

研究論文

家庭の電力消費の内訳を解析するシステムの検討

A Study on Systems which Analyze Electricity Consumption in Households

松本光崇*・藤本 淳**・榎本忠保***
Mitsutaka Matsumoto Jun Fujimoto Tadayasu Enomoto

(原稿受付日2005年9月6日, 受理日2006年2月8日)

Abstract

This paper presents our studies on systems which analyze the electricity consumption of appliances in households. To avoid cost-rise, we considered non-intrusive electrical load monitoring methods, which analyze the electricity consumption of individual appliances based on analysis of the total load as measured at the interface to the power source. Although the methods are cost-effective, existing non-intrusive monitoring methods had problems on accuracy and versatility. To avoid and solve the problems, we reconsidered the specifications of the systems. We carried out a questionnaire to survey the needs of users and considered revising the specifications. We set the target of monitoring on estimates of electricity consumption by refrigerators and air-conditioners exclusively. We created rules to extract the electricity consumption by the target appliances. We made an experimental computer program to evaluate the precision of the rules. The experimental results indicated good precisions of the rules. We discuss the extendibility of the rules.

1. まえがき

わが国では家庭部門のCO₂排出の増加が懸案である。産業部門では2002年度のCO₂排出量(化石燃料+電力按分)は1990年度比で2%削減されているのに対して、家庭部門では29%もの増加となっている¹⁾。2002年度の家庭部門のCO₂排出量(化石燃料+電力按分)は日本の総排出量の13%を占め、このうち59%が電力消費に起因している¹⁾。2002年度の家庭部門の電力消費に由来するCO₂排出量は1990年に比べて37%の増加であり¹⁾、今後の温暖化対策の鍵を握る。家庭の電力消費の実態についての調査研究は実施されてきているものの^{2), 3)}、詳細な実態は把握されていないのが実情である。今後の温暖化対策を講じる上で実態の継続的な把握は必須である。本論文では家庭の電力消費の内訳を解析するシステムについて、その仕様と技術的可能性を検討する。

2. 家庭の電力消費の内訳解析システムの課題

2.1 生活者への環境負荷情報提供の有効性と課題

家庭部門のエネルギー使用の増加に対する対策として、

* 日本電気(株)基礎・環境研究所 研究員
(現在 (独)産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門
〒305-8564 茨城県つくば市並木1-2-1
E-mail: matsumoto-mi@aist.go.jp)

** 東京大学 先端科学技術研究センター 特任教授
〒153-8904 東京都目黒区駒場4-6-1

*** (株)リコー 戸田技術センター
〒243-0023 神奈川県厚木市戸田2446

家電機器の省エネ化や、家電製品の使用制御(HEMS: Home Energy Management Systems)の導入等が検討されている^{4), 5)}。しかし同時に生活者に電力の使用状況の情報をリアルタイムで提示するなどして環境意識を高めることが、一見原始的に見えながらも省エネには非常に有効であるという実証試験結果が報告されている。この中で例えば上野らは8世帯平均で9%の電力消費量の削減が見られたことを報告しており、情報提示の有効性が示されている⁶⁾。また近年の特に冷蔵庫やエアコンなどの省エネ化進展も目覚しく、買い替えの際の省エネ型製品の選択の効果を提示することによって、省エネ型製品の普及を期待することもできる。例えば400~450ℓクラスの冷蔵庫の年間電力消費量は、10年前の製品では1,000kWh~1,500kWhであったのに対して、1999年製品では約500kWh、2004年製品では約240kWhであり⁷⁾、この10年間で1/4以下にまで低減している。日本全体で家庭の冷蔵庫とエアコンをトップランナー製品に置き換えることは約1,400万ton-CO₂のCO₂削減効果があるという試算も報告されている⁸⁾。

しかし電力消費情報を生活者に提示するシステムは、各機器のon/offを計測するセンサーや通信機器等を備えるため高価であり、現時点では広い普及が困難である。例えばこのような機能を含むHEMSは現状では20万円程度の費用がかかるとされる⁹⁾。一方、例えば数万円で購入できる省エネルギーセンターの「省エネナビ」は、30分ごとの家庭全体の電力消費量を提示するもの等であり、消費の内訳まで知ることはできない。

