

# 再生可能エネルギー利用拡大のためのエネルギーストレージの研究開発動向

蒲生 秀典

## 概要

太陽光や風力など気象により変動する再生可能エネルギーの利用の拡大にともない、ピークシフトや平準化等を目的としたエネルギーストレージの必要性が増している。先進国を中心に電力貯蔵用の蓄電池や水素等へのエネルギー変換による貯蔵の研究開発や実証試験が進められている。また、系統用の他に今後のスマート社会における効率的なエネルギー利用においても、エネルギーストレージはキーデバイスとして注目され、各地域特性に対応した様々な利用形態における実証試験が実施されている。しかしながら現状では、普及拡大のためには、コストの低減や性能・安全性の向上など多くの研究開発課題がある。

電力用のエネルギーストレージでは、自動車など移動体用途として研究開発が進む小型軽量化・高性能化だけではなく、低コスト化や安全性の高い蓄電システムあるいはエネルギー変換貯蔵など、中長期的なエネルギーシステムとしての研究開発施策が求められる。また、電力の消費におけるエネルギーストレージ利用では、低コスト化と併せて直流給電システム構築などの電力利用の効率化や、防災利用など生活の利便性向上等の付加価値の付与が、普及促進には不可欠である。

**キーワード：**エネルギーストレージ，電力貯蔵，蓄電池，水素貯蔵，直流給電，再生可能エネルギー

## 1 エネルギーストレージの特徴と設置状況

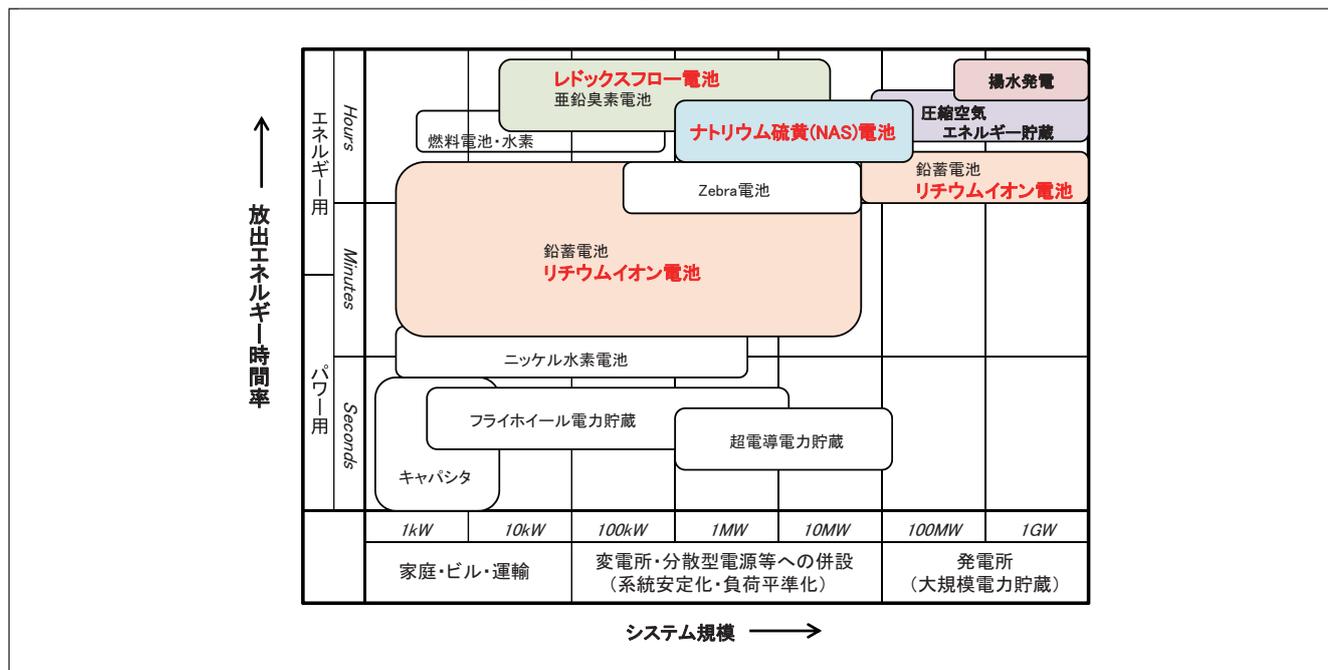
### 1-1 電力用エネルギーストレージの種類と特徴

再生可能エネルギーの普及・拡大を背景に、エネルギーストレージ、特に電力貯蔵の必要性が増している。化石燃料などの化学エネルギーは安定で、貯蔵・輸送が容易であるが、電力は電気のまま貯蔵することが難しく、経済性も含めたシステムの構築が課題となっている。太陽光や風力で発電した電力の貯蔵システムには、気象による発電量の変動を安定化するための余剰吸収、出力安定化、負荷平準化と、災害時などの非常用電源や移動用電源としての機能が求められる。現在研究開発中のものを含む主な電力貯蔵システムの特徴と用途を図表1に示す。

このうち経済性を含め実用化されている系統用電力貯蔵システムは、国内では主力である揚水発電と海外で実績のある圧縮空気貯蔵のみである<sup>1)</sup>。また、ナトリウム硫黄（NAS）電池とレドックスフロー電池は、比較的成本が安いいため、事業所や工場の非常時の補助電源として使用されている。その他のシステムは、コスト低減や材料開発などの研究が進められている。現在、国内外の実証試験に利用が進んでいるものは、いずれもエネルギー効率の高いNAS電池、レドックスフロー電池、リチウムイオン電池である（図表2）。

