

## 賢く電気をお使いいただく研究の紹介

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 電力・エネルギー価値創造グループ 需要マネジメントユニットリーダー 副研究参事 永田 豊

「次世代電力需給マネジメント特別研究チーム」の研究や取り組みを4回にわたり紹介する第3回目は、お客さまに働きかけることで需要を供給にマッチさせるなど“賢く電気をお使いいただくための研究”として、デマンドレスポンスを新たな需給対策や新サービスに活用するための研究や、電力品質維持のための系統運用に活用するための研究、スマートメータから得られるデータを利用した新サービス提案のための研究などの取り組みを紹介する。

### 背景：着実な普及が進むスマートメータ

現在、スマートメータの普及が着実に進められており、一番早い東京電力では2020年度、最も遅い沖縄電力でも2024年までに全世帯に取り付けられる予定となっている<sup>[1]</sup>。スマートメータは、計量値を通信により集計するため、検針員の巡回が不要になるなどの経費削減メリットに加え、各世帯の30分積算の消費電力量を計測するので、この計測値を用いた様々なサービス展開が考えられている。

すでに、一部の電力会社では、インターネット回線を通じてスマートメータのデータの「見える化」サービスが始まっている。図1は2015年7

月より始まった、東京電力の「でんき家計簿」サービスで実際に見られる、筆者の自宅の電力需要パターン(夏季平日で1日の需要が最大だった日)で、早ければ前日のデータを見ることができる。時間帯別の使用量は、電気の使い方を考える上での第一歩となると思われるが、このようなサービスが全世帯に及ぶと思われる。

本連載第2回で、電気の新たな価値を活用するための研究として、当所のヒートポンプ研究、農業電化、職住環境、電気自動車などについて紹介した。今回は、お客さまに働きかけることにより、需要を供給の都合にマッチさせていただき取り組み、いわゆる「デマンドレスポンス」に関して、当所で実施した研究を紹介

させていただきことを通じて、「賢く」電気をお使いいただく方法について考えてみたい。

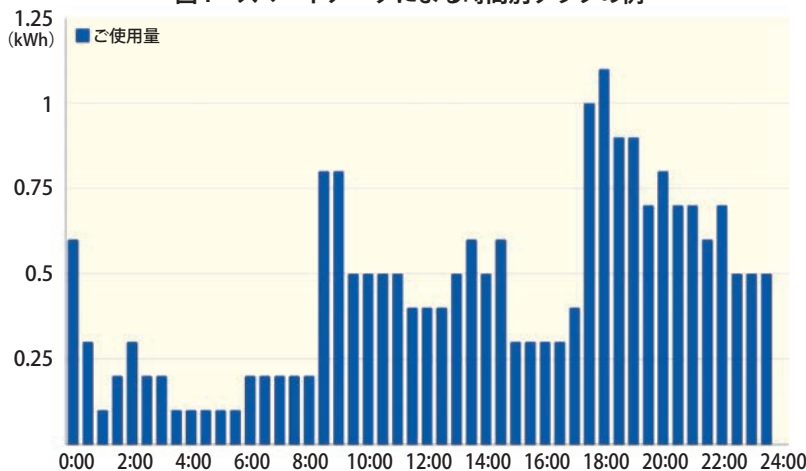
### 賢い電気の使い方—デマンドレスポンス

電力需要は、夏季に、冷房需要に伴う急峻なピークを伴う。震災直前の2010年度における、沖縄を除く9社計のデータで見ると、1年間で系統全体の需要が特に多いのは8760時間のうちわずか180時間程度で、この間だけで大規模発電所15基分、1500万kWも需要が多かった。このため、このピークの間だけ、お客さまに節電を要請すれば、その分の発電設備を持たなくて済み、長期的に電気代を安くすることができると思われる。

このような発想のもと、古くはデマンドサイドマネジメント(需要側管理、DSM)、最近ではデマンドレスポンス(需要反応、DR)という考えに基づく、電力ピーク需要抑制の試みが続けられている。そして、その一部は、これまでも「需給調整契約」という形で、実際に工場などの大口のお客さまに利用していただいている。

しかし、需給調整契約は限られたお客さましか利用できない。冒頭で述べたスマートメータの普及やイン

図1 スマートメータによる時間別グラフの例



ターネットなどの情報通信技術の発達を考慮すると、一般のお客さまも参加できるようなDRプログラムを設定することが可能になると思われる。このため、節電意識が高まった東日本大震災後を中心に、一般のお客さまを対象としたDRの実証試験が各地で行われている<sup>[2][3][4][5]</sup>。

