

# MD5 HEMS データ分析手法の提案および HEMS データによる居住者行動抽出

Identification of home occupancy and activity based on HEMS data analysis.

指導教員 下田吉之教授・都市エネルギーシステム領域  
28H21013 岩渕菜々実 (Nanami IWABUCHI)

## Abstract:

HEMS measures and visualizes the energy consumption of home electric appliances. In addition, HEMS data is also useful to find energy efficiency measures and it is necessary to establish a method for analyzing HEMS data. Home energy consumption and the way in which individual energy-consuming appliances are used depend on individual lifestyles. Therefore, it is important to consider lifestyle patterns when implementing energy conservation measures in the home, but it is not easy to grasp these patterns. On the other hand, assuming that the operation of devices is basically based on human behavior, it is possible to read the behavior of residents from the power consumption data of devices measured by HEMS and to determine the occupants' time use of households. In this study, we propose analysis method of HEMS data and identify occupancy and occupants' behavior. Result of this method is verified by questioner survey to residents.

**Keywords:** HEMS, power consumption, appliance, resident behavior, Interview survey

## 1. 背景と目的

近年、脱炭素社会の実現に向けて住宅のエネルギー管理システム（HEMS：Home Energy Management System）が注目されている。HEMS は家庭内の機器の電力消費量を計測しているがそのデータの活用は進んでいない。より効果的な家庭の省エネ実現のために今後 HEMS データの分析方法を確立する必要がある。また家庭の電力消費および個々の電力消費機器の使われ方は個人の生活に依存する。従って家庭の省エネ対策は生活パターンを考慮することが重要であるがそれを把握することは容易ではない。一方で機器稼働が基本的に人の行動に基づくものであることを前提にすると、HEMS で計測する機器の消費電力データから居住者行動を読み取ることができ生活パターンを把握することが可能である。そのため本研究は①HEMS データの分析手法を提案した上で、②HEMS データから居住者行動の抽出を試みた。

## 2. HEMS データ分析手法の提案

### 2.1. 相関分析

電力消費の傾向は季節等で性質が異なる場合があり、各 HEMS データ項目に対する気象データの影響を分析する手法を提案した。気象と電力消費の相関関係は非線形であることも多く、本研究では非線形の相関関係を確認できる HSIC (Hilbert-Schmidt Independence Criterion) と MIC (Maximal Information Coefficient) を使用する。気象項目はそれぞれ独立ではないため変数同士の影響を考慮した上で重要な変数の選択を行う必要がある。そのため本節では、複数の変数に対して相関関係を確認できる HSIC を用いて電力消費への影響度の高い気象データを特定した。そして相関関係の形状分析に優れる MIC を用いて相関関係を分析した。一例として、トイレとエアコンのデータに対して変数選択を行なった結果、ともに気温が重要であることが分かった。気温とそれぞれの相関関係を分析すると、トイレは線形、エアコンは非線形の相関関係が特定でき、図 1 に示す関係と一致する結果が得られた。

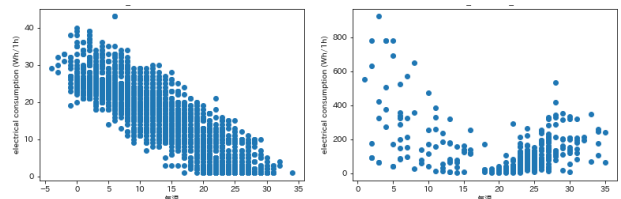


図 1 気温との関係 (左: 2F トイレ, 右: 寝室エアコン)

## 2.2. 変化点検知

家庭の電力消費はそのライフスタイルによって変化するため HEMS データを居住者の暮らしに結び付ける際には変化前後でデータを分割して考える必要がある。そこでデータの変化を自動検出する手法を提案する。様々な変化点検知手法を検討した結果、データの変化に伴う確率分布の変化を検知するべくある時間断面前後データの JS ダイバージェンスを計算し、相違度が大きい時間断面を変化点と判定

