

定置用蓄電池の動向について

(一財)建築コスト管理システム研究所・新技術調査検討会

1 はじめに

以前から「賢い電力網」としてスマートグリッドが話題となっていました。また、最近の電力事情や再生可能エネルギーを巡る動きの中、電力システムを構成する蓄電池も注目されています。蓄電池は、従来からも非常照明や誘導灯など防災設備の電源として、継電器や遮断器など電力機器の制御電源として、あるいは、通信分野には電話交換機やルータなどの通信機器の電源・UPS (Uninterruptible Power Supply:無停電電源装置) として使われていました。また、自動車・船舶・航空機など移動体にも不可欠な電源として広く利用されています。

電池に関する話題として新技術調査検討会では過去に、「制御弁式据置鉛蓄電池 (MSE) の長寿命型の調査報告」¹⁾、「家庭用燃料電池の調査報告」²⁾、「NAS電池について」³⁾を報告しましたが、今回はこれらに引き続き調査した内容を更新し、スマートグリッドなどでよく耳にする定置用蓄電池とはどのようなものか、蓄電池にはどのような種類があるのか、現状の投資回収計算の例、更には今後どのような方向性にあるのかを調査しましたので報告します。

2 定置用蓄電池とは

2.1 蓄電池の役割

電池には、一回だけ放電できる一次電池と充電・放電ができる二次電池がありますが、そもそ

も、二次電池である蓄電池の役割にはどのようなものがあるか、考察してみました。大きくは、系統電源が停電しても運用が必要な機器を動作させるために最低限必要な電源としての性格と、自動車・船舶や航空機のように移動体での主原動機が稼働するまでの補助電源としての性格があります。これに加えて、太陽光発電や風力発電のように出力の変動する発電機と併用して、変動の吸収緩和あるいは出力が一定となるよう制御する目的、あるいは需要側での変動緩和やピークシフトの目的、災害や非常時に対応したBCP (Business Continuity Plan:事業継続計画) での利用が注目されています。

非常用の電源としての利用は、建築基準法や消防法で詳細に規定されています。照明器具には内蔵するニッカド電池が、電気室などに集中して配置する場合には、鉛蓄電池やアルカリ蓄電池が利用されていましたが、平成18年からはナトリウム硫黄電池、レドックスフロー電池や燃料電池が、平成24年からはリチウムイオン蓄電池も非常電源⁴⁾として利用できるようになりました。

このように広い分野で利用されている蓄電池ですが、非常用や通信分野を除いた電力分野での利用に限って詳細に見てみると、

① 電力系統用大型蓄電池

発電所や変電所に設置し、揚水発電所と同様の機能を目指すもの、または、大型の風力発電所のように出力の変動緩和や計画出力を目指すもの

② 定置用蓄電池

住宅、ビル・商業施設や工場など需要側に設

置し、負荷の平準化や太陽光発電などの出力変動の吸収緩和を目指すもの、または、昼夜間料金価格差を利用して経済的運用を目指すもの

③ 移動体用蓄電池

移動できる蓄電池（発電所）としての利用の拡大が見込まれる分野で、従来の電源車と同様、災害時や緊急負荷対応を目指すもの（燃料電池自動車も同様の考え方です）

といった区分けができます。

2.2 定置用蓄電池のイメージ

定置用蓄電池という言葉は、スマートグリッドについて研究を行った経済産業省の「次世代エネルギーシステムに係る国際標準化に関する研究会」の報告書「スマートグリッドに関する国際標準化ロードマップ」⁵⁾の中で26の重要アイテムが示され、そのアイテムのひとつとして需要側蓄電池の事業分野で「定置用蓄電システム」として使われたのが最初ではないかと思えます。

