

定置型蓄電システム (ESS) の市場展開

Market development of Energy Storage System (ESS)

木下 肇*

1. はじめに

電気は使い易いエネルギーの一つであり、必要な時にコンセントから取り出す、あるいは、電池から取り出すというイメージが強く、電気エネルギーを「貯める」、「蓄える」という感覚で社会が認知し出したのは最近のことである。電気を蓄える、すなわち蓄電技術開発は、携帯機器・移動体をコンセントのない場所で駆動させることを目的としてきた歴史があり、携帯機器では必要エネルギーを最もコンパクトに蓄えられるリチウムイオン電池がその市場をほぼ独占しており、移動体では携帯機器用に比べ電池容量が桁違いに大きくなることから、コスト面、安全面から鉛電池、Ni水素電池も永く使用されてきたが、今後、リチウムイオン電池の安全性向上、コスト低減（長寿命化、リユース技術）が進めば、その比率は益々増加してくるであろう。

一方、日本では、定置型蓄電システム (ESS) は1992年から始まったニューサンシャイン計画における「分散型電池電力貯蔵技術開発」において、電力負荷率低減効果、電池要求性能などが明らかにされたものの、「経済性」による課題から市場形成・

成長は遅く、ニューサンシャイン計画終了後、20年経った今、やっと定置型蓄電システム (ESS) の必要性が全面に出てきた感がある。

これは、2015年政府から発表された「長期エネルギー需給見通し」に従い原子力発電への依存度を低減させ、太陽光発電、風力発電などの再生可能エネルギーを拡大した場合、再生可能エネルギーの課題である負荷変動を吸収するESSが必要不可欠となると考えられること、東日本大震災以降の多くの頻発災害経験による停電リスクの具現化、FIT制度卒業後の売電から蓄電/自家消費への転換など様々な環境によるものと考えられる。また、災害時に活用可能な家庭用蓄電システム導入促進事業補助金、ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス (ZEH) 化による住宅における低炭素化促進事業、需要家側エネルギーリソースを活用したバーチャルパワープラント構築実証事業費補助金など政府のESS支援策なども市場を押し上げてくる要素となるであろう。