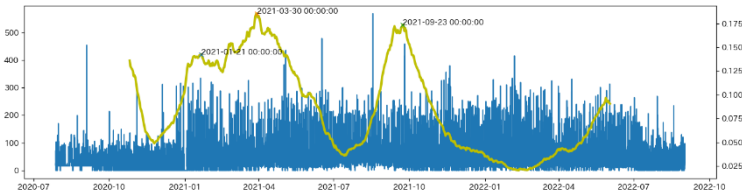


図2 キッチン電力消費データ(青)と変化点スコア(黄)の推移

する。図2にキッチンのデータについて変化点検知を行った結果を示す。電力消費量の増大やベースラインの上昇及び下降等の変化点を検出できていることがわかる。

## 2.3. クラスタリング

電力消費分析の際、その電力消費がどのような機器稼働によるものかを特定することはデータ理解につながる。そこで各データ項目について電力消費傾向を分析することを目的にクラスタリング手法を提案する。ここではデータの確率分布が複数のガウス分布の合成によることを前提に分類する混合ガウスモデルを使用する。一例として図3にクラスタリングで推定したガウス分布を示す。出現頻度が高い電力消費量は確率分布では山となっていることから、それぞれの山は何らかの出現頻度の高い電力消費状態であると考えられ、ラベリングが可能である。図にアンケート調査を基にそれぞれのラベルを示している。これより、洗濯機のような単一の機器を計測する項目ではその機器の運転モードで分類でき、またリビングのような複数機器の合計を計測する項目については部屋の中で使用している機器の組み合わせの状態で分類できることが分かった。

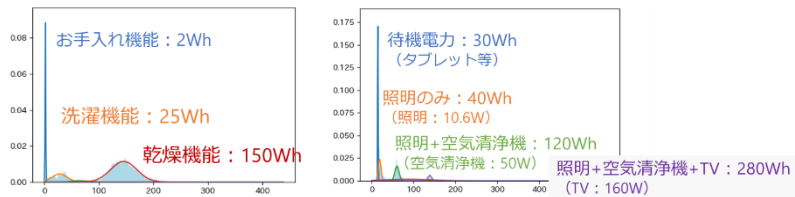


図3 クラスタリング結果(左:洗濯機, 右:リビング)

## 3. HEMS データによる居住者行動抽出

上記のクラスタリングにより居住者行動による電力消費とそれ以外を分類可能になった。これにより、単一の機器を計測する機器項目の稼働状況と複数機器の合計を計測する部屋項目の在室状況を把握すること可能である。図4(a, b)は食洗機の特別稼働確率とリビングの特別在室確率の算出結果であるが、普段の機器及び部屋利用が分かりやすく可視化される。リビングは高確率で使用されており在宅時常に利用されていると考えられたため、リビングの在室状況から在宅状況を推定し、睡眠及び外出状況を抽出した。図4(c, d)にこれらの実施確率を示す。このように HEMS データのみの分析から機器稼働や部屋利用に加えて睡眠及び外出状況まで抽出可能になった。これによって時刻別の平均的な暮らしのスケジュールを推定可能になり、家庭ごとの暮らしの特徴を考慮したエネルギーマネジメントを HEMS のみで一括して行うことが可能である。

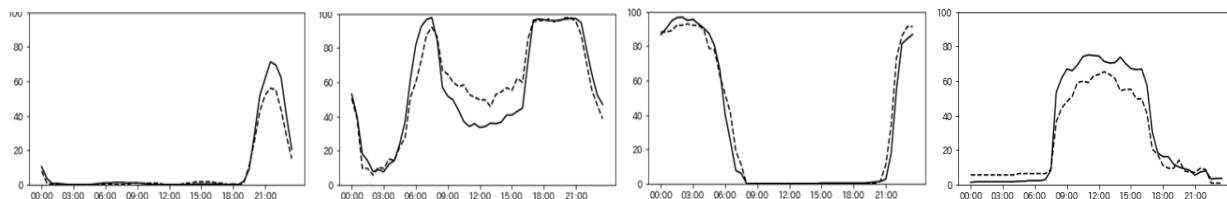


図4 時別確率 (a: 食洗機稼働, b: リビング在室, c: 睡眠, d: 外出)