

## 関西スマートエネルギーWeek 2015

未来技術フォーラム神戸 板山 克廣

2015年9月2日から3日間にわたりインテックス大阪で開催された「関西スマートエネルギーWeek2015」に昨年に続き参加し、太陽光発電(PV)、スマートグリッド、電力自由化、および二次電池に関する基調、特別講演を聴講した。メインの展示会は、昨年に比べて出展社数は310社と2割方増えたものの、来場者数は2万名弱と頭打ちになっている。

一方、展示会場内の特設会場で行われた講演会は、関西ならではの無料講演ということもあってか、14件いずれの講演も立見者で溢れる1000人を超える聴衆を集め人気を呼んでいた。話題性を重視して講演者・企業を毎回見直す主催者の努力も功を奏してのことであろう。以下に聴講した各講演の概要を報告する。

### 1. 太陽電池(PV)関連

#### 1-1. 日本のPV導入促進政策

我国におけるPV導入に関する政策について、資源エネルギー庁より最新状況と今後の展望についての紹介があった。2012年の再生可能エネルギー(RE)に対するFIT買取制度の導入以来、1%以下だったREの発電量比率は3年間で3.2%(既存の水力発電を含めると12.2%)にまで伸びた。しかし風力、中小水力、地熱、バイオマス発電能力の増加が0~+15%と低迷するのに対してPVは+347%、と我が国のRE導入はかなりPVに偏重したものとなっている。これは高く設定された買取価格と他の発電方式に比べて圧倒的に短いリードタイムによる事業性の高さによるものと考えられているが、変動(不安定)電源の代表であるPVの急激な伸びは、受入れ送電網の能力不足、消費者側にRE賦課金の急騰という深刻な問題を顕在化させつつある。

この結果、PVの導入ペースを落ち着かせるためにFIT買取制度の一部見直しなどが行われ、また新聞等の報道でもPVブームの問題点が指摘されるようになった。このように足元、PV導入促進に対する逆風が吹きつつあるが、一方、COP21開催を控える中、本年4月に発表された長期エネルギー需給見通しでは、2030年目標としてRE発電量比率を22~24%(水力を含む)とし、そのなかでPVに水力と並ぶ中核的役割(発電量7.0%)を与えている。経産省は、PVを最も価格競争力のあるCO<sub>2</sub>排出ゼロ電源と考え、長期的に電源構成の柱とする“PV100年構想”を唱える。PVシステムは20~30年が寿命であり、また買取期間もいずれ終了することから、その事業継続性を維持するに必要なリパワリング、環境価値創出、蓄電システムとの融合などの促進施策を検討するとしている。

足元の課題としては、系統への繋ぎ込み能力の不足と国民負担(RE導入促進賦課金)増加の歯止めを挙げている。前者は、PV設置適地が送電網未整備の地域に集中していることで、電力需要があまり大きくない九州、東北、北海道などで顕在化している問題である。送電網については、系統増強という中期的対応の他に、当面の対応として地域間連系線等の広域連系活用を促進するためのルール創りを進めるとする。より深刻な問題は需給のミスマッチである。受け入れ余力のある東電、中部電、関電を除く7電力管内の接続可能量は、2,369万kWと同地域への設置が予定されている4,076万kWに遠く及ばない。そこで受入れ可能量を極力拡大する方策として、PV出力制御対象を500kW未満のものまで拡大すると同時に、30日を超えかつ時間単位での制御を可能とする制度見直しを行った。また中期的には広域連携による調整能力の拡大、蓄電システム導入による調整能力増強を行うとしている。

後者の国民負担緩和策としては、買取価格の適時・適正な見直しを行う。FIT制度導入の先輩ドイツでは、RE発電量が25.4%(2013年度1,500TWh)まで増大し、RE賦課金は7.39

円/kWhにまで上昇している。日本においては2015年度で1.58円/kWhとドイツの1/4以下に収まっているが、認可を受けた設備の多くが稼働する数年後には現状の倍の3兆円を超える消費者負担が確実視される。直近では買取価格は10kW以下で33円/kWh、それ以上で27円/kWhと急激に下げられたが、ドイツのそれぞれ17.3円/kWh、12.87円/kWh(1MW以上)と比べると倍程度の価格となっている。それはPVシステムの導入費用がEUの倍程度(33.77万円/kW)となっているためであるが、よく言われる工事費・架台だけでなく国際価格の筈のパネル・パワコン価格も1.5倍するためである。経産省の調査によると買取価格減額によりモジュール価格が一気に15%下落しており、モジュール価格設定が買取価格見合いになっているとの判断から、更なる減額が可能とみる。

