

Energy Storage Summit Japan 2015

未来技術フォーラム神戸 板山克廣

2015年11月11日から2日間にわたりベルギー・ブリュッセルで開催された首記コンファレンスに参加し、エネルギー貯蔵に関する国内外の動きを調査した。同コンファレンスは、ドイツ電気技術協会(VDE)とメッセ・デュッセルドルフの主催によるもので、独、米、印、中で行われている「World of Energy Storage」シリーズの日本版として昨年につき2度目の開催となる。

年末のパリでのCOP21開催を控えて、低炭素社会に向けた政策、技術への関心が高まる中、その中心的課題となる再生可能エネルギー(RE)の導入促進と省エネルギー化に対し、エネルギー貯蔵(ESS)が不可欠との認識が各国で高まりつつある。今回の会議では、各国のESS導入に向けた政策取組みとESS市場形成に向けた新しいビジネスモデルが紹介された。またESSの有効候補として二次電池、熱貯蔵ならびに水電気分解した水素による燃料電池発電(Power to Gas)が取り上げられ、それらの最新技術が紹介された。さらには蓄電池を用いたESS普及の鍵(=低コスト化と安全性向上)となるE-モビリティについても触れられるなど、ESS普及を実現するための条件が多面的、複合的に議論される場となっている。その概要を以下に紹介するが、日本と並んで、あるいは先行してESS普及が進むドイツならびに米国の状況については、本誌7月号(Vol.128)でも既に紹介しているので、併せてご覧いただきたい。

1. エネルギー貯蔵に関する政策の国際比較

環境政策で世界をリードするEU、ドイツの状況について、駐日EU代表部カパリス部長、独エネルギー貯蔵協会のウィンテル専務理事より紹介があった。2050年目標として、1990年比CO₂削減量80%、電力消費に占めるREの比率80%、エネルギー消費削減量50%という高い目標を掲げるドイツ。その実現の鍵はPV、風力等の分散電源主体のエネルギーシステムへの移行であり、それに伴い短～長期のエネルギー貯蔵を可能とするESS等によるフレキシブルなシステムへの移行が必須と捉える。このようなシステムの転換はEU全体が協力して達成すべきものとして、Juncker Planで“Energy Union”設立を提唱し、総額1兆ユーロ規模のHorizon2020計画(2010~2020)を推進するとともに、3150億ユーロのファンド設立を行っている。また骨格となるESSの技術としては、蓄電池以外にも熱、ガス等のあらゆる手段を視野に入れている。

また、ドイツと同じく1990年比80%CO₂削減の2050年目標を掲げる米カリフォルニアの状況を、カリフォルニア公益事業委員会のピーターマン委員長が紹介。同州では2024年までに総需要の25%に当たる6.2GWの老朽火力が廃止されることもあり、GW規模の大型の風力、地熱、太陽光(熱)の発電所建設を進めている。その多くが稼働する2015年は、その変動電力を差し引いた残留需要プロファイルがドラスティックに変化し、火力で賄われる残留需要の谷となる昼間の電力は、夕刻ピークの2/3程度になる。この需要/発電量変動の平準化(短時間電力貯蔵)を目的として、各電力会社に1,325MWのESSの設置を義務付けている。厳しいCO₂、NO_x規制への対応も併せて、各電力会社は義務量を上回るESS導入を蓄電池主体に進めているとのこと。

これに対して日本からは資源エネルギー庁の呉村課長補佐からRE導入拡大に向けた電力システム改革の内容、そして多くの課題を抱える現行RE買取制度の見直しの方向性、それに加えて中長期的重要施策としてスマートコミュニティへの取組み、が紹介された。2030年には22~24%の電力消費をRE(水力を含む)で賄う目標を立てているが、日本の場合、REの主軸は64GWのPVとなる。風力と併せて総電力量の8.7%をこれら変動電源が担うこととなり、グリッドシステムの調整力、容量の不足への対応が不可欠となる。調整力対策としては、需要家側に移行する創・蓄電機器をグリッドと連携して制御するシステム(例えば蓄電池SCADA)の構築や、火力発電の焚き増しを回避するためのデマンドレスポンス(例えば補助的取引)の普及が有効として、

その実証実験を進めている。また火力の削減に伴う容量不足への対策としては、これらに加えてゼロエネルギーハウスによるピーク電力量削減、そして水素製造・貯蔵・利用による発電能力平準化を挙げている。