2.2 電力消費内訳解析システムの仕様再考の必要性

本研究では、電力消費内訳解析システムの広い普及を可能にするために、コスト抑制の実現を目指すことを考慮した。そのために家庭の分電盤に電力計測器を設置して家全体の消費電力の時系列データを計測し、そのデータをもとに電力消費の内訳を推定するというアプローチを検討対象とした。このアプローチは非侵入型モニタリング (non-intrusive monitoring) と呼ばれる⁸⁾。5節で触れるが、このアプローチは解析の精度や汎用性に課題がある。本研究では生活者が電力消費に関するどのような情報を求めているかを調査することを通じて、システムの仕様を再考し、その仕様に対応してシステム開発を進めることとした。以下で生活者のニーズを把握するアンケート調査、およびシステムの受容性と効果を見積もるアンケート調査の結果を示す。

3. システムの仕様決定のためのアンケート調査

3.1 アンケートの内容と結果

電力消費の内訳の解析についての生活者のニーズを把握するために、全国の20代～60代の男女約600名を対象にWebアンケートを実施した。

アンケートではまず表1の問1の質問を行った。家庭の電力消費を分析するシステムがあるとしたときに、どのような分析結果に興味を惹かれるかを、7つの選択肢を設定して最大2つまでの選択として質問をした。最も多かった回答は「冷蔵庫、洗濯機など個々の製品で消費される電力量及びそれらの電気料金」であった。次いで「電力消費が多い製品に対する省エネ行動の提示と、それを実施した場合の電気料金の削減量」が多かった。いずれも家庭の電力消費の内訳を推定することが前提となる。

次に表1の問2の質問を行った。これは家庭内の個別製品の電力料金について情報が得られるとしたときに、どの製品に対する情報に興味を惹かれるかを複数回答形式で問うたものである。結果は、エアコン、冷蔵庫の順で回答が多く共に50%を越えた。次いでテレビ、パソコンの順で多かった。

3.2 考察

生活者の環境意識や環境行動を喚起するために、生活者の環境負荷量の実態を提示すること、環境負荷量を低減するための方策を提示すること、の2点が重要である。前者の実態の提示としては、他者との比較、各人の過去との比較、環境負荷の内訳の提示、が有効であると考えられる。アンケートの問1の結果は、内訳を提示することの有用性を示す結果であった。

本研究では、家庭全体の電力消費の時系列データから電力消費の内訳の情報を抽出することを図った。表2は家庭

表1 生活者のニーズを把握するためのアンケートと結果

【前置】 あなたの家のブレーカーに設置し、消費電力の測定により電力の使い方に関する診断をしてくれる装置があります。					
【問1】 この装置を使って診断できる項目として、興味を惹かれるものはどれですか？ 最大2つまで選択してください。（選択肢7つ）					
【結果】 （回答多数順に並び替えた）					
47.1%	冷蔵庫、洗濯機など個々の製品で使われる電力量及びそれらの電気料金				
31.6%	電力消費が多かった製品に対する省エネ行動（たとえば、暖房の設定温度は20℃以下など）の提示と、それを実施した場合の電気料金の削減量				
30.4%	あなたの家の電気料金（電力使用量）と、平均的な家庭の電気料金との比較				
25.6%	機器を使っていないときに消費される電力量（待機電力）とその電気料金				
23.4%	あなたの家の電力消費の時間推移（一日でどの時間帯に、一週間で何曜日に、一年で何月にどれだけ使っているか）				
23.4%	製品を最新の低消費電力タイプに買い替えた場合の電気料金の削減量				
4.4%	どの項目にもあまり興味はない				
【問2】 これは、診断結果の一例です。例は、冷蔵庫のもので、標準的な家庭に比較して電力の消費が多く、また新しい機器に買い換えることで年間一万円以上の節約が可能であることが示されています。同じような情報をどのの製品について欲しいと思いますか？ 最大3つまで選択してください。（選択肢20）					
【結果】 （回答多数順に並び替えた）					
64.0%	エアコン	7.7%	ガス給湯器システム	1.0%	衛星放送チューナー
57.0%	冷蔵庫				
35.5%	テレビ	5.8%	衣類乾燥機	0.9%	電話/ファックス
20.8%	パソコン	4.4%	電気コタツ	0.7%	オーディオ
20.5%	洗濯機	4.4%	炊飯器	0.2%	プリンタ
17.4%	照明	4.3%	高機能便座		
17.1%	電子レンジ	3.2%	掃除機		
8.7%	電気カーペット	2.9%	特になし		
		1.7%	ビデオデッキ		

