

# エネルギーソリューションでの グローバル顧客協創

佐藤 康生

Sato Yasuo

渡辺 徹

Watanabe Tohru

佐々木 浩人

Sasaki Hiroto

山崎 潤

Yamazaki Jun

山田 竜也

Yamada Tatsuya

全世界規模でエネルギー供給の在り方は変革期を迎えているが、それぞれの地域で先行する課題が異なる。そこで、エネルギーソリューションを構成する地域系統運用、基幹系統運用・電力小売の各分野について、グローバル展開戦略を述べたうえで、それぞれの課題先進地域にお

ける顧客協創事例を紹介する。

これらで培った知見から、各地域の特性と要求に整合したエネルギーソリューションを顧客協創で具体化し、幅広い領域の機器・システム技術とITによって具現化することで、社会イノベーションに貢献していく。

## 1. はじめに

近年、全世界規模で、電力・エネルギー供給事業の在り方が大きな転換点を迎えている。地球温暖化対策としての太陽光・風力など再生可能エネルギー電源の普及促進、また、原油・天然ガスなど資源市況の変化などを受けて、多くの地域で電源構成は組み替えられている。

同時に、社会インフラとしての重要度はさらに高まっている。サプライチェーン高度化を受けて、BCP (Business Continuity Plan：事業継続計画) の視点からエネルギー供給に対する信頼性が求められるようになってきている。同時に、エネルギー安全保障の観点の議論も盛んに行われている。

これらを受けて、各地域で新しいエネルギーソリューションが模索されている。特に先進国では送配電設備の老朽化が進む一方で、旧来のような大規模電源・大規模送電網を軸足とした計画的な設備投資が難しくなっている。分散型電源の比率が高まる中で、地域エネルギー網の在り方、基幹系統の安定度対策の見直しが進んでいる。また、小売自由化を含めたエネルギー販売の在り方にも新しい試みが増えている。各地域の技術的・地政学的背景が異なるため、それぞれの地域の顧客との接点を通じて顧客が抱える本質的な課題を理解し、その課題に対するソリューションを協創していくことが求められる。

ここでは、エネルギーソリューションを構成する地域系統運用、基幹系統運用および電力小売のそれぞれについ

て、課題先進地域としての英国、米国および日本における顧客協創事例を紹介する。

## 2. 英国向け地域エネルギー運用ソリューションの協創

本章では、エネルギー事業の水平分業化が先行する英国における地域エネルギー運用ソリューションの協創事例を紹介する。

### 2.1 英国の市場動向

英国の主要な政策目標として、温室効果ガス排出量を2050年までに80%削減するClimate Change Act 2008が掲げられている。目標達成に向け、再生可能エネルギー源が急速に普及している(2014年発電量21%増、53.3 TWh→64.7 TWh)<sup>1)</sup>。また、給湯・暖房エネルギーをガス燃焼式温水器からヒートポンプなどに電化することで、電力需要が現在の約2倍になることが想定されている<sup>2)</sup>。

そのため、ピーク需要および再生可能エネルギー電源の出力変動に対応するための発電設備や送配電設備に巨額の投資が必要になるという課題がある。

### 2.2 地域エネルギー運用に向けた協創事例

NEDO (国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)より委託を受け、日立製作所は、ダイキン工業株式会社および株式会社みずほ銀行と共同で2014年4月から2017年2月末の期間で、「英国・グレーターマンチェ

スターにおけるスマートコミュニティ実証事業」を推進している<sup>3), 4)</sup>。本実証事業の目的は、日本の優れた性能を持つヒートポンプ暖房温水器(以下、「ヒートポンプ」と記す。)の導入によって英国の効率的なエネルギーシフトを推進し、また、ICT (Information and Communication Technology) 関連技術によりヒートポンプを予備力として活用する技術・システムを実証することである。

実証事業では、公共住宅の暖房を既設のガス燃焼式温水器からヒートポンプに置き換えるとともに、各住宅のヒートポンプを遠隔制御し、電力使用量を調整する。また、各小口需要家の電力調整量を束ねて、全体での電力調整能力を、予備力として英国の電力取引市場で売買する。さらに、ヒートポンプとともに設置する温水タンクおよび住宅の蓄熱機能を利用し、電力調整時に生じる居住者の快適性も検証する。

### 2.3 地域レベルでのヒートポンプ導入における課題

ヒートポンプ導入計画について、配電業者および関係者との事前合意が必要となる。一般に、配電事業者は、電力需要の見通しに基づいて配電設備の拡張計画を行うが、ヒートポンプの普及に伴って電力需要が増大すると、配電システムの過負荷や電圧変動のリスクが増大するため、これらの対策に巨額の投資が必要になる。そこで、多数のヒートポンプを導入する際、ヒートポンプの負荷を調整するアグリゲーションサービスのように、配電設備の拡張を軽減する技術が求められている。