最近では、2015年度にネガワット取引を対象とした国の「次世代エネルギー技術実証事業」が行われている<sup>[6]</sup>。本事業では、需要削減を発電と等価な資源(=ネガワット)として相対契約や市場を通して取引することを想定しており、一般電気事業者3社と、一般電気事業者と需要家の間をつなぐ事業者(=アグリゲータ)として、複数の企業が参画している。

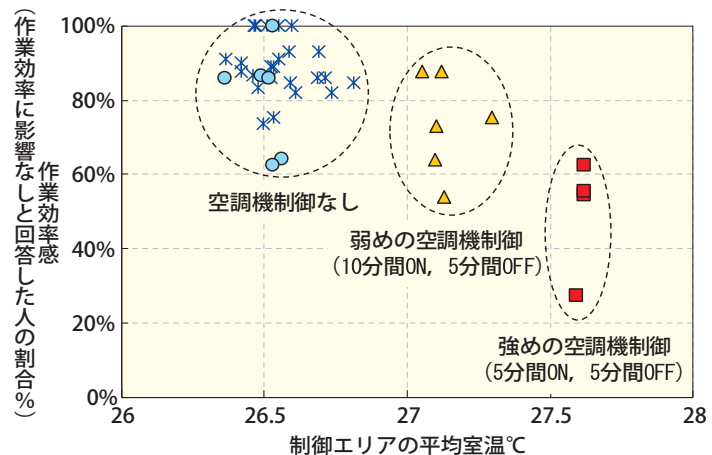
また、2014年6月の電気事業法の改正により、2015年4月に創設された電力広域的運営推進機関は、将来の供給力が不足すると見込まれる場合、新たな供給者を募集することになっているが、その際、発電所の新設に代わり、DRによるネガワットで応募する事業者が現れる可能性がある。

## 電力中央研究所におけるDR研究

### (1) 海外先行DR事例の分析とわが国で導入する際の課題についての検討

当所では、DRがDSMと呼ばれていた1980年代から、本分野に関する研究を行ってきた。近年では、米国など先行する国における事例の調査<sup>[7]</sup>、アンケートによるDRプログラムの市場ポテンシャルの評価<sup>[8]</sup>、業務用需要家の自動化DRシステムについての分析<sup>[9]</sup>、家庭用スマートメータの社会的便益の評価<sup>[10]</sup>などであ

図2 空調制御エリアの平均室温と作業効率感の関係



る。これらの研究を通じて、わが国でピーク需要を削減するようなDRを実施する場合に、どのようなお客さまや用途で削減ポテンシャルが多そうか、また、どのような課題が予想されるかなどを明らかにしてきた。

例えば、夏のピーク需要が発生する時間帯に、オフィスの冷房設定温度を上げたり、一時的に冷房を切ったりすると、室内温度が上がることで作業効率が低下するといったことが問題となる可能性がある。このような問題に関して実証試験を行うことにより、その程度を定量的に分析した(図2)<sup>[11]</sup>。また、小規模工場などのお客さまが、決められた生産スケジュールを守りつつピーク需要を下げるための、利用機器の運転パターンを変える方法を提示するためのツールを、実際のお客さまのご意見を伺いながら開発した<sup>[12]</sup>。

### (2) 新しいDR方式その1(再生可能エネルギー導入対応)

その後、東日本大震災後の供給力不足が解消するにつれ、DRを新たな需給対策や新サービスに活用するための研究を重点的に進めている。

その一つは、2012年7月に始まった再生可能エネルギーの固定価格買

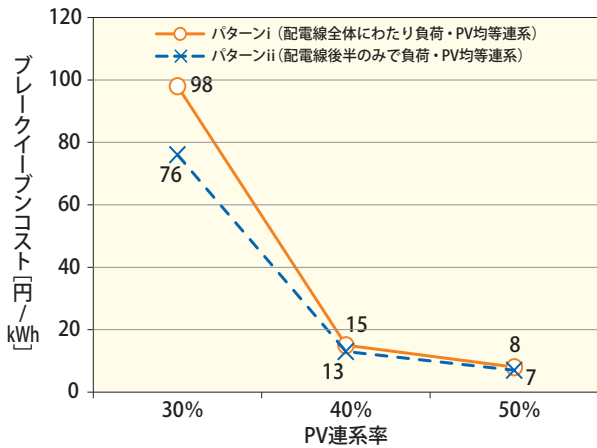
取制度に伴う、太陽光発電(PV)の急速な普及への対応である。PVが大量に普及した場合の問題点は様々あるが、その中でも、家庭の屋根に据え付けられたPVからの大量の逆流電力による、配電電圧の上昇問題について、これを防ぐため、お客さまにPVの系統連系を一時的に解除(解列)してもらうことをDRメニューとして設定した場合の、ブレークイブンコスト(DR対策に投資可能な最大費用)を評価した(図3)<sup>[13]</sup>。

