

賢く電気を利用する研究の紹介

一般財団法人電力中央研究所 社会経済研究所 エネルギーシステム分析領域 兼

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 豊氏

◆はじめに

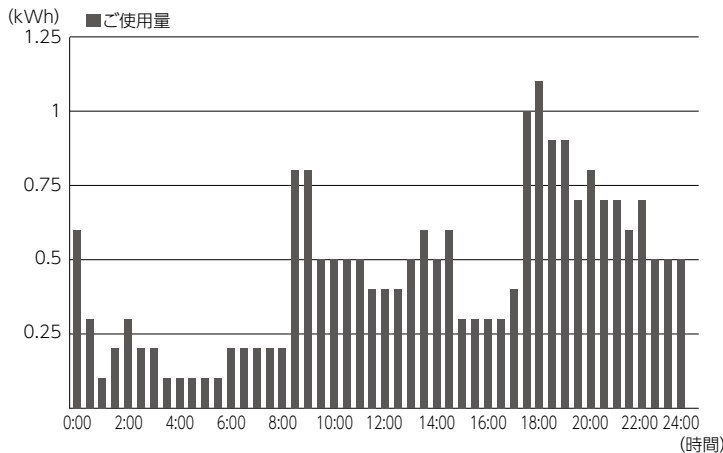
電力中央研究所・次世代電力需給マネジメント特別研究チームでは、電気の新たな価値の創出、効果的な電気の活用、良質な電気を提供するための技術などに取り組んでいます。本号では、需要家に働きかけることで需要を供給にマッチさせるなど、賢く電気を利用する研究^①として、デマンドレスポンスを新たな需給対策や新サービスに活用するための研究や、系統運用に活用して電力品質を維持するための研究、スマートメーターから得られるデータを利用した新サービス提案のための研究などを紹介します。

◆背景…着実な普及が進むスマートメーター

現在、スマートメーター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年度までに全世帯に取り付けられる予定となっています。スマートメーターは、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しますので、この計測値を用いたさまざまなサービス展開が考えられています。

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ーのデータ

資料① スマートメーターによる時間別電力使用量グラフの例



の「見える化」サービスが始まっています。資料①（32ページ）は2015年7月より始まりました、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ず。時間帯別の使用量は、電気の使い方方を考える上での第一歩となりますが、このようなサービスが全世帯に及ぶと思われず。

本連載の第2回目、3回目では、電気の新たな価値を活用するための研究として、当研究所のヒートポンプ研究、職住環境、電気自動車、さらに農業電化などについて紹介しました。今回は、需要家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る取り組み、いわゆる「デマンドレスポンス」に関して、当研究所で実施した研究を紹介させていただきます。「賢く」電気を利用する方法について考えてみたいと思います。

◆賢い電気の使い方ーデマンドレスポンス

電力需要は夏期に、冷房需要に伴う急峻なピークを伴います。しかし、震災直前の2010年度における、沖繩電力を除く9社計のデータで見ますと、1年間（8760時間）で系統全体の需要が特に多いのは8760時間のうち僅か180時間程度で、この間だけ

で大規模発電所15基分、1500万kWも需要が多くなりました。このため、このピークの間だけ需要家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、長期的に電気を安くすることができると考えられます。

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、以下…DR）という考えに基づき、電力ピーク需要抑制の試みが続けられています。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需要家が利用しています。

しかし、需給調整契約は限られた需要家しか利用できません。冒頭で述べましたスマートメーターの普及やインターネットなどの情報通信技術の発達を考慮しますと、一般の需要家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ます。このため、節電意識が高まった東日本大震災後を中心に、一般の需要家を対象としたDRの実証試験が各地で行われています。

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」が行われています。本事業では、節電などにより電力需要を削減した分を、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（東京電力、中部電力、関西電力）と、それらの一般電気事業者と需要家の間をつなぐ事業者（IIアグリゲータ）として複数の企業が参画しています。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ますが、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ります。

◆電力中央研究所におけるDR研究

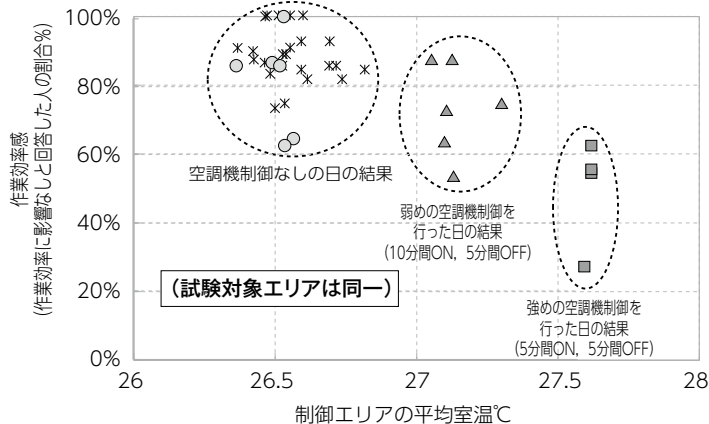
1 海外先行DR事例の分析とわが国で導入する際の課題についての検討

当研究所では、DRがDSM（デマンドサイドマネジメント）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ました。近年では、米国など先行する国における事例の調査、アンケートによるDRプログラムによる市場ポテンシャルの評価、業務用需要家の自動化DRシステムについての分析、家庭用スマートメーターの社会的便益の評価などを行っています。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を実施する場合には、どのような需要家や用途で削減ポテンシャルが多そうか、また、どのよ