ナトリウムと硫黄を電極材料としたNAS電池は、日本で開発され、非常時の補助電源として海外にも普及していたが、2011年9月に発生した発火事故後安全対策が施され、最近米国を中心にコンテナ型電力貯蔵の実証などで利用が再開されている<sup>2)</sup>。レドックスフロー電池は、電気を蓄えるセルスタックと電解液タンクを組み合わせた大規模な蓄

図表1 主な電力貯蔵システムの特徴および用途



参考文献3を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表2 電力貯蔵用蓄電池の原理・特徴と課題

	ナトリウム硫黄(NAS)電池	レドックスフロー電池	リチウムイオン電池
電池原理図	<p>ナトリウムイオン電導</p>	<p>バナジウムの酸化還元反応</p>	<p>リチウムイオン電導</p>
安全性	△	◎	△
エネルギー効率	90%	82%	96%
コスト	4万円/kWh	(評価中)	20万円/kWh
特徴	大容量・低コスト	安全性が高い	高エネルギー密度、大容量
課題	高温(300°C)動作	大型(設置面積大)	コスト高

参考文献1、3を基に科学技術動向研究センターにて作成

電池で、電解液を循環させて充放電するために、安全性が高く長寿命である。日本では1990年代に精力的に研究がなされたが、最近欧米を中心に研究開発が再度活発化している<sup>4)</sup>。リチウムイオン電池は、電極間の電位差が他の電池に比べて約2倍近く大きく内部抵抗が小さいため、エネルギー密度、出力密度とも大きく、格段に高い性能を示す。小型化が容易であるため、これまで携帯端末や小型電子機器用に実用化されてきたが、近年、自動車・鉄道・航空機などの移動体にも用いられるようになった。米国では、電力貯蔵用として実証試験に

広く用いられている。リチウムイオン電池は高性能で広範囲の用途に利用できることから、国内外で低コスト化、高性能化のプロジェクトが多数進行している<sup>5,6)</sup>。

一方、電気エネルギーを水素などの化学エネルギーに変換することで、貯蔵することも検討されている。余剰の電力を利用して水などを電気分解し、水素を生成し貯蔵する。水素はそのまま燃料として利用できる他、燃料電池を用いて発電することが可能である。水素の他、貯蔵や輸送が容易とされるアンモニアも検討されている。

