



Visionaries 2015

# エネルギーを整える

—蓄電システムソリューション—

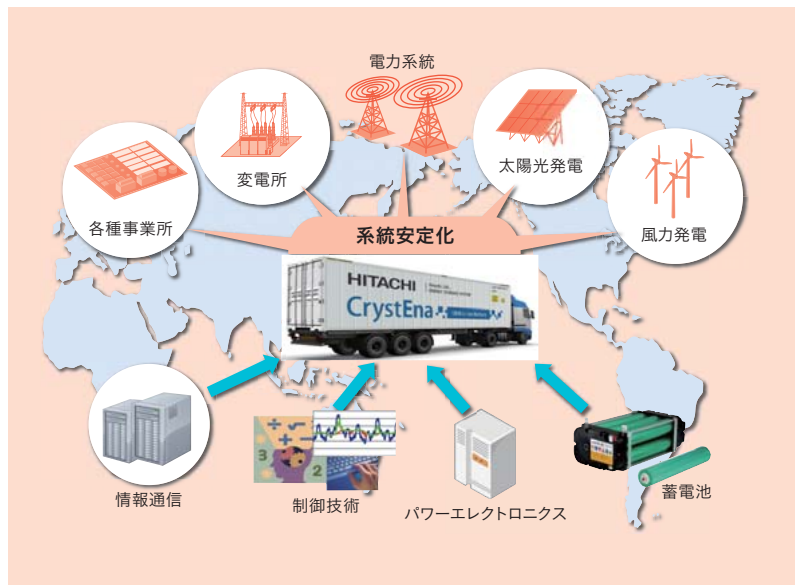
丘陵や洋上の風車、広大なメガソーラー、住宅用ソーラーパネルといった風力発電や太陽光発電の普及が進む中、発電量が変動しやすい再生可能エネルギーの大量導入に伴う電力系統の不安定化へのソリューションの実用化が急がれている。日立は、グループ各社の技術を結集して電力系統安定化を実現する蓄電システムの開発を進めている。コンテナ型蓄電システムの実証実験は2014年夏に米国でスタートしており、2015年早々には、鉛蓄電池を活用したハイブリッド大規模蓄電システムの実証実験を伊豆大島で開始する予定である。

## 実証実験がスタート、商用化をめざす

電力需要増大への対応やCO<sub>2</sub>の削減をめざし、再生可能エネルギーの開発・導入が世界的に進んでいる。各国政府はこのための支援に力を入れており、日本では東日本大震災後の2012年7月に再生可能エネルギーの固定価格買取制度が開始された。

今後、天候によって発電量が左右される風力発電や太陽光発電の導入割合が高くなると、電力の調整力が不足し、電力系統が不安

定化する懸念がある。電力の需給バランスが崩れると電力品質の一つである周波数が変動して大停電につながるリスクがある一方、需要が少ない時間帯では発電抑制などが必要になる。これらの問題に対して現在は、中央給電所による周波数制御指令を基にした、可変速揚水発電や火力発電による調整などで対応している。しかし、揚水発電所や火力発電所の新設・増設は、建設サイトの確保が難しく工事も長期にわたるため、再生可能エネ



日立の蓄電システムのコンセプト。蓄電池をはじめ、情報通信、制御技術、パワーエレクトロニクスなどの技術を結集し、系統安定化に貢献する。

験などに参画し、システムの完成度を高めてきた。

そしていよいよ米国において、蓄電システムによる電力系統安定化システムの実用化が、本格的に始まろうとしている。

### 米国アンシラリー市場に コンテナ型蓄電システムを投入

米国ニュージャージー州、大型トレーラーで搬入された長さ約12 mのコンテナ、その側面には「CrystEna」のロゴが輝いている。電力需要の制御サービス企業であるディマンシス社 (Demansys Energy, LLC) との実証実験に適用された日立のコンテナ型蓄電システムである。

