

次世代電力需給マネジメント特別研究チームの紹介

電力中央研究所 次世代電力需給マネジメント特別研究チーム 研究参事 副チームリーダー **根本 孝七**

昨今、電気を利用するお客さま自身が太陽光発電を行うなど、お客さまサイドにおける電気利用の環境が大きく変化し始めており、電気事業者も新たなサービス提供を目指し始めている。これを受け、電力中央研究所では2014年7月に「次世代電力需給マネジメント特別研究チーム」を設置し、お客さまに最も近い需要家サービスと配電の両分野についての相乗的な課題解決に向けて取り組みを開始した。関連する研究や取り組みを4回にわたり紹介する第1回目はチームの概要を紹介する。

背景：電気を利用するお客さまの能動化

2015年6月に改正電気事業法が可決され、本年4月から小売の全面自由化が始まり、低圧需要家のお客さまも自由に電力会社（電力小売事業者）を選ぶことができるようになった。これにより、電力小売事業者も様々なサービスメニューを工夫して、お客さまへ提供するようになる。

お客さま自身においては、太陽光発電をはじめとする分散形電源導入や、電気自動車から家の中の電気機器への電力供給（Vehicle to Home）が普及段階にあり、エネルギーの生産消費者（プロシューマ）的側面が強まっている^[1]。また、HEMSなどを導入し電気をはじめとする自らのエネルギー利用を管理運用するなど、いままででは考えられなかったほど、お客さまはアクティブになり、「需要家の能動化」が進んでいる。

このため、これまで以上に、お客さまサイドの動向が電気のサプライチェーンの全てにわたり、強い影響力を及ぼすことになる。例えば、図1に示すように、お客さま設備などとして太陽光発電が大量導入されることで、配電系統の電圧が許容範囲

を逸脱することにより生じる分散形電源の発電機会損失、出力変動を吸収する役割を担う火力発電設備の稼働率低下、さらにはその対策のための費用負担や新たな制度設計など、社会経済や国の施策へと遡上して波及することになる。

これらの課題の解決にあたるには、まずはお客さまサイドの便益やサービスのあり方などから考えていくのが合理的であると考えられる。何故なら、全面自由化により、お客さまが供給事業者を選択できるようになるとともに、発電所や送電線のような巨大設備も包含する電力システムの中では、お客さまサイ

ドの設備の変化が一番早いからである。

図1では、太陽光発電大量導入に対して、課題解決に向けたお客さまサイドにおける施策の一例として、デマンドレスポンスなどのような需要制御を示した。この対策効果は、結果として、電気のサプライチェーンを遡上波及し、最終的にはお客さまの便益として還元される。このように、これまでのエネルギーセキュリティ的な視点に加えて、お客さまの能動化との協調を如何に合理的に実現するか、その際に様々なりリスクと経済性のバランスをどう取るかが、今後の要点の一つとなる。