## 1-2 国内の系統用エネルギー ストレージの設置状況

現在国内には、発電量が1 MW を超えるメガソーラーやウインドファームは全国に700 か所以上あるが<sup>7)</sup>、系統用や売電が目的であり、エネルギーストレージを備えた施設は、平準化・ピークシフトなどの検証を目的とした実証試験用の10 か所程度に留まっている。2012年7月の固定価格買取制度の施行以降、再生可能エネルギーによる発電設備が急速に増加し（新設の97%は太陽光発電）、北海道では太陽光や風力発電の許容量を超える恐れがでている。これを受けて経済産業省では、北海道電力南早来変電所にレドックスフロー電池（出力15 MW/容量60 MWh）を、東北電力西仙台変電所にリチウムイオン電池（40 MW/20 MWh）を2014年度末までに配備し、その後3年間で系統安定化の実証試験を行うことを決めている<sup>8)</sup>。また環境省では、再生可能エネルギーの拡大のために、蓄電池（リチウムイオン、NASなど）を用いた太陽光や風力発電の変動を吸収する実証事業を、東北や九州の離島など全国8地域で、2014年度から4年間で実施する<sup>9)</sup>。

## 2 世界の研究開発プロジェクトの 動向

米国の調査会社によると、今後10年間に全世界で1300 GWの再生可能エネルギーによる電力が系統に接続され、その変動の吸収のために2023年までに21.8 GWの電力貯蔵システムの導入が見込まれている<sup>10)</sup>。現在、世界各国でエネルギーストレージに関する研究開発が進められており、米国エネルギー省（DOE）では、世界のエネルギーストレージプロジェクトのデータベースをWeb上で公開している<sup>11)</sup>。ここにあげられている世界のプロジェクト数は725件で、内水力利用が45%と最も多く、続いて、米国、欧州、日本などの先進国を中心に、蓄電池に関するプロジェクトが36%（258件）となっている。国別では、米国247件、欧州244件（スペイン51件、ドイツ40件、イタリア29件他）、中国73件、日本60件である。蓄電池では、リチウムイオン電池が最も多く74件で、レドックスフロー電池19件、NAS電池17件となっている。

## 2-1 米国

DOEでは2009年よりエネルギーイノベーション・ハブを運営し、大学と企業が連携し、基礎から実用化に至る一連の研究を行っている。この中で、2012年11月よりエネルギーストレージの研究領域を設け、アルゴンヌ国立研究所がリーダー機関となり、リチウムイオン電池の貯蔵性能を5倍、コストを1/5とする達成目標を掲げた、産学官による研究プロジェクトが進められている。また、エネルギー高等研究計画局（ARPA-E）では、定置用エネルギーストレージの技術領域において21件の研究プログラムが進行中で、このうち半数以上の12件がフロー電池の材料に関する研究である。他に移動体用蓄電池の領域では、リチウムイオンおよびリチウム硫黄、リチウム空気など、次世代電池関連の23件の研究が行われている<sup>12)</sup>。また、系統安定化のための実証試験が、カリフォルニア州（出力40 MW/リチウムイオン）、テキサス州（4 MW/NAS）、オハイオ州（1 MW/レドックスフロー）などで進行中である。

カリフォルニア州では、2020年までに再生可能エネルギーによる発電比率を33%にする目標を掲げ、2012年には既に20%に達している。電力安定化のためのエネルギーストレージ法が2010年に成立、2013年10月には2020年までに1.3 GWの電力貯蔵設備を導入することを電力会社に義務付けている。

## 2-2 欧州

欧州議会は2013年11月に採択した科学技術イノベーション推進のための新たな基本計画「HORIZON 2020」のワークプログラム2014-15において、「Providing the energy system with flexibility through enhanced energy storage technologies」が提示され、次の3テーマに分類されている。①大規模ストレージでは、再生可能エネルギーの拡大のための必要性が、②小規模ストレージでは、送電網と地域・住宅レベルの統合による新しいエネルギー利用の流れが示され、それぞれの新しいストレージの概念に対する障壁の低減を課題に掲げている。そして、③エネルギーストレージのための次世代技術では、より高い性能、耐久性、安全性、低コスト化等の技術課題をあげ、新規または改良による貯蔵技術の開発の必要性を示し、さらに再生可能エネル