定置型蓄電システム (ESS) は、地球環境問題解決 (再生可能エネルギー化)、災害時の被害・リス

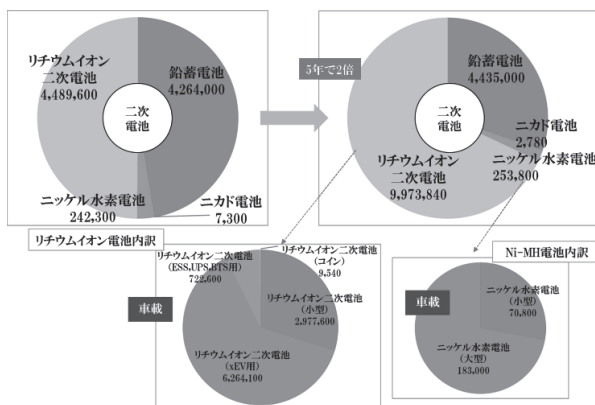


図1 二次電池の生産金額内訳と2023年予測

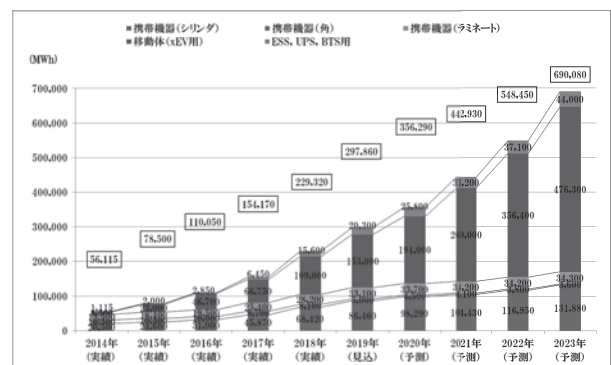


図2 リチウムイオン電池の市場動向 (生産実績/予測)
参考: (株)富士経済 電池関連市場実態総調査

*株式会社 KRI 取締役 常務執行役員 エネルギー変換研究部長

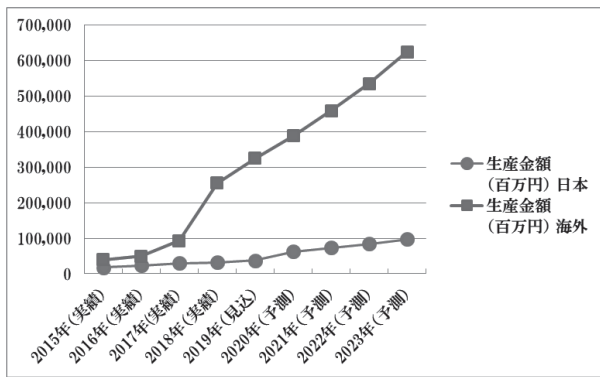


図3 ESS向け電池の市場動向 (日本・海外：生産実績/予測)

ク回避など、将来の社会に必要な「貯める」、
「蓄える」という新たな蓄電のタスクを有するもの
であるが、早期普及、市場拡大にはその「経済性」、
「安全性」という部分は避けて通れないと考える。
本稿では、定置型蓄電システム (ESS) の今後の市場
展開に必要な「技術開発要素」, 「課題解決に向けた
考え方」などを、主に、分散型蓄電 (家庭用, 企業
用) をイメージして紹介する。

2. 「経済性」：コスト

定置型蓄電システム (ESS) は、古くから電力負
荷平準化, 非常用電源などとして、その社会インフ
ラとして役割は認知されていたのであるが、特に、
一般家庭, 企業 (需要家) に普及しなかった理由と
して「経済性」があると思われる。例えば、安い夜
間電力を貯め、昼間使うことにより電力料金は節減
できるが、家庭用 ESS の設置・メンテナンス費用
を賄うほどのメリットがない、太陽光発電の余剰電
力を家庭用 ESS に貯めるより売電するほうが有利
など、「経済性」のメリットを訴求することができず、
非常用, BCP などの設置付加価値をもってしても
導入を牽引する理由とはならなかった。最近では、
政府補助金なども拠出されており、導入は進んでい
くと予想されているが、今後の地球環境意識の高ま
り, ESS の設置付加価値に加え、如何に「経済性」
を高めていくかを考えていく必要がある。

2.1 リチウムイオン電池/システムのコストダ ウン可能性

定置型蓄電システム (ESS) 向け蓄電池は、主に
鉛電池とリチウムイオン電池が用いられている。非
常用電源としては古くから鉛電池が利用されてきた
が、家庭用 ESS など今後普及が期待されるシス
テムではリチウムイオン電池が主に採用されており、
エリーパワー、京セラなどに加え、ESS 向け電池に

軸足を置いたメーカーも増えてくると予想される。

リチウムイオン電池のコストは、量産期には材料
費が多くを占めることとなるが、リチウムイオン電
池材料の生産は既に量産期に入っており、リチウム
イオン電池の現状コストは、平均化すると、1.8 万
円 /kWh であり、これ以上の大幅なコストダウン (量
産効果, 生産地メリット) は、なかなか難しいのが
現状である。一方、システム価格は凡そ 3 万円 /
kWh (大型) ~ 10 万円 /kWh (家庭用) と家庭用
では販売量増加 (政府補助金の活用による導入促進
効果) によるコストダウンはこれから見込めるが、
それでも、単純には「経済性」を前面に押し出せない
状況にある。

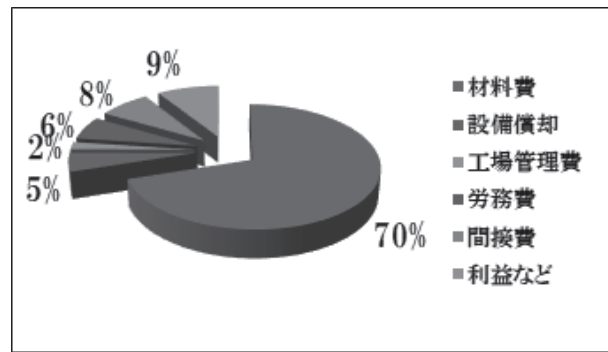


図4 リチウムイオン電池のコストイメージ (KRI 予測)

