

消費電力の使用状況の提示による家庭での節電意識向上への取り組み

理学専攻 情報科学コース 遠藤 友美 (指導教員：小林 一郎)

1 はじめに

近年、地球温暖化が大きな問題となっており、日本においては自動車と家庭での電力使用とを合わせた家計関連からの CO₂ 排出量が国全体の 20% を占め、そのうち家庭内での電力使用による CO₂ 排出量は車の 2 倍に相当する [1]。このことから今後家庭内における CO₂ 削減はさらに重要となると考える。そこで本研究ではユーザに伝えて節電意識を向上させることを目的に、電力使用に伴う生活習慣の抽出と、節電意識向上に効果的な言語化表現を抽出する手法を提案する。

2 家庭内消費電力データ分析

2.1 消費電力測定

本研究では、2つの家庭を対象に以下に示す家電の消費電力を約5カ月分計測し、利用した。

- A 宅 (40代夫婦(妻, 専業主婦), 子供 17歳) 洗濯機, ドライヤー, テレビ 2台, DVD 2台, 扇風機, 炊飯器, 冷蔵庫, トースター, 電子レンジ, 食器洗い機
- B 宅 (30代夫婦(妻, 専業主婦), 子供 5歳) 洗濯機, STV, DVD, テレビ, ホットカーペット, エアコン, 炊飯器, 冷蔵庫, 電子レンジ, グラインダー, ポット, コーヒーメーカー

2.2 生活の基本活動の視点からの分析

生活において基本的な活動となる、食事の観点から消費電力データの分析を行った。それぞれの家庭における1日のキッチンまわりの家電の消費電力の総和を図1に示す。これによりA宅は炊飯器, B宅は電子レンジの使用頻度が高いことがわかる。2つの家庭を比較することで、その家ごとの消費電力量を押し上げる要因となっている家電を知る事ができた。

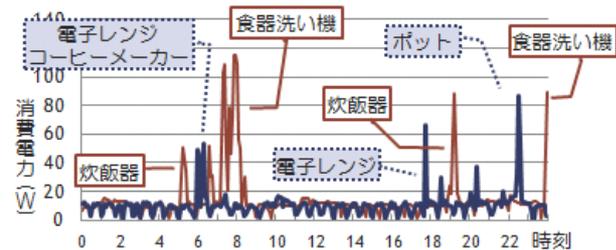


図 1: 2 家庭のキッチンの消費電力

調理に使用する家電の作動時間帯を特定し、そこから朝、昼、夕の3食の平均的な時間帯を推定し、それぞれの食事に要する消費電力量を求める。まず、炊飯器、電子レンジ、冷蔵庫の3つの家電それぞれの作動時とみなす消費電力を設定し、作動時間帯を抽出する。その時、3つ全ての家電が15分以上作動していないときは別の時間帯として観測し、時刻からどの食事の調理を行なっているのか推定を行なう。その例を表1に示す。

A 宅, B 宅双方の家電使用が頻出する時間帯から朝食 4:00 ~ 10:30, 昼食 10:30 ~ 15:30, 夕食 15:30 ~ 24:00

表 1: 調理用家電の作動時間帯

食事	時間帯	wh	作動家電
朝	4:55 ~ 8:10	374.59	炊飯器, 電子レンジ, 冷蔵庫
朝	9:20 ~ 9:50	88.64	冷蔵庫
朝	10:30 ~ 10:50	58.49	冷蔵庫
昼	13:05 ~ 13:05	21.13	電子レンジ
夕	17:30 ~ 18:05	104.71	冷蔵庫
夕	18:25 ~ 21:40	253.16	炊飯器, 冷蔵庫

と設定し、各食事の調理のために消費された電力を求めることとした。A 宅の特定の 27 日間のデータを用いて平均を求めた結果、朝食 244.77wh, 昼食 196.45wh, 夕食 370.55wh であった。昼食の電力消費が少なく、家族全員が外出している日があると考えられる。夕食は食べる時間がずれたり、手の込んだ料理を作るために、消費電力量が高くなる傾向にある。

朝食の傾向(パン, ご飯等)や、起床時間が分かる。又、調理器具の使用回数から、食事の温めなおしの回数やパンを焼く回数がわかり、その家で生活している人数をおよそ推測することができた。