ギーと分散エネルギーのコスト効率の向上への貢献を求めている<sup>13)</sup>。

ドイツ連邦政府が2013年8月に発表した「エネルギー研究報告書」によると、研究イニシアティブ/エネルギーストレージの研究提案は394件あり、水素貯蔵が72件と最も多く、続いて蓄電池が68件となっている。報告書では電気分解による水素製造と利用、蓄電池では特にレドックスフロー電池が、再生可能エネルギー普及のためには注目される技術であるとしている<sup>14)</sup>。ドイツでは、実証試験においても電気エネルギーを化学エネルギーに変換する水素貯蔵が複数進められている。

## 2-3 日本

日本では、前節で述べた実証試験の他、自動車用が主体であるが定置用電力貯蔵も視野に入れた、ポストリチウムイオン電池関連のプロジェクトと、電力の水素などへの化学エネルギー変換も含めたエネルギーキャリア関連プロジェクトが、それぞれ2013年度より10年間の予定で開始された。いずれも、文部科学省と経済産業省が基礎科学的解析と実用化技術開発で役割分担し推進される。

### 3 電力貯蔵による新しいエネルギー利用 ～分散型電源の拡大と電力利用の効率化～

事業所や家庭、あるいは地域などで太陽光発電などの分散型電源を利用する際には、エネルギーストレージ（蓄電システム）を導入することで、電力利用の効率化および非常時利用が可能となる。国内各地域では、分散型電源として家庭や地域に設置した太陽光・風力発電と蓄電池、あるいは燃料電池を配したシステムを構築し、実証試験が進められている。

#### 3-1 地域特性に対応したエネルギー利用

九州、沖縄などの離島では、再生可能エネルギーを地域の分散型電源として利用する、小規模電力網（マイクログリッド）の実証試験が複数進められている。人口約5.5万人の宮古島では、50 MWの系統規模に対し、風力（4.2 MW）と太陽光（4 MW）の発

電設備があり、再生可能エネルギーの比率は16%に達している。この系統に蓄電池（4 MW/NAS電池）を設置してマイクログリッドを形成し、出力変動・周波数変動の抑制と負荷の平準化制御の実証試験を行っている。この規模でのマイクログリッドの実証例は世界で初めてであり、今後元来電力コストが高い（本島の1.7倍）国内外の離島への技術展開も検討中である<sup>15)</sup>。また、系統電力の20%（32.4 MW）を風力発電で賄う長崎県五島市では、島内に導入した140台のプラグインハイブリッド車（PHV）、および電気自動車（EV）と54基の充電器を、島内に構築中のスマートグリッドに組み込み、総電力量の削減と電力需要のピークシフトを検証するエコタウン実証試験を実施している<sup>16)</sup>。

横浜市では、約4000世帯を対象に、地域のエネルギー効率の最適化を目指すスマートコミュニティ実証事業を実施しており、地域内の系統側と需要化側に設置された蓄電池を一元的に管理する「蓄電池SCADA（監視制御システム）」が導入されている。これは地域内のメーカー・仕様の異なる大容量リチウムイオン電池（計650 kW/550 kWh）を、1つの大型蓄電池に見立て、個々の蓄電池の充放電を制御し、日間運用、短周期需給調整や緊急時の対応を行う。現在、この蓄電池制御システムとインターフェース等の規格案については、国際電気標準会議（IEC）にて議論中である<sup>17)</sup>。

宮城県岩沼市内では、農地に太陽光発電設備とリチウムイオン電池、さらにEVに充電する農業用充電ステーションを設置し、化石燃料によらず地産地消の再生可能エネルギーを農業に利用する国内初の試み（スマートアグリ）が行われている。農業用軽トラック型EVの他、農機具やハウス栽培の電力にも利用する。今後、風力や小水力による電力の利用にも展開していく予定である<sup>18)</sup>。