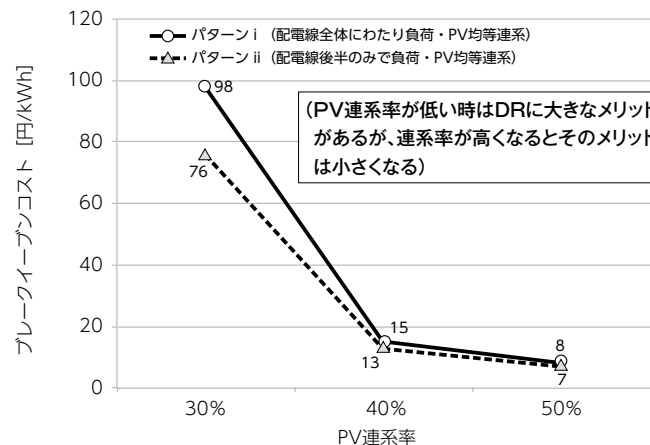
うな課題が予想されるかなどを明らかにしてきました。

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ります。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ました。具体的には、空調機制御なしの日に比べ、空調機制御をした日には平均室温が高くなり、作業効率に影響なしと回答した人の割合も下がることを確認しました（資料②）。また、小規模工場などの需要家が、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に、利用

資料② 空調機制御エリアの平均室温と作業効率感の関係



資料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



機器の運転パターンを変える方法を提示するツールを、実際の需要家の意見を聞きながら開発しました。

2 新しいDR方式…その1 (再生可能エネルギー導入対応)

その後は、東日本大震災後の電力供給力不足が解消されてきたことを受け、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ます。

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す。PVが大量に普及した場合の問題点はさまざまありますが、その中でも、家庭の

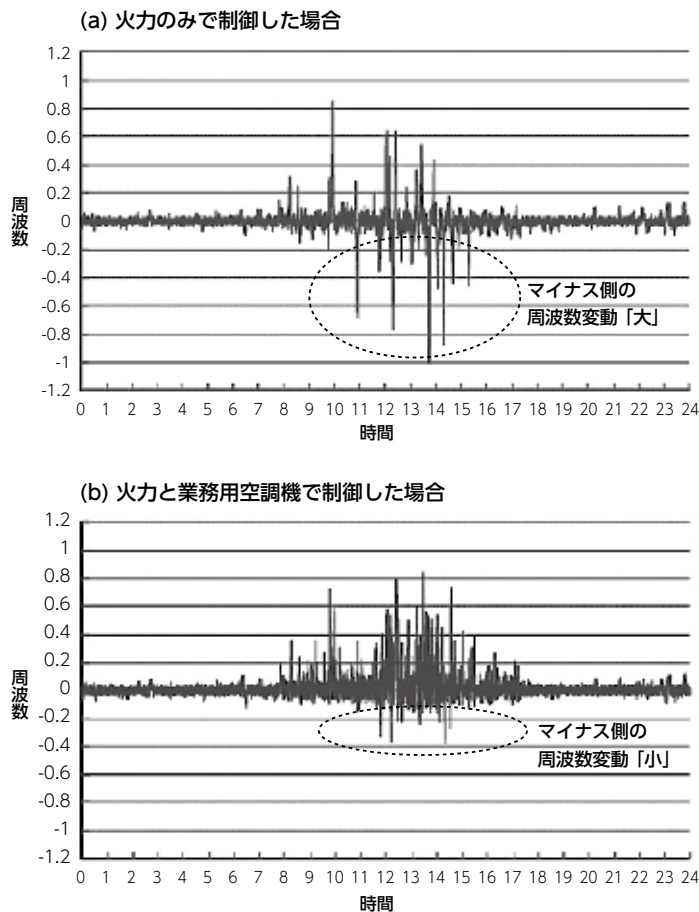
屋根に据え付けられたPVからの大量の逆潮流電力による配電電圧の上昇問題について、これを防ぐため、需要家にPVの系統連系を一時的に解除(解列)してもらうことをDRメニューとして設定した場合の、ブレークイーブンコスト(DR対策に投資可能な最大費用)を評価しました。その結果、PV連系率が低い時はDRに大きなメリットがあるものの、連系率が高くなるとそのメリットは小さくなること分かりました(資料③・37ページ)。

一方、電圧上昇に対する具体的な対策としては、無効電力を補償する方法がありますが、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、モデル配電システムを用いて分析しています。