一方、電圧上昇のための具体的な対策として、無効電力を補償する方法があるが、これに関しては、どのようなタイプの装置をどの場所に設置することが経済的になるかについて、モデル配電システムを用いて分析している<sup>[14]</sup>。

### (3) 新しいDR方式その2(アンシラリーサービスを目的としたFast DR)

もう一つは、電気事業に関する規制の変化、いわゆる電力システム改革を受けた、将来の電力供給体制の変化を見越した分野に関する研究である。2020年度までに、電力会社の発電、送電、配電、小売の各部門が法的分離され、送電に関しては、各地域の独占的な送電会社と、2015

図3 PV逆潮流による配電電圧上昇対策をDRで行う場合のブレークイーブンコスト



年4月に創設された電力広域的運営推進機関が担うことになっている。その際、これまでの発電電一貫体制では電力会社が独自に行っていた、電力品質(周波数や電圧)を維持するために日々行っている系統運用サービスである「アンシラリーサービス」の一部が、市場で取引されるようになる可能性がある。

このアンシラリーサービスに、DRを活用するための研究も行っている。それらは、先行する米国の動向調査<sup>[15]</sup>、わが国におけるポテンシャル推計<sup>[16]</sup>に加え、業務用のエアコンの出力を集中制御により短周期で調整することにより、周波数の変動を抑えることのシミュレーション分析(図4)<sup>[17]</sup>などである。業務用空調機

を制御に加えることにより、火力のみで制御する場合と比べ、マイナス側の周波数変動を大きく抑制できる。将来、PVや風力が大量に導入され、周波数調整能力が供給側だけでは足りなくな

った場合、お客様の機器を利用することが考えられる。

また、米国の主要6系統運用機関(ISO)/地域送電機関(RTO)の調査に基づき、わが国がアンシラリーサービスにDRを利用する際に重要な点(需要側資源の信頼度を確保しながら徐々に導入量を増やすこと、需要側資源の応答性の評価方法を設定し、信頼度を維持できる資源のみが参加できるような制度にすることなど)を提言している<sup>[18]</sup>。

