

電気事業へのAI技術の適用

電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター
所 健一、小松 秀徳、服部 俊一、比護 貴之

IoT (Internet of Things : モノのインターネット) の進展により、電気事業の業務やサービスの高度化に利用可能な多種・多量のデータが容易に取得可能となった。しかし、取得したデータを実際に活用していくには、大量のデータの中から真に有用な情報を抽出する必要がある。今回、こうした課題解決のために各種AI (人工知能) 技術の適用を検討した事例のいくつかを紹介する。

はじめに

IoTの進展により、電気事業の業務やサービスの高度化に利用可能な多種・多量のデータが容易に取得可能となった。例えば全国でスマートメータの設置が進み、膨大な数の電力需要データが収集できるようになっている。ただし、単にデータを取得するだけで業務・サービスの高度化が実現するわけではない。このためには大量のデータの中から、業務・サービスの高度化に有用な情報を抽出し、これを適切に利用する必要がある。

当所では、こうした課題を解決するための一方策として、各種AI技術の適用を検討している。本稿では、こうした当所の取り組みのいくつかを紹介する。

スマートメータデータからの実需要推定による在・不在判定

最初に、スマートメータから得られる電力消費データを用いて、居住者が在宅しているか否かを推定する在・不在判定手法について紹介する。

(1) Aルートデータの特徴と

実需要推定

現在、日本ではスマートメータの設置が全国で進められており、一般

家庭における電力消費データの簡易な収集・活用が可能となる環境が整備されつつある。スマートメータで自動検針された電力消費データを電力会社へ送るルートはAルートと呼ばれ、Aルートを介して取得できる家庭の電力消費データ (Aルートデータ) は、メータの設置さえ完了していれば追加の機器購入を必要とせず利用できる。そのため、Aルートデータを活用することで安価かつ多くの需要家を対象としたサービスが実現可能となる。2016年4月の電力自由化以降、電力各社の販売部門では顧客満足度向上を目的とした価値創出が求められていることから、電力各社も既に「見える化」や節電などを目的としたサービスの提供を始めている。

その一方で、Aルートデータの活用にあたってはデータの計測粒度の粗さ (30分間隔・100Wh単位) が課題となっている。図1上部に示すように、Aルートデータは30分単位で100Whに満たない消費量は切り捨てられ、30分後に繰り越される仕様となっている。家庭における電力消費量を鑑みると、この計測粒度で実際の消費量を正確に反映できているとは言えない。そこで当所では、

