ユビキタス社会を支えるには通信ネットワークの大容量化と信頼性向上が不可欠であり、従来にも増して電源の信頼性が重要な社会構造となることが予想される。一方、今後は電力需要量の増加と負荷変動が大きくなると予想される中、低炭素社会の実現に向けた新エネルギーの導入やスマートグリッドが注目されており、系統電力の安定化と平準化が今後の重要な課題になると考えられる。

ここでは、これら通信ネットワークの信頼性や系統電力の安定化に使用する大容量リチウムイオン電池や電力貯蔵用鉛蓄電池など、新神戸電機株式会社における産業用蓄電デバイス開発の取り組みについて述べる。

2. 電力貯蔵用制御弁式鉛蓄電池

地球温暖化防止のための温室効果ガス排出量削減と将来の枯渇化石燃料対策が重要な課題となっている。

新神戸電機は、夜間の余剰電力を蓄電し、電力消費ピーク時の負荷平準化に使用するサイクル長寿命の制御弁式鉛蓄電池(LL形、LL-S形)と負荷平準化システム「seflaシステム」を製品化してきた^{1), 2), 3)}。この電力貯蔵用電池は、

正極の耐久性、負極の充電性能向上、成層化抑制などの改良を行うことにより、推奨使用条件下での寿命性能をLL形で3,000サイクル、LL-S形で4,500サイクルと大幅に向上させた。従来の制御弁式鉛蓄電池(当社MSE形電池)の約500サイクルに比べ、それぞれ6倍、9倍と優れたサイクル寿命性能を有する電池である。

2.1 制御弁式鉛蓄電池の新エネルギーへの適用

近年、環境問題対策として新エネルギーの導入が拡大しているが、風力・太陽光発電のように、天候変化で出力が変動する新エネルギーの普及が進むと、系統内の電圧、周波数の変動が問題となると考えられる。

この系統電力の安定化対策の一つとして、風力発電施設と蓄電池を併設したシステムによる出力変動抑制が検討され、その結果、有効な手段と認められた⁴⁾。蓄電池設備併設による出力変動抑制の概要を図1に示す。

従来の制御弁式鉛蓄電池は、満充電状態から放電、充電を繰り返すサイクルユースで使用されてきた。しかし、風力発電の変動抑制に使用される場合、電池は常時、充電も放電もできるPSOC(Partial State of Charge: 部分充放電状態)で短時間の充放電が連続的に行われることから、従来の製品と使用条件が異なるために劣化モードも変化すると考えられた。

LL形電池は、電力貯蔵用途以外にも風力発電の変動抑制や太陽光発電の蓄電用に使用されてきた^{5), 6)}。LL形電池を使用した風力発電の変動抑制の一例を図2に示す。

同図のように蓄電池との組み合わせによって風力発電の出力変動が抑制できていることがわかる。また、1.2 MW風力発電システムにおける変動抑制として約7年使用された電池の調査からは、約9年の使用が可能と推定され⁶⁾、LL形電池が風力発電や太陽光発電の電力負荷の平準化に

