

VPP 市場の現状と市場の育成



現在、注目されている「仮想発電所（VPP：Virtual Power Plant）」の仕組み等を明らかにし、今後、日本のVPP市場を活性化していくうえで、考慮すべきポイントについて考察する。

1. VPP 市場の現状を探る

電力システム改革による小売市場および卸電力市場の進展に伴い、日本でも、既存の火力発電所（調整用火力）の代替方策として、デマンドサイドに点在する分散電源や電気設備など複数のエネルギー・リソースを集約し、あたかも一つの発電所と見なすVPPが、今、注目を集めている。

日本におけるVPPの取組みで最も中心的な存在が、経済産業省の補助金事業であり、2016年度は約29.5億円、2017年度は約60億円もの予算が投入されている。また、国の補助金事業以外にも各地でVPP事業が立ち上がっている。例えば、竹中工務店による東京都新砂エリアでの「竹中脱炭素モデルタウン」や、豊田市およびトヨタ自動車等による愛知県豊田市での「再生可能エネルギーの地産地消プロジェクト」、そして、静岡県などでも単独でVPP実証が始まろうとしている。

日本のVPPターゲットは多様化が進む

現在、日本で実施されるVPPのターゲットは、主に①住宅、②ビル（事務所、倉庫等）、③工場（製造業、食品関係等）、④商業施設（大型店舗、スーパーマーケット、コンビニエンスストア等）、⑤公共施設（学校、上下水処理場等）、⑥次世代自動車（EV、PHV等）およびその関連設備の6種類である。また、VPPを構成するエネルギー・リソースには、上

記ターゲットにより多少の違いはあるものの、据置型蓄電池を主体に、再生可能エネルギーとして太陽光発電（PV：Photovoltaic）を組合せるケースが多い。

蓄電池以外のエネルギー・リソースは、現在のところ、次のとおりである。まず①住宅では、空調・照明などの電気器具、ヒートポンプ給湯器などの熱源機器などが代表的なリソースであり、宅内設備を統合し監視や制御するうえで「HEMS（Home Energy Management System）」あるいは「MEMS（Mansion Energy Management System）」機器を経由するケースもある。次に②ビルや③工場、そして④商業施設では、空調・照明から汎用・専用機械なども含めた電気設備、蓄熱槽・冷凍冷蔵機器などの熱源設備、そして、コジェネ（CGS）・自家発電機などの分散電源などをリソースとするものが多く、屋内設備を統合し監視や制御するうえで「BEMS（Building and Energy Management System）」あるいは「FEMS（Factory Energy Management System）」機器を経由するケースもある。また、⑤公共施設のうち上下水処理場ではポンプなどの動力源が、そして⑥次世代自動車では、車体搭載の蓄電池および充電ステーション（EVPS）などをリソースとするケースが目立つ。

VPPの通信仕様にもIoTが進展！？

VPPシステムの通信プロトコル（通信時の意思疎通の手段・定義）の採用状況では、国の補助金事業が先導していることもあり、通信ネットワークのうち、上位層のサーバ間では「OpenADR2.0b」が、また、下位層の住宅内では「ECHONET Lite」で仕様統一するケースが主流である。その他、業務・工場用として普及する「Modbus（モドバス）」、インターネット回線で広く普及する「HTTPS」、そして、IoT（モノのインターネット）の少量データに適した「MQTT（Message Queueing Telemetry Transport）」などを活用するケースも散見される。また、将来のIoT時代を見据え、伝送技術として「省電力無線通信（LPWA：Low Power Wide Area）」の活用や、需要者間（P2P：Peer to Peer）の電力取引に利用する「ブロックチェーン 2.0（分散型台帳技術のうち、金融分野の市場や契約等を分散化する技術）」をVPP実証に取り入れるケースなどもある。

海外では家庭向けがVPPを主導

海外のVPP事情について見てみると、その歴史は日本よりやや古い。欧米諸国では、再生可能エネルギーの増加に伴う系統電力の負担軽減を目的に、10年以上前からVPPの活用が進行する。2011年の米国市場調査会社 Navigant Research のレポートでは、VPPを象徴する言葉として「Internet of Energy（エネルギーのインターネット）」が既に登場する。そして、現在では、米国カリフォルニア州のように、VPPを卸電力市場の単なる一商品（前日スポット市場、リアルタイム市場）と見なすところまでも存在する。

