

# エネルギー利用技術 の最前線

「電気の新たな価値の  
創出に向けた取り組み」



平成28年4月から「電力小売全面自由化」がスタートし、一般のご家庭も自由に電力会社（電力小売事業者）を選ぶことができるようになりました。新電力を含む電力小売事業者は、顧客獲得のため、一般のご家庭向けにさまざまなサービスメニューを提供するようになってきました。

エネルギーを利用する側においても、太陽光発電をはじめとする分散型電源や家庭におけるエネルギー管理システム「HEMS」（Home Energy Management System）の導入など、エネルギー利用の管理運用に対する意識が高まっています。

また、経済産業省が策定した「長期エネルギー需給見通し」では、徹底した省エネを推進することで、2030年度に2013年度比で17%の電力消費量を削減することとしており、従来以上に、一般のご家庭で

の省エネ対策に注目が集まることが予想されます。

このような中、最新のエネルギー利用技術について理解を深めることは、新たなエネルギーの活用、省エネの実現に向けて、極めて重要です。

今号から全5回で掲載する『エネルギー利用技術の最前線』電気の新たな価値の創出に向けた取り組み』では、一般財団法人電力中央研究所の皆さまから、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次世代配電技術など、エネルギーを利用する側の便益やサービスの在り方に関する研究内容や最新情報、および導入事例などについて、専門の立場からご紹介・解説いただきます。

## ■連載予定（全5回）

第1回 「電力中央研究所における次世代電力需給マネジメント研究」

第2回 「電気の新たな価値を活用する研究の紹介」

（ヒートポンプ・職住環境・電気自動車の研究開発）

第3回 「電気の新たな価値を活用する研究の紹介」

（農業電化の研究開発）

第4回 「賢く電気を利用する研究の紹介」

第5回 「良質な電気を利用するための技術」

※テーマは予定であり、変更になる場合もあります。

# 電力中央研究所における 次世代電力需給マネジメント研究

一般財団法人電力中央研究所 次世代電力需給マネジメント特別研究チーム

副チームリーダー 研究参事 根本孝七氏

## ◆はじめに

昨今、電気を利用する需要家自身が太陽光発電を行うなど、需要家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の提供を目指し始めています。これを受け、一般財団法人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、需要家に最も近い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た取り組みを開始しました。今号から関連する研究開発について5回にわたり紹介します。第1回目は、当チームの概要を紹介します。

## ◆背景…電気を利用する需要家の能動化

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、一般のご家庭（低圧需要家）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りました。これにより、電力小売事業者もさまざまなサービスメニューを工夫して、需要家へ提供するようになってきました。

需要家自身においては、太陽光発電をはじめとする分散型電源の導入や、電気自動車から家の中の電気機器への電力供給（Vehicle to Home…ビークル・トゥ・ホーム）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…生産者（プロデューサー）と消費者（コンシューマー）の合成による造語）的側面が強まっています。また、家庭におけるエネルギー管理システム「HEMS」（Home Energy Management System）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、これまででは考えられなかったほどアクティブになり、「需要家の能動化」が進んでいます。

このため、これまで以上に、需要家サイドの動向が電気の生産から最終消費者に届くまでの過程（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となります。例

例えば、資料①に示すように、需要家設備などとして太陽光発電が大量に導入されることで、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型電源の発電機会の損失、出力変動を吸収する役割を担う火力発電設備の稼働率の低下、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ります。

これら課題の解決にあたるには、まずは需要家サイドの便益やサービスの在り方などから考えていくのが合理的であると考えられます。なぜなら、小売全面自由化により、需要家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、需要家サイドの設備の変化が一番早いからです。

資料①（49ページ）では、太陽光発電の大量導入に対し、課題解決に向けた需要家サイドにおける施策として、ピーク電力需要の平準化など、電力需要を効率化する手法（デマンドレスポンス・需要応答）などを取り入れた例を示しています。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、最終的には需要家の便益として還元されます。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、需要家の電動化との協調をいかに合理的に実現するか、その際にさまざまなリスクと経済性のバランスをどのように取るかが、今後の要点の一つとなります。