図1 需要家の能動化による影響の遡上と対策例

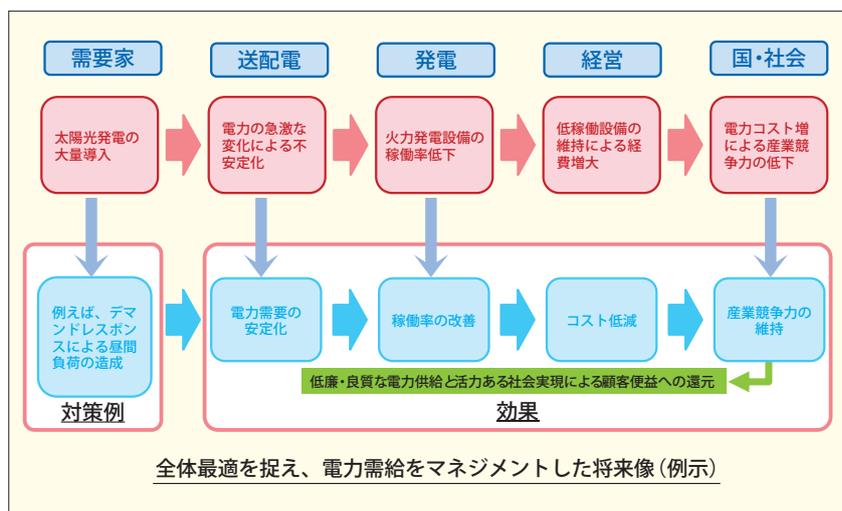
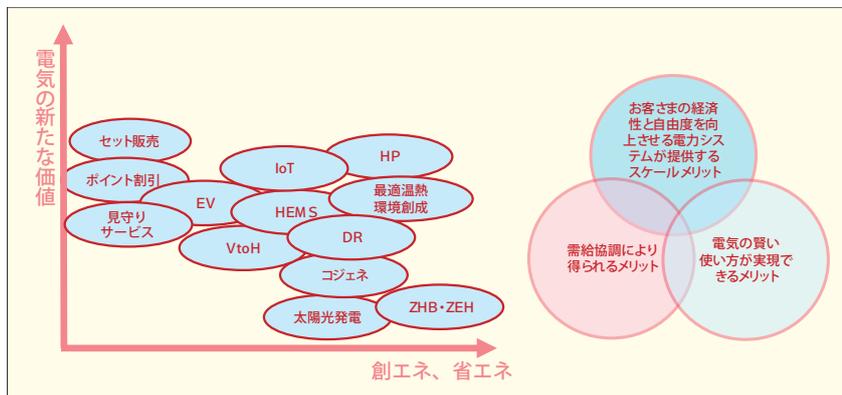


図2 能動化：お客さまのこれまでにない積極的な取り組みのイメージと便益



能動化するお客さまの3つの便益

次に、お客さまへの便益提供という観点から、電力システム（電力系統）の役割とお客さまとの協調関係を整理する（図2）。

(1) 第一の便益：電力システムとの接続により得られるメリット

電力システム（電力系統）は、複数のお客さまの需要が時間的に異なることに着目し、発電・送電・変電・配電の設備を共有することで経済合理性を確保・追求するとともに、規模の経済性を基本モデルとしていた。発電部門において状況は異なるものの^{[2][3]}、この基本モデルは多少の変化はあっても、特に送変電部門を中心に電力システム改革後においても有効であると思われる^[4]。

現在、ICT技術革新をベースに集中電源と再生可能エネルギーやお客さまサイドの分散形電源を統合するための技術進展、すなわちスマートグリッド化^[5]が、スマートメータ導入などにより進んでいる。これにより、お客さまの能動化が多様であっても、お客さまは電力システムに繋がることで、良好な信頼性と品質を有する電力をより安価に利用できるものと期待されている。

さらに、全面自由化後は特に、お客さまの積極的な供給者選択を可能とする共通プラットフォームとしての役割が重要となり、これから提供される多様なサービスを利用するためには、お客さまも事業者も電力システムに接続することが必要となる。

(2) 第二の便益：お客さまサイドと供給サイドの協調によりもたらされるメリット

一方で、お客さまの電気利用状況や太陽光などの発電量が急激に変化する際には、電圧変動などのような電氣的な擾乱が発生することがある。この時、電力システムを経由して他のお客さまに影響を及ぼすなどの支障が生ずる。通常、電力システムを運用管理する電力会社（将来的には一般送配電会社）は、この影響を抑えるため、場合により多大な費用を投じて、対策を施す必要が生じる。

しかし、お客さまサイドにおいて擾乱発生対策を施したほうが合理的な面もあり得る。これまででも、お客さまの協力を御願ひしてきた^[6]。力率割引・割増の制度のように、お客さまサイドと電力システムが協調し

て擾乱抑制をすることで、電力流通設備での対策費用を効果的に抑制でき、これにより直接的および間接的に電気料金の低減に繋がる。能動化するお客さまは電力システムとの協調がより可能となるため、将来的に、このような電力システムの運用に協調・貢献することで実際の対価も得ることができている可能性がある。これが二つ目の便益である。