2.3 SAX 法を用いた分析

時系列データを文字列に変換して比較することを可能にする SAX 法 [2] を用いる。家電毎に、5 分毎に作動している場合は 1, そうでない場合は 0 とし、1 日毎に文字列 (0 または 1) に変換して (図 2), 一定期間 (日数) の文字列の和を求めることで使用頻度の高い、または低い時間帯を求めた。

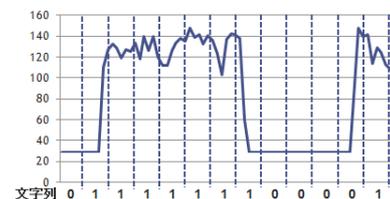


図 2: SAX 法を用いた消費電力データの文字列変換

A 宅の観測期間における結果を表 2 に示す。

表 2: 家電ごとの使用頻度の高い時間帯

家電	頻出時間帯	平日	土日
TV1	0:00 ~ 1:15	0:00 ~ 1:15	0:00 ~ 1:00
	7:15 ~ 8:45	7:30 ~ 8:45	8:15, 9:30, 12:00
	12:30 ~ 13:30	12:15 ~ 13:30	13:15, 15:15, 15:45
	18:45 ~ 0:00	19:00 ~ 0:00	17:00 ~ 17:45
			18:10 ~ 0:00
調理	6:30 ~ 6:45	6:30 ~ 7:00	18:30 ~ 20:00
	18:30 20:45	18:30 ~ 21:00	20:45 ~ 21:00
食器洗い機	0:00 ~ 1:45	0:00 ~ 2:00	1:00 ~ 1:45
	7:30 ~ 8:15	7:30 ~ 9:00	7:30 ~ 9:00
	15:30 ~ 15:45	14:45 ~ 16:30	14:45 ~ 16:30
	21:45 ~ 24:00	22:00 ~ 24:00	22:00 ~ 24:00
洗濯機	7:15 ~ 7:45	7:00 ~ 8:00	-

平日に比べ、土日は家電の使用時間帯が分散する傾向にある。夜に使用する家電は平日と土日で差が小さいことと、調理に使用する家電の結果から土日はその日のイベントによる起床時間のばらつきが家電の使用時間帯に影響を与えていると考えられる。洗濯機は土日の使用頻度が低いなど、曜日毎の家電使用のパターンも発見することができた。

2.4 アソシエーション分析

確信度と支持度に基づいて相関ルールを抽出するアソシエーション分析 [3] を用いて、同じ時間帯によく利用される家電の組み合わせの抽出を行なう。2.3 と同じ要領で 2 つの家庭の各家電の 1 日の消費電力データを、家電の利用頻度が低い深夜 2:00 から 5:00 は 3 時間、それ以外の時間帯は 1 時間ごとに作動しているか否かを表した文字列の日数分の和のデータを用いる。相関ルール抽出の条件となる変数は予備実験により最小支持度 0.23, 最小確信度 0.6 とした。抽出した相関ルールのうち、その時間帯に常時使用している家電が含まれているものを除き、意味を持たないルールを除いた。

A 宅のデータを用いた結果の一部を表 3 に示す。

表 3: アソシエーション結果例 (A 宅)

時刻	主な相関ルール	推測される生活
22~0	食器洗い機 DVD TV	食事完了 TV や DVD の視聴
2~3	冷蔵庫 DVD 炊飯器 DVD	DVD の視聴 夜食 就寝前に録画、炊飯の予約
6~8	電子レンジ TV TV トースター ドライヤー トースター DVD 洗濯機 トースター DVD	起床 調理 食事しつつ TV の視聴 ドライヤーを使用して準備 洗濯

ルールの抽出がない時間帯は、テレビや冷蔵庫などの使用頻度の高い家電のみを使用している昼間で、かつ調理器具を利用していない時間帯と、家電すべての利用頻度が低い深夜の時間帯の 2 つの場合があった。23:00 ~ 0:00 に食器洗い機をかけつつテレビや DVD の視聴、夜食。2:00 頃に炊飯器と DVD の相関ルールが抽出されていることから就寝前に炊飯器とテレビ録画をセットしている。6:00 頃起床し、電子レンジやトースターを使用して調理、食事をしつつテレビの視聴、昼間はテレビまたは DVD を視聴、同時に洗濯機も利用している。ドライヤーの使用から家を出る準備をしている様子わかる。13:00 ~ 15:00 は頻度が低いため、テレビの相関関係が抽出できているので、外出している日が多い事がわかった。18:00 ~ 20:00 に調理、テレビや DVD を視聴しながら食事をし、就寝するまで視聴し続けている。など、その家の平均的な生活の様子を把握することができた。データが少ないため、各家庭の生活の様子しか抽出できなかったが、多くの家庭のデータがあれば、家電使用のパターンが抽出できる可能性がある。