表2 使用時消費電力と消費電力量を軸にした製品分類

		使用時消費電力 (W)	
		小 (抽出が困難)	大 (抽出が容易)
消費電力量 (Wh)	大 (重要度高)	冷蔵庫 照明	エアコン (電熱器, 電気カーペット, コタツ)
	小 (重要度低)	テレビ, パソコン ビデオデッキ その他家電製品	電子レンジ ドライヤー, 乾燥機 洗濯機, 炊飯器

内の製品を、①製品の使用時消費電力の大きさ、②製品の累計消費電力量（使用時消費電力×使用時間）の大きさ、の2軸で分類したものである。製品の使用時消費電力が大きい製品は、家全体の電力消費に特徴的な波形を残すことが多いため、電力消費情報の抽出が比較的容易である。したがって①の軸（表2の横軸）は情報抽出の難易性とも対応する。一方、累積消費電力量の大きい製品の情報を抽出することが重要である。よって②の軸（表2の縦軸）は情報の重要度を表す。

3.3 システムの仕様の決定

情報抽出の容易性と重要度、およびアンケートの間2の結果を踏まえて、本研究ではエアコンと冷蔵庫を対象を絞って消費電力の内訳情報の抽出を実施した。5節と6節でその技術的可能性を検討する。

4. システムの受容性と効果を評価するためのアンケート調査

4.1 アンケートの内容と結果

アンケートでは次に、電力消費の内訳解析に基づく電力消費診断システムの生活者への受容性を評価する質問項目を設定した。表3の問3に示すように、家庭の電力消費診断システムがあるとしたときに、どのような条件であれば利用を検討するかについて選択肢5つを設けて質問をした。回答多数の上位3つはいずれもシステムの貸与を希望するものであった。中でも公共機関からの貸与があれば利用を希望するものが68%に上り、圧倒的に多かった。

次にシステムによる情報提示の効果を検証するための質問として表3の問4を設定した。提示情報の例として、当該家庭の冷蔵庫の年間消費電力料金が、トップランナー製品への買い替えによって1万円以上節約されるという情報が得られたとし、この時にとられると思われる行動を質問した。6割以上が次回の買い替えの参考にするという回答であった。

4.2 考察

問3の結果からはこのようなシステムへの関心が高いことが見受けられる。一方で、1万円程度であっても購入を検討するという回答は5.6%と少数であった。今後ネットワーク家電が普及すれば安価な電力消費内訳推定が実現する可能性も現れるが、当面そのような状況は期待できない。よってコストを抑えるために非侵入モニタリングによる電力消費内訳推定が有用である。

問4の結果からは、電力消費内訳解析は日常の電力使用における省エネ意識の喚起とともに、省エネ製品の普及にも寄与することが期待される。2.1節で記したように、家電の省エネ型製品への置き換えは大きなCO₂削減ポテンシャルを持つ。またエアコン等は適切な使い方（温度設定や使用時間）によるCO₂抑制ポテンシャルも大きく、使い方についてのアドバイスや省エネ効果視覚化も有用である。

5. システムの手法の作成

5.1 問題の設定

本研究では家全体の電力消費量を分電盤で計測し、そこから冷蔵庫とエアコンの電力消費量を抽出することを図った。図1に、家全体の消費電力を1秒ごとに計測した例を示す。図1では冷蔵庫は終始動作している。最初の約2時間半はテレビと照明も動作している。4時間を過ぎた時点

