

ライフイベントセンサを用いた消費電力予測 Predict Electricity Consumption on Residents' Life Event with Life Event Sensor

久代紀之† 井手太一† 近藤貴裕† 小川雄喜‡ 樋熊利康‡

Noriyuki Kushiro, Taichi Ide, Takahiro Kondo, Yuki Ogawa, Toshiyasu Higuma,

1. まえがき

天候等の外部条件により、供給量が不安定となる再生可能エネルギーの大量導入には、一般住戸を含む電力需給制御の確立が必要である。一般住戸の消費電力は居住者の生活のパターンにより大きく変動するため、生活パターンを考慮した電力需給制御が必要となる。筆者らは、家電機器動作時の固有の電流波形より機器稼働を検出し、機器稼働履歴より、生活上のイベントを推定するインテリジェントなセンサ（ライフイベントセンサ）[1]およびライフイベントに基づく需給制御アルゴリズムの実用化を目指している。

これら実用化に向け、2011 年より、長期フィールド収集装置[2]を実家庭 5 軒に設置し、約 2 年間に及ぶフィールドデータを収集した。本論文では、上記フィールドデータに基づき、ライフイベントセンサを用いた電力予測の可能性に関して検討する。

2. ライフイベントセンサを用いた電力予測

ライフイベントセンサを用いた電力予測のステップを以下に示す。

- 1) 機器稼働履歴からのライフイベント推定：ライフイベントセンサにより検出された家電機器稼働履歴よりライフイベントの発生を推定する。
- 2) ライフイベント毎の消費電力の同定：ライフイベントセンサは、機器稼働検出とともに、リアルタイムに電力計測も行うため、ライフイベント毎の消費電力（トレンド）を同定する。
- 3) 生活パターンの推定：季節・曜日・時間帯等の事前条件から、1 日のライフイベントの発生確率と順序を予測する。
- 4) 生活パターンからの電力需要の予測：生活パターンの予測結果から、Step2 で求めたライフイベント毎の消費電力を当てはめ、1 日の電力需要を予測する。

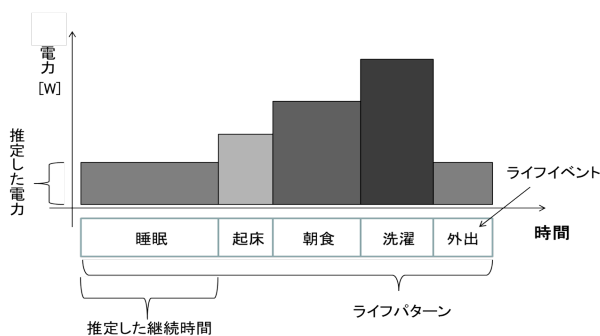


図 1 ライフイベントを用いた電力需要予測

3. フィールドデータに基づく電力予想評価

前述の長期フィールドデータ収集装置の設置宅を表 1 に示す。

表 1 長期フィールドデータ収集対象住戸

住宅	家族人数	建物の構造	居住地	収集開始日
1	1	アパート	福岡	2013 年 4 月
2	4	木造 2 階建	神奈川	2013 年 12 月
3	3	鉄筋 2 階建	神奈川	2013 年 12 月
4	4	木造 2 階建	東京	2013 年 12 月
5	3	木造 2 階建	東京	2013 年 12 月

取得したフィールドデータに基づき、住戸毎に、ライフイベントと強い相関を持つ家電機器を抽出し、この家電機器の動作履歴からライフイベントを推定した。住宅 3 の家電機器とライフイベントの対応を表 2 に示す。

表 2 住宅 3 におけるライフイベントと機器操作の相関

イベント	対象家電機器
料理	レンジ, IH クッキングヒータ, 炊飯器
洗濯	洗濯機
掃除	掃除機
食器片付け	食洗機
髪乾燥	ドライヤー

続いて、フィールドデータに基づき、ライフイベント毎の消費電力および継続時間を同定した。住宅 3 では、夜間に発生する料理の継続時間の分散が大きい。料理イベントを料理（全）、夜料理（時）、夜料理（個）の三つのイベントに分割した。ライフイベント毎の消費電力を求めた結果を図 2 に示す。

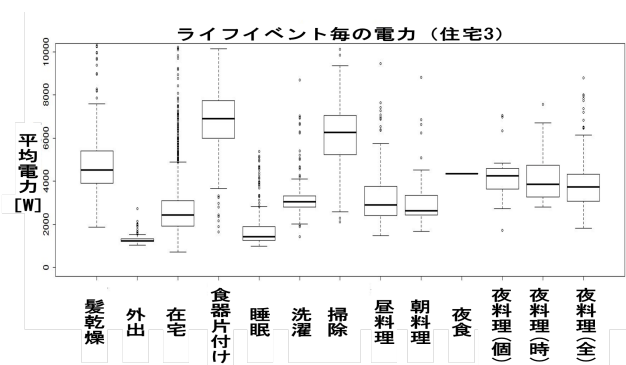


図 2 住宅 3 におけるライフイベント毎の消費電力

表 2 で同定した家電機器の利用とライフイベントの相関に基づき、家電機器の利用履歴から、ライフイベントを推定した。住宅 3 におけるライフイベントの推定結果を図 3 に示す。

† 九州工業大学 Kyushu Institute of Technology

‡ 三菱電機株式会社 Mitsubishi Electric Corporation

に示す。図.3は、X 軸が、日別のライフイベントの発生系列色別で表し、Y 軸は、各日のライフイベントを1年分蓄積したものである。居住者は規則的な生活パターンで生活していることが観察される。