米国では、電力市場の自由化の下、発電はもとより送電網の開放や電力小売の自由化が進んでいる。米国はまた、世界最大級の風力・太陽光発電国でもある。再生可能エネルギーの導入が増えるにつれて電力需給のバランスが崩れ、周波数の変動や、場合によっては停電を招くことが心配されている。そこで、電力を安定化する「調整力」そのものを売買する市場としてアンシラリー市場が生まれ、ビジネス化が進んでいる。特に、今回実験地となったニュージャージー州をはじめとする米国北東部では、アンシラリー市場において先駆的な取り組みが行われている。

プロジェクトを推進する本澤純（日立製作所 エネルギーソリューション事業統括本部



本澤純

ギーが短期間で急増すれば、十分な対応は困難である。

そこで注目されているのが、大量の電力を貯蔵できる蓄電システムである。日立グループは、長年にわたって培ってきた電池材料技術、電池開発・製造技術、電力変換技術、制御技術、情報システムなどを統合し、数秒単位で瞬時に調整力を供給できる蓄電システムの開発を進めてきた。

さらに、日立は実用化をめざして、米国ニューメキシコ州やハワイ州での再生可能エネルギーと大型蓄電システムを組み合わせた実証実験 [独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) が推進]、青森県六ヶ所村での大規模蓄電池併設型風力発電所による住民居住型スマートグリッド実証実





米国ニュージャージー州で進められているプロジェクトでの現地据付け作業の様子。

エネルギーエンジニアリング総括本部 電力情報制御本部 電力情報制御部 主任技師) はこう話す。

「米国における蓄電システムの事業化に向けて、このアンシラリー市場に着目し、電力系統安定化に寄与するソリューションの一つとして、コンテナ型蓄電システムの開発を行いました。」

2013年に、日立はコンテナ型蓄電システムを開発した。そして、2014年夏からディマンス社と開始した実証実験では、短時間で変動するアンシラリー市場の信号に即応し、数秒単位で瞬時に入出力を調整して電力系統の安定化への有効性を確かめることができた。

実証実験の成果を実用化するために、今後も実際の電力系統と連系した調整力機能の実証実験を、継続していく予定である。

### 10年の寿命を実現

ニュージャージー州での実証実験に供されているコンテナ型蓄電システムは、約1,600本のリチウムイオン電池、制御装置、パワーコンディショナーなどをコンテナに組み込んだオールインワンパッケージである。ワンパッケージ化することにより、工期の短縮、据付け費用の軽減が可能になった。さらに、複数台を設置すれば、大容量システムも容易に構築できる。

実用化を見据えたこのシステムの最初の難関は、「寿命10年以上の蓄電システム」の開

発であった。開発メンバーの一人、野村太一(日立製作所 エネルギーソリューション事業統括本部 エネルギーエンジニアリング総括本部 エネルギーシステム本部 エネルギーソリューションセンタ 主任技師)は、次のように振り返る。

「経済性の確保できるシステムとして、10年の長寿命化を実現することがポイントでした。また、システムとしての信頼性や安全性、コンテナに納めるためのコンパクトな設計を両立しました。」

日立グループは、産業用途として、長寿命・安価な鉛蓄電池、高出力のリチウムイオン電池、より高出力のリチウムイオンキャパシタという3タイプの製品を有しており、今回はリチウムイオン電池を採用した。電池開発を担った有田裕(日立化成株式会社 エネルギー事業本部 エネルギー開発センタ システム開発部 主任技師)は、その理由を以下のように説明する。

「短時間で変動する電力の安定化を目的とするアンシラリー用途では、大電力を充放電でき、かつ十分な容量を持つリチウムイオン電池が適しています。しかし、リチウムイオン電池にとって10年の長寿命化は大きなハードルでした。今回、電池セルの改良によって大電力の放電(225 A, 3C)と8,000回以上の充放電を可能としたリチウムイオン電池を開発し、目標寿命を確保しました。」