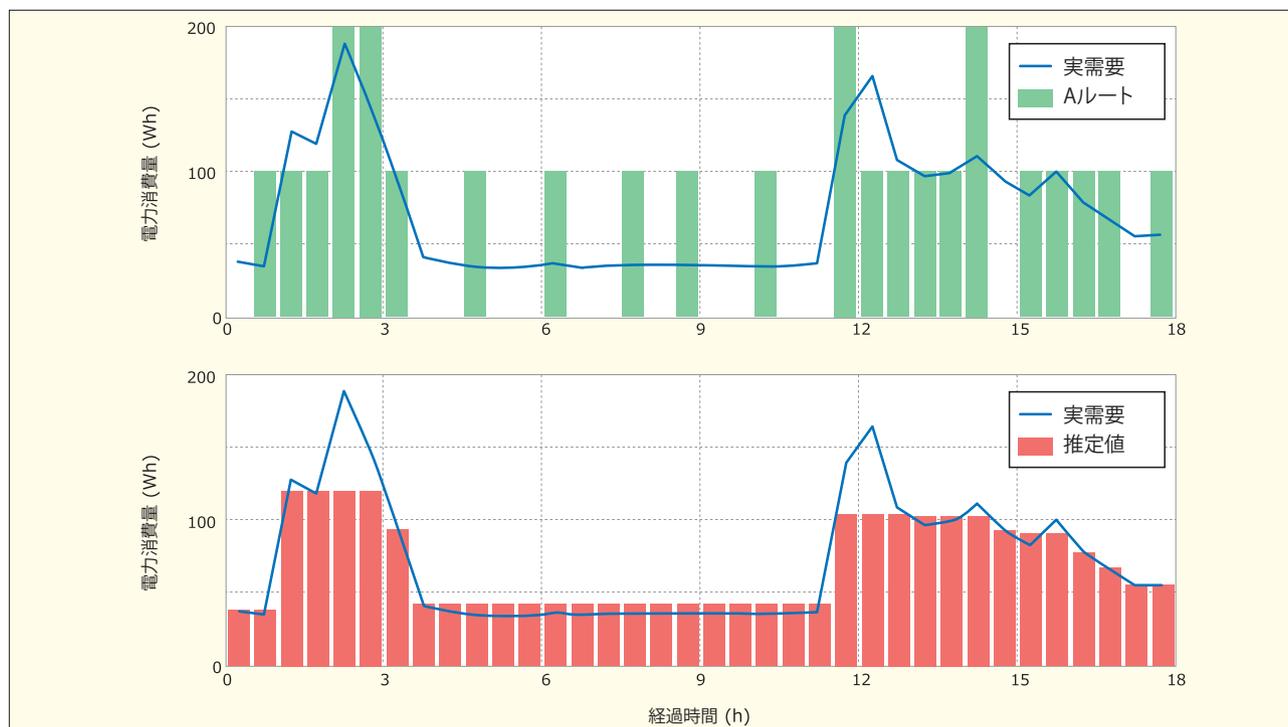
Aルートデータから実際の電力消費量 (実需要) を推定する手法を開発した。開発した手法による実需要推定結果を図1下部に示す。需要のピークがやや抑制されているものの、それ以外の時間帯において実需要がより正確に反映されていることが分かる。

(2) 在・不在判定

欧州や米国ではスマートメータの設置が日本に先んじて進められていることから、スマートメータから得られる電力消費データを用いて居住者が在宅しているか否かを推定する「在・不在判定」と呼ばれる手法が、省エネを目的として広く研究されている。日本においてもAルートデータから家庭の在・不在を判定することができれば、省エネだけでなく高齢者の見守りやピークシフトなど幅広い応用が期待される。しかし、計測粒度の問題からAルートデータは家庭の電力消費傾向を正確に反映できているとは言えず、そのまま利用しても在・不在を高い精度で判定することは難しい。

そこで、前節で述べた手法を用いて推定された実需要により在・不在判定を行うことで、より正確な判定が行える手法を開発した^[1]。在・

図1 Aルートデータからの実需要推定結果



不在判定は単純なしきい値を用いる手法や消費量の変動を統計的に分析する手法など様々なアプローチが提案されているが、ここでは比較的高精度で推定が行える機械学習ベースの手法を採用した。評価実験を行った結果、Aルートデータをそのまま利用した場合と比較して、在宅時の判定精度が89.0%から93.3%、不在時の精度が68.5%から83.7%へと向上することが分かった。

在・不在判定は、価値創出・顧客満足度向上に繋がるサービス開発のための基盤技術として位置づけることができる。本稿で述べた手法により判定精度が向上したことで、より広範な用途への応用が期待できる。