2. エネルギー貯蔵(ESS)の市場と競合状況

ESS 市場の現状と見通しについての紹介が Bloomberg New Energy Finance と IHS よりあった。ESS 市場拡大の最大の要因は PV 導入拡大であり、IHS によると現状 750MW 程度の市場規模が、PV の世界累積導入量が 400GW を超える 2018 年には **3.5GW に成長**する。ESS 導入の動機はセクターにより全く異なり、電力サイドではラップ(出力変動)対策、商業用ではピークカット対策(契約電力節減)、家庭用では自家消費促進と分析。このため各国の電力事情により各セクターの市場も大きく異なると予想する。例えば家庭用では PV が普及しかつ電気料金の高い日本とドイツが**主要市場**となる。一方、**商業施設用**は電気料金における契約電力比率が高い**米国、日本で伸びる**。但し、ESS 導入コストは未だ十分に割に合うレベルにはなく、現状は何らかのインセンティブが必要な状況と分析する。これに対して**電力用はラップ**対策として必要最小限の導入が各国で進むが、特に調整電力の市場化が進む**米国で急速に成長**すると見ている。

蓄電池 ESS の普及に向けてその鍵となる**蓄電池の低価格化**。Bloomberg によると、近年リチウムイオン電池(LIB)の**ESS システム価格**は急激に低下し、大容量の電力用途では kWh 当たりの平均価格が**\$1,673 と鉛蓄電池の\$2,377**を下回り、経産省の設定した目標価格の 2 倍弱にまで下がってきた。LIB の価格と品質をリードすると見られる EV 用パック価格は、2015 年時点で \$400/kWh。直近 5 年間の経験曲線傾き(生産累積量倍増での価格低下率)は 13%となっているが、この値は携帯機器用 LIB の 22%の半分程度に留まっている。これに対して筒型 18650 フォーマットを用いた**Tesla の EV 用パック価格は\$230/kWh と他の電池メーカーの 60%程度**。同社は定置用 ESS 市場への参入を宣言しており、前述のカフォルニアの ESS 導入プロジェクトにおいても圧倒的な納入シェアを占めている。このような動きが LIB 価格低下を加速させると見ている。

蓄電池 ESS の主流となると見られる LIB の世界全体での 2015 年時点での**製造能力**は携帯機器用を除くと **370GWh** で、その 95%以上を中、日、米、韓が占め、更にトップ 10 企業で 78%を占める寡占市場となっている。現状では主用途が EV となっているため、自動車市場とのリンクが極めて強い(例えばトップの AESC は日産リーフ、3 位のパナソニックは Tesla 等)。一方、今後の伸びが期待される大容量 ESS(>100kW)の市場を見ると、2010 年まで市場を席卷してきた日本に替り、Samsung SDI や LG Chemical などの韓国勢と BYD などの中国勢が大きくシェアを伸ばしてきている。EV 用市場の動きから見ても、この日、中、韓の**シェア争い**が今後も続くものと見られている。

3. エネルギー貯蔵アプリケーションのアクセラレータ : E-Mobility

EV 並びに PHEV による E-Mobility 化は、国内 CO₂ 排出量の 17.1%を占める運輸部門の低炭素化にとって重要な施策となる。COP21 提出予定の草案では **2013 年度比▲27.6%の CO₂ 削減目標**を掲げる。また EV に搭載される蓄電池自体が ESS として機能し得ると同時に、LIB アプリケーションの大きなボリュームゾーンであり、その普及が品質向上と価格低下に大きく寄与するだけに、E-モビリティ化の進展は ESS 普及にとっても大きな意味を持つ。本フォーラムでは国交省の西本課長より、環境対策としての**次世代自動車普及に対する政府目標と施策**の紹介があった。

2015 年 2 月に閣議決定された交通政策基本計画では、環境対応の**次世代自動車の比率を**

2030年に50~70%(新車販売では2020年に50%)とする目標を掲げた。その主体はHVの30~40%(内数)であるが、EV+PHEVも20~30%を見込む(因みにFCVは~3%)。更にリンピック開催決定後の6月には2020年までのE-モビリティ化を含む地域分散エネルギーシステム実現を閣議決定している。国交省は、自動車利用の実態が殆ど1~2人利用であること、そして約6割が10km以内の短距離であることに着目し、航続距離に制約があるものの通常のEVの半分のエネルギー消費量となる**超小型EVの普及に注力**するとのこと。地域振興・観光促進、都市部交通の補完(カーシェアリング等)、公務・業務利用などを目的として数年前より実施されている各地での支援事業の例が紹介された。それらのプロジェクトでは、最近各社が発表しているNMC(日産)、コムス(トヨタ車体)、マイクロモータ(ホンダ)などの超小型モビリティが使用されている。