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)

また、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にも取り組んでいます。電力システム改革の行程によれば、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年4月に創設された電力

**資料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**



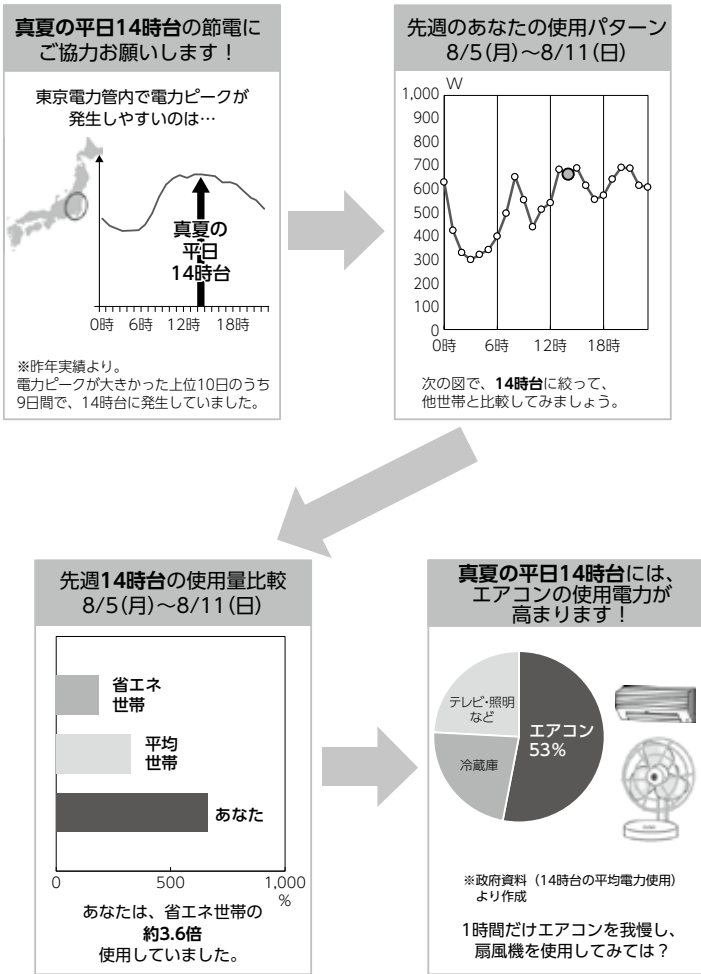
注) 東北電力管内、中間季休日、PVが3GW・風力が2GW導入された場合を想定。

広域的運営推進機関が担うことになっていきます。その際、これまでの発送電一貫体制の下では電力会社が独自に行っていました、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ります。

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ます。具体的には、先行する米国の動向調査や、わが国におけるポテンシャル推計に加え、業務用のエアコンの出力を集中制御して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（資料④・40ページ）などを行いました。その結果、業務用空調機を制御に加えることにより、通常の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ことがわかりました。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には、このように需要家の機器を利用することが考えられます。

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として、「需要側資源の信頼度を確認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

資料⑤ 世帯毎にカスタマイズした省エネアドバイスレポートの例



(イメージ図)

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」、などを提言しています。

4 スマートメーターを利用したお客さま満足度の高いDR実現に向けて

さらに、冒頭で述べたスマートメーターの普及を見据え、スマートメーター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ます。スマートメーターの計測値は、資料①（32ページ）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ありませんが、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かなりの精度で分解できることを確かめました。

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ます（資料⑤・42ページ）。

これらの研究は、例えば、それぞれの需要家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需要家には節電方法

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などが考えられます。2016年4月より、電力の小売全面自由化が開始され、需要家は自由に小売事業者を選ぶことができるようになりました。このため、今後とも料金だけでなく、きめ細かに需要家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ることから、本研究はその際の最初のステップとなるものと考えています。

◆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あり、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ります。一方、当研究所におけるDR研究は、これまで示しました例のように、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す。

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ます。スマートメーターの普及や大容量・高速情報通信技術の発展も相まって、本号で紹介しましたように、今後、電力の供給事業者が、需要家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ます。当研究

所ではDRを介して、需要家にとって賢い電気の使い方方が供給事業者にとってもコスト低減につながり、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、今後もそのために具体的な提案ができるような研究を続けていきます。

講師略歴

●永田 豊

(ながた ゆたか)



一般財団法人電力中央研究所 社会経済研究所
エネルギーシステム分析領域 兼
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

1985年3月 東京工業大学理学部物理学科卒
1987年3月 同大学院総合理工学研究科エネルギー科学専攻修士課程修了
1987年4月 (財)電力中央研究所 入所
1991年10月～1992年9月 スタンフォード大学 客員研究員
1996年5月～1999年3月 京都大学大学院エネルギー科学研究科 助教授
2000年4月～2011年3月 東京工業大学大学院総合理工学研究科
連携准教授