定置用蓄電池の具体的なイメージとしては、例えば、図1のように夜間の電力を蓄電池に貯め、

昼間ピークに利用する、万が一の停電時のバックアップ対策としての利用が挙げられています。このほか、需要側の太陽光発電が天候によって変動する出力を蓄電池で吸収するとともに、余剰電力を系統に売電する、あるいは、電気自動車の充電にも一旦蓄電池で貯めた電力で一気に充電する（最大電力の低減効果）といった利用も考えられます。

住宅、ビル・商業施設や工場などだけでなく、病院や公共機関でも非常時の対応として、また、太陽光発電等の自立電源と組み合わせによって、一定期間、安定的に電気を利用するためにも不可欠なものとなるでしょう。

2.3 定置用蓄電池に求められる要件

定置用蓄電池では、前述のように負荷の平準化や出力変動の緩和を目指していますので、短時間に充放電を繰り返したり、充放電の変動幅が従来に比べ大きくなる等各種の技術的要件のほか、電池残量の厳密な管理や電池寿命の正確な予測など利用に関わる要件も求められています。

蓄電池の活用イメージ

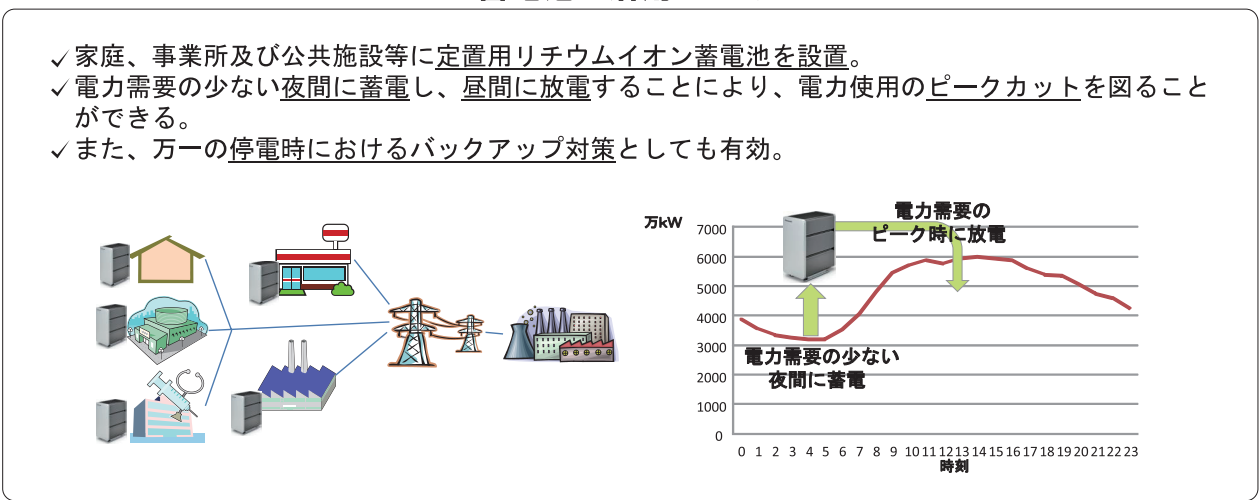


図1 蓄電池の活用イメージ（第28回基本問題委員会 資料5「蓄電池・水素」より
<http://www.enecho.meti.go.jp/info/committee/kihonmondai/28th/28-5.pdf>

一般的に技術的要件として蓄電池に求められるものには、①エネルギー密度（重量比Wh/kg、容積比Wh/ℓ）、②出力密度（最大電力比W/kg）、③サイクル寿命（充放電の回数）、④カレンダー寿命（経年寿命）、⑤コスト（多くは容量ベース円/Whですが、出力ベース円/Wの場合もあります）などがあります。航空機など移動体では②の出力密度も重視されますが、定置用蓄電池では、③サイクル寿命、④カレンダー寿命、⑤コストが特に重視されるものと考えられています。また、容量規模の面で、戸建て住宅用では平均的な住宅での使用電力量が12kWh/日程度であることから、1日のピークを低減しようとする、比較的小容量の数kWhの蓄電池を配置すればよいものと考えられますが、ビル・商業施設では数百kWhから数MWh級以上も必要になるものと考えられ、大容量化への対応も注目されています。

