

スマートメータデータを用いた 家庭電力需要予測モデルの開発

SATテクノロジー・ショーケース2025

■ はじめに

2016年に閣議決定された地球温暖化対策計画の部門別排出削減目標では、家庭部門は他の部門に比べて最も高い削減目標として2013年度比66%が設定されており、家庭部門における温室効果ガス排出削減は喫緊の課題となっている。同時に、電力取引市場の発展、需要応答(Demand Response)、電力容量市場などの議論が進められている。しかし、これらの電力市場を活用した効果的なエネルギー制御(図1)を実現するためには、電力需要を適切に予測することが不可欠である。現状では、数百から数千世帯レベルの平均電力需要予測が主流であるが、蓄電池の活用などを考慮すると、家庭レベルでの電力需要予測が必要となる。

現在、30分単位のスマートメータが国内全世帯に普及しており、このデータを活用した家庭レベルの電力需要予測モデルの開発が急務である。一方、少数世帯の電力需要予測は既存の手法でも対応可能であるが、多数世帯に対する汎用的な予測手法は未だ確立されていない。本研究では、スマートメータから得られる消費電力のデータを用いて多数世帯に対する汎用的な電力需要予測モデルを構築する。

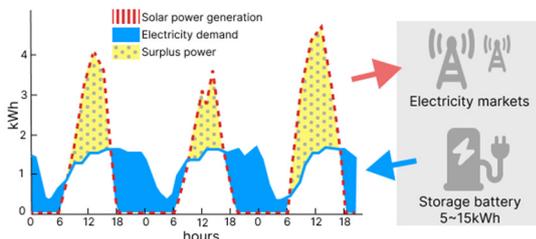


図1 効率的なエネルギー制御の例

■ 電力需要予測

Rodriguesらは、住宅部門における短期電力需要予測のためのモデリング手法について系統的な文献レビューを行った。2012年から2022年の10年間にわたり、Web of Science, IEEE Xplore, Scopus, Science Directの4つの主要データベースから334件の関連文献を収集し、PRISMAメソッドに基づいて38件の英語文献を詳細に分析した。

家庭部門における電力需要量に関する研究は、個々の住宅を対象にする場合と、集合住宅や地域ごとの複数の住宅を対象とする場合で異なるアプローチが取られる。複数の住宅の集合体での電力需要予測は、単一世帯よりも安定していることが示された。これは、複数の世帯の消

費パターンが集約されることで変動が平滑化されるためである。また、住宅クラスターの数が増えるほど標準予測誤差が減少することも確認された。一方で、個々の世帯の電力需要予測は非常に難しい。これは、住民の生活習慣や行動パターン、天候、行事などの外因性変数を予測するのが難しいことが主な原因である。データのランダム性は予測モデルのトレーニングデータとしての一貫性を損ない、モデルの精度を低下させる。モデルは膨大なデータを処理し、ランダムな変動を取り除くための高度なアルゴリズムが必要であるが、それでもなお予測精度には限界がある。

個々の世帯の正確な予測には、世帯ごとのデータの特徴を抽出し、高度に処理できるようなアプローチが必要となる。

■ 提案手法

複雑な家庭ごとの電力需要を予測するためにデータの2次元変換とTransformerを用いた新たな手法を開発した。

電力データは、日次、週次、年次など、異なる周期性を持つ複数の時間スケールで変動し、相互に影響を及ぼすことが知られている。データを二次元空間に拡張することで元の一次元空間では表現が難しい複雑な時間パターンを分離しやすくなり、周期内および周期間の変動を統一的に捉えることが可能になる。

まず、電力データを24時間ごとに区切って30列並べて画像形式に変換する。この約一ヶ月分のデータを持つ画像をランダムに欠損、再生成させることで将来の時系列を予測する。本研究では12時間先までの電力需要を予測するタスクについて、提案手法と既存研究で多く用いられているLSTMと呼ばれる手法を用いて実験・評価を行なった。

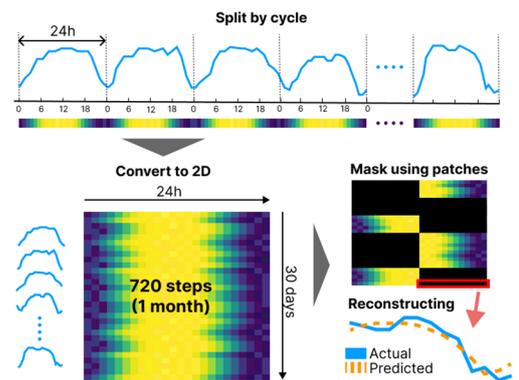


図2 提案手法の概要

代表発表者 **大野 俊剛(おおの ゆうごう)**
 所属 **早稲田大学 創造理工学研究科
 地球・環境資源理工学専修**
 問合せ先 **TEL: 080-1133-1433
 yuugou.ohno@gmail.com**

■キーワード: (1)家庭電力需要予測
 (2)時系列予測手法
 (3)スマートメータ
 ■共同研究者: 本田智則
 (産総研ゼロエミッション
 国際共同研究センター)