本田技研の新村氏からは同社のFITを利用した**EVバッテリーのESSへの転用**(二次使用)についての紹介があった。FITでは、トレーサビリティシステムによりバッテリーの運転履歴、状態が時系列的に把握・解析されている。2012年に米国でリース販売を始めたが、3年間のデータ解析によるとバッテリーの劣化は殆ど認められず、この結果、23%のリース料金減額、2年のリース期間延長を決定、中古リースも開始した。FITが搭載する東芝製LIB(SCiB)は負極にLTO(チタン酸リチウム)を使用しており、通常のグラファイト負極に比して安全性、耐久性、回生受入れ性に優れているとのこと。この優位性を利用して使用済みバッテリーパックをESSに二次利用することが考えられるが、その場合、システム構築費用が追加で必要となることから、**V2H** 充電電規格を活かしてむしろ**EVのままESSに利用**することを同社は提唱。他の実証試験で使用したFIT2台(40kWh)を使って、2016年より北九州市スマート水素ステーションのバックアップ電源として活用する実証実験を始めるとのこと。

4. 熱エネルギー貯蔵システムの開発・実用化状況

日本では1973~2013年の40年間で産業部門での省エネルギー化が急速に進み、国内総エネルギー消費に占める割合が65.5%から44.4%に低下している。一方、家庭部門と業務部門では消費量の絶対値は変わらないものの、その比率は併せて19.1%から32.5%まで上昇している。特に業務門では、エネルギー消費の約40%が暖冷房、給湯などの熱利用で、国内総エネルギーの**50%以上を占める熱の効率化が重要課題**となっているドイツと同様に、省エネ化対策として90%以上の効率となる**熱貯蔵(TES)の活用**に注力すべき、と中部大山羽教授は指摘する。民生用のTES技術として実用化・開発が進む水蓄熱(顕熱)、氷蓄熱(潜熱)、PCM(顕熱)について解説があった。

TESの実用化が進むドイツについて、ZAE Bayern研究所のワー氏からその背景と実用化状況の紹介があった。2050年目標である80~95% CO₂削減の骨格は、最終エネルギー消費の60%のRE化と一次エネルギー消費の50%削減(=省エネ化)。この中でTESに期待される役割は、最終エネルギー消費の56%を占める熱エネルギーの排熱活用と、未だ高価な電力貯蔵に替わる、あるいはそれを補完する経済的に有利なESS手法の提供。また現存する設備能力を見ても、電力貯蔵(最も能力の大きい揚水で4TWh/a)を大きく上回る**29TWh/aの貯蔵ポテンシャル**を有するとのこと。このポテンシャルを活用する、つまりはTESの適用領域を拡大する鍵は、例えばヒートポンプなどの**電力システムとの組合せ・融合**であると指摘する。また対象温度範囲及びエネルギー密度の拡大には、現状はコストの問題はあるものの反応熱を利用したTCMが将来的に有望との見解。講演においては、太陽熱発電用TES(溶融塩・コンクリート)、CHP等大規模地域用TES(熱水、ボアホール)、製鉄所の排熱回収(Oil&Rock combined Storage)、工場間熱輸送(セラライト)など、産業用に実用化されている各種TES技術が紹介された。また家庭用には国内に存在する2千万台の冷蔵庫へのPCM装着による冷熱貯蔵を提唱している(TES能力:

1.15GW/3.5GWh)。

日本からは東電が 1997 年に始めた蓄熱受託サービス“エコパック”の紹介が佐溝氏よりあった。電力会社では、原発で生じる夜間余剰電力の貯蔵を主に揚水発電により行う。しかしながら 1990 年代後半に揚水増設が限界を迎え、蓄電池等の ESS 手法の検討が行われるようになった。同社が着目したのは、業務用施設での空調需要。熱源機を夜間運転・蓄熱し昼間のピーク需要時に放熱することで、夜間電力活用とピーク電力カットが同時に図られる。この電気-熱変換をヒートポンプで行う蓄熱システム(水/氷蓄熱)により、システム効率は蓄電システムの 2.7~5.4 倍に向上し、更に熱源機の定速運転による省エネも可能となるため、基本料金低減に加えて利用者側のメリットは極めて大きい。導入の障壁は大きな初期コストと運用の難しさであるが、同社は建設-保守管理を毎月定額料金で行うサービスを提供。電力会社にとっても、同じピークカット効果を揚水発電建設で行う場合に比べ、その投資額を 2/3 以下に減らせるという。これまで商業ビル、病院、工場など 37 地点にサービスを提供しているが、電力シフト量 1,078kW、エネルギーコスト削減額 3,160 万円/年の例が紹介された。東日本大震災影響(原発停止など)、RE の大量導入、電力システム改革などにより、現在の東電を取り巻く状況は激変しているが、その状況変化の姿を掴みかねている模様で、この熱ビジネスを今後どのように展開していくかについての言及は残念ながら聴けなかった。