## 1-2. 国内外PVメカの日本市場における事業戦略

PVブームが去りつつあると言われる日本市場であるが、太陽光発電協会の予測によると、2017年までは10kW以上の大型システムを中心に現状の8GW/年前後の導入が続き、その後徐々に減少し住宅用を中心とした3kW/年規模主体の安定市場に移行すると見られている。国内住宅用市場は、中・大規模ソーラー市場での価格勝負を嫌った国内メカが高付加価値市場として狙いを絞ってきた分野である。ドイツでは既にこのルフトップ主体の市場へと移りつつあるが、買取価格(12c€/kWh)が電気料金(28c€/kWh)を大きく下回る状況の中、PVシステムの導入目的が売電から自家消費による電気料金削減へと変わってきている。日本でもここ数年のうちに同様な市場環境になると見られ、海外メカもこの市場環境変化を睨んで住宅システム市場への攻勢を強めつつある。

その代表例としてハフア Qセルズより自家消費に適した同社のPVシステムのPRが行われた。ドイツの有名ブランド Qセルズは利益率の低いセル製造に特化したビジネスモデルが破綻、その後ハフアに吸収されハフア Qセルズとして再スタートを切った。設置面積に限りがあるルフトップシステムでは、如何に出力を上げ売電収益を最大化するかが従来の姿であったが、自家消費型モデルでは自家消費率を最大化する適切なシステムサイズを選ぶべきと指摘する。蓄電池を併用(ダブル発電)しない限り自家消費率は良くて30%と云われるが、需要プロフィールに合わせたシステム構成によりこれを40%まで上げられれば、ROIを2%改善し、回収期間も2年程度短縮できるという。

同社のモジュールは、安価な多結晶型Siをベースとした裏面ポインタクト方式のセルで、セル変換効率19.5%、モジュール変換効率18.5%と、Photon社によるフィールド比較試験結果で2年連続の世界No.1多結晶Siモジュールに選ばれている。また同社モジュールの特徴は、例えば200W/m<sup>2</sup>という低日射強度(通常性能試験は1000W/m<sup>2</sup>で実施)でも98.5%の変換能力を発揮し、また結晶Si系モジュールの弱点である温度依存性も-0.40%/°Cと他社モジュールに比べて小さい。気象データを用いたシミュレーションによると、この結果、仙台から福岡の各地で他社品に比べて1.2%程度の発電量の上積みが可能できるとしている。この結果、BSF型多結晶Siに対して8.7%、PERC型単結晶Siに対して18.8%の発電コスト低減が可能としている。

一方、国内トップメカのシャープは、業界トップクラスのモジュール変換効率19.1%のBLACKSOLARをPR。セルは単結晶Si基板を用い電極を裏面に配したバックコンタクト型で、パナソニックのHITと最高性能モジュールの座を争っている。同社の事業戦略は、設置面積を最大化できるような形状・サイズの品揃え(ルフトップ設計)で発電量アップを売物にすること。標準のものにコンパクトサイズおよびコーナー用異形モジュールを組み合わせることにより、寄せ棟屋根の場合、発電容量を30%程度アップできるとのこと。

また、競争が激しく利益率の悪いモジュール単独ビジネスからの脱却、そしてポストFIT時代を睨んで自家消費率アップのためのエネルギーソリューション事業への転換を図る。その柱は蓄電池による

電力シフトと PV、蓄電池のパワコンを統合したハイブリッドパワコンによる電力ロス削減。また必要パワーに応じて AC/DC 切替を行うハイブリッドエアコンなど、家電メカならではの PV とホームエレクトロニクスの組合せを提案する。更には PV パネル裏面の太陽熱を利用する PV-T モジュールとヒートポンプの組合せで、熱エネルギーへの活用とモジュール冷却による PV 発電量アップを同時に狙う PV サーマルが紹介された。