当所では、「アンシラリーサービスの価値評価」という研究テーマに取り組んでおり、供給サイドとお客さまサイドの両方において、その経済的価値を評価している^{[7][8]}。このような協調は再生可能エネルギーをお客さまの便益向上に資する上で必須の要件である。国の長期エネルギー需給見通しで示されている2030年の再生可能エネルギー導入割合22～24%に対し^[9]、系統安定化費用は1000億円/年程度との見積りもされているが^[10]、より経済性を高めるにはお客さまサイドの協調が重要で、その技術開発が不可欠であると考えられる。

(3) 第三の便益：電気のより賢い使い方を可能とするインフラと新たな電力価値提供

電力システムの3つ目の役割は、電気エネルギーの有する可能性を最大限に引き出し、より上手な電気の使い方をサポートするためのインフラである。人類が電気エネルギーを使い始めて130年以上経過したが、ICTという技術的革新により、電気エネルギーの持つポテンシャルは一段と大きくなった。能動化するお客さまとは、この可能性を追求するお客さまと言える。より賢い上手な電

図3 次世代電力需給マネジメント特別研究チームと主要研究テーマ

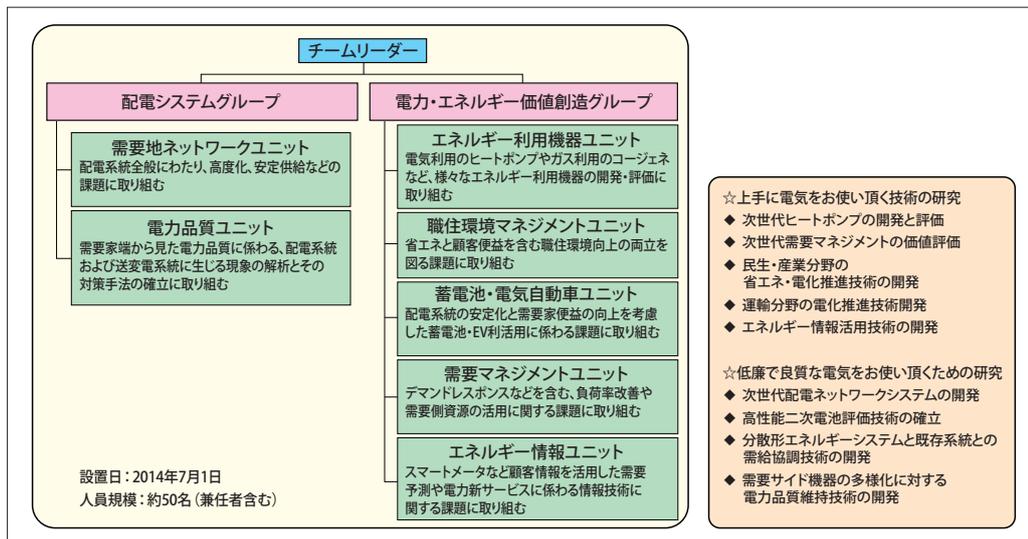
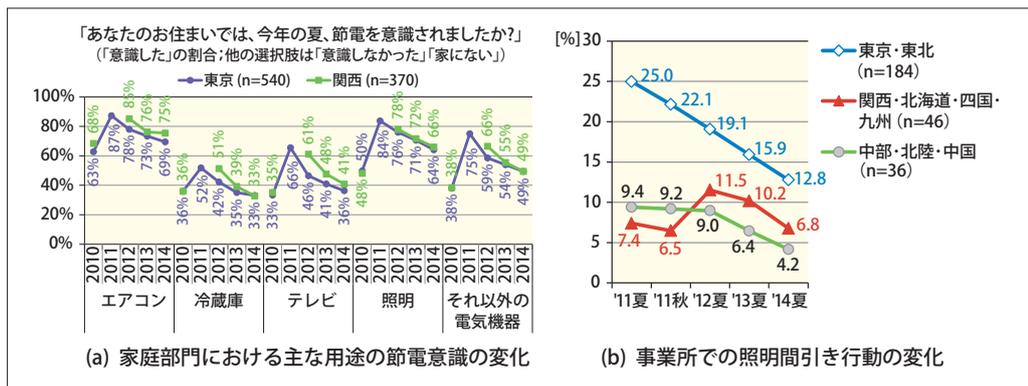