### 2.4 ヒートポンプ導入ソリューション

そこで、ヒートポンプ導入時の配電設備への影響を軽減するVPP (Virtual Power Plant) 制御システムのプロトタイプを開発した(図1参照)。ヒートポンプの需要予測から、配電システム上の過負荷や電圧変動を評価し、ヒートポンプの一日前運用計画を最適化する。これに基づいた当日運用により、ヒートポンプの導入時に必要な設備拡張を最小限に

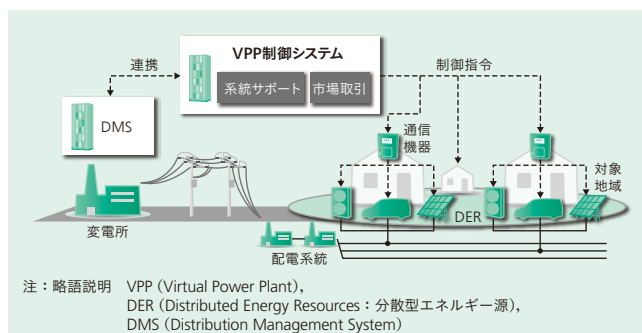


図1 | VPP制御システム

市場取引や系統サポートを目的に、VPP制御システムは対象地域の分散型エネルギー源を統合管理する。

抑えられると同時に、需要予測に基づいた確実性の高い設備拡張が可能となる。

日立は英国でのプロジェクトを通じて、地域エネルギー管理の効果を検証していく。

## 3. 北米向け系統安定化ソリューションの協創

本章では、北米の電力流通業界が抱える課題を示し、課題解決に向けた顧客協創の取り組みについて紹介する。

### 3.1 北米の電力流通の課題

北米では、電力流通インフラの老朽化や災害などにより、停電が増加し、大規模停電の防止が求められている。一方で、前年比17%増(2014年)<sup>5)</sup>で普及する再生可能エネルギーの出力変動によって送電系統運用が複雑となり、系統解析への投資が増大している。

これらの課題に対し、日立は統合型の系統安定化システムであるRAS (Remedial Action Scheme) および系統運用者向け意思決定支援システムDSS (Decision Support System) の提案を進めている。

### 3.2 RASの概要およびBPAとのR&Dプロジェクト

RASとは、系統故障の予兆を検知した際、NERC (North American Electric Reliability Corporation : 北米電力信頼性評議会) の運用基準に従い、事前設定した安定化制御を自動で行う機構である。現状、多くの電力会社は、事前の系統解析に基づいて制御量を決定するオフライン型RASを採用している。これに対し、日立は系統保護方策をリアルタイムで算出するオンライン型RASの国内実績を有し、本ソリューションの北米展開のため、BPA社 (Bonneville Power Administration) と共同R&D (Research and Development) を遂行した。オンライン型RASのプロトタイプを開発し、日米の運用基準・系統構成の違いによる計算量増大・系統特有の不安定現象対策などの課題に対し、BPAより入手した系統データを基に導入実現性や運用コスト低減などの定量的評価を可能とした。今後、さらに北米での顧客協創を進めていく予定である。

### 3.3 DSSの概要およびMini-control roomデモ

2003年の北米大停電以降、電力システムの広域不安定現象に対する監視制御の重要性が認識され、米国を中心にPMU (Phasor Measurement Unit) を用いた広域電力系統監視制御システムが導入されつつある。PMUはGPS (Global Positioning System) による広域同期計測を可能とする計測装置であり、計測周期30 Hz以上の電圧、電流、位相の各データを用いることで、より正確な系統状態監視

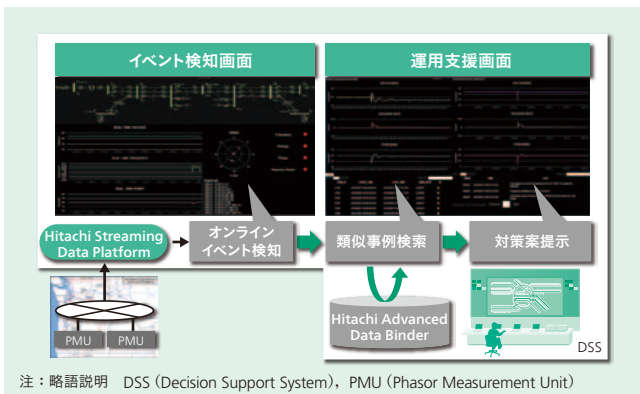


図2 | DSSの概要

オンラインPMUデータから検知した動揺イベントを基にHitachi Advanced Data Binderに蓄積された過去データから類似事例を検索し、オペレータに安定化対策案を提供する。