表3 システムの受容性と効果を評価するためのアンケートと結果

【前置】 あなたの家のブレーカーに設置し、消費電力の測定により電力の使い方に関する診断をしてくれる装置があります。	
【問3】 この装置について、どのような条件なら利用してみたいと思いますか？ お気持ちに近いものを1つ選択してください。（選択肢5つ）	
【結果】（回答多数順に並び替えた）	68.0% 公共機関等による装置を貸与（無料）する制度があれば、積極的に応募する。
	9.6% 短期間（一週間～数ヶ月）レンタルで借りられるのなら、検討する。
	9.0% 電力会社の有料サービスとして貸与されるのであれば、検討する。
	7.8% 利用したいとは思わない。
	5.6% 価格（1万円以上）にもよるが、装置を購入して、継続使用することを考える。
【問4】 これは、診断結果の一例です。例は、冷蔵庫のもので、標準的な家庭に比較して電力の消費が多く、また新しい機器に買い換えることで年間一万円以上の節約が可能であることが示されています。このような診断結果を得られたとき、あなたは、次のうちどのような行動をとると思いますか？ あなたのとる行動に最も近いものを1つだけ選択してください。（選択肢6つ）	
【結果】（回答多数順に並び替えた）	61.1% 次回買い替えるときに参考にする。
	13.5% 近いうちに省エネタイプへの買い替えを検討する。
	8.7% 季節に応じて、設定温度を変える。
	8.4% 冷蔵庫の開閉回数を削減するように心がける。
	4.9% 詰め込み過ぎないように心がける。
	3.4% 特に何もしない。

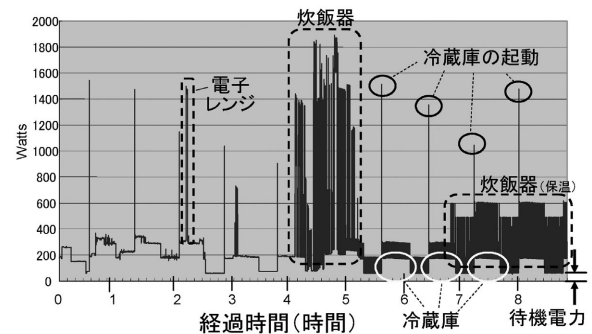


図1 家全体の消費電力を1秒毎に計測した例

からは炊飯器が動作している。この炊飯器は、炊飯時も保温時も短い周期で電力消費のオンとオフを繰り返す動作である。

5.2 既存研究の概要

家庭やオフィスを対象とした非侵入モニタリングの試みは今までにも行われてきた。図2にHartの分類を示す¹¹⁾。Hartは非侵入モニタリングの中で、数秒ごとに全体の消費電力を計測して解析する手法を、定常状態の解析と呼んだ（図1参照）。Hartはこのアプローチの分析を先駆的に行った¹¹⁾。定常状態の解析には、高調波成分を手掛かりとする手法も研究されている¹²⁾。また計測の周期を短くして、製品が起動する時等の波形の特徴を手掛かりとする方法（図2

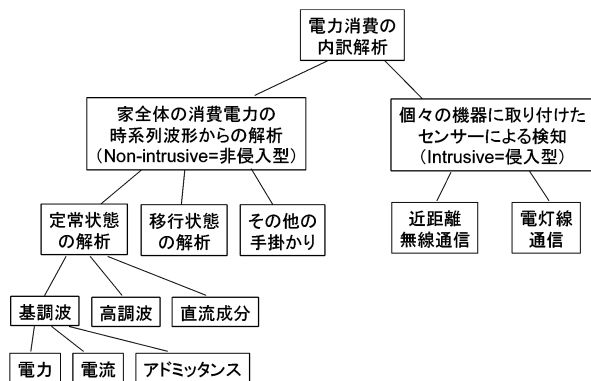


図2 電力消費の内訳解析手法の分類
出所: Hartの図¹¹⁾をもとに作成

の「移行状態の解析」の研究も行われている¹³⁾。

5.3 非侵入モニタリングの課題と本研究の方法

本研究は非侵入型モニタリングに類するが、非侵入モニタリングには精度の問題と汎用性の問題がある。精度の低下をもたらす一つの要因は、機器の消費電力に振幅があることである。例えば照明機器は稼動中はほぼ一定の電力を消費し続けるのに対して、テレビやパソコンは、画面の配色や、CPU、ハードディスクの稼動状態によって消費電力が大きく変動する。このような変動は当該機器の消費電力推定の精度だけでなく、全体の精度の低下をもたらす。高調波成分を手掛かりにすることは、精度低下を回避する一つの手段である。しかし高調波成分を利用する方法では個々の機器について推定ルールを作成することを前提としている¹²⁾。機器ごとに個別のルールを作成する必要があることは非侵入モニタリング手法の汎用性の問題である。例えばテレビであっても製品によって消費電力や高調波成分の形状は異なるが、そのために各家庭の製品に合わせて手でルールを作成することは、広い普及を考える上では現実的ではない。