もちろんエネルギー密度が大きく容量も大きいものを設置するとなれば、安全性の面からの要件も重要です。例えば、リチウムイオン電池では、電解液に可燃性物質を含むことから、温度、振動、衝撃、外部短絡、内部短絡、過充電、強制放電などの安全性試験が行われ、単体での安全確保とともに、消防庁からは「リチウムイオン電池に係る危険物施設の安全対策のあり方に関する検討報告書」が出され、施設全体としても安全対策のあり方が提言されています。

3 蓄電池の種類と投資回収計算の例

3.1 定置用蓄電池の種類

具体的な定置用蓄電池の種類としては、①長寿命制御弁式据置鉛蓄電池（MSE）、②ニッケル水素電池、③ナトリウム硫黄電池（NAS）、④レドックスフロー電池、⑤リチウムイオン電池などが挙げられます。

①鉛蓄電池は、100年以上の歴史と実績があり、広く利用されています。更に国内のリサイクル体制が確立して資源確保面でもの安定的であると言えます。

一方で、既に「成熟した」技術とも言えますので、コストや技術的進展については今後の大幅な改善が見込めないなどの欠点も見受けられます。

国内メーカーとしては、パナソニック、GSユアサ、古河電池、新神戸電機など多数があります。

②ニッケル水素電池は、当初は電気自動車や都市交通向けに開発されていましたが、今では電力系統用大型蓄電池を始め、各種用途に利用が拡大しています。

国内メーカーとしては、川崎重工業、富士通系のFDKなどが挙げられます。

③ナトリウム硫黄電池（NAS）は、日本ガイシが実用化したMWh級の蓄電池で、負荷平準化、出力安定化、バックアップ電源としての利用が進んでいます。

瞬時の応答速度が速いなどの利点があり、構成材料として、正極に硫黄、負極にナトリウム、電解液に固定電解質の酸化アルミニウムを用いていますので、資源的には豊富で量産によるコスト低減の見込みが高いと言えます。容量的には200MWh級のものまでが設置の実績があります。

しかし、運転時に300℃程度を保持する必要があるため、保温の電力が余分にかかる点、硫黄材のため一度出火すると消火が困難である点などいくつかの難点もあります。

④レドックスフロー電池は、住友電工が主体となって開発されているもので、現在も評価検証が続いています。電池材料にバナジウムを利用したもので、常温動作で劣化が少ないと言われています。

主な特徴としては、充放電サイクルの寿命が

1万回以上と非常に長い、ミリ秒単位での瞬時応答性が可能で、短時間であれば設計の数倍の瞬時出力が可能であると言われていいます。

一方で、エネルギー密度が低く、電解液の循環のためにポンプが必要などの難点もあります。

⑤リチウムイオン電池は、現在最も注目されている電池です。携帯電話を始め、多くの電子機器に利用される一方、今後は移動体向けや電力貯蔵向けに利用が拡大しています。

急速充電が可能であり、自己放電が小さく、充電状態の監視が行いやすいなどの特徴があります。

一方、電解液が石油類と同様の引火性液体であり、大量に設置する際は十分な措置が必要であり、また、充電時には極めて微妙な充電電圧の管理や制御が必要で保護回路を含めた制御設計には相当の技術を伴います。このため、制御不良や異物混入があると発熱、発火、最悪の場合には爆発に至ることもあります。

国内メーカーとしては、パナソニック、ソニー、日立マクセル、NEC、東芝、GSユアサ、エリーパワーなどが挙げられます。

以上のような現状をまとめてみると、表1のようになります。つまり、現時点の評価としてコス

ト面では鉛蓄電池やナトリウム硫黄電池が有利で、エネルギー密度ではリチウムイオン電池が有利、サイクル寿命ではレドックスフロー電池やナトリウム硫黄電池が、カレンダー寿命では鉛蓄電池やナトリウム硫黄電池が有利と言えます。この結果、中小容量の定置用蓄電池としては、鉛蓄電池やリチウムイオン電池が、大容量の定置用蓄電池としては、ナトリウム硫黄電池が有望ということとなります。