VPPの活用事例として特に多い国が、米国（特に、カリフォルニア州、ニューヨーク州等）とドイツであり、オーストラリアや英国などでもVPPの活用が進む。現在の欧米諸国では、例えば、Sunverge Energy（米国2009創業）やAutoGrid Systems（米国2011創

業)、Siemens (ドイツ) など、ソフトウェア会社や電気・機械メーカー、グリーンエネルギー業界を中心に、VPP システムの販売会社が、確認できるだけでも 20 社近くも存在する。

このように欧米諸国で着実に VPP 市場が成長しているが、一方で VPP のターゲットやエネルギー・リソースの種類は、実はそれほど多くはない。具体的には、住宅において据置型蓄電池と PV を組合せるケースが多く、一部で再生可能エネルギーの多様化や工場および商業施設などをターゲットとするケースがあるものの、事例としては少ない。このことは、蓄電池メーカー以外の企業、例えば、電気自動車 (EV) をリードする米国 Tesla Motors 社やオーストラリアの大手電力会社 AGL Energy 社などが、家庭部門をターゲットに蓄電池販売に乗り出す市場情勢からも伺える。

2. VPP の仕組みを徹底解剖

VPP の基本的な機能は、これまでの「CEMS (Community Energy Management System)」や「統合 BEMS (複数の BEMS を統括する BEMS)」、「SCADA システム (Supervisory Control And Data Acquisition)」などと、ほとんど変わらない。即ち、上位層にあるコンピュータで需要予測や目標設定などを行い、下位層のエネルギー・リソースに需要抑制等を指令する仕組みである。また、VPP のターゲットやエネルギー・リソース、課題なども、かつての「スマートコミュニティ」や「デマンドレスポンス (DR)」実証などと比べて違いが少ないか同様であるものが多い。

これまでの CEMS や統合 BEMS 等への取り組みでは、エネルギー利用の効率化や最適化、低炭素化の推進、レジリエンスの強化など、目的が多岐に亘ることが多かった。しかし、VPP では、需給調整や電力取引など、目的が電力調達面一本に特化していることが多い。そのため、VPP システムには、単にエネルギー・リソースに指令を出す機能だけでなく、調整用火力と同様、刻々と変化する需給バランスに耐えうるためにも、確実に調達可能なエネルギー・リソースを把握し、経済性の高いポートフォリオを作成のうえ、迅速かつ確実に各エネルギー・リソースに対し指令・制御していくことが、今まで以上に、要求される。

VPP は IoT なのか?

現在、VPP システムを IoT と位置付ける人も多い。しかし、現状は、IoT よりも「M2M (Machine to Machine : 機械間通信)」に近いと考える。VPP は 3 つの要素、①上位層にあたる「クラウド・コンピューティング」、②中下位層にあたる「フォグ/エッジ・コンピューティング」や「エネルギー・リソース」、そして、③その間を繋ぐ「情報通信網」から構成され、全てデジタル化されている点からすれば、IoT の仕組みに類似する。しかし、現在の VPP は、エネルギー・リソースがセンサ・デバイスなど“あらゆるモノ”との繋がりに乏しく、特定機器の管理や制御だけに限定されている。更に、情報通信網や司令塔のコンピュータなども、IoT の概念である“あらゆるモノ”が自由に繋がるオープン性はなく、特定機器に限定されていることなども踏まえると、M2M の仕組みそのものである。

近い将来訪れる IoT 時代を見据えれば、単なる機械同士 (M2M) の繋がりではなく、VPP

システムには、不特定多数の“あらゆるモノ”と繋がるという概念も、今後、重要性が増してくるものと考えられる。例えば、需要予測の精度を向上するうえで、IoTを活用し、各エネルギー・リソースから、施設や機器等の稼働率や運行計画、設備の状態監視など、様々なデータをリアルタイムに取得する仕組みの導入は勿論のこと、各需要家に余剰電力がある場合には、誰もが自由にエネルギー・リソースを提供し電力取引に参加できる仕組みなどあれば、VPPの調達ポテンシャルも拡大する。また、これらを確実に迅速に実施していくうえで、エネルギー・リソースに自動制御（AutoDR）や人工知能（AI）などを組み込んでいくことも、今後、必要性が増す可能性が高い。