### ◆電動化する需要家の三つの便益

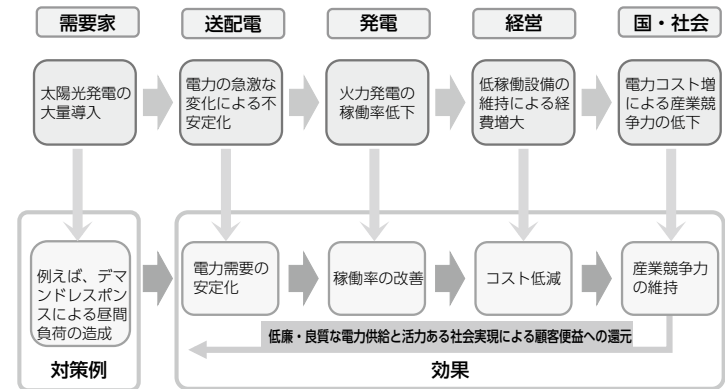
次に、需要家への便益提供という観点から、電力システム（電力系統）の役割と需要家との協調関係を整理します（資料②・51ページ）。

（一）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

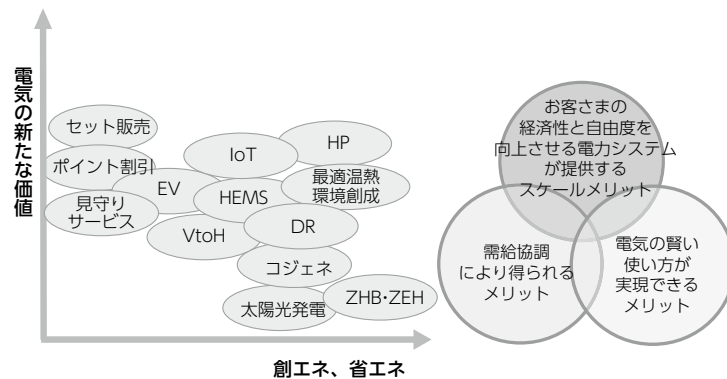
電力システム（電力系統）は、複数の需要家がある場合、それぞれの需要は時間的に異

### 資料① 需要家の電動化による影響の遡上と対策例

全体最適を捉え、電力需給をマネジメントした将来像（例示）



資料② 能動化:需要家のこれまでにない積極的な取り組みのイメージと便益



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ました。発電部門において状況は異なるものの、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。

現在、情報通信技術（ICT）の技術革新をベースに、集中電源と再生可能エネルギーや需要家サイドの分散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が、通信機能を備えた電力メーター（スマートメーター）の導入などにより進んでいます。これにより、需要家の能動化が多様であつても、

需要家は電力システムにつながることで、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ます。

さらに、小売全面自由化後は特に、需要家の積極的な供給者選択が可能な環境を提供する役割が重要となり、これから出てくる多様なサービスを利用するためには、需要家も事業者も電力システムに接続することが必要となります。

(2) 第二の便益…需要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、需要家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、電圧変動など電氣的に定常状態からの乱れが発生することがあります。この時、電力システムを経由して他の需要家に影響を及ぼすなどの支障が生じます。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、場合によっては多大な費用を投じて対策を施す必要があります。

しかし、需要家サイドにおいてこの発生対策を施した方が合理的な面もあり得ることから、これまでも電力会社は需要家に協力をお願いしてきています。例えば、電力ロスを減らすインセンティブとなる力率割引・割増の制度のように、需要家サイドと電力システム

が協調して定常状態からの乱れを抑制することで、電力流通設備側での対策費用を効果的に抑制できれば、直接のおよび間接的に電気料金の低減につながることであります。電動化する需要家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ると考えられます。これが二つ目の便益です。

当研究所では、「アンシラリーサービス（周波数など電力品質を維持）の価値評価」という研究テーマに取り組んでおり、供給サイドと需要家サイドの両方において、その経済的価値を評価しています。供給サイドと需要家サイドの協調は、再生可能エネルギーを需要家の便益向上に資する上でも必須の要件となります。国の長期エネルギー需給見通しで示されている2030年度の再生可能エネルギー導入割合22%から24%に対し、系統安定化費用は1000億円/年程度との見積もりもされていますが、より経済性を高めるには需要家サイドの協調が重要であり、その技術開発が不可欠であると考えられます。