3.2 投資回収計算の例

一般的な考え方として、投資した金額をどのくらいの期間で回収できるのかをもって評価するという方法があります。定置用蓄電池について同様の考え方で投資回収期間を算定してみましょう。

前提条件として、住宅での昼夜間の料金差額で回収しようとするものとしましょう。東京電力の「おとくナイト10」の場合、料金単価は昼間最大38.81円で夜間は12.06円ですので、昼夜間単価差額は、26.75円となります。仮に6kWhのもので充放電損失なし、充電の範囲も0～6kWhのすべてを利用できるものとして、1日最大6kWhで160円程度（26.75円×6kWh）となります。現在6kWhのリチウムイオン蓄電池のシステム価

表1 各種蓄電池の比較

項目		鉛蓄電池	ニッケル水素電池	ナトリウム硫黄電池	レドックスフロー電池	リチウムイオン電池
エネルギー密度 (Wh/kg)		35	60	100	10	200
充放電効率 (%)		75	90	75	70	95
寿命	サイクル (回)	3,000	2,000	4,500	10,000以上	3,500
	カレンダー (年)	17	5から7	15	6から10	6から10
容量範囲		数kWh～数MWh	数MWhまで	数百kWh以上	数百kWh以上	数kW～1MWh
単体コスト		5万円/kWh	10万円/kWh	4万円/kWh	未発売	20万円/kWh
特徴		安価、実績多数	大電流放電可	運転時に高温維持が必要	サイクル寿命が大きい	高効率だがコスト高
用途その他		リサイクル体制が確立	自動車向けに有利	大規模向けに有利	大規模向けに有利	自動車・中小規模向けに有利

注) 数値は概数、各社資料よりまとめたもの

格は約100万円程度ですので、これを回収するには、100万円/160円で6,250日（=17年強）となり、投資回収は相当難しいと言わざるを得ません。

4 定置用蓄電池の普及に向けて

4.1 コスト技術面の課題

コスト面では、正極材、負極材、電解液など材料面の開発、生産技術の改良など技術開発が当然進められていますが、需要拡大によるコストの低減効果も大いに期待されています。特にナトリウム硫黄電池やリチウムイオン電池は量産効果が大きいので、大量に導入されればコスト低減も進むものと思われます。このため、補助金、減税などの政策誘導、初期投資を抑えるリース方式による導入拡大が図られているところです。

具体的な補助制度としてはリチウムイオン電池を対象に、経済産業省が一般社団法人「環境共創イニシアチブ」を窓口として平成23年度「定置用リチウムイオン蓄電池導入促進対策事業補助金」の公募⁶⁾を行っています。

補助内容は、蓄電池システム本体のほか、工事費も対象となる場合があり、補助率は1/3です。リース方式による導入も可能で調達方法の多様化も図られています。また、都道府県や市町村でも同様の補助制度を設けている地域があります（東京都では機器費を1kWあたり10万円、港区では機器費の1/4など）。

前記3.2の投資回収計算の例で、1/3補助を利用すれば、 $6,250日 \times (1 - 1/3) = 4,170日$ となり、11年強で投資回収が見込まれることとなります。

具体的な目標価格の例では、NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の二次電池技術開発ロードマップ⁷⁾によれば、定置用蓄電池の目標価格として、2020年には2万円～6万円/kWh程度、2030年には1.5万円/kWhが掲