本研究では3.3節で示したとおり、推定の対象を冷蔵庫とエアコンに限定する。これは精度低下を回避する効果がある。また汎用性の問題を考慮して抽出ルールの作成を行った。以下で抽出ルールを示す。

5.4 電力消費情報の抽出ルールの概要

本研究で作成する情報抽出ルールは、冷蔵庫とエアコンの多くの製品に共通する特徴をとらえ(汎用的)、かつテレビや照明など他の家電製品から区別して抽出することができること(高精度)が要件である。本研究では次のような特徴を手掛かりとした。

- ・冷蔵庫: オン(電力消費)とオフ(電力消費なし)を繰り返し、オンに切り替わる際に瞬間的に大きな電力消費を示す。
 - ・エアコン: 大きな電力を長時間継続的に消費する。
- 冷蔵庫は多くの製品が上記の特徴を示す。調査した8製

品のうち7製品は上の特徴を示した。エアコンについては、使用時に大きな電力を消費することがテレビやパソコンなどの多くの家電製品から区別する特徴であり、また長時間電力消費が継続することがドライヤーや電子レンジなどから区別する手掛かりとなる。以下で抽出ルールの詳細を示す。ルールの有効性と限界は6節で論じる。

5.5 電力消費情報の抽出ルール

(1) 冷蔵庫の消費電力の抽出ルール

図1の中の冷蔵庫を例に抽出ルールを示す。図1の冷蔵庫は1時間弱の周期でオンとオフを繰り返し(以下「オン状態」と「オフ状態」と呼ぶ)、オン状態では約110Wの電力を消費している。またオン状態の開始時には瞬間的に1,000W以上の電力を消費する。オンオフの周期やオン状態時の消費電力は冷蔵庫の機種によって異なる。またオンオフの周期は温度設定や外気温、開閉回数によっても変動する。

以上より下記のルールで冷蔵庫のオン状態とオフ状態の開始時点特定し、冷蔵庫の消費電力量を推定した。以下では時刻 t (単位:秒)の家の全体消費電力を $P(t)$ ワットと表す。一般性を持たせるために変数 $p \sim v$ を用いて記述した。

- ・時刻 T_1 に冷蔵庫がオン状態になったと判定する条件
 - ・オフ状態になってから p 秒以上経過(1回目は例外)
 - ・ $P(T_1)$ は $P(T_1-1)$ と比較して qW 以上 rW 以下の増加($q \sim rW$ は瞬間高電力消費の大きさの想定)
 - ・ $P(T_1+1)$ は $P(T_1-1)$ と比較して sW 以上 tW 以下の増加(瞬間高電力消費は1秒間のみ現れる。オン時は $s \sim tW$ の消費電力である)
- ・時刻 T_2 に冷蔵庫がオフ状態になったと判定する条件
 - ・オン状態になってから u 秒以上経過
 - ・ $P(T_2-1)$ は $P(T_2-2)$ と比較して sW 以上 tW 以下の低下
 - ・ $P(T_2)$ は $P(T_2-2)$ と比較して sW 以上 tW 以下の低下(2秒間かけてオフになることがあるため)
- ・オン状態の時間分に、オン状態時の消費電力 vW を乗じて消費電力量の推定値とする。

図1の冷蔵庫では例えば $p=300$, $q=150$, $r=1500$, $s=80$, $t=150$, $u=800$, $v=110$ 等が適当である。

(2) エアコンの消費電力の抽出ルール

エアコンは図1には現れていないが、一般に使用時に500W以上の電力を消費し、数十分から数時間に渡って継続して使用されるという特徴を持つ。以下のルールとした。変数 k, j で表す。例えば $k=550$, $j=120$ が可能である。