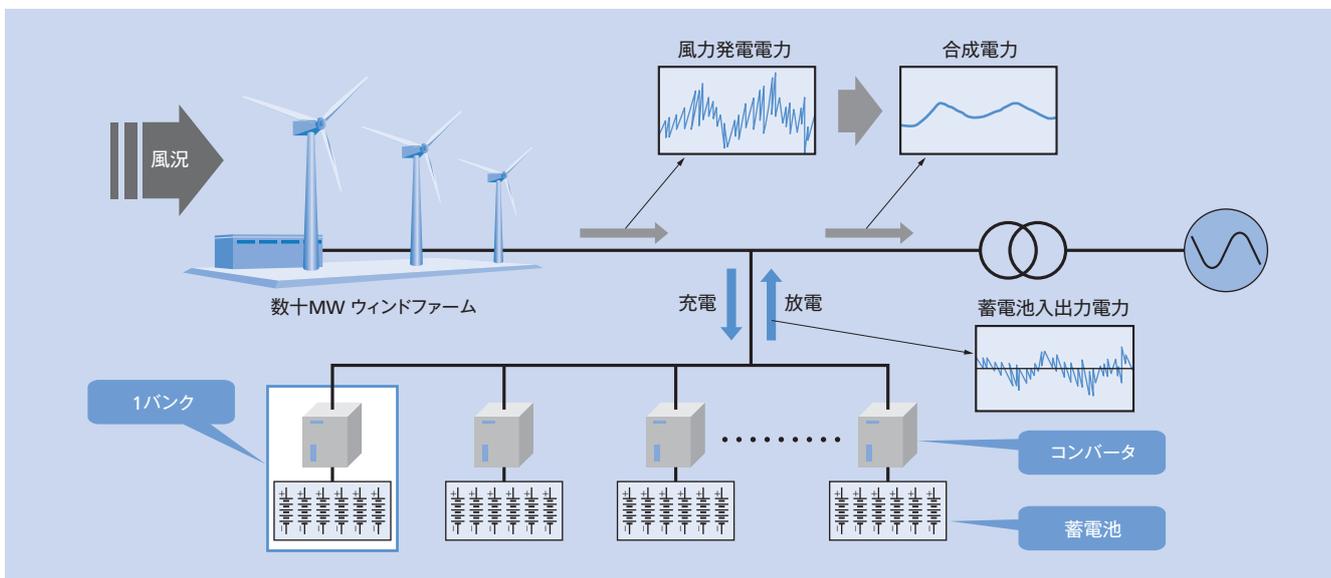


図1 蓄電池設備併設による出力変動抑制の概要
蓄電池の充放電によってシステム出力の変動が抑制される。

使用できることが確認されてきた。

2.2 LL-W形電池の開発

蓄電池設備併設型風力発電の普及が見込まれる中、電力受給期間と同等の耐久性を有する蓄電池の要望を受け、風力発電の出力変動抑制用途で期待寿命が17年という長寿命化電池の開発を行った。実際の風力発電で使用されたLL形電池の調査と、風力発電の変動抑制を想定したさまざまなPSOCでの連続的な短時間充放電条件の試験から得られた使用条件と劣化状態の調査結果を基にして、高耐食性合金と高密度活物質を使用した高耐久性正極や新添加剤によるサルフェーション抑制などによって長寿命化技術を確認した。

この長寿命化技術を取り入れた電池仕様と使用条件の適

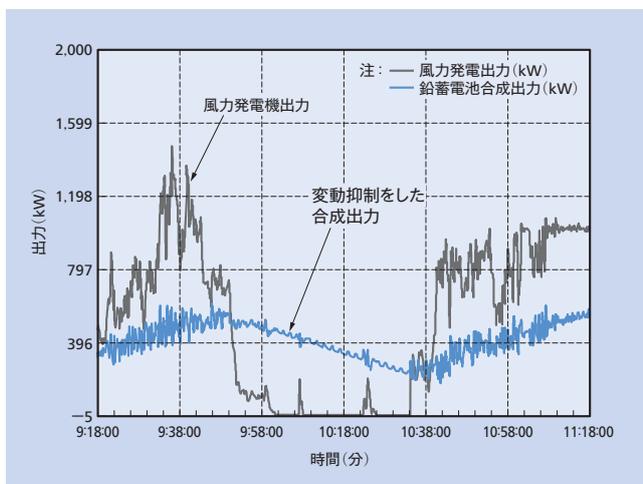


図2 蓄電池設備併設型風力発電システムによる変動抑制の一例
蓄電池の充放電により、システム出力の変動が抑制できることが示されている。

正化により、2009年に風力発電変動抑制用として、期待寿命17年の長寿命の制御弁式鉛蓄電池LL1500-W (2 V - 1,500 Ah)を開発した(図3、表1参照)。