#### 3-2 直流給電による電力利用の効率化

##### (1) エコラボ

東北大学環境科学研究科では、2010年6月にエコハウス（エコラボ）を建築し、太陽光発電（5.8 kW）とリチウムイオン電池（10 kWh）を備えた蓄電システムを直流で利用する実証試験を行っている。太陽光発電で得られる電力は直流であり、系統に流す際にはパワーコンディショナーによって交流に変換する必要がある。一方、パソコン、テレビ、携帯電話、LED照明などの電子機器も直流で動作する。したがって、系統からの電力を家

庭内で利用する場合、交流を直流に変換する必要がある。このような変換の度に10%以上の電力損失が生じている。エコラボでは、太陽光発電と蓄電池を併設し電力を直流のまま利用するシステムを構築し、電力の使用効率の向上を実証するとともに、蓄電池の必要容量設計を行い最適化した。また、2011年3月の東日本大震災では、家庭や事業所のほとんどの太陽光発電が売電用で機能しない中、自立電源を持つエコラボでは、平時どおりの稼働ができた。このシステムは被災地に貸し出され、今も電力供給を断たれた地域に電力を供給している<sup>19)</sup>。

## (2) データセンター

クラウドサービスの世界的な進展に伴い大規模化するデータセンターでは、電力利用の効率化と給電の信頼性向上が急務となっている。最近では、Apple社やFacebook社など独自にメガソーラーや風力発電、あるいは燃料電池などのクリーンエネルギーを導入する事業者も増えている。従来から、データセンターでは系統からの電力供給が途絶えた場合に備え、大容量の蓄電池や自家発電機等を備えている。さくらインターネットでは、太陽光パネルや蓄電池が直流電源であることを利用し、元来直流で動作する半導体電子機器に直流のまま給電するシステムを開発し、交直流相互変換ロスをなくすことで、10%以上の消費電力の削減に成功している<sup>20)</sup>。

## (3) 直流マイクログリッド

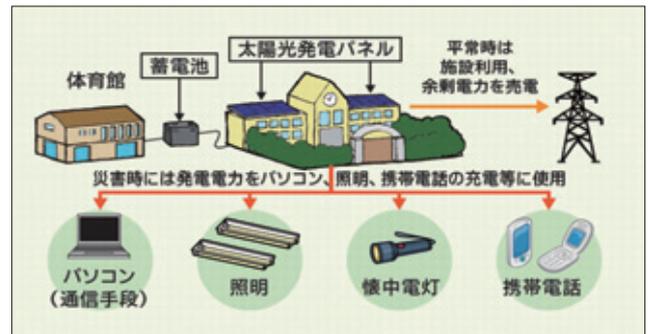
沖縄科学技術大学院大学とソニーコンピュータサイエンス研究所では、複数の住宅を使った直流マイクログリッドの実証試験を2014年度に沖縄県で実施する。変動の大きい太陽光や風力で発電した電力を蓄電池に貯え、その電力を直流で送電する。具体的には、大学のキャンパス内の住宅29棟に設置されたリチウムイオン電池で蓄電し、直流送電網を介して住宅間で電力を融通し合い、電力利用効率を評価する<sup>21)</sup>。

## 3-3 分散型電源の災害時利用

公立の小中学校における太陽光発電などの再生可能エネルギー設備の設置率は、2013年4月現在18%で、太陽光発電のうち停電時に利用可能な設備は25%、さらに蓄電池を持つ設備はわずか2%に留まっている<sup>22)</sup>。さいたま市では2013年度から3年間で、市内の小中高152校に太陽光発電設備と

蓄電池を導入する。再生可能エネルギーを地域の電力源として拡大し、環境教育と併せて、すべての発電設備に蓄電システムを導入することで、災害時に防災拠点となる学校で電力を確保する。太陽光発電容量は合計で2.5MWを超える。発電した電力は学校内で使いながら、蓄電池に貯めて災害時にも利用できるようにするほか、余剰分を電力会社に売電する(図表3)<sup>23)</sup>。他の自治体でも再生可能エネルギーの導入と併せて蓄電池を導入する動きが広がっている。