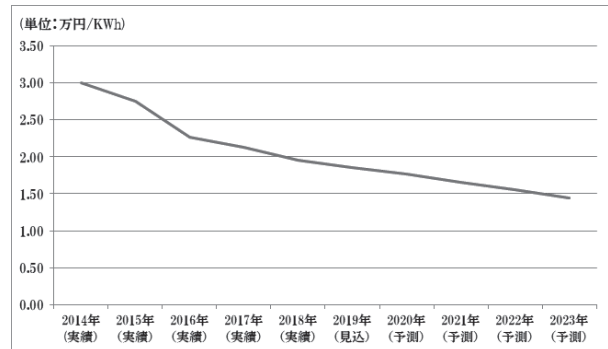


図5 リチウムイオン電池のコスト (実績/予測)

2.2 コストシミュレーション

定置型蓄電システム (ESS) は、太陽光発電パネ
ルなどと同様「インフラ」であることから、携帯機
器, 車などと異なり、他製品と差別化するための秀
でた初期性能, デザインや操作性などの飽きによる
買替寿命 (中古市場) ということは考えなくても良
いこと、また、設置面積なども自動車ほどは厳しく
なく、システム設計の自由度が大きいことから、と
にかく長持ちすればするほど「経済性」が向上する
という観点でシステムを設計すべきである。すなわ
ち、ESS の運転パターン, 運転環境による寿命を正



図6 寿命シミュレーション=コストシミュレーション

確に予測することができれば、ESSシステム導入によるコストメリットも、容易に計算することが可能となる。

2.2.1 寿命予測技術

電池の精度の高い寿命予測には、①電池の運転パターンに対し、劣化の時間依存性を1対1で数式化すること、②各劣化の温度依存性を正確に数式化すること、③各運転パターンに応じて劣化を時間に対して積算するアルゴリズムの3つが必要となる。①の劣化の時間依存性の数式化については、リチウムイオン電池の代表的な主な劣化原因がLi消費反応であり、この場合、時間の $\sqrt{\quad}$ に対しリニアに劣化するケース($\sqrt{\quad}$ 則)が多いものの⁽¹⁾、電池の高エネルギー密度化、高電圧化により劣化ファクターが混ざり合い、 $\sqrt{\quad}$ 則では精度良く表すことができないケースも出てきている。また、温度依存性の数式化においてはアレニウス則に従わない劣化や⁽²⁾、更には、経年時、劣化メカニズムが変化することにより、初期から寿命到達まで単一式では劣化を表せないケース(二次劣化)などが見い出されており、精度ある寿命予測を困難にしている場合もある。KRIではこれら新たな事象に適応できる寿命予測手法の

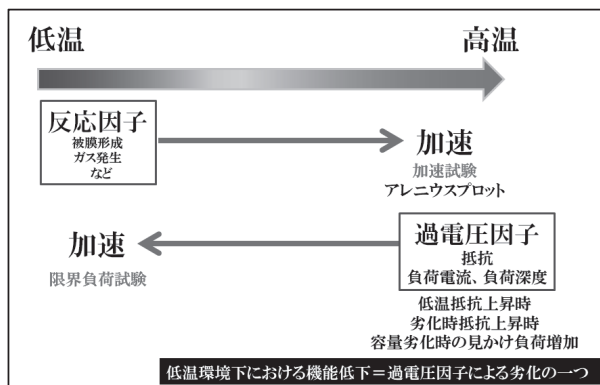


図7 リチウムイオン電池の2つの劣化因子

研究を推進しており、ホームページなどで技術発信をしている⁽³⁾。

2.2.2 システムのコストミニマム

電池開発者は、日々電池の高寿命化研究を行っているが、これには時間もかかり、各電池ユーザー(システム設計者)の運転パターン、運転環境に対し全て応えていくことは難しい。一方、システム設計者が運転パターン、運転環境に対し、正確に寿命を予測することができれば(蓄電システム初期コスト)/(寿命までの総蓄電量)を最小にすることで、蓄電システムの経済性を訴求できるようになる。