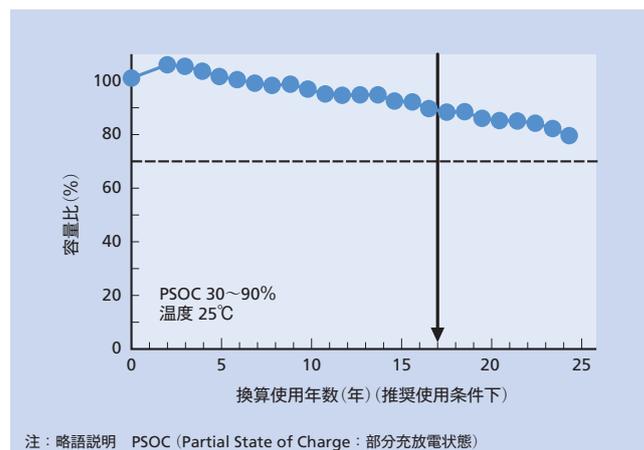


図3 開発したLL-W形電池の寿命試験結果
推奨使用条件下での換算で17年以上の寿命性能を有している。

表1 開発したLL-W形電池の概要

開発した長寿命制御弁式鉛蓄電池の仕様概略とユニット外観を示す。

型式	LL1500-W		電池ユニットの外観 (LL1500-W 8 V-1,500 Ah)
電池構造	制御弁式鉛蓄電池 (VRLA)		
公称容量 (10 HR)	2 V-1,500 Ah		
寸法	高さ	507 mm	
	幅	172 mm	
	長さ	437 mm	
重量	110 kg		
期待寿命*	使用期間: 17年 総放電量: 4,720 kWh		
SOCの使用範囲	SOC30~90%		
制御電圧	1.80~2.42 V/セル		
均等条件	当社推奨条件		
使用温度	5~35°C		

注: 略語説明ほか VRLA (Valve Regulated Lead Acid Battery), SOC (State of Charge)
*期待寿命は推奨使用条件によるものであり保証値ではない。

表2 | 市浦風力発電所設備仕様

2010年2月から実証試験を開始している。

発電所規模	15.44 MW
風力発電機	E-82 1.93 MW×8基
蓄電池設備	鉛蓄電池 : LL1500-W×3,456個 (10.4 MWh) (288個直列×2並列×6セット) 最大入出力 : 4.5 MVA (交直変換機容量) 放電電力 : 約3,700 kW 充電電力 : 約2,600 kW インバータ : 750 kVA×6台



市浦風力発電所の外観



蓄電池設備

この電池は、青森県五所川原市にある市浦風力発電所に設置され、2010年2月から実証試験を開始した(表2参照)。現在、山形県の遊佐風力発電所に、同規模の蓄電池設備を併設したシステムを建設中である。

3. 大容量リチウムイオン電池

3.1 定置型リチウムイオン電池開発の背景と課題

リチウムイオン電池は小型・軽量・大出力という特性から、携帯電話やPC、さらに最近は自動車や産業向けなど、さまざまな用途に向けた開発が加速している。特に自動車用途のリチウムイオン電池の大容量化や量産化は、産業用途にも大きく普及する素地となりつつある。

現在の産業用途での蓄電池需要の大半は定置用途でのフロート仕様であり、現状は鉛蓄電池が主流である。中でも、情報通信分野は高速かつ大容量でデータが処理されるために情報通信機器の消費電力は増大傾向にある。それらの機器に停電対策で使用される蓄電池も次第に大型化し、都市部では大型の蓄電池を設置する場所の確保が困難になりつつあり、リチウムイオン電池の特長である省スペース化への要請が高まっている。

フロート仕様で使われる場合、リチウムイオン電池は常時満充電状態で使用されるために過充電などによる熱暴走対策が必要となり、電池の難燃化は必須の技術となる。

新神戸電機は、このような要請に対応して、省スペースで安全性にも優れた長寿命の定置形フロート仕様のリチウムイオン電池を開発した。以下にその概要について述べる。

3.2 開発技術の概要

大容量のフロート仕様リチウムイオン電池を開発するためには二つの大きな技術課題がある。一つは難燃化であり、もう一つは長寿命化である。新神戸電機はこれらの課題を解決するために下記の検討を行った⁷⁾。