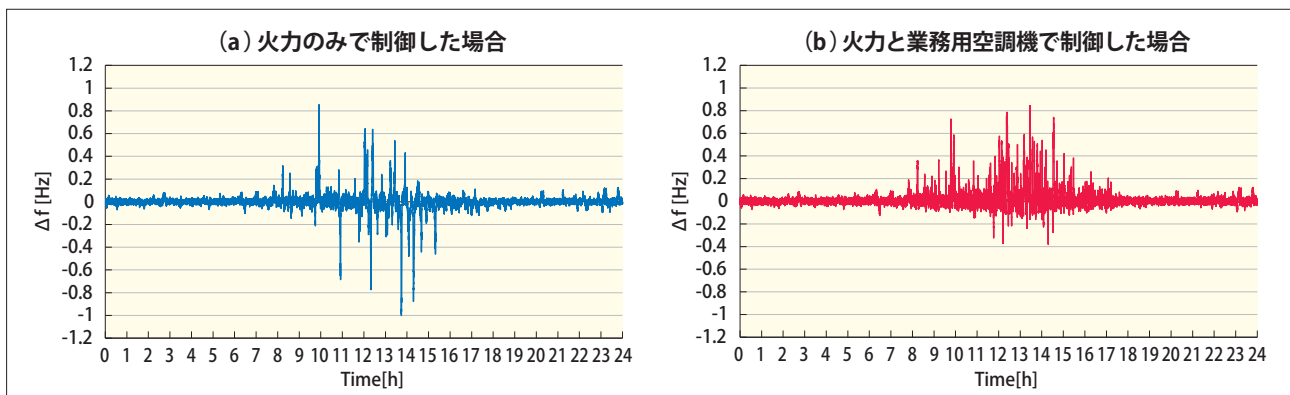
#### (4) スマートメータを利用したお客様満足度の高いDR実現に向けて

さらに、冒頭で述べたスマートメータの普及を見据え、スマート

メータから得られるデータを利用した新サービス提案のための研究も行っている。スマートメータの計測値は、図1に示したように30分積算・100W単位とあまり細かいものではないが、それを適切な手法を用いることにより、気温に敏感な冷暖房などの需要や、年中変わることのない固定的な需要などにかかなりの精度で分解できることを確かめている<sup>[19]</sup>。また、高圧一括受電マンションを対象とした実証試験で、各家庭の電気の使い方に応じて、節電のためのアドバイスを自動的に生成するシステムを開発し、その効果や使い勝手などを検証している(図5)<sup>[20][21][22]</sup>。

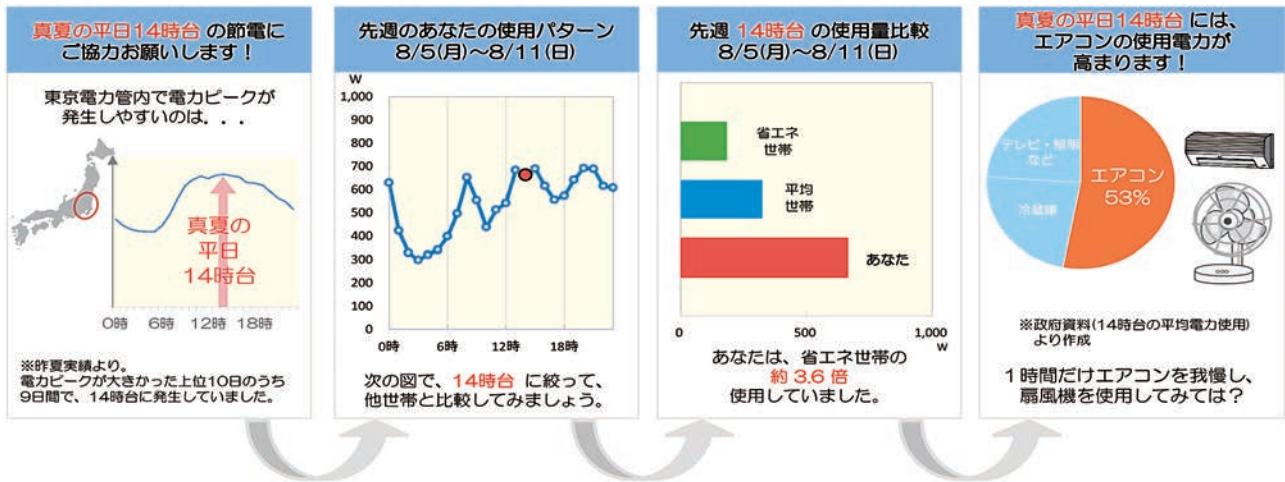
これらの研究を、例えば、それぞれのお客様の電気の使い方に応じて最もお得な料金プランや利用可能なDRメニューを提案したり、冷暖房需要が特に多いお客様には節電方法や、省エネ性能が高いエアコンへの買い替えを勧めたりすることへの応用が考えられる。2016年4月より、電力の小売全面自由化が開始となり、お客様は自由に小売事業者を選ぶことができるようになる。その際、料金だけでなく、きめ細かでお客さまのニーズに応えるサービスを提供することがますます重要になると思われ、本研究はそれにとって最初の

図4 再生可能エネルギー大量普及時の周波数制御に業務用空調機を用いた場合の効果



(注) 東北電力管内、中間季休日、PVが3GW・風力が2GW導入された場合を想定。

図5 世帯ごとにカスタマイズした省エネアドバイスレポートの例



ステップとなるものと考えている。

## おわりに

DRの実証試験で統計的に有意な結果を得るためには、数百以上のサンプルが必要で、そのための計測や情報提供装置などに多くの費用がかかる。一方、当所におけるDR研究は、これまで示した例のように、限られた予算でDRに関わる効果的なインプリケーションが得られる研究内容に特化していることが一つの特徴である。