5. 水素と燃料電池に関する技術とプロジェクト

世界各地への 500 を超える水電気分解ユニット納入の実績を誇る Hydrogenics のカムラー氏より、電力-ガス変換(P2G)実用化に向けた EU を中心とした状況の紹介があった。同社は、 onsite 水素供給装置、電力貯蔵用水電気分解装置、電力供給用 PEM 型燃料電池(FC)を手掛け、岩谷産業、日立造船と組んで日本市場開拓を狙うとともに、昨年、韓国に 1MW の商用 FC プラントを立ち上げている。FC 普及の鍵は大型水素供給ステーション(HRS)による経済性改善、と見てそれを可能とする公共交通機関への FC 採用に向けたバス用 HRS プロジェクトに積極参加している。EU では現在 23 か所で HRS プロジェクトが行われあるいは計画されているが、13 か所が onsite 水素供給式でその 80%が同社の電解装置を採用。また電力貯蔵用の P2G プロジェクトにも参加しており、その中から、ガス供給網に水素を供給する独 Falkenhagen(2MW)、デンマーク Avedore(1MW)、あるいは天然ガスを石炭火力に供給する独 Luenen(1MW)などのプロジェクトが紹介された。

電解装置としては、従来のアルカリ型に比べて圧力が高くまた高品質の水素製造が可能な PEM 型が伸びると見ており、従来不可能であった 1.5MW/スタックの大電力投入が可能な新タイプの電解装置を開発し、独 Hamburg で実証プロジェクトを開始した。そのスタックを組み合わせることによる大規模 HRS (40MW、フットプリント 60m×25m)の P2G プラントを提唱。それにより 1,000 台/日の FC バスへの水素供給が可能としている。

日本からは山梨県の“水素を用いたエネルギー・マネジメント”に向けたユニークな取組みが坂本氏より紹介された。同県企業局は電気事業として 120MW の水力発電、そして東電と共同で 1.1MW の PV 発電事業を行っている。その 5.2 億円の事業収益を活用して、啓発施設“夢ソーラー館やまなし”で発電・蓄電デバイスによる館内エネルギーの自給自足に向けた実証実験を 2012 年より推進。20kW の PV、1.5kW の水力そして 0.7kW の FC(エネファーム)で 20kW の所内電力を賄う計画。この為の蓄電デバイスとしては、時間単位の短周期用に蓄電用電気二重層コンデンサ(3MJ)、数 10 分~1 ヶ月の中周期用に LIB(30kWh)、そして長周期用に電解水素貯蔵(30kWh)を採用。この他に地中熱ヒートポンプによる空調の省エネ化も行っている。次ステップとしては、PV の 1MW への増強、そして超伝導フライホイール、Ni 水素電池と PEM 型水電解装置の

導入による蓄電能力増強を行い、本格的な電力貯蔵研究開発への展開を図りたいとのことであった。

6. 「ESS 普及に向けた日本における課題」：パネディスカッション

各国からの報告を受けて、首記論点についてのパネディスカッションが自民党 RE 普及拡大委員会の柴山衆議院議員も加え行われた。そこで印象に残ったのは、**カリフォルニアの 2030 年目標**。RE エネルギー比率 50%で CO₂ 削減 80%、車(500 万台)からの CO₂ 排出ゼロを目指す。そして RE 大量導入に伴う電力システム上の問題を、**送電網強化ではなく ESS への投資での解決**を目指す。この投資コスト回収のためにはアンソラー市場の確立が不可欠との認識。これに対して日本の参加者は、「同様に ESS での解決を目指す、最大のステークホルダーである消費者がメリットを享受する新たな価値創造が如何にできるかが重要で、新電力も対価が得られるようなアンソラー市場設計が鍵を握る。そのための行政の役割が大きい」との認識で一致。但し、地域間連系の弱い日本ではある程度の送電網への投資も不可避との見解を経産省、柴山氏は披瀝。

以上