例えば、単電池の充電電圧を0.1V低下させた場合、蓄電容量は90%となり定格蓄電量を得るにはより多くの電池を搭載する必要があり、初期コスト、システム体積は大きくなるが、寿命が1.5倍になるのであれば、(蓄電システム初期コスト)/(寿命までの総蓄電量)は低下するので経済性は逆に向上する。

このように運転パターン、運転環境に対して正確に寿命予測することができれば、ESSのコストミニマムを求めることができ、経済性を高めることはそれほど難しいことではないのではないかと感じている。うまく電池を使いこなす(選定、システム設計)ことで「経済性」の課題が克服され、ESSを市場に広げることが可能となるのではないかと考える。

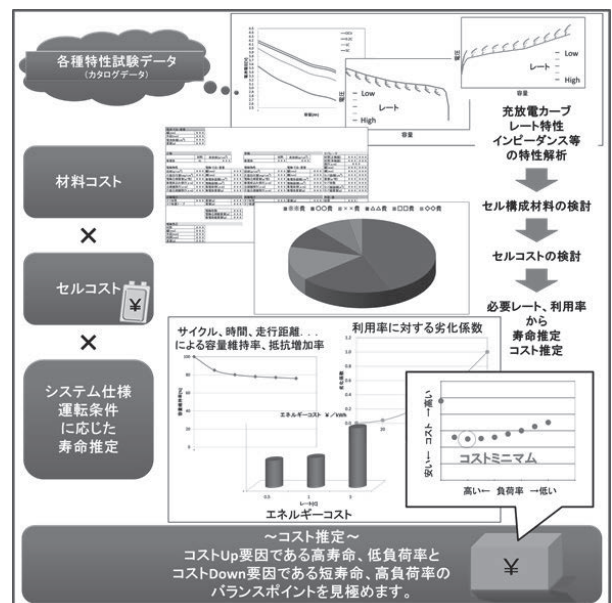


図8 蓄電システムのコストミニマムの算出フロー

2.3 電池のリユース

電気自動車用(EV)で使えなくなった電池を、定置型蓄電システム(ESS)に用いるという考え方

ある。

このように、リチウムイオン電池は高エネルギー密度故の安全性課題を内包しており、単電池選定(短絡系安全性試験挙動確認)、モジュール/パック化においては放熱設計、更には、1セルが発火しても隣接セルに影響を与えない類焼対策などを実施する必要があることは忘れてはならない。

3.2 安全性の観点からのリチウムイオン電池選定及び開発

安全性の観点から考えると、正極にリン酸鉄リチウムを用いたLFP系リチウムイオン電池、負極にチタン酸リチウムを用いたLTO系リチウムイオン電池などが上市されており、これら電池系は信頼性も高いものが多い。エネルギー密度的には、EV向けなどに使用される黒鉛/NMC系に比べ劣るものの、前述した寿命を含めた「経済性」が得られ、体積的制約がそれほど厳しくない場合、安全性メリットからESS向け電池として使用していくことが可能である。また、高エネルギー密度と安全性を兼ね備えた新たなリチウムイオン電池の開発も進んでおり、京セラのクレイ型リチウムイオン電池、APBの全樹脂電池などが最近、報告されている。更には、有機電解液を用いるチウムイオン電池は消防法上の危険物でもあり、大型蓄電システムでは設置に関し、規制を受ける場合もあることから、可燃物を含まないイオン性液体、固体電解質を用いた次世代リチウムイオン電池の完成も期待される場所である。

4. 電池が起こすエネルギー革命

再生エネルギー比率が増大するにつれ、安定、かつ、効率的な電力供給には、電気エネルギーを「貯める」、「蓄える」、そして、要求時に電気エネルギーを取り出すシステムの重要性が増す。定置型蓄電システム(ESS)もその解の一つであるが、電気自動車の電池を活用しようという試みもある。V to G (Vehicle to Grid)、V to H (Vehicle to Home) と呼ばれるシステムである。非常時に電気自動車から電力を得るという利用レベルでは問題はないと考えられるが、電気自動車利用(動力)+蓄電(負荷調整機能)を担わせた場合、電池の寿命制御法につき、相当の検討が必要であろう。