## 2. スマートグリッド、電力システム安定化への取組み

### 2-1. RE 大量導入電力会社の対応 “スマートグリッド化”

PV が大量に導入されることで生じる電力システム側の問題について関電より解説があった。同社自身も風力、PV、バイオマス、小型水力などの RE 導入を 11.4 万 kW 規模で計画するが、同社管内で導入された PV の発電能力は本年 6 月末現在で 300 万 kW、総電力需要の 10% 弱に既に達している。これにより生じる最大の問題は、PV 発電量相当の火力を停止することによる需給バランスを執るための調整力の低下である。PV 出力の予想精度が低いと、予想外れに備えて必要以上に多くの火力を低出力運転せざるを得ず、それだけ経済性が損なわれる。現在は関西 4 地点での日射量測定・予測により現在地把握、翌日予測、短時間予測を行っているが、その精度を抜本的に向上させるシステムを年度末までに開発すること。日射量(=発電量)予測は雲の動きを予測することで行うが、ひまわり画像、高度毎の風向・風速に関する気象庁データと PV 設備マップを重ね合わせて 1km メッシュでの翌日・短時間予測が可能になるという。

これとは別に、PV 特有の秒単位の変動への対応も必要となる。比較的追随性が良いと言われるガス火力でも対応に限界があり、PV 発電比率が更に高まる状況では電力品質(電圧、周波数)への悪影響の深刻化が懸念される。同社では、この対策として入出力変動への追随性に極めて優れる蓄電池のバッファとしての活用が必須と考えている。しかしながら充・放電に伴い蓄電池は 25%程度の電力ロスを生じるため、調整力を確保するためには SOC(充電状態)を常に 50%付近に維持するよう火力出力との連携が必要という。この為の蓄電池制御ロジックの開発を目的とした石津川変電所における実証試験の紹介があった。

また PV 発電能力が上がる(逆潮流の増加)ことにより、配電網末端の電圧が適正上限を超え PV 電力を受け入れられなく状況も懸念される。このためセンサ内臓開閉器、遠隔制御電圧調整器、光伝送路などの設置により、配電システムの監視機能の高度化を進めるとのこと。なおスマートメータは既に 440 万台(需要家の 34%)設置され、2022 年までに切替を完了する予定。

### 2-2. 電力システム分散化への対応とスマートコミュニティーへの取組み

小規模の RE 分散電源ならびに需要側の保有する発電・蓄電機能からなる新しい電力システムでは、システム全体の協調・安定化を図るための高度なエネルギー・電力マネジメント(EMS)が求められる。総合電機メカである NEC は、同社の保有するハード+ICT 技術によりそこで求められる実データの視覚化～分析・予測～最適化の技術開発に挑む。その一つとして Space-time Insight 社と提携したリアルタイム可視化ソリューションの展開を行っている。

このシステムは対象とする地域におけるエネルギー関連機器(PV、スマートメータ、蓄電池など)のデータ(発電状況、負荷状況、劣化状況)を監視・表示するとともに、需要の予測を行う。予測の手法として異種混合学習を用い、人の動き、天候、営業日等の多様・膨大なデータから高度な予測を自動構築。その予測に基づき照明、空調等の自動制御、あるいは蓄電池を使ったピークシフトにより工場・オフィス・店舗等の電力消費量削減を行う。更には発電設備の各種センサーデータを用いたインバリエント分析による異常予兆監視ソリューションを提供し、小規模発電設備の脆弱な安全性へのサポートを行う。

一方、消費者側では新しい電力システムを念頭に消費者がエネルギーを生産するプロシューマー化への試みが始まっている。今回は住宅メカを代表してダイトハウスより同社の取組みの紹介があった。そのベースとなるネット・ゼロ・エネルギー・ハウス(ZEH)では、PV+蓄電池システムによる“創エネ”に加えてエアコン、照明、雨戸・シャッターなどの自動制御と断熱技術によりエネルギー収支ゼロを目指す。更にはこれを町規模へ拡大したエコタウンプロジェクトを全国7か所で展開する。堺市晴美台の例では、PV+蓄電池システムの共用化、V2Hの導入に加えて住民の意識向上により、**ZET率**(年間エネルギー創出量/エネルギー消費量)**110%**が達成されたとのこと。また環境配慮技術の事務所、工場、店舗などへの展開も行っており、京都府長岡市の全国初の“CO<sub>2</sub>排出ゼロ銀行”の例が紹介された。

### 2-3. 発電サイト側でのグリッドシステム安定対策

今後のRE大量導入、来年の完全電力自由化、更には2020年に予定される発送電分離を睨んだ電力会社の対応につき、東電より紹介があった。同社は電力システム改革を先取りする形でフェュエル&パワー、パワーグリッドとカスタマーサービスの3カンパニーから成るHDカンパニー制に本年7月より移行しており、各カンパニーの事業戦略については、東京で2月に開催された電力自由化EXPOで紹介され、本誌5月号Vol.126(あるいはNews Letter No.44)で既に報告している。本稿ではそこで触れられなかった話題につき報告する。