安全面でも、内部短絡しにくい電極構造、セルコントローラとバッテリーマネジメントシ



野村太一



有田裕

システムの連携により、各電池セルの電圧・電流・温度を常時監視・管理するシステムとしている。また、電池セルは温度変化の影響を受けるため、戸外に設置することを考慮し、冷却ファンの風を均等に電池盤に送る効率的な熱流設計を導入するとともに、セルの電圧均等化、充放電動作のバランス制御によって信頼性を向上させている。

加えて、角田一幸（日立製作所 インフラシステム社 電力システム本部 電力エネルギー制御システム設計部 技師）は、次のように説明する。

「制御側では、実用に向けてパワーコンディショナーの効率向上、充放電の電力損失低減、保守点検時間の短縮・故障率低減を図り、異常時の遮断設備、万一の際の自動消火設備など幾重にもわたる安全策を施しています。」

こうした開発では、研究開発部門が大きな役割を果たしている。日立製作所日立研究所では、長年にわたって電力システムの蓄電システムに関する基盤研究を行っている。今回のプロジェクトでも電池材料、制御技術、電力変換、安全性に関する研究成果を生かすとともに、電池寿命を予測するシミュレータの開発により、10年に及ぶ性能評価を行っている。武田賢治（日立製作所 日立研究所 材料研究センター 電池研究部 主任研究員）は、次のように話す。

「電池寿命に影響するのは、長期保存に伴う劣化と、充放電の繰り返しによる劣化です。この複合的な性能劣化を予測するために基礎実験を重ね、寿命予測シミュレータを開発しました。さらに、蓄電システムは運用の仕方次第で寿命が大きく左右されるので、導き出した最適な使い方をお客様に提案しています。」

こうして、日立グループの総力が結集され、ワンパッケージの1 MW コンテナ型蓄電システムが完成した。

実用化に向けた今後の展開を本澤が次のように話す。

「現在行っているアンシラリー市場での実

証実験を通じて、電池の入出力特性、容量の最適化、耐久性などを具体的に検証していきます。その結果を基に、さらなるコンパクト化、低コスト化、長寿命化、ユーザーの売電収入を最大化する制御アルゴリズムの高度化などの開発を進め、商用システムに生かしていきます。」（本澤）

### 伊豆大島でも実証実験がスタート

日本でも2015年春から、伊豆半島の南東に位置する伊豆大島で新たな大規模蓄電システムの実証実験が始まろうとしている。ディーゼル発電が主体の島嶼（しょ）では、風力発電や太陽光発電など再生可能エネルギーの積極的な導入による、燃料費の低減が特に期待される。

日立は、ニューメキシコ州、ハワイ州での実証実験と並行して、2011年からNEDOの「安全・低コスト大規模蓄電システム技術開発」に参画してきた。このプロジェクトでは、日立が長寿命・大容量で安価な鉛蓄電池と、大出力のリチウムイオンキャパシタの併用に



角田一幸



武田賢治

項目	仕様	備考
システム容量	±1 MW	システム端
PCS構成	500 kW×2台並列	
PCS効率	97%以上(負荷率30%以上)	
蓄電池	リチウムイオン電池 450 kWh	使用モジュール: CH75-6 (75Ah-22.2 V)
準拠規格	PCS: UL 1741	
期待寿命	システム 10年以上	所定の環境に設置、 所定の保守実施時
冷却方式	空冷	
コンテナサイズ	約12 m	

注: 略語説明 PCS(Power Conditioning System)

コンテナ型蓄電システム(1 MWコンテナ型パッケージ)の内部(模型)の様子と主な仕様。蓄電池、パワーコンディショナー、制御装置、データロガー、空調設備などが実装されている。