電力需要予測と再エネ出力予測

(1) 予測に有効な情報の自動抽出

電力会社では日々の需要予測を基に発電機の運転計画を立案するため、

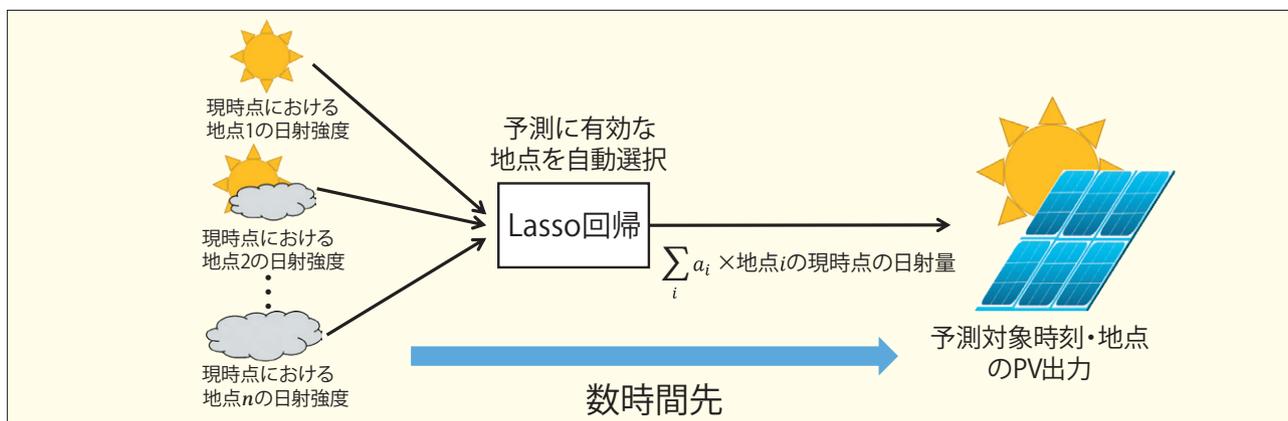
燃料コスト削減に需要予測が非常に重要な役割を果たす。また、近年では太陽光発電に代表される再エネの進展が著しく、経済的な発電機の運転計画を立案するうえで、再エネの出力予測も重要となっている。当所では、こうした電力需要や再エネ出力の予測を精度良く行うため、近年注目を集めている機械学習手法の一つであるLasso回帰の適用を進めている。

電力需要予測については気象予報値(気温、日射など)や、予測時点までの実績値(需要、気象など)、曜日などのカレンダー情報など、予測に有効と考えられる多種・多量の情報から、Lasso回帰により予測に有効な情報を自動選択する手法を開発した。その結果、3時間先程度までの需要予測であれば、予測誤差を含む気象予報値よりも予測実施時点までの気象の実績値を用いた方が精

度の高い予測が可能となることが判明した。この知見を活かし当所では、最新の気象実績値を用いて時間間隔で予測を更新することで、高精度の需要予測を行う手法を開発した。

また、太陽光発電の出力は雲の動きに従い変化するため、地理的に離れた地点の現時点の日射強度の情報は、数時間先の発電出力を予測するのに有効な情報となる。そこでLasso回帰を用いて、多数の日射量観測地点の中から、予測対象となる地点の数時間先の太陽光発電の出力を予測するのに有効な地点を自動選択する手法を開発した(次頁図2)。中部地方の58の観測地点で計測した日射強度を用いて開発手法の有効性を検証したところ、従来の回帰予測や持続モデルを用いた場合と比べて、二乗平均平方根誤差(RMSE)の評価尺度で予測精度が5%以上向上することが確認できた。

図2 Lasso回帰による日射量と太陽光発電出力予測のイメージ



(2) 間取り情報のみに基づく 需要推定

魅力ある料金メニューの設定・提案を行うには需要家の電力需要の推定が重要となる。これまで個別の需要家の需要推定については、世帯属性や過去の実績データを基にする手法が数多く提案されている。しかし、入居者の入れ替わりが激しく、入居者の正確な世帯属性や長期間の需要実績データが得にくい賃貸の集合住宅などでは、これらの推定手法の適用が難しい。そこで、部屋タイプ（1LDKなど）と部屋数の間取り情報のみから、集合住宅全体の電力需要を簡易に推定する手法を開発した。

開発手法では、学習用に与えられた集合住宅入居者の電力需要データから、個々の需要家の需要特性（冷暖房機器の使用状況とベース需要）を抽出し、この需要特性に基づき間取りごとの代表的な需要家グループを作成する。そして、集合住宅の需要を推定する際には、推定対象の集合住宅の立地点の気象条件から、まずは各需要家グループの需要を計算し、次に間取り情報に合わせて各グループの需要を合算することで、集合住宅全体の需要推定値を計算する。