東電エリアでは震災後大きな変化が起きている。一つは節電意識の高まりによる**夏場ピーク需要**が平均▲0.6%/年のペースで**減少**し、昨年夏には震災前の80%に当たる50百万kWとなる一方、**RE発電能力は856万kW**(未接続の申し込み分を加えると16百万kW)に達し、最も調整力余力があると言われる東電でも無視できないレベルとなったことである。もう一つは**新電力シェアの伸長**である。小売自由化の範囲拡大に伴い、年々増加し2013年度に4.1%であったものが本年4月には6%、直近の8月には8%となっている(いずれも全国平均)。東電管内での市場争奪戦は激しく、2013年時点では全国平均の2倍の**8.2%のシェア**を新電力が占めている。

送配電部門を担うパワーグリッドカンパニーの戦略は、**システムのスマート化とレジリエンス化**でこのような系統利用者・利用ニーズの多様化に対応することと云う。その具体策としては、前述の関電と同様な調整力強化・電力品質維持の方策と並んで、地域間連系線の活用等により広域連系のスケールメリットを利用した効率的需給バランスを行う枠組みへの転換を挙げ、その動きを先導すること。また現時点で225万台に留まるスマートメータの設置については、管内の2,700万台全での切替を、2020年度までに完了する計画である。

### 3. 新電力の電力自由化への取組み

新電力を代表してエネット、大阪ガス、オリックス、丸紅より電力市場へのアプローチの紹介があった。**NTTファシリティーズ、大阪ガス、東京ガスが出資するエネット**は、2000年設立以来、順調に販売電力量を伸ばし、2014年には100億kWhと沖縄電力を抜き新電力の41.2%を占めるに至っている。同社は全国150か所以上の電源を活用した安定供給と、発電量の75%が株主の保有するLNG発電とPV、風力、バイオマス、水力等のREによる**グリーン電力**であることをPRポイントにしている。法人向けでは、見える化サービスに加えてコジエネなども対象にした種々のデマンドレスポンス(DR)サービスにより500件の顧客を開拓。マンション向けにはNTTファシリティーズと共同したDR・時間帯別料金サービスにより、2万件を獲得。来年からの完全自由化に向けては、**楽天と組んでスマホ**(要請に応じて店舗に外出しポイントを獲得)によるウォームシェアの試みも始める。更に今後の展開としては、地域新電力・スマートコミュニティーへのDR、CEM運用支援サービスも視野に入れる。

次に2010年に電力販売事業に乗り出した**オリックス**は、直近2年間で販売量を8倍に伸ばし

東北～中国の各電力会社管内で6,000件の顧客に1.2億kWhの電力を供給する。同社は300ヶ所の他社契約発電所に加えて、PVを中心に総計650MWのRE自社電源を保有するが、今後その規模を900MW程度へ拡大する計画。その中で注力するのがバイオマス、洋上風力と地熱。バイオマスは北九州、福島で100MW超え発電所(石炭混焼)を計画中。洋上風力では鹿島港沖事業への出資に続いて他サイトでの開発・出資を検討中。地熱はJOGMEC助成を活用して杉乃井ホテルでの温泉との共存モデルをベースに北海道、東北で4件の事業を進行中。同社はマンション一括受電サービスでは経産省のスマートマンション化補助事業では45%のトップシェアを誇るが、低圧小売事業ではリックスならではの**蓄電池インタル・クラウド事業**(NEC、エプコとの共同出資)を開始した。電池システムがまだ高い現状では、契約数は1万台に留まるが、住宅メーカーとの提携により10万台の普及を目指すとのこと。

海外では22か国で総合商社No.1の1千万kWのIPPを運営する**丸紅**。業界3位の25億kWh/120万kWの契約に留まる国内売電事業の強化を図る。自社開発電源は40万kWであるが、その内70%がPVを主体とするRE電源で残りはLNG火力。小売完全自由化を睨んだ電源能力強化に向けて、ガス、地熱、洋上風力などのRE電源開発とともに、ガス火力、石炭火力での自社電源開発も進め**200万kWへの事業規模拡大**を目指す。低圧小売事業では、リเทลに強みを持つ**楽天とアライアンス**を結び、ポイントプロジェクト出資に使えるような消費者参加型、地方密着型発電事業を行い、2020年国内シェア5%を目標にするとのこと。