図4 お客さまの節電意識と行動の変化



る。配電部門と需要家サービス部門が協調することで、このための合理的提案や課題解決策を見出すことを目的に、次世代電力需給マネジメント特別研究チームを発足させた。チームの体制と主要研究テーマを図3に示した。これらの研究テーマに対して単独に取り組むのではなく、異分野の専門家が有機的に連携して解決に臨む。以下では、このチームの取り組みと最近の研究成果の例を二つ紹介する。

気の使い方とは、①出力変動が激しく、需要とは無関係に発電する再生可能エネルギーをうまく活用し、②効率的に、③お客さまの健康で快適な職住環境と経済的な社会活動を実現することである。

これまでの一例として、エコキュートがある。直接的には系統電力により電動機を動かすことで、再生可能エネルギーとも言える空気熱を活用し、高効率に温水供給を可能とした^[11]。また、スマートメータのデータを有効に活用し、お客さまとの適切なコミュニケーションにより、お客さまの省エネ行動に寄与できる可能性が示されている^[12]。

さらに、電力システム改革により、事業者の活動が刺激を受け、電力システムを様々な活用した新たなサービスメニューの提案が期待される。この新たな便益提供は料金抑制と併せて電力システム改革の要点であることから、精力的かつ多様な研究開発によるイノベーションが望まれる。

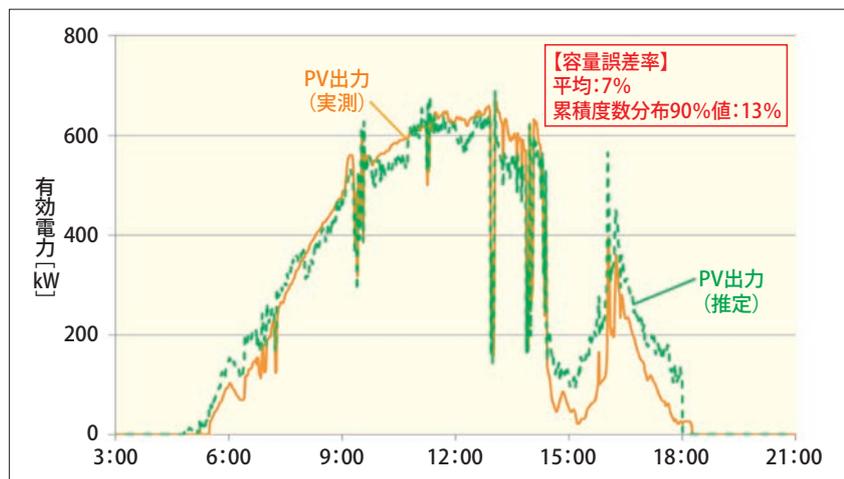
電力中央研究所の新たな取り組み：次世代電力需給マネジメント特別研究チーム

(1) チームの概要と主な研究テーマ
当所では、前述した能動化したお客さまの第二の便益と第三の便益がこれまでよりも重要になると見てい

(2) チームの取り組みの例(その1): お客さまの節電の意識と行動に関する分析(事業所および家庭における2011年～2014年の節電行動の継続状況の分析)

今後のお客さまの能動化を予測する上で、お客さまの電気に対する意識の変化を知ることは極めて重要である。当所では、東日本大震災後4年間にわたる、東日本と西日本の家庭および事業所における節電の定着状況の調査・分析を行った^{[13][14]}。この結果、図4に示すように節電に対する意識レベルは震災直後に比べ低下しているものの、機器更新による効率化や電気料金の上昇の影響が

図5 配電線に導入されたお客さま太陽光発電出力の総量推定例



相殺することで、節電の効果が持続している可能性が高いことを明らかにした。震災直後から継続的に節電の持続性を明らかにした研究例は他になく、この知見は、今後のお客さまの需要動向を予測する上で貴重なものとする。

(3) チームの取り組みの例(その2): お客さまのPV発電量と実負荷需要の推定

電力に対する生産消費者化は能動化の要点である。お客さま設備として大量の太陽光発電が導入された場合、お客さまの実際の電力需要は把握困難になる。一方、配電システムの合理的な設備計画や、万が一のトラブル時の迅速な対応をする上で、お客さまの実際の電力需要と太陽光発電電力を把握することは極めて重要となる。