コンテナ型蓄電システムは、電池技術、安全設計、制御技術など、日立グループが持つ知見を結集して開発された。



広瀬義和

よるハイブリッド型蓄電制御システムを開発しており、蓄電池の製造は、新神戸電機株式会社などが担当している。

広瀬義和（新神戸電機株式会社 名張事業所 電池設計部 技師）は、意気込みを次のように

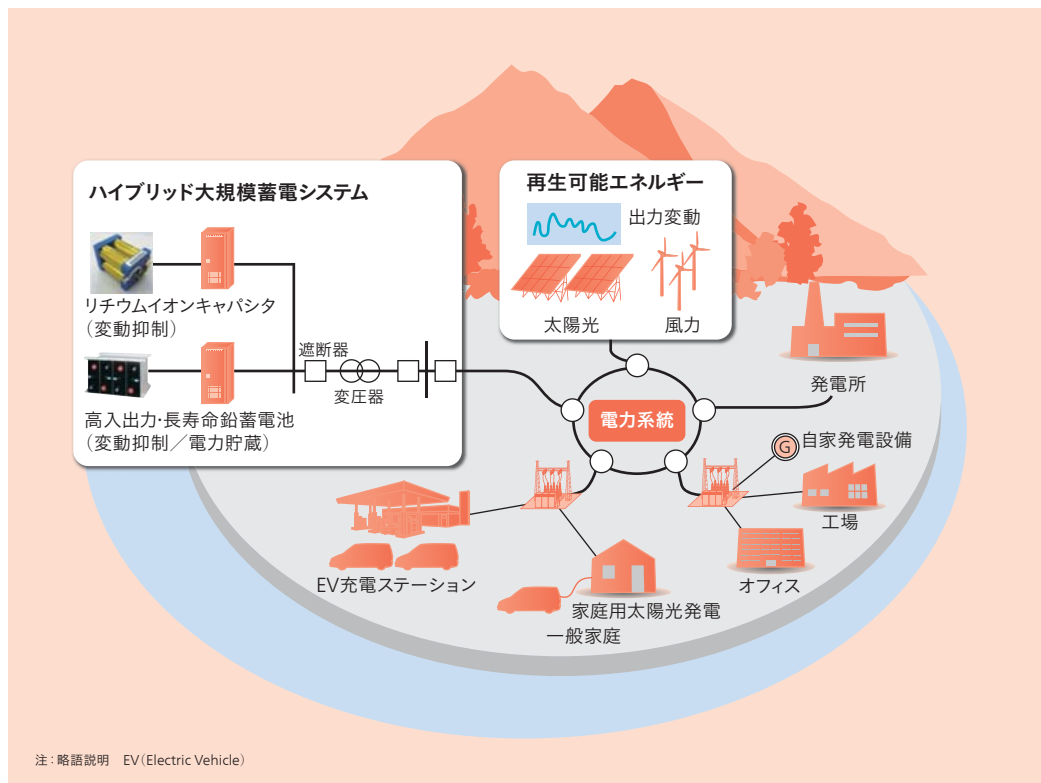
語る。

「電力インフラへの活用では、長寿命、信頼性、コストが重要です。コンテナ型蓄電システム向けの電池と同様に、耐久性・信頼性が高く、コスト面でも優位性のある電池づくりのために電池セルの作り込みを重視して、国際競争力のある電池製造を追求しています。」

システムについて、角田が補足する。

「大規模蓄電システムでは、再生可能エネルギーへの対応だけでなく、ピークシフト対策が重要であり、可変速揚水発電を代替できる蓄電システムとして開発・設計してきました。また、再生可能エネルギーの導入が進んでいく中で電力系統問題がまず懸念される場所としては島嶼が考えられ、島嶼部向けシステムとして遠隔監視による運用・保守性の向上にも取り組んでいきます。」

新神戸電機は、入出力電流を約1.7倍<sup>(\*)</sup>とする電池特性の向上を達成し、電池寿命も20年に延ばす見通しが得られるなど、要素技術



島嶼部へのハイブリッド大規模蓄電システムの適用イメージ。再生可能エネルギーの大量導入時の系統安定化に貢献する。

## 蓄電技術を通じて成長事業の創出を

細井敬氏 [独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) スマートコミュニティ部主任研究員 兼 蓄電技術開発室長] は、蓄電に関する技術開発の推進、国内の成長産業の育成とその国際競争力の強化などに携わっている。