3 節電意識を向上させる情報提示

ユーザに家電の電力使用状況を伝えるときに、節電意識の向上に有効な言語表現の調査を行なった。家電ごとに表 4 に示す 18 個の特徴項目を組み合わせると約 750 の言語表現を収集した。例えば、言語表現「このままだとエアコンの電気料金が同じ月より約 1700 円高くなります。」は消費電力の特徴項目の内、「予測」、「料金」、「比較」、「年」を組み合わせたものである。

表 4: 消費電力に関する特徴

順位, 電力使用量, 使用回数, 時間帯, 使用時間, 日, 週, 月, 年, 比較 (同家電), 比較 (他種家電), 比較 (同種エコ家電), 比較 (一般的な家庭), 割合 (家庭全体の消費電力内), 割合 (家電グループ内), 状態 (保温・待機), 予測, 料金
--

収集した言語表現の中から節電意識向上に有効な言語表現を抽出するためにアンケートを実施した。節電意識の向上にその言語表現によるメッセージが役立つかを訊ねる質問に対し、「すごく思う」、「思う」、「やや思う」、「あまり思わない」、「全く思わない」の 5 段階で回答してもらう方式で、「すごく思う」、「思う」、「やや思う」と回答した割合が 70 % 以上の特徴項目の組み合わせを表 5 に示す。

表 5: エコ意識向上に有効な特徴項目の組み合わせ

NO.	特徴項目の組み合わせ	NO.	特徴項目の組み合わせ
1	予測, 比較, 年, 料金	9	比較, 週, 時間
2	予測, 比較, 月, 料金	10	月, 料金
3	予測, 比較, 週, 料金	11	週, 回数
4	比較, 年, 料金	12	月, 順位
5	比較, 月, 料金	13	順位, 割合, 月
6	比較, 週, 料金	14	状態 (待機), 週, 時間
7	時間, 月, 料金	15	状態 (保温), 月, 料金
8	回数, 週, 料金	16	比較, 週, 状態 (保温), 時間

家電の「使用時間」や「使用回数」、「消費電力量」よりも「電気料金」に換算したもので、またその値も「日単位」よりも、より長期間の「週や月単位」の方が節電意識の向上に有効であることがわかる。これは、電気料金が最も身近な単位であることと、「日」単位だと金額が小さすぎてしまい実感が湧かないこと、電気料金の請求が月ごとに行なわれることによると考えられる。また、数値だけではなく「比較」対象のある情報の方が有効であることがわかった。使用時間と使用回数は家電全体では有効ではないという結果だったが、節電に取り組みやすい保温時間、待機時間の長い家電 (例:ポット, テレビ) はそれらの時間数やその時の電気料金を示すことが有効であることがわかるなど、家電の種類によって特徴的な結果がでた。

4 おわりに

家庭ごとの電力使用の特徴や、他の家庭との差異を提示することで家庭での節電意識の向上を目指し、2 つの家庭の家電の消費電力データを、生活の基本活動の視点からの分析や、SAX 法を用いた分析、アソシエーション分析を行ない、電力消費に伴う生活習慣の抽出を試みた。また、アンケート結果から電力使用をユーザに伝える効果的な言語表現を抽出した。今後はユーザの電力使用習慣に合わせた節電に効果的な伝え方を考え、実装していく予定である。

参考文献

- [1] “日本の温室効果ガス”, <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/>
- [2] Jessica Lin, Eamonn Keogh, Stefano Lonardi, Bill Chiu. A symbolic Representation of Time Series, with Implication for Streaming Algorithms, 8th ACM SIGMOD Workshop on Researcher Issues in Data Mining and Knowledge Discovery, 2003.
- [3] Agrwal, R. and Strikant, R. First algorithms for mining association rules, Proceeding of the 20th VLDB conference, 1994.