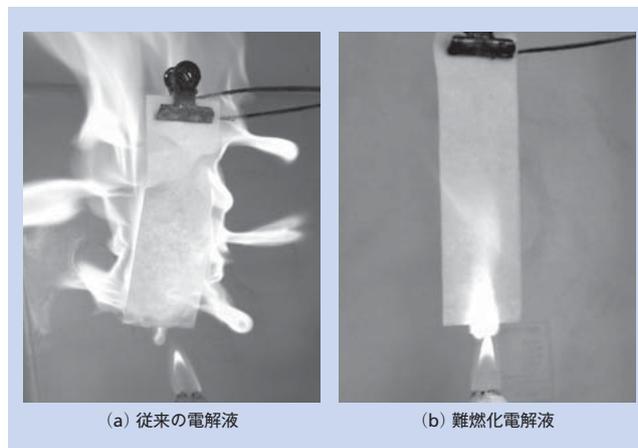


図4 | 電解液の燃焼試験

自己消火性を有し、火災リスクをきわめて小さくすることができる。

(1) 難燃化

例えば、ハイブリッド自動車では安全なSOC (State of Charge: 充電状態) 50%前後で使用されるが、定置形フロート仕様では常にSOCが100%に近く、かつ電池はさらに大容量である。また、多数の電池を組み合わせると、ビルなどの室内で使用する事から、万が一の場合でも電池が火災などの事故原因にならないことが必要であり、電池を難燃化することが最重要課題となる。

今回、特に寿命に影響を与えないように電解液に難燃添加剤を加える技術を確立することによって、難燃規格であるUL94-V0相当を達成する電解液を開発した(図4参照)。また、電極上への難燃薄膜層形成技術を確立した。電池温度が上昇し続けた場合でも電解液だけでなく電極の燃焼も抑制し、熱暴走を抑制する効果を確認することができた。

(2) 長寿命化

鉛蓄電池の定置形フロート仕様では10年以上の寿命が必要とされている。従来のリチウムイオン電池は充放電を繰り返すサイクルでの使用が多く、充電を長期間継続するフロート仕様での検討が不十分であった。また、リチウムイオン電池は、満充電状態で長期間放置されると容量劣化

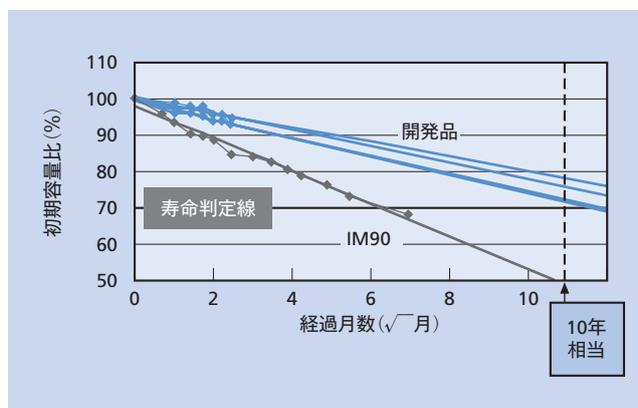


図5 | フロート使用時の電池容量の経時変化

フロート寿命10年の見通しが得られた。

が大きくなることが知られている⁸⁾。そこで、フロート使用による容量劣化メカニズムを詳細に解析し、その主原因が負極表面での抵抗皮膜形成であることを見いだした。さらに、この抵抗皮膜の形成が正極活物質からのMn溶出量に大きく関係することを見だし、これを抑制する電極材料および新規電解液の開発を行い、フロート使用で10年の寿命を確保する見通しをつけることができた(図5参照)。

3.3 大容量リチウムイオン電池システムの概要

高い安全性と長寿命化を図った大容量リチウムイオン電池とフロート仕様に最適な電池制御技術の開発により、大容量リチウムイオン電池システムを開発した(図6参照)。

フロート仕様に適用が可能なBCU (Battery Controller Unit) を新規に開発し、この制御回路を搭載した大容量リチウムイオン電池システムである。この電池システムは容量210 Ahリチウムイオン電池を12セルから48セルまで収納でき、その蓄電能力は最大約36 kWhになる。

通信機器用途(定格電圧48 V系)で210 Ahから840 Ahのシステムをキュービクル1台で構築でき、設置面積は約0.36 m²である。ICT (Information and Communication Technology) 装置用途で導入予定のHVDC (High Voltage Direct Current) (定格電圧380 V系)では210 Ahの蓄電システムをキュービクル2台で構築でき、設置面積は約0.72 m²となる。従来の同容量鉛蓄電池システムと比べて、設置床