- ・家全体の電力消費量が kW を越えた状態が j 秒以上継続している場合をエアコンが稼動していると推定する。
- ・ kW を越えた時刻を T_1 , kW 以下に戻った時刻を T_2 とし、越えた直前の消費電力を mW , 戻った直後の消費電力を lW とすると、2点 (T_1, m) , (T_2, l) を結ぶ線分より上の部分をエアコンの消費電力量と推定する(図3参照)。

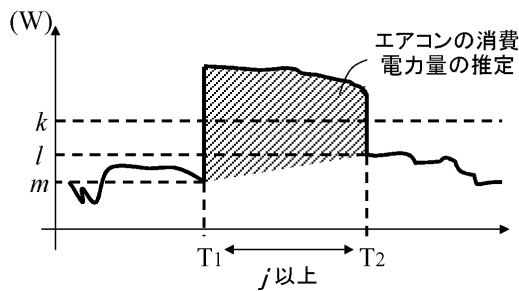


図3 エアコンの消費電力量の抽出ルール

6. 電力消費の内訳解析の実験と結果

6.1 実験の設定

上記ルールの有効性を検証する実験を行った。実験の設定は以下のとおりである。

(1) 測定機器

分電盤で1秒周期で家全体の消費電力値を測定した。測定には日置電機社製のクランプオンパワーハイテスタ（型番3169-01）を使用した。

(2) 実験対象データ

一人暮らしのある世帯の全体消費電力データを対象とした。冷蔵庫やエアコン以外の家電製品も通常どおり稼働している日常的な状況での全体消費電力データを対象とした。1サンプルは約14時間のデータで、それぞれ5サンプルに対して実験を行った。図1はサンプルデータの一部である。

(3) 抽出ルールのパラメータ設定

抽出ルールのパラメータ ($p \sim v$, k , j) の値について、5.5節で示した値を設定してルールとした。

6.2 実験の結果

図4はエアコンの消費電力の抽出例である。上段が家全体の消費電力、中段が抽出の結果、下段がエアコンの実際の消費電力である。

表4に実験結果を示す。表の中で例えば「冷蔵庫1」では冷蔵庫の実際の消費電力量が954Whで、上記ルールによる推定消費電力量が780Whであったことを表す。冷蔵庫は平均で消費電力の推定量値が測定量値の0.86倍であった。エアコンについては同比が0.92倍であった。本研究では汎用性を追求してシンプルな抽出ルールとしたにも関わらず良い精度が得られた。

類似研究と比較すると、Marceauらは給湯器、暖房、冷蔵庫の消費電力量を推定する実験を行った。彼らはこれら3機器について上記の比で0.99倍、1.52倍、0.68倍という結果を報告している¹³⁾。当結果と比較しても冷蔵庫については誤り率は約半分であり、良い精度であったと言える。