### （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

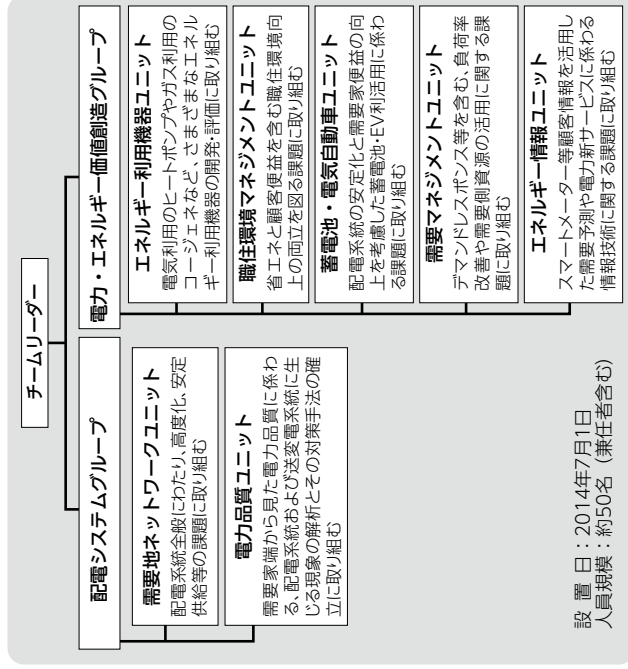
電力システムの三つ目の役割は、電気エネルギーの有する可能性を最大限に引き出し、

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とすることです。人類が電気エネルギーを使い始めて130年以上経過しましたが、ICTという技術史的革命により、電気エネルギーの持つポテンシャルは一段と大きくなりました。電動化する需要家とは、この可能性を追求する需要家と言えます。より賢い上手な電気の使い方とは、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需要家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す。

これまでの一例として、エコキュートがあります。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、高効率な温水供給を可能としました。また、スマートメーターのデータを有効に活用し、需要家との適切なコミュニケーションにより、需要家の省エネ行動に寄与できる可能性が示されています。

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、電力システムをさまざまに活用した新たなサービスメニューの提案が期待されます。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ます。

資料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



- ☆上手に電気をお使い頂く技術の研究
- ◆次世代ヒートポンプの関係と評価
- ◆次世代需要マネジメントの価値評価
- ◆民生・産業分野の省エネ・電化推進技術の開発
- ◆運輸分野の電化推進技術開発
- ◆エネルギー情報活用技術の開発
- ☆低廉で良質の電気をお使い頂くための研究
- ◆次世代配電ネットワークシステムの開発
- ◆高性能二次電池評価技術の確立
- ◆分散型エネルギーシステムと既存系統との需給協調技術の開発
- ◆需要サイド機器の多様化に対する電力品質維持技術の開発

(2) チームの取り組みの例(その1) ∴ 需要家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)

今後の需要家の電動化を予測する上で、需要家の電気に対する意識・行動の変化を知る

(1) チームの概要と主な研究テーマ

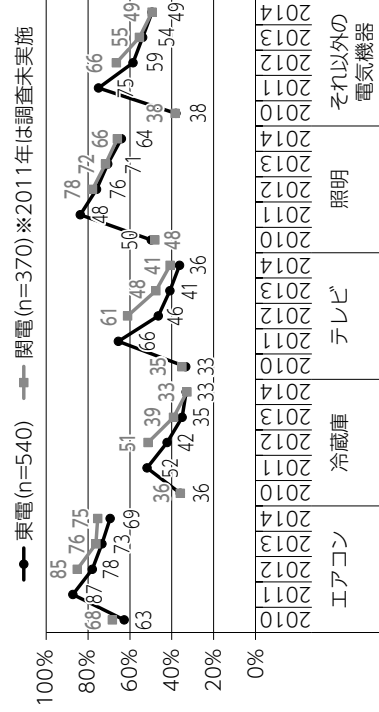
当研究所では、前述した電動化した需要家の第二の便益と第三の便益が、これまでよりも重要になると見えています。このため、配電部門と需要家サービス部門が協調して、それらに対する合理的提案や課題解決策を見出すことを目的に「次世代電力需給マネジメント特別研究チーム」を発足させました。チームの体制と主要研究テーマを資料③(56ページ)に示します。これらの研究テーマに対して、単独に取り組むのではなく、異分野の専門家が有機的に連携して解決に臨みます。以下では、このチームの取り組みと最近の研究成果の例を二つ紹介します。