開発手法を用いて、学習用に与えられた7都道府県の需要家35軒の実績データから、気象条件の異なる集合住宅2棟の需要を推定した。35軒のデータから需要家グループを作成し、集合住宅の間取りと立地点の月間平均気温の情報から需要を推定したところ、世帯属性や過去の実績データをいっさい使用することなく、いずれの集合住宅においても平均誤差25%以下で全体の需要が推定できた。

業務用省エネレポート

(1) ナッジの概念に基づく

省エネ情報提供

スマートメータ導入の進展により、電力消費量などのエネルギー需要データが大量に利用可能となるため、データを自動処理して省エネアドバイスの情報提供を行う枠組みが省エネ・節電促進策として注目されはじめている。

情報提供を行う際に重要な点の一つは、人間がどのように情報を受け止め、その結果どのように振る舞うかを考慮することである。例えば、人間は意思決定を行う際、必ずしも全ての選択肢を列挙し、それらの優

劣を全て比較した上で最も合理的な選択を行うわけではない。このような人間の現実的な振る舞いを考慮したうえで、選択の自由を害することなくより良い選択を促す行動変容方策として、近年「ナッジ(nudge)」の概念が注目されている。

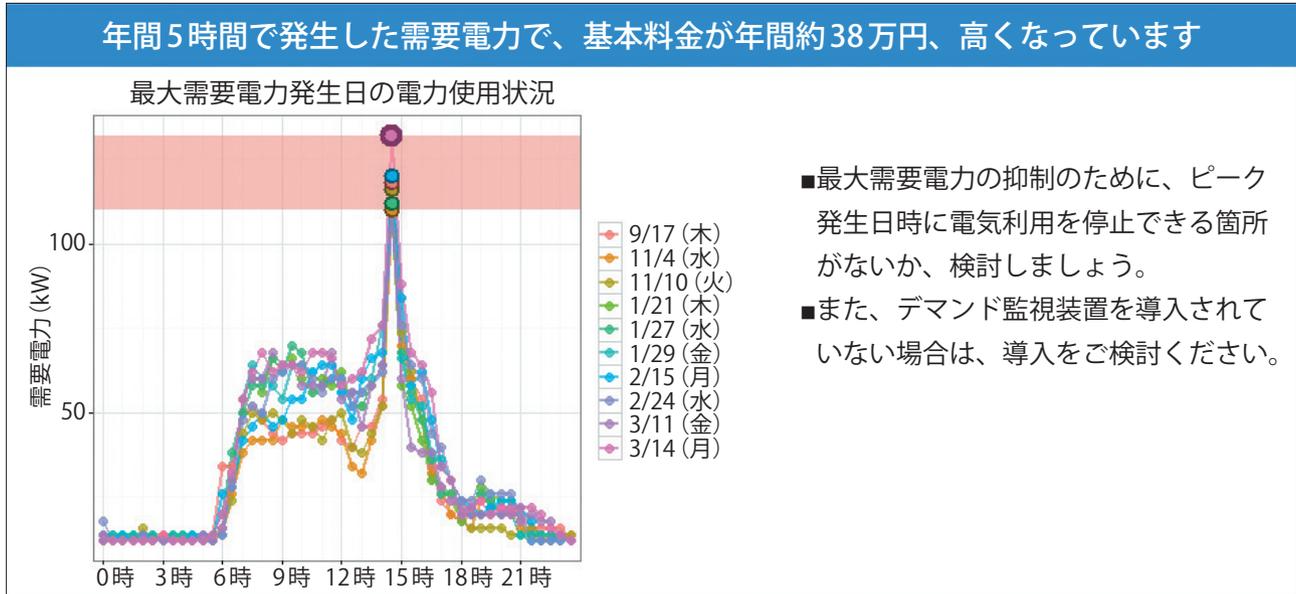
「ナッジ」の省エネ情報提供における最も著名な活用例の一つとして、省エネに経済的なメリットがあることを強調するより、他者と比べて多く電力を消費していることを伝えた方が、より効果的に省エネ行動が促進されることが挙げられる。