本実験で推定の誤りが現れたケースとしては、冷蔵庫については、①オン状態開始時の瞬間的高電力消費の検出を誤ったケースがあり、これは洗濯機や炊飯器の高電力消費

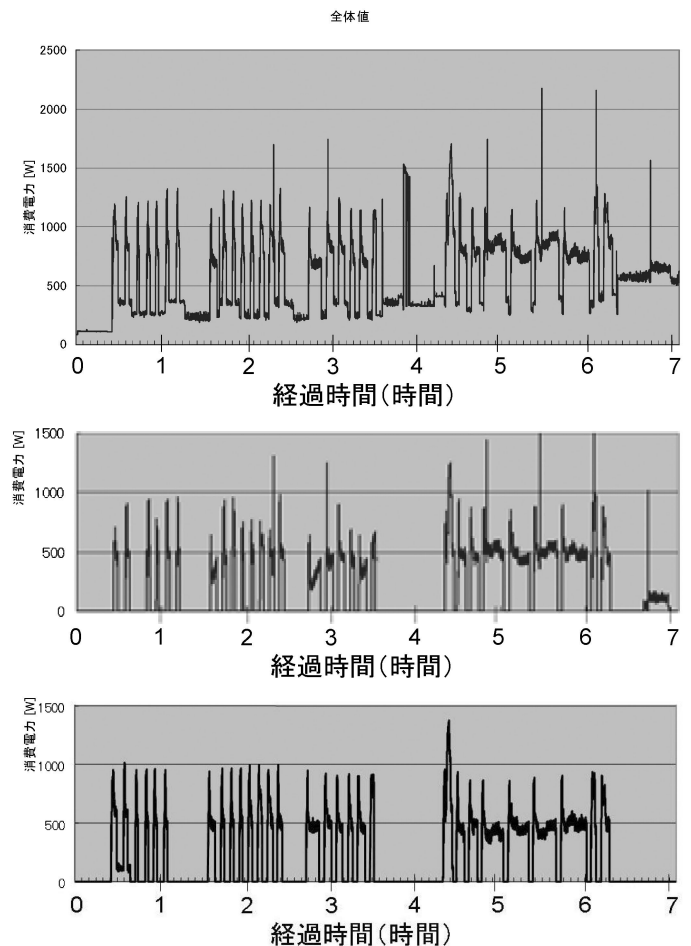


図4 エアコンの消費電力部分の推定結果の例
上：家全体の消費電力，中：エアコン消費電力の推定結果，下：実際のエアコン消費電力

表4 実験結果

	推定値 (Wh)	測定値 (Wh)	推定値/ 測定値
冷蔵庫 1	780	954	0.82
冷蔵庫 2	769	994	0.77
冷蔵庫 3	787	963	0.82
冷蔵庫 4	827	917	0.90
冷蔵庫 5	882	867	1.02
冷蔵庫平均	809	939	0.86
エアコン 1	2,362	2,788	0.85
エアコン 2	2,138	2,274	0.94
エアコン 3	1,936	1,776	1.09
エアコン 4	2,747	3,052	0.90
エアコン 5	1,331	1,548	0.86
エアコン平均	2,103	2,288	0.92

と混同した場合などであり、また、②オン状態の開始時や終了時の電力消費変化分の検出を誤ったケースとして、他の機器のオンオフと重なった場合などがあった。エアコンについては、①継続時間閾値 (j 値) の設定に起因するものとして、例えば電子レンジを長時間継続して使用した場合にエアコンと誤推定した場合や、②電力閾値 (k 値) に起因して、照明、テレビなど、エアコン以外の長時間継続して使う機器の消費電力の合計が k 値を越えた場合に誤推定したケースがあった。

エアコンについては、この実験の対象データでは現れなかったが電気カーペットやコタツなどエアコン以外の暖房機器や、電気コンロやホットプレートなど電気熱調理機器が使用された場合には区別できないことがある。この問題については次項で触れる。

6.3 抽出ルールの汎用性についての考察と課題

本研究で作成した抽出ルールの汎用性について、その本格的な検証は今後多数の家庭の電力消費データを収集して分析した上での課題とするが、ここでルールのパラメータ値設定の自動化の可能性と、エアコンと他の暖房機器の判別の問題を検討する。

パラメータ値設定の自動化について、冷蔵庫については夜間や居住者の外出中は冷蔵庫のみが稼働していることが多く、夜間の全体消費電力データからパラメータ値を自動的に取得することが考えられる。パラメータ値抽出のルール（メタルール）を作成して実験した結果、夜間のデータの質やメタルールの設定に依存するが、5.4節で設定したパラメータ値に類する値を抽出できることを確認した。

一方、エアコンの抽出ルールについては、世帯人数ごとに k , j の標準的な値を設定して、夜間の消費電力量等とともに調整する方法が考えられる。エアコンのパラメータ値は最適値からのずれに対してある程度の頑健性（robustness）を持つ。図5は閾値 k の推定精度に対する感度分析の結果である。400~600Wの範囲で精度80%以上であり、最適値（約530W）からのずれに対して頑健であることが分かる。

実験では一人世帯の家庭のデータを対象としたが、対象家庭の使用家電機器の数と種類の増加とともに解析精度は低下する。ただし冷蔵庫については、冷蔵庫が複数台使用されている場合を除いて、精度低下は限定的であると予想される。一方、エアコンは他の暖房機器や電気調理機器と区別することは困難である。これについてはルールの精緻化を目指すよりも、冷暖房機器や熱発生機器というグループでまとめて抽出することが妥当であると思