#### 4. 蓄電技術への各社の取組みと将来展望

##### 4-1. 電気自動車技術進化の方向性

2015年5月時点で累積18万台と世界のEVの50%のシェアを誇る**日産リーフ**。その開発の方向性について日産自動車より紹介があった。顧客アンケート結果によると、安いランニングコスト・税金あるいはゼロエミッション・走行パフォーマンスを理由に75%が次回もEV購入に前向きである反面、航続距離、充電時間と車両価格を改善要望点として挙げている。そこで日産は、EV普及拡大に向けたポイントは、「**蓄電池性能向上により顧客満足度を上げる**ことで、生産量を増やし車両価格をさげること」と捉えている。急速充電の比率が米国の数%に比較して40%と高い日本では、電池性能として高容量(航続距離)と同時に高入出力性(高速充電性:Cレート)が求められる。一般的にはトレードオフの関係にあるこの2つの特性を両立させる技術の開発を目指すことになる。

同社では、エネルギー密度向上と出力密度向上を同時達成する高容量セルの開発と電動パワートレインの革新(ダウンサイジング)でこの課題に応える。前者についての技術内容の説明はなかったが、電極材料の見直しと厚めの電極にすることがポイントの様様。後者についてはインバータ内の半導体デバイスをGaN、SiCなどの化合物系に変更し、高周波数スイッチング・小型化とパワロス低減を図る。これにセル間接続の見直しによるスタック内部抵抗の減少も加えて、バッテリー構造の高密度化(600~700Wh/L)を実現する。なお講演後に、**航続距離(JC08モード)**を現状の228km(24kWhバッテリー)から**280km(30kWhバッテリー)**に20%改善した新型リーフを年末に発売することを発表した。

##### 4-2. 電池メーカーの製品戦略

**東芝**から電動車両用のリチウムイオン電池(LIB)の開発の方向性についての報告がなされた。現在、電動車両に占めるEV、HEVの割合は極めて低く、その殆どは内燃機関をベースとしたスタート&ストップ(ISS)機能付き車両で、その比率は2020年でも85%以上をキープすると予想。しかしながらその機能はエネルギー回生からモータアシストのマイルドHVの領域へと拡がり、使用される3Ahの高出力型電池もその容量を上げていくと見る。同社は、ISS・μHEV向けに3Ahの高出

力型セル(テソー製パック) **SCiB** をスズキのエネチャージ(累計販売台数 130 万台)に提供してきたが、昨年にも**モータアシスト機能を持った S-エネチャージに進化**させた。今後更に鉛電池機能を取り込むなど機能付加を行う中で 10Ah に容量を上げたセルの開発を視野に入れる。

一方、ストロング HV、EV 用には 20Ah の高容量型セルをホンダのフィット、三菱自工の i-MiEV に提供。通常の LIB では見られない **1.5 万サイクルを超える充放電寿命**(バッテリーの二次使用が可能)と 95%クラッシュでも燃えない安全性が高く評価されており、エンジンルーム搭載も近いと期待する。また公共交通機関/商用車での EV、HV 採用が期待できるとのこと。またこの **20Ah セルはその定置用途への展開**が進み、その高入出力・長寿命の特徴を活かし、米国などでの**周波数調整用電源**としての採用も進む。最大のセルスポットは、3C のような高速充放電では一般的な LIB に対し 1/3 の電池容量で済むことから、初期コストの低減、省スペース化が図れること。また 6000 回程度の充放電により通常、フル充電の SOC が 1/3 程度に劣化するのに対し、SCiB では全く性能劣化が起こらないことも魅力。家庭用蓄電システムとしては 6.6kWh と 4.4kWh 容量の「**エネーション**」を発売。停電時には冷蔵庫、照明の約 12 時間連続使用が可能という。

住友電工からは**定置用のトックスフロー電池(RFB)**の製品戦略が紹介された。RFB 出力と容量が独立なため、用途に応じた出力と容量の組合せを自由にできる、**充放電サイクル寿命が 20 年以上**(サイクル数に制限なし)、絶対安全性(不燃性)という LIB にはない特徴がある。これに msec オーダーの高応答性、充電状態管理の容易さ、自己放電なし、という特徴も加えて、比較的大規模の系統用に適した蓄電システムだという。欠点はエネルギー密度が小さいため、家庭用には向かないこと。海外を含む各種プロジェクトと、日本が主導する国際標準化への取り組み状況の紹介があった。

以上