今後、「地球環境」という大きな課題に向け、電池の果たす役割は大きい。昨年のノーベル化学賞はリチウムイオン電池であった。最後に、受賞者の一人である吉野彰先生のKRIでのノーベル賞記念講演でのお話を以下に紹介する。

「リチウムイオン電池の受賞理由として、一つ目は、リチウムイオン電池によって、現在のモバイルIT社会が実現したという事です。リチウムイオン電池に関する特許出願は1995年から2002年にピークを迎えています。これは、明らかにIT革命(第3次産業革命)によるものです。リチウムイオン電池は、最初は売れませんでした。Windows95の登場と期を同じくして大幅に拡大しました。その後、一旦特許出願数は落ち着いて、その後急激に増え、今も続いています。これは、今後の環境問題の解決に向けて、大きな力を秘めているという第二の受賞理由につながるものと理解しています。

今後の環境問題への貢献について、私の思いを述べさせていただきたいと思います。経済性や利便性を優先すると、環境問題がおろそかになる。一方で、環境問題だけを優先したのでは、非常に不便で、経済的にも立ち行かない世の中になってしまう。しかし、本当にやらないといけなことは、環境問題と利便性・経済性を両立させることであると思います。では、具体的に実現するにはどうするのか?それは、我々にかかっているのではないかと思います。研究開発で環境に貢献しつつ、今よりも便利に経済的になる世界を実現してほしいというのが、全ての人の願いなのではないかと思っています。

今起こっている第4次産業革命のベースは、AI、IoT、5G等の技術ですが、これらについてはいろいろ議論があるものの、私は、環境問題の解決の強力な武器になると思っています。リチウムイオン電池とこれらの技術がうまくリンクしていくと、これからあるべき世界が実現できると思っています。その思いは、2018年のKRIワークショップで作成したムービー⁽⁵⁾に盛り込んでいますので、ご覧いただければと思います。」



図11 ~エネルギーが変わる~ET革命がもたらす新たな社会

5. 参考文献・WEB サイト

- 1) Hiroaki Yoshida, Nobutaka Imamura, Takefumi Inoue, Kanemi Komada, *Electrochemistry* 71, No.12, 1018-1024 (2003)
- 2) 水上亜矢子, 藤井祐則, 早野彰人, 木下肇, 第55回電池討論会要旨集, 3F13 (2014)
- 3) http://www.kri-inc.jp/member/tech/1272764_11683.html
- 4) 矢田静邦, 「続・リチウムイオン電池・キャパシタの実践評価技術」, 技術情報協会 (2009年2月)
- 5) <http://www.kri-inc.jp/tech/dept/ecl.html>

著者略歴



【名前】 木下肇 (きのしたはじめ)

【学位】 学士 (京都大学)

【所属】 株式会社 KRI

【役職】 取締役 常務執行役員 エネルギー変換研究部長

【専門】 導電性高分子, 電池・キャパシタ

【略歴】

1985年3月 京都大学工学部合成化学科卒業

1985年～1997年 鐘紡(株)にてポリアセン電池の基礎・応用研究・市場調査/開発に従事

1993年 ポリアセン電池の研究開発及び工業化に関し高分子学会賞

1997年～ (株)KRIにて蓄電デバイスに関する研究開発などに従事。これまで約200社以上からの委託を受け、リチウムイオン電池・リチウムイオンキャパシタ関連材料の研究開発, 蓄電材料・デバイスの抵抗・寿命評価・解析, コンサルティング等を担当。

2006年10月 同社 エネルギー変換研究部長

2011年7月 同社 理事

2013年4月 同社 執行役員 エネルギー変換研究部長

2015年4月 同社 常務執行役員 エネルギー変換研究部長

2018年4月 同社 取締役 常務執行役員 エネルギー変換研究部長

【受賞】

1993年 (平成6年) 高分子学会賞

【学会】

電気化学会 副会長

電気化学会関西支部 顧問

電気化学会 電池技術委員会 委員

炭素材料学会 会員

高分子学会 会員