図表3 さいたま市の学校における電力利用システム



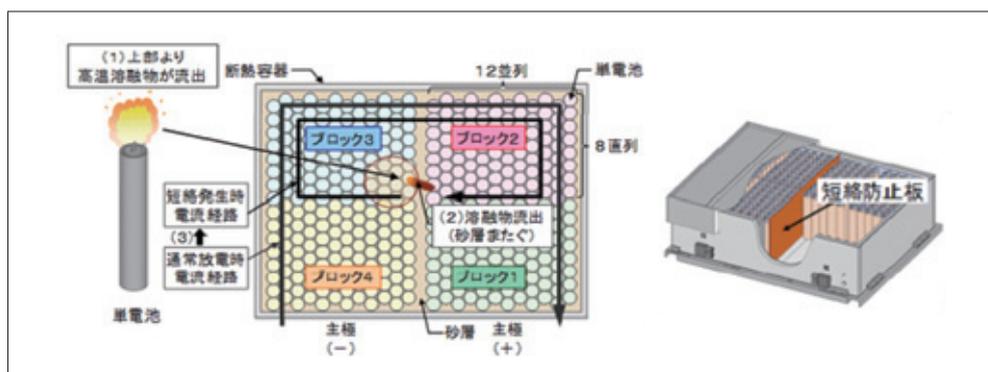
出典：参考文献 23

## 4 大容量蓄電池における事故と安全対策の現状

電力貯蔵用としても利用されている大容量蓄電池において、最近重大な事故が発生している。2011年9月、事業所に設置された電力貯蔵用NAS電池(200kWh)において、鎮火に約2週間を要する火災事故が発生した。メーカーは原因究明を行い、単電池384本からなる電池モジュール1台の中の製造不良の単電池1本が破壊し、高温の溶融物が流出、隣接する単電池との間で短絡が発生し電池全体に延焼したとの結果を公表している。その対策として、短絡防止板、延焼防止板、ヒューズを新たに設けるとし、第三者委員会の検証の後、2013年9月に販売を再開している(図表4)<sup>2, 24)</sup>。

また、2013年1月、米国ボストン・ローガン空港において、補助動力用のリチウムイオン電池システムを搭載したボーイング787型機で発火事故が、さらに日本の国内線でも電池の不具合の警告によって高松空港に緊急着陸する事態が発生した。日米の運輸安全委員会はそれぞれ報告書を公表し<sup>25, 26)</sup>、いずれも事故を起こしたリチウムイオン電池を分解した結果を示し、「熱暴走があった」としている。さらに同3月、自動車用リチウムイオン電池が相次いで過熱・発煙、溶損する事故が発生、原因につ

図表4 NAS電池の発火事故の原因と対策



出典：参考文献 24

いてメーカーでは、異物が混入し、内部短絡した可能性があるとの見解を示している<sup>27)</sup>。

航空機や自動車など移動体用には、軽量・省スペースで高性能なリチウムイオン電池が使用されているが、一方、エネルギーストレージとしての定置用には、性能面では劣るが発火の可能性が小さく安全性が高いとされる、オリビン型リン酸鉄やチタン酸リチウムを正極に用いたリチウムイオン電池の利用が進んでいる。オリビン型リン酸鉄正極リチウムイオン電池では、米国の第三者安全科学機関 UL<sup>28)</sup> やドイツの国際的認証機関テュフ・ラインランド<sup>29)</sup> の安全規格の認証を得た製品が販売されている。

今後、系統用ではより大規模化し、また分散電源用では家庭などの一般消費者の身近な環境で蓄電システムが利用されるようになるため、安全性の確保はより重要な課題になる。

## 5 まとめと提言

二次エネルギーとして需要が増大する電力の貯蔵を目的としたエネルギーストレージは、今後再生可能エネルギー利用の拡大や、スマート社会における効率的エネルギー利用において、キーとなる重要なデバイスとなる。現状では、コストの低減や性能・安全性の向上など多くの研究開発課題がある。科学技術イノベーションに資する施策として、特に以下に示す研究開発の推進が求められる。