が可能となる。NASPI (North American SynchroPhasor Initiative) によれば、2015年には約2,000台のPMUが北米各所に導入されている<sup>6)</sup>。PMUのリアルタイムデータを活用した広域動揺監視アプリが開発される一方で、1つの電力会社で年間に数十テラバイトに達する蓄積データの活用については議論が始まった段階である。

筆者らは、NASPI<sup>7)</sup>やCURENT (Center for Ultra-Wide-Area Resilient Electric Energy Transmission)<sup>8)</sup>などにおける北米電力会社のPMU有識者との議論を通じ、系統運用者向け意思決定支援システムDSSのプロトタイプを開発した(図2参照)。蓄積PMUデータおよび運用ナレッジを活用するコンセプトの下、オンラインPMUデータから抽出した系統動揺の特徴量から、過去類似事例および運用操作ログを高速に検索する。高速データベースHitachi Advanced Data Binder<sup>※)</sup>を活用することで、18TBの蓄積PMUデータから数秒間に推奨対策を運用者に提示可能である。

この開発技術を用いたソリューション展開を加速させるために、日立アメリカ社のサンタクララオフィスに顧客協創のスペースを用意し、オンライン系統監視、イベント検知、高速事例検索、系統シミュレーションを統合した意思決定支援ソリューションDSSのデモ(通称Mini-control roomデモ)を構築した(図3参照)。

このデモにより、日立の有する系統解析、高速データベースなどのIT、OT (Operational Technology) 技術を融合した意思決定支援ソリューションを顧客に提示可能である。今後、北米電力会社に対する提案活動を通じて実系統運用に関連するフィードバックを得ながら、より顧客ニーズに則した研究開発に活用していく。

※) 内閣府最先端研究開発支援プログラム「超巨大データベース時代に向けた超高速データベースエンジンの開発と当該エンジンを核とする戦略的社会サービスの実証・評価」(中心研究者：喜連川 優 東京大学生産技術研究所教授/国立情報学研究所所長, 実施期間：2010年3月~2014年3月)の成果を利用。



図3 | Mini-control roomデモ

オンライン系統監視、イベント検知、高速事例検索、系統シミュレーションを統合した意思決定支援ソリューションDSSの顧客デモを行う。

## 4. 日本の電力システム改革における取り組み

本章では、電力システム改革が進む日本で需要家に電力を販売する事業者の課題を示し、課題解決に向けた顧客協創の取り組みについて紹介する。

### 4.1 日本の電力小売事業者の課題

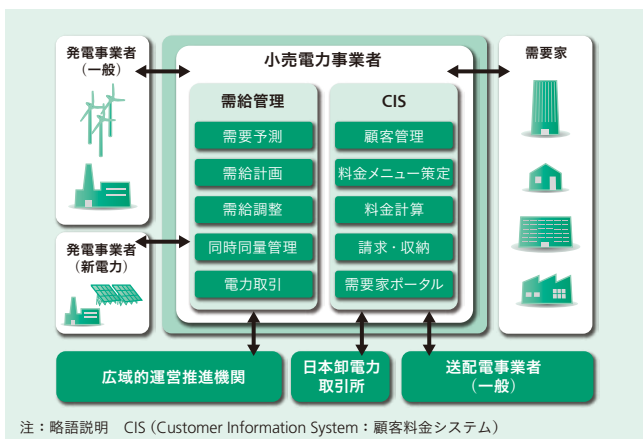
日本では2016年4月の電力小売全面自由化により、一般家庭などの低圧部門を含むすべての電力小売市場が自由化された。2020年には小売や発電の事業者が送電事業を兼業することを禁じる発送電分離が進められる。こうした中、多くの事業者が需要家に電力を販売する小売事業への参入を表明している。送電事業者とは独立した小売電気事業者では、おのおのが新たな送電利用のルールである計画同時同量を満たす発電を調達し、他社との競争の下、適切な価格設定での営業活動を可能とする需給管理が課題である(図4参照)。

### 4.2 需要クラスタ分析を活用した需給管理の顧客協創

直面する課題に対処し、競争に打ち勝つためには、精度よく需要傾向を把握することが重要となる。日立は、需要実績データから需要の特徴を表す良質な需要パターンを得る独自の需要クラスタ分析技術を開発した(図5参照)。需要パターンから需要を予測し、各種の業務を支援する需給管理ソリューションを提供している。ソリューションの提供にあたっては、検証システムを構築し、顧客と技術検証を行う協創を進めている。

開発した需要クラスタ分析技術は、正確な需要予測と電力調達の最適化、営業・マーケティング活動の実効性を高めるために、需要傾向を分析するものである。需要実績データを特徴空間上のデータに変換することで、需要実績のサンプルから分単位、月単位といった時間スケールを限定せずに特徴を見つけだし、特徴の近いデータどうしから