再生可能エネルギーの固定価格買取制度や電力システム改革の影響で、電気の需給をめぐる状況は大きく変わることが予想される。スマートメータの普及や大容量・高速情報通信技術の発展も相まって、今回紹介したように、今後、電力の供給事業者が、お客さまに電気の使い方について働きかけることが増えるのは必定と考えられる。我々は、デマンドレスポンスを介して、お客さまにとって賢い電気の使い方が、供給事業者にとってもコスト低減につながるようなWin-Winの関係になるような方策が重要であると考えており、今後もそれに向けた具体的な提案ができるような研究を続けていきたい。

## 参考文献

- [1] 資源エネルギー庁電気・ガス事業部、「スマートメータの導入促進に伴う課題と対応について」、経済産業省スマートメータ制度検討会(第15回)配布資料3、p.5、(2014.12.9)
- [2] 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部、「次世代エネルギー・社会システム実証事業一進捗状況と成果等一」、経済産業省次世代エネルギー・社会システム協議会(第16回)配布資料1、(2014.4.24)
- [3] ジャパン・スマートシティ・ポータルホームページ、<http://jscp.nepc.or.jp/index.shtml>
- [4] 九州電力、「電気料金による電力使用抑制効果に関する実証試験(結果)について」(2013.1.22) [http://www.kyuden.co.jp/press\\_h130122-1.html](http://www.kyuden.co.jp/press_h130122-1.html)
- [5] 早稲田大学先進グリッド研究所、「早稲田大学EMS 新宿実証一新宿実証から開く日本の扉一」、(2014.11.1)
- [6] 一般社団法人新エネルギー導入促進協議会、「平成26年度次世代エネルギー技術実証事業費補助金(補正予算に係るもの)の採択者一覧(第一回)」[http://www.nepc.or.jp/topics/pdf/150417/150417\\_2\\_1.pdf](http://www.nepc.or.jp/topics/pdf/150417/150417_2_1.pdf)
- [7] 山口、今中、浅野、「米国における需要反応プログラムの実態と課題」、電力中央研究所報告 Y05028、(2006)
- [8] 山口、高山、「業務・産業需要におけるデマンドレスポンスのポテンシャル評価一関東圏の事業所アンケート調査に基づく集計・分析一」、電力中央研究所報告 Y10020、(2010)
- [9] 高橋、浅野、山口、「業務部門のデマンドレスポンスによる需要調整の技術的ポテンシャルの評価」、電力中央研究所報告 Y08034、(2009)
- [10] 高山、山口、高橋、戸田、浅野、「スマートメータ導入に関する米国の動向とわが国における便益評価の課題」、電力中央研究所報告 Y09028、(2010)
- [11] 高橋、上野、高山、浅野、「オフィスにおけるデマンドレスポンス制御試験：需要調整効果と居室内快適性の分析」、電力中央研究所報告 Y09014、(2010)
- [12] 坂東、比護、浅野、古川、「産業用需要家の電力需要マネジメントのための設備利用計画策定ツールの開発」、電力中央研究所報告 Y12018、(2013)
- [13] 河村、「太陽光発電大量連系時の系統電圧制御に対するデマンドレスポンスの適用可能性一発動頻度と経済性の評価一」、電力中央研究所報告 Y12008、(2013)
- [14] 高木、田頭、岡田、浅野、「低圧無効電力補償装置の設置方策の検討一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一」、電力中央研究所報告 Y14010、(2015)
- [15] 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)
- [16] 高橋、「再生可能エネルギー電源大量連系に対応するアンシラリーサービス型デマンドレスポンスの導入可能性の検討」、電力中央研究所報告 Y13030、(2014)
- [17] 菊池、浅野、坂東、「再生可能エネルギー電源大量連系時の業務用空調機電力制御による負荷周波数制御」、電気学会論文誌、B135(4)、233-240、(2015)
- [18] 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)
- [19] 小松、西尾、「スマートメータデータ分析情報の活用一分析技術の動向調査と需要分析の予備的検証一」、電力中央研究所報告 Y14003、(2014)
- [20] 向井、西尾、小松、内田、石田、「高圧一括受電マンションにおける電力ピーク抑制策の実証研究：2013年夏のピーク抑制・意識変容効果の検証」、エネルギー・資源、35(4)、7-17、(2014)
- [21] 小松、西尾、向井、篠原、「電力消費量データを活用した省エネルギーアドバイスレポートの自動生成システム」、電気学会論文誌、C134(9)、1394-1405、(2014)
- [22] 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一集合住宅におけるピーク抑制・省エネ実証事例一」、電力中央研究所報告 Y15002、(2015)