### ①系統および地域の電力安定化のための電力貯蔵システムの研究開発の推進

先進国を中心に各地域で民官共同プロジェクトとして、電力貯蔵デバイスやシステム開発、実証試験が進められている。日本の蓄電池の研究開発は自動車用の高性能次世代リチウムイオン電池に集中しているが、欧米では系統安定化のために低

コストのレドックスフロー電池や、水素変換・貯蔵の研究開発が活発化している。日本でも、地球環境問題を考慮した再生可能エネルギーの普及・拡大は不可避であり、これを支える実用性が高く低コストで安全性の高い電力貯蔵システムや、さらに中長期的視野に立った水素等エネルギー変換貯蔵の研究開発を推進する必要がある。また現在の各省庁単位の研究開発や実証試験の結果を十分に検証・活用し、国の総合政策としての方向性を示すことが望まれる。

### ②エネルギーストレージを活用した直流給電システム開発および自動車用蓄電池利用の推進

電力の消費におけるエネルギーストレージ利用では、低コスト化と併せて電力利用の効率化や防災利用など生活の利便性の向上等の付加価値の付与が普及促進には不可欠である。事業所や家庭あるいは地域では、太陽光発電、蓄電池、家電機器、LED照明などが直流駆動である点に着目し、直流給電システムの構築による、電力消費の効率化、自立電源の構築によるセキュリティの向上のための研究開発を推進することが求められる。直流送電・給電については、電圧規格等の標準化を世界を先導し進める必要がある。また、一般家庭ではEVやPHVの自動車を電源として利用することで、設置コストの低減と利便性の向上が図れ早期普及が期待できる。

### ③電力貯蔵システムの安全性向上のための研究開発の推進

電力貯蔵システムに適用されているリチウムイオン電池やNAS電池では、近年発火事故が起きており、安全性の確保が急務である。電池は構成上薄い液体の電解質層を介して電極が対向しており、短絡しやすい構造である。安全性の向上には、電池内部で複雑に入り組む固液界面の材料解析が必須で、基礎科学的知見から実セルの解析をする手法を確立する必要性があり、公的研究機関において安全解析および実セルの負荷試験を行える研究施設を早急に整備することが求められる。