海外では既にVPPシステムが販売されている。海外勢に市場が独占されないためにも、日本企業においても、VPP市場への参入を急ぐ必要がある。

VPPはネガワット頼り

VPPの電力調達手段を見てみると、再生可能エネルギーの「固定価格買取制度（FIT）」でない限り、発電所のように電力系統へ供給（逆潮流）することはできない。そのため、FIT以外では、建物内で自家消費もしくは自家抑制する「ネガワット方式」がVPPの調達手段となる。即ち、VPPの調達力は、①系統電力以外のエネルギー源、②蓄電池、③節電可能な機器や設備が、どれだけ建物内に存在するかによって依存する。

2019年以降、FITの買取期間終了による対象設備の減少に伴い、PVが建物内の自家消費のみの使用となれば、VPPの調達量が縮小する可能性も考えられる。そのため、社会全体にエネルギー・リソース自体を増やす取組みは勿論のこと、買取義務のなくなった再生可能エネルギーについても、VPP市場において「新たな価値（プレミアム）」を付与し、卸電力市場で有効活用していくことなども、これからは考えていかなければならない。

3. VPP市場の育成に向けて

現在、VPPのエネルギー・リソースとして、蓄電池を主体に考えるケースが多い。しかし、経済産業省「生産動態統計」^①によれば、蓄電池の出荷台数は、2011年の震災以降、2014年まで減少し続けていることからしても、社会への実装はそれほど進んでいない。また、経済産業省の「長期エネルギー需給見通し（2015年7月）」^②では、蓄電池搭載の次世代自動車は現在日本の自動車市場が保有台数7,700万台以上、年間販売台数500万台程度の規模に対し、2030年の普及率目標（新車販売）でようやく50%程度に到達することからすれば、それほど潤沢にはない。更に、蓄電池の販売価格や購買目的など、消費者のインセンティブも鑑みると、蓄電池が社会に広く普及するには、もう暫く時間を要す。そこで、エネルギー・リソースを多様化する方策について、将来の種まきなども含め、ここで幾つか考えてみたい。

眠れる設備を掘り起こせ！

第一に、停電・防災・電力ピーク時の補助電源など、活用頻度の少ないコジェネ（CGS）や自家発電機の有効活用である。現在、稼働・非稼働を含め、全国のコジェネ設備は約1.7万台（民生用：約1.2万台、産業用：約5千台）、容量にして約10.5GW（民生用：約2GW、産業用：約8GW）存在⁽³⁾し、防災用の自家発電機については約6千台、容量にして約1GW存在⁽⁴⁾する。これら設備は、2016年度から開始された一般送配電事業者の「調整力公募」として活用されている可能性もある。しかし、VPP市場へ流入することができれば、取引事業者数を増大させ、市場にVPPを根付かすことができる可能性もある。

第二に、レジリエンス化のブームに伴い、BCP（事業継続計画）や防災用として、ビルや公共施設などに設置した蓄電池の有効活用である。有事用に設置された蓄電池は、常用として活用する機会はほとんどない。また、有事となる確率も極めて低いため、点検や取替など、維持管理するだけでもコストは嵩む。そのため、常時は自家消費やVPP市場へ投入し、非常時にはPVなどの再生可能エネルギーと併用することができれば、市場の活性化だけでなく、蓄電池の費用対効果も高くなり、設備所有者にとっても有益となる。

第三に、油系燃料で起動する機器や設備などの蓄電池へのシフトである。例えば、自家発電機や非常用発電機はディーゼル発電（DEG）であることが多く、トラクターなどの農耕機械や建設機械などもエンジンで稼働するものが多い。更に、日中、港に停泊中の漁船やレジャー用船舶なども考慮に入れば、エネルギー・リソースはより広がる。なお、この方策には、誰もが自由にVPP市場の電力取引に参加できる環境づくりは勿論のこと、官民等が一体となり、蓄電池への取替を促進する優遇措置などの対策も必要である。