当所では、お客さまの実負荷と太陽光発電電力を、個々の配電線レベルで、特別な計測器を増設することなく、図5に示すように実用的な精度で推定する手法を提案した^[15]。具体的には、配電線を通る電力の変化を実負荷変動と太陽光出力変動にベクトル分解することで、太陽光出

力をリアルタイムで推定する手法を開発した。これにより、配電設備の増強を適切な規模・時期に実施できることとなり、結果として電気料金の低減に寄与することになる。

(4) 今後の取り組み

当チームでは、より上手に電気を利用する技術として、省エネと負荷の平準化の両立を狙った「エネルギー利用機器の開発・評価」や「行動科学を取り入れたデマンドレスポンス技術の開発」、オフィスの知的生産性や住宅の快適性の向上と省エネの両立を図る「職場環境マネジメント技術の開発」などに取り組んでいる。また、スマートメータなどの新たなセンシング技術を活用した「配電システムの電力品質維持」、「配電系統事故時のエリア検出、復旧の高速化」など、電力の安定供給に資する課題にも取り組んでいく予定である。

次回以降では、当チームの取り組みとして、下記を紹介する。

○第2回：電気の新たな価値を活用する研究（ヒートポンプ研究、応用としての農業電化、職場環境の取り組み、電気自動車など）

○第3回：賢く電気をお使いいただく研究（デマンドレスポンス<DR>、アンシラリーサービスの価値評価など）
○第4回：良質な電気をお使いいただくための研究（次世代配電技術と需要家の電力品質に関する研究、需要家の多様な機器に対する配電技術の対応など）

参考文献

- [1] A.トフラ、H.トフラ、(山岡研)「富の未来」、講談社、p.279、(2006)
- [2] 穴山、「電力産業の経済学」、NTT出版、p.26、(2005)
- [3] 八田、「電力システム改革をどう進めるか」、日本経済新聞出版社、p.26、(2012)
- [4] 橘川、「電力改革—エネルギー政策の歴史的大転換」、講談社、p.110、(2012)
- [5] スマートグリッド実現に向けた電力系統技術調査専門委員会編、「スマートグリッドを支える電力システム技術」、電気学会、(2014)
- [6] 例えば、東京電力、「電気供給約款」、平成26年3月1日
- [7] 高木、田頭、岡田、浅野、「低圧用無効電力補償装置の設置方策の検討—PV導入時における電圧上昇対策の費用対効果分析手法の提案—」、電力中央研究所報告 Y14010、2015年4月
- [8] 坂東、浅野、金田、中野、「米国におけるアンシラリーサービス供給のための需要側資源の活用動向」、電力中央研究所報告 Y14011、2015年4月
- [9] 経済産業省、「長期エネルギー需給見通し」、平成27年7月
- [10] 資源エネルギー庁、「再生可能エネルギーの導入促進に向けた制度の現状と課題」総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 新エネルギー小委員会(第12回) —配布資料 (http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shoene_shinene/shin_ene/pdf/012_02_00.pdf)、2015年6月24日
- [11] 齋川、岩坪、浜松、「高性能温熱供給ヒートポンプシステムの開発 (第3報 2段圧縮システムの基本性能評価)」、電力中央研究所報告 W87029、1988年3月
- [12] 向井、西尾、小松、内田、石田、「スマートメータデータを活用した情報提供と行動変容—集合住宅におけるピーク抑制・省エネ実証事例—」、電力中央研究所報告 Y15002、2015年9月
- [13] 西尾、「家庭における2011~14年夏の節電の実態—東日本大震災以降の定点調査—」電力中央研究所報告 Y14014、2015年4月
- [14] 木村、大藤、「事業所における2011~14年夏の節電の実態—東日本大震災以降の定点調査—」電力中央研究所報告 Y14013、2015年4月
- [15] 坂口、上村、松田、「配電線センサー情報による区間単位での太陽光発電出力推定手法の開発」電力中央研究所報告 R14012、2015年6月