◆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

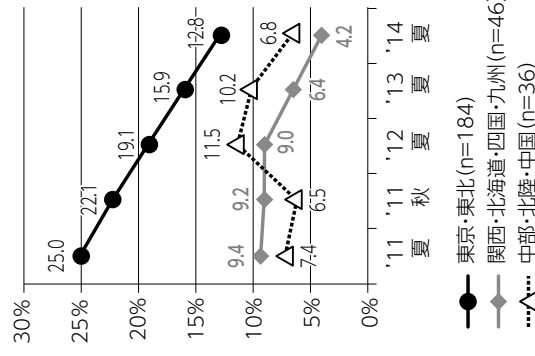
資料④ 需要家の節電意識と行動の変化

(a) 家庭部門における主な用途の節電意識の変化 (節電意識率)

「あなたのお住まいでは、今年の夏、節電を意識されましたか?」  
 (「意識した」の割合;他の選択肢は「意識しなかった」「家にいない」)



(b) 事業所での照明間引き行動の変化 (間引き率)

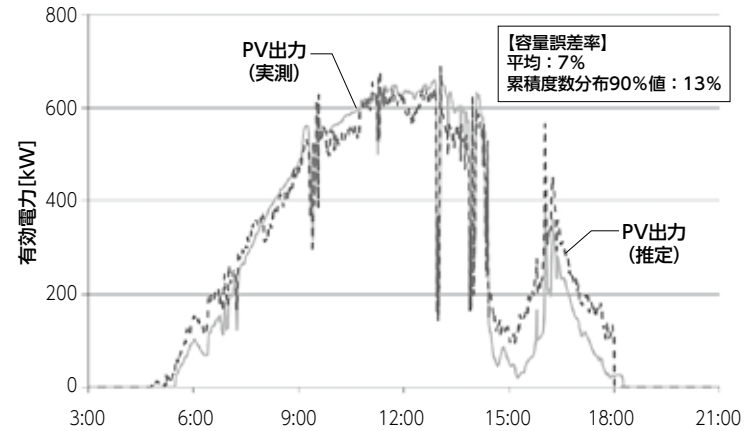


手法を提案しました。具体的には、配電線を通る電力の変化を実負荷変動と太陽光出力  
 な計測器を増設することなく、資料⑤ (59 ページ) に示すように実用的な精度で推定する  
 家の実際の電力需要と太陽光発電の発電量を把握することは極めて重要となります。  
 当研究所では、需要家の実負荷と太陽光発電の発電量を、個々の配電線レベルで、特別  
 量量の太陽光発電が導入された場合に、需要家の実際の電力需要は把握困難になります。一  
 方、配電システムの合理的な設備計画や、万が一のトラブル時に迅速な対応をする上で、需要  
 家の実際の電力需要と太陽光発電の発電量を把握することは極めて重要となります。  
 定

(3) チームの取り組みの例 (その2) ∴ 需要家の太陽光発電の発電量と実負荷需要の推  
 定  
 電力に対する生産消費者 (プロシューマ) 化は能動化の要点です。需要家設備として大  
 量の太陽光発電が導入された場合に、需要家の実際の電力需要は把握困難になります。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に迅速な対応をする上で、需要  
 家の実際の電力需要と太陽光発電の発電量を把握することは極めて重要となります。  
 定

ことは極めて重要です。当研究所では、東日本大震災後4年間にわたる、東日本と西日本  
 の事業所および家庭における節電の定着状況の調査・分析を行いました。この結果、節電  
 に対する意識・行動レベルは震災直後に比べ低下しているものの (資料④ 58 ページ)、機  
 器更新による効率化や電気料金の上昇の影響により、需要抑制水準はおおむね維持されて  
 いることを明らかにしました。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、今後の需要家の需要動向を予測する上で貴重なものと考えます。

資料⑤ 配電線に導入された需要家の太陽光発電出力の総量推定例



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ました。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ります。

(4) 今後の取り組み

当研究所では、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「職住環境マネジメント技術の開発」などに取り組み

んでいます。また、スマートメーターなどの新たなセンシング技術（センサーなどを使用してさまざまな情報を計測・数値化する技術）を活用した「配電系統の電力品質維持」、「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す。



## 講師略歴

### ●根本 孝七

(ねもと こうしち)



一般財団法人 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  
副チームリーダー 研究参事

1978年3月 福島県立安積高等学校卒業

1984年3月 東京大学大学院電気工学課修了

1984年4月 (財)電力中央研究所 入所

1998年10月～1999年12月 米国ミシガン大学 客員研究員

2001年4月～2010年3月 東京工業大学大学院創造エネルギー専攻  
連携助教授・教授兼務

2010年4月～現在 東京大学大学院先端エネルギー工学専攻  
客員教授兼務