## 参考文献

- 1) 太田健一郎監修、「再生可能エネルギーと大規模電力貯蔵」、日刊工業新聞社、2012年
- 2) 玉越富夫、「最近のNAS電池の状況」、第29回電力貯蔵技術研究会、2013年12月
- 3) NEDO再生可能エネルギー技術白書、NEDO HP; <http://www.nedo.go.jp/content/100544824.pdf>
- 4) 「欧米を中心に電力貯蔵用フロー電池の研究開発が再び活発化」、科学技術動向、2012年7・8月号、p6;  
<http://data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/2309/1/NISTEP-STT130-6.pdf>
- 5) 河本洋、「自動車用高出力・大容量リチウムイオン電池材料の研究開発動向」、科学技術動向、2010年1月号、p19;  
<http://data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/2113/1/NISTEP-STT106-19.pdf>
- 6) 辰巳国昭、「二次電池ロードマップ」、第29回電力貯蔵技術研究会、2013年12月
- 7) Electrical Japan HP; <http://agora.ex.nii.ac.jp/earthquake/201103-eastjapan/energy/electrical-japan/type/8.html>
- 8) 経済産業省 HP; <http://www.meti.go.jp/press/2013/07/20130731007/20130731007.pdf>
- 9) 環境省 HP; <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=16516>
- 10) Navigant Research 社 HP; <http://www.navigantresearch.com/research/energy-storage-for-wind-and-solar-integration>
- 11) DOE Global Energy Storage Database、米国エネルギー省 HP; <http://www.energystorageexchange.org/projects>
- 12) 米国高等研究計画局 (ARPA-E) HP;  
[http://arpa-e.energy.gov/Portals/0/Documents/Projects/OPEN2012\\_ProjectDescriptions\\_FINAL\\_112812.pdf](http://arpa-e.energy.gov/Portals/0/Documents/Projects/OPEN2012_ProjectDescriptions_FINAL_112812.pdf)
- 13) 欧州議会 HP; [http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014\\_2015/main/h2020-wp1415-energy\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-energy_en.pdf)
- 14) ドイツ連邦政府 HP; <http://www.bmw.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/bundesbericht-energieforschung-2013,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- 15) 宮古島マイクログリッド; [http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK2701U\\_X20C12A4000000/](http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK2701U_X20C12A4000000/)
- 16) 五島市エコタウン構想; [http://www.cev-pc.or.jp/chosa/pdf\\_n/japanese/8-1.pdf](http://www.cev-pc.or.jp/chosa/pdf_n/japanese/8-1.pdf)
- 17) 横浜スマートシティ HP; <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscp/20130128/338314/print.shtml>
- 18) ニチコン HP; <http://www.nichicon.co.jp/new/new160.html>
- 19) 東北大学環境科学研究科 HP; [http://www.kankyo.tohoku.ac.jp/pdf/ecollab\\_j.pdf](http://www.kankyo.tohoku.ac.jp/pdf/ecollab_j.pdf)
- 20) NTT データ先端技術 (株) HP; [http://www.intellilink.co.jp/all/topics/2013/03/21/data\\_center.html](http://www.intellilink.co.jp/all/topics/2013/03/21/data_center.html)
- 21) ソニーコンピュータサイエンス研究所 HP; [http://www.sonycs.co.jp/research\\_gallery/open-energy-system.html](http://www.sonycs.co.jp/research_gallery/open-energy-system.html)
- 22) 再生可能エネルギー設備等の設置状況に関する調査結果、文部科学省 HP;  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shisetu/ecoschool/detail/\\_icsFiles/afildfile/2013/10/18/1296649\\_01.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/ecoschool/detail/_icsFiles/afildfile/2013/10/18/1296649_01.pdf)
- 23) さいたま市 HP; <http://www.city.saitama.jp/001/009/003/p030777.html>
- 24) 「NAS電池の火災事故の原因、安全強化対策と操業再開について」;  
日本ガイシ (株) HP; <http://www.ngk.co.jp/news/2012/20120607.html>
- 25) N T S B Interim Factual Report; [http://www.nts.gov/investigations/2013/boeing\\_787/interim\\_report\\_B787\\_3-7-13.pdf](http://www.nts.gov/investigations/2013/boeing_787/interim_report_B787_3-7-13.pdf)
- 26) 国土交通省 HP; [http://www.mlit.go.jp/jtsb/flash/JA804A\\_130116-130327.pdf](http://www.mlit.go.jp/jtsb/flash/JA804A_130116-130327.pdf)
- 27) 三菱自動車工業 (株) のリコール業務の改善施策の実施状況報告について、国土交通省 HP;  
[http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha08\\_hh\\_001279.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha08_hh_001279.html)
- 28) 米国第三者安全科学機関 UL; [http://www.ul.com/japan/jpn/pages/newsroom/newsitem.jsp?cpath=/japan/jpn/content/newsroom/news/general/data/pr\\_wirelessjapan\\_20120521153300.xml](http://www.ul.com/japan/jpn/pages/newsroom/newsitem.jsp?cpath=/japan/jpn/content/newsroom/news/general/data/pr_wirelessjapan_20120521153300.xml)
- 29) ドイツ安全規格 TUV; [http://www.tuv.com/media/japan/service/151batterytesting/Battery\\_Jp\\_2011\\_final\\_web.pdf](http://www.tuv.com/media/japan/service/151batterytesting/Battery_Jp_2011_final_web.pdf)

..... 執筆者プロフィール .....



**蒲生 秀典**

科学技術動向研究センター 特別研究員

企業の研究所にてカーボンナノチューブや半導体薄膜を微細加工した微小電子源と表示・照明デバイス応用の研究に従事。その間、産総研・物材機構・大学にて外来・客員研究員として共同研究に携わる。2010年4月より現職。日本学術振興会真空ナノエレクトロニクス第158委員会委員、表面技術協会学術委員。京都大学博士（工学）。