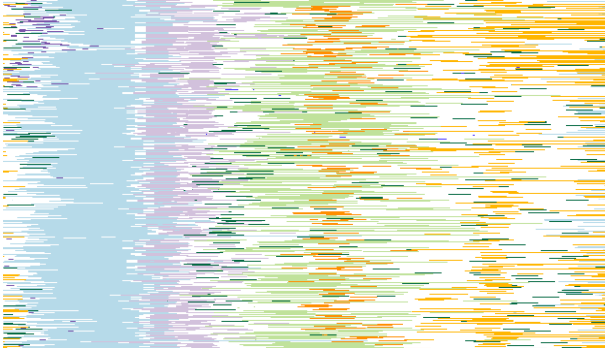


図.3 住宅3におけるライフイベントの時系列的発生
(図.3において、睡眠：水色、掃除：青、洗濯：緑、朝料理：薄い紫、昼料理：オレンジ、夜料理：黄色、夜食：紫、髪乾燥：赤、在宅：薄いオレンジ、外出：薄い緑を示す)

ライフイベントの発生に、規則性が観察されるため、これらの規則性を活用して、1日のライフイベントの時系列的な発生系列を予測した。ライフイベントの種別により、季節・曜日・時間帯等に依存性(図.4)が観察されることから、これらを事前条件としたベイズ推定を用いた予測を行った。一例として、時間帯を事前条件として加味したライフイベントの予測精度の向上を図.5に示す。

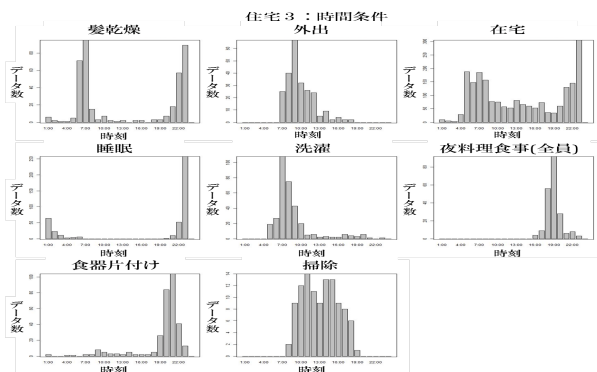


図.4 時間帯別ライフイベントの発生回数(住宅3)



図.5 発生時間を加味したライフパターンの予測結果

ライフイベントの開始時刻をライフパターン予測の条件に加味することで、予測精度を高められることがわかる。この予測結果を用い、図.2に示すライフイベント毎の消費電力から、1日の電力需要を予測した。結果の例を図.6に示す。図.6は、上図が1日の電力消費、下図が稼働家電機器履歴を示す。上図の黒ラインは、住戸全体実電力消費赤・青ラインは、予測した電力需要の上下限値を示す。図.6に示した結果から、ライフイベントの発生系列から住戸全体の電力需要を予測できることが確認できる。

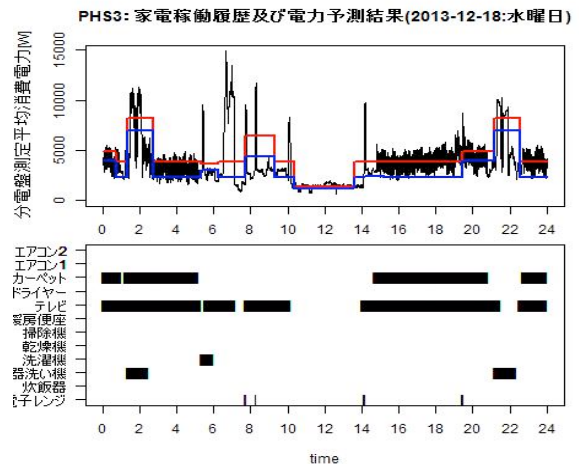


図.6 ライフイベントからの電力需要予測結果

4. まとめ

本研究では、ライフイベントセンサを用いて獲得した電ライフイベントにより住戸の電力需要の予測の可能かどうかを、長期フィールドデータ収集装置で獲得したフィールドデータに基づき検証した。検証の結果、ライフイベントセンサにより取得可能な稼働機器履歴と電力値から、1日の電力需要が予測できることを確認した。しかし、現状ではライフイベントの発生系列の予測が、7割程度の正解に留まっており、必ずしも十分な予測とは言えない。予測結果に基づき、実態のライフイベントをヒアリングした結果、パートタイム勤務など曜日のイベント発生確率の変動やイベント毎の消費電力の季節依存性(夏冬の冷房・暖房の負荷等)を考慮した電力の予測が必要であることが確認された。今後は、季節・曜日等を事前条件として考慮するとともに、観察された家電機器の履歴に応じて、逐次予測を変更していくアルゴリズムを搭載することで、ライフイベントの推定および電力予測の精度を向上させていく。さらにこれら予測結果を利用した HEMS のデマンド制御アルゴリズムの開発、検証を行うことを計画している。

参考文献

- [1] N. Kushiro, M. Katsukura, M. Nakata and Y. Ito, "Non-intrusive Human Behavior Sensor for Health Care System", Human Computer Interaction International Conference, Sep. 2009
- [2] N. Kushiro, T. Ide, K. Tomonaga, Y. Ogawa and T. Higuma, "Feasibility Study for Life Event Sensor on Big Field Data", IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), January 11, 2015