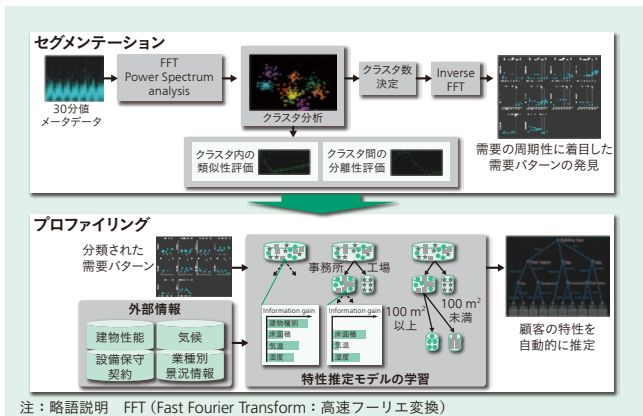




**図4 | 全面自由化における小売電気事業者の位置づけと役割**  
 小売電気事業は、電力小売業務として需要家との接点のみならず、広域的運営推進機関や一般送配電事業者など関連する機関との連携や、需要の予測、発電の調達、小売料金の設定を自主的に行う。

クラスタを生成する。このとき特徴空間の次元数とクラスタの数を複数の情報量基準から決定することで、需要の特徴を必要十分に表す良質な需要パターンを得ることができる。情報量基準はクラスタ間の分離性や、クラスタ内のデータの類似性、周波数的な特徴を評価している。生成されたクラスタから需要の特徴を抽出して需要パターンを得る。また、クラスタに属するサンプルについて属性を外部情報として需要パターンにタグづけし、需要パターンが作られる主要因を分析することで、サンプルデータを集めた以外の需要家について、外部情報からの簡易な分析での需要パターンの把握を可能としている。

顧客協創では、日立の需給管理ソリューションの検証システムを活用し、提供されたテストデータによる需要のクラスタの確認や、さまざまな時間区分などの条件化での需要予測の精度の検証、調達計画、営業マーケティングの課題の抽出と解決効果の評価を得ている。



**図5 | 需要クラスタ分析技術**  
 大量の需要家の30分電力データ値（ロードカーブ）を分析する。需要パターンによる類似クラスタを生成し、プロファイリングを行う。

## 5. おわりに

本稿では、地域系統運用、基幹系統運用・電力小売の各分野において、課題先進地域での顧客協創事例を紹介した。これらで培った知見から、各地域の特性と要求に整合したエネルギーソリューションを顧客協創で具体化し、幅広い領域の機器・システム技術とITによって具現化することで、社会イノベーションに貢献していく。

### 参考文献など

- 1) Department of Energy & Climate Change: Digest of United Kingdom Energy Statistics 2015, A National Statistics Publication (2015.7)
- 2) Department of Energy & Climate Change: 2050 Pathways Analysis (2010.7)
- 3) 本間, 外: 海外におけるスマートエネルギーソリューションへの取り組み, 日立評論, 97, 12, 736~741 (2015.12)
- 4) 日立ニュースリリース, 「英国・グレーターマンチェスターにおけるスマートコミュニティ実証事業」の開始について (2014.3), <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2014/03/0313.html>
- 5) North American Electric Reliability Corporation, 2015 Summer Reliability Assessment (2015.5)
- 6) NASPI: An Update on the North American Synchrophasor Initiative, <https://www.naspi.org/File.aspx?fileID=1543>
- 7) NASPI, <https://www.naspi.org/>
- 8) CURENT, <http://curent.utk.edu/>
- 9) 後藤田, 外: 電力システム改革/小売全面自由化における競争市場で価値を創出する日立のITソリューション, 日立評論, 97, 12, 728~731 (2015.12)
- 10) 河村, 外: 電力分野におけるエネルギービッグデータ活用, 稼ぐビッグデータIoT技術徹底解説, 日経BP社 (2014.12)

### 執筆者紹介



**佐藤 康生**  
 日立製作所 研究開発グループ エネルギーイノベーションセンター エネルギーマネジメント研究部 所属  
 現在, エネルギーソリューションの研究開発に従事



**渡辺 徹**  
 日立製作所 研究開発グループ 東京社会イノベーション協創センター 顧客協創プロジェクト 所属  
 現在, エネルギー情報システムの研究に従事



**佐々木 浩人**  
 Hitachi Europe Ltd. European R&D Centre 所属  
 現在, エネルギーソリューションの研究開発に従事  
 IEEE会員



**山崎 潤**  
 Hitachi America, Ltd. Bigdata Research Lab. 所属  
 現在, 電力系統安定化ソリューションの研究開発に従事  
 電気学会会員, IEEE会員, CIGRE会員



**山田 竜也**  
 日立製作所 エネルギーソリューションビジネスユニット 戦略企画本部 所属  
 現在, エネルギーソリューション事業の戦略企画の策定に従事