(2) 事業所向け省エネアドバイス レポート自動生成ツール

当所では、事業所ごとのスマートメータデータから、省エネアドバイスを自動生成するツールの検討を進めている。同ツールでは、前述の「ナッジ」の概念に基づいて他事業所と電力消費量を比較提示する仕組みだけでなく、事業所における省エネ診断やエネルギー管理実態調査による知見も併せて取り入れた。

例えば、一般世帯にはない事業所特有の視点として、業務上の都合でやむを得ず発生したというよりも、

図3 運用フォルトを指摘するアドバイスの例



設備運用の不具合（運用フォルト）が原因となって年間最大電力がごく短時間に発生し、それが1年間の契約電力料金として課されるケースが多いことが挙げられる。このことを踏まえて、設備の運用フォルトを指摘するアドバイスなどの新たな要素も組み込んだ。

図3は、冬場の15時ごろに需要ピークが集中していることを示しつつ、これら年間5時間(30分値のデータで10点)の電力消費を抑えることができれば、基本料金を38万円抑えられることを伝える、運用フォルトを指摘するアドバイスの例である。すなわち、年間たかだか5時間程度の短い期間だけでも運用に注意すれば、契約料金も大きく節約することができることを伝えている。このほかに、事前に用意した10数種類のグラフとメッセージの組の中から、どれを選択しどういった順序で提示するかまで含めて、事業所ごとに自動決定することができるようになっている。

近年スマートメータデータだけでなく、様々な行動データが利用可能となってきているが、省エネ行動を促進する情報を効果的に提供するには、データや分析結果をやみくもに示すのではなく、人間の現実的な行動原理を踏まえた情報設計が必要となる。他者の行動へ追従する傾向など、現状、人間の基本的な行動原理が既にいくつか知られているが、今後はこういった行動原理に関する知見を、実証などを通じてさらに積み重ねていくことが重要である。

おわりに

連載の最終回となる今回は、IoTの進展により取得が可能となった多種・多量な情報に各種AI技術を活用することで、電力会社の業務やサービスの高度化へ結びつけることを目指した当所の取り組みのいくつかを紹介した。今後、さらなる電力自由化の進展が予想される中で需要家に選択される電力会社となるには、魅力的な料金メニュー・サー

ビスを需要家へ提供することが重要となる。当所では今後も、こうした料金メニューやサービスの検討を行うために有効な、各種AI技術・最適化技術の研究、開発を進めていく計画である。

参考文献

- [1] 服部 俊一, 篠原 靖志:「スマートメータデータからの実需要推定による在・不在判定の精度改善手法」電気学会論文誌C(電子・情報・システム部門誌), Vol. 137, No. 9 (2017)
- [2] 比護 貴之, 鶴見 剛也, 由本 勝久:「地上気象観測データに基づく短時間先日射予測—多数地点の日射計データを用いた予測手法の検討—」電力中央研究所報告 R14019 (2014)
- [3] 所 健一, 比護 貴之:「予測実施時点の実績値のみを用いた短時間先電力需要予測手法の開発—再生可能エネルギー出力を含むネット需要予測手法—」電力中央研究所報告 R15021(2015)
- [4] 向井登志広, 西尾健一郎, 小松秀徳, 内田鉄平, 石田恭子:「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)
- [5] 小松秀徳, 木村幸, 西尾健一郎, 向井登志広:「スマートメータデータを活用した省エネルギーアドバイス自動生成ツール—中小事業所向けサービスのための基本設計—」電力中央研究所報告 Y15004 (2016)