第四に、VPP市場の育成で避けて通れない、据置型蓄電池および蓄電池搭載の次世代自動車の普及も少し触れておきたい。蓄電池単価の下落には、技術的要素以外にもスケールメリットを活かす対策も重要である。蓄電池は、PVなど天候依存型の再生可能エネルギーと親和性があるため、再生可能エネルギー以上の普及はあまり見込めない。そのため、不特定多数をターゲットに蓄電池を拡大するよりも、まずは、PVなどの導入済みの建物に特化し、優遇措置や販売支援などに取組んでいくことが必要である。また、次世代自動車についても、市場に委ねるだけでは普及率は低い。そこで、中国やインド、EU諸国が推進する、ガソリン車やディーゼル車の廃止政策以外にも、例えば、平日昼間、稼働率が低い自動車やレンタカーなどをVPPのエネルギー・リソースとして取込むことができれば、次世代自動車の普及だけでなく、強いては、VPP市場の活性化にも貢献できる。

VPPが活躍する市場は生まれるか？

VPP市場の活性化は、エネルギー・リソースの充実だけでなく、取引価格にも大きく依存する。過去9年間の卸電力市場のシステムプライス（約定した平均単価）は、スポット市場で20円/kWh以下、時間前市場では12円/kWh以下が9割以上を占め、東日本大震災で原子力発電所の稼働率がゼロになった期間でさえも40円/kWhを超過することはほとんど稀であった。また、2015年度の経済産業省「発電コスト検証ワーキンググループ」の試算結果⁽⁵⁾によれば、最も高額となる石油火力（調整用火力など）でも40円/kWh程度の価格水準にある。即ち、VPPで調達した電力は、最大でも40円/kWh程度以下に抑制しない限り、他電源と比較して、価格競争力はない。

一方、一般送配電事業者の「調整力公募（電源 I'）」の調達価格を分析すると、全国平均で、①ピーク調整用（ガバナフリーなど発電機の周波数調整用）および②需給調整用で 1.2～1.3 万円/kW 程度、③厳気象対応用（猛暑・厳冬等の特異日用）では 5 千円/kW 程度である。これらは、一見、卸電力市場価格よりも高額に映るが、①ピーク調整用や②需給調整用は年間を通し利用頻度が高いことを踏まえると、kWh 単価としては他電源と差ほど変わらない。そのため、VPP も、年間を通じ、高頻度取引や大容量取引をしない限り、ビジネス性はかなり低い。更に、調整力には、①ピーク調整用で 5 分以内、②需給調整用で 15 分以内、③厳気象対応用では 1～3 時間以内の反応速度が要求され、デマンドサイドの同時同量用でも 30 分以内の反応速度が必要である。これらを鑑みると、点在した多くのエネルギー・リソースを束ねる VPP は、比較的、応答速度が要求されず、取引量が多い、②需給調整用もしくは同時同量用をベースに、ポートフォリオを構築していくことが望ましい。

日本における PV の普及は、FIT 単価の段階的な引き下げにより、ここ数年で新たな導入計画量が大幅に減少した。VPP は、調整用火力に勝るだけでなく、エネルギー・リソースの社会の普及状況や多くの需要家が電力取引したいと思えるような市場価格なども踏まえスタートしなければ、VPP 市場の定着化は難しいのかもしれない。

今後、エネルギー・リソースがどれだけ社会に拡大し、VPP 市場が育成されていくのか、日本全体のエネルギー・インパクトを考えるうえでも、引き続き、注視が必要である。

（著：スマートコミュニティグループ 山本 尚司）

お問い合わせ：report@tky.ieej.or.jp

（参考文献）

- (1) 経済産業省「経済産業省生産動態統計 機械統計編（2016）」
http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/08_seidou.html#menu3
- (2) 経済産業省 資源エネルギー庁「長期エネルギー需給見通し関連資料（平成 27 年 7 月）」
http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/pdf/report_02.pdf
- (3) コージェネ財団「累積・年度別導入概要（2017 年 3 月末）」
https://www.ace.or.jp/web/works/works_0010.html
- (4) 日本内熱力発電設備協会「平成 28 年度の自家発電設置実績（防災用及び常用防災兼用）」
<http://www.nega.or.jp/publication/press/2017/index.html>
- (5) 経済産業省 資源エネルギー庁 総合資源エネルギー調査会 発電コスト検証ワーキンググループ「長期エネルギー需給見通し小委員会に対する発電コスト等の検証に関する報告（平成 27 年 5 月）」
http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/cost_wg/pdf/cost_wg_01.pdf