「私たちNEDOは、エネルギー・地球環境問題の解決と産業競争力強化をミッションとして、戦略的に蓄電技術開発プロジェクトを推進しています。これまで、国内だけでなく米国のニューメキシコ州、ハワイ州などで蓄電システムを活用した電力系統実証試験を進めてきましたが、パートナーである多くの国・機関が日本の高度な蓄電システム技術に大きな関心を寄せています。

蓄電システムは、再生可能エネルギー導入の円滑化、スマートコミュニティ・次世代自動車の普及にとって核となるキーテクノロジーです。2014年に策定された政府の『エネルギー基本計画』(第4次計画)でも、国際標

準化・低コスト化・高性能化を図り、導入促進がうたわれています。また、わが国の産業にとって蓄電池は、グローバル市場で大きな成長が期待できる高付加価値製品として期待されています。2012年に経済産業省が策定した『蓄電池戦略』でも、2020年に世界の市場規模が20兆円になるという予測の下、国内企業が50%のシェアを獲得する目標を設定しています。当然、国際的な競争は激化していますが、次世代自動車のニーズ拡大なども見据え、蓄電技術の向上に期待しています。蓄電技術でのNEDOの中核テーマは、車載用リチウムイオン電池、電力系統用大型蓄電池、2030年に向けたポスト・リチウムイオン電池ですが、いずれのプロジェクトにも日立は参画しています。このうち、電力系統用大型蓄電池では伊豆大島の実電力系統での実証試験が始まりますが、そこでの成果をぜひ今後の事業につなげ、わが国の産業の成長に貢献してほしいと思います。」(細井氏)



細井敬氏

で大きな成果を上げている。日立は、実系統に再生可能エネルギーを導入した際の影響を模擬できる系統連系シミュレータや、電力系統の安定化に必要な最適蓄電システム構成を模擬できるシミュレータを開発した。また、異なる蓄電池を併用したハイブリッド型蓄電システムの最適運用制御を開発した。これらの技術を導入し、伊豆大島では東京電力株式会社の協力を得て、1.5 MWの蓄電システムを構築し、電力系統における大規模蓄電システムの実証試験を開始する計画である。

※) 新神戸電機製の従来製品(LL1500-WS形)との比較。

### グローバル市場に向けて

日立は、蓄電システムをはじめとする電力流通分野を電力システム事業の中核に位置づけ、IT(情報技術)、制御技術、パワーエレクトロニクス技術を融合したソリューション事業の拡大を図っている。グローバル市場への展開に向けて、各人が意気込みを語る。

「アンシラリー市場に対応するシステムを

仕上げ、環境負荷低減にもつながる競争力の高いシステムを確立していきたいと思います。」(野村)

「次世代蓄電システムとして、高出力・コンパクトな電池システムの開発、低コストの電池システムをめざします。」(有田)

「電池システムの長寿命化につながる温度耐久性の向上、ライフラインである電力系統の安全維持の基盤研究だけでなく、積極的にフィールドに出て運用性に優れたシステムづくりに生かしていきます。」(武田)

「日立の蓄電システムの総称であるCrystEnaには、『Crystal(技術の結晶)+Energy(エネルギー)』という思いが込められています。今後は電力系統用にとどまらず、工場・ビルなどの需要家用を含め、さまざまな分野に導入していき、クリーンな社会の実現に貢献したいと思います。」(本澤)

発電された電力が需要家に届くまでの過程は、いわばエネルギーをつなぎ続ける多くの技術に支えられている。日立は、蓄電システムをグローバルに展開し、再生可能エネルギーの普及と電力の安定供給に貢献していく。