げられ、これに向けた技術開発も促進しています。

4.2 制度面での課題

定置用蓄電池を系統連系する場合、過電圧防止などの系統連系機能を持つことが求められます。現時点では電力会社と個別に協議を行っていますが、太陽光発電のパワーコンディショナー（電力変換装置）のようにJET（一般財団法人電気安全環境研究所）など専門機関による認証制度が整備されれば、この点が大きく改善するものとなります。

また、安全規格面では、リチウムイオン電池などの安全規格（JIS C 8712 密閉形小形二次電池の安全性・C 8715 産業用リチウム二次電池の単電池及び電池システムやIEC 62133など）は制定されていますが、今後更に国際的な対応も必要となるものと予想されます。

5 今後の動向

5.1 電気の流れの双方向化

従来は電力系統から住宅、ビル・商業施設や工場など需要側に向けた一方向の電力の流れでしたが、今後は、需要側にも太陽光発電や風力発電、燃料電池といった実際に発電するもののほか、今回取り上げた定置用蓄電池のように変動する供給や需要を緩和しながら、系統側への逆潮流を行ったり、系統側から電力を受けたりする、電気の流れが双方向化する時代を迎えています。

需要側の発電設備としては、太陽光発電などの再生可能エネルギーのほか、燃料電池、コジェネレーションなど各種のものがあ、定置用蓄電池はこれら発電設備との組み合わせにより、どのようなモードで運転を行うかがポイントとなっています。一例としては、CO₂の排出量を最も低く抑

えるモード、購入する電気料金を最も安く抑えるモード、省エネルギーを追及するモード、再生可能エネルギーの売電を最優先するモードなどが考えられ、それらを組み合わせた運転が必要となっています。

また、蓄電池の設置単位での単体建物利用だけでなく、ビル・商業施設などを一面で捉えたいわゆるCEMS (Community or Cluster Energy Management System:地域内エネルギー管理システム) の要素としての役割も考えられます。

5.2 蓄電池資源の多段利用

リチウムイオン電池を始めとした二次電池全体に言えることですが、蓄電池資源の多段利用が叫ばれています。これは、新車の電気自動車向けに生産された二次電池を、数年後に中古車の電気自動車向けに再利用して、更に数年後に定置用蓄電池として再利用し、そこで廃棄処分となったものから必要資源を抽出しリサイクルを行うことで、蓄電池資源の有効な活用を図ろうというものです。

蓄電池本体の利活用の状態を把握し、劣化状況の診断、更新サービス、廃棄・リサイクルサービスといった製品トレーサビリティを利用した新しいビジネスへの展開も考えられています。

6 おわりに

以上のように定置用蓄電池は、進展の緒に就いたばかりのものです。使用電力を詳細に測定できるスマートメータとの組み合わせにより、きめ細かい制御によってエネルギー利用の高度化などスマートグリッド活用の中で大いに発達する可能性を秘めていますので、今後も注目していく必要があるものと思われます。

(参考資料)

◎各社ホームページ (順不同)

パナソニック、川崎重工業、GSユアサ、日本ガイシ、エリーパワー、NEC、東芝、ソニー

- 1) 制御弁式据置鉛蓄電池 (MSE) の長寿命型の調査報告
建築コスト研究49 2005.04
- 2) 家庭用燃料電池の調査報告 建築コスト研究65 2009.04
- 3) NAS電池について 建築コスト研究68 2010.01
- 4) 蓄電池設備の基準 (昭和48年消防庁告示第2号) の一部を改正する件 平成24年3月27日 消防庁告示第4号
- 5) スマートグリッドに関する国際標準化ロードマップについて 2010.01
<http://www.meti.go.jp/press/20100128003/20100128003.html>
- 6) 平成23年度「定置用リチウムイオン蓄電池導入促進対策事業補助金」の公募 一般社団法人環境共創イニシアチブ
http://sii.or.jp/lithium_ion/
- 7) NEDO二次電池技術開発ロードマップ (Battery RM2010) 平成22年5月
http://www.nedo.go.jp/library/battery_rm2010_index.html