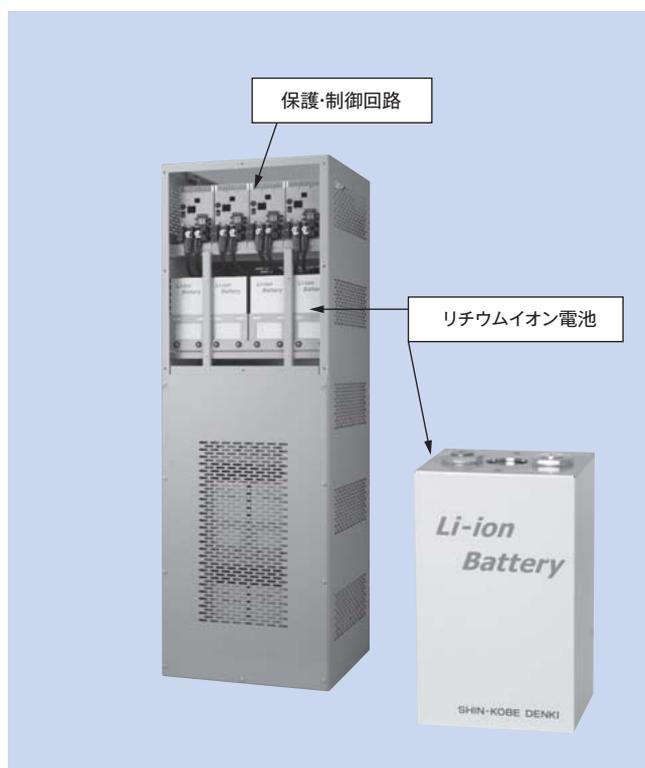


図6 | 通信用(48 V系)リチウムイオン電池システム

保護・制御回路を含んでも、同容量の鉛電池システムに比べて設置面積を半分にできる。

面積を約半分にすることができ、ビル内の電池システムの設置スペースを大幅に削減することが可能となった。

4. おわりに

ここでは、通信ネットワークの信頼性や系統電力の安定化に使用する大容量リチウムイオン電池や電力貯蔵用鉛蓄電池など、新神戸電機における産業用蓄電デバイス開発の取り組みについて述べた。

今回開発したLL1500-Wは、一定出力型の風力発電所や太陽光発電の導入量増加による余剰電力対策、スマートグリッドの系統安定用途など、大規模なエネルギー分野への適用を図る。また、異なる容量をそろえてシリーズ化し、住宅やビルのエネルギーマネジメントシステムなど、比較的小規模なシステムへも展開していく。リチウムイオン電池については、今後も開発を継続し、省スペース化に優れた特性を生かして、電力貯蔵や電動産業機械向けなどのサイクル用途にも使用できる大容量リチウムイオン電池の製品化を進める。さらに、リチウムイオン電池、高性能鉛電池、リチウムイオンキャパシタなど、複数の蓄電デバイスを有する利点と、それぞれの特徴を生かせる組み合わせにより、コスト、性能、大きさなどのバランスが取れた蓄電デバイスを開発していく。

参考文献

- 1) 高林, 外: 電力貯蔵用制御弁式据置鉛蓄電池の開発, 新神戸テクニカルレポート, No.11, p.31 (2001.2)
- 2) 佐々木, 外: 制御弁式鉛蓄電池による電力貯蔵システムの開発, 新神戸テクニカルレポート, No.12, p.27 (2002.2)
- 3) 高林, 外: サイクル長寿命電力貯蔵用制御弁式鉛蓄電池LL-S形の開発, 新神戸テクニカルレポート, No.15, p.31~37 (2005.3)
- 4) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構: 平成12年度成果報告書(財団法人エネルギー総合工学研究所), 蓄電池併設風力発電導入可能性調査(2002.2)
- 5) 下浦, 外: 集中連系型太陽光発電システム実証研究, 新神戸テクニカルレポート, No.19, p.23~28 (2009.2)
- 6) H.Takabayashi, et al.: The Application of Valve-Regulated Lead Acid Batteries to Wind Power Generation System, Proceedings of INTELEC'09 (2009.10)
- 7) 林, 外: 通信バックアップ用リチウムイオン電池の要素技術, 新神戸テクニカルレポート, No.20, p.3~7 (2010.2)
- 8) T.Yoshida, et al.: Degradation Mechanism and Life Prediction of Lithium-Ion Batteries, Journal of The Electrochemical Society, 153 (3) A576-A582 (2006)

執筆者紹介



寺田 正幸

1986年新神戸電機株式会社入社, Li事業本部 所属
現在, 産業用のリチウムイオン電池の開発・設計に従事



高林 久顕

1988年新神戸電機株式会社入社, 名張事業所 電池設計部 所属
現在, 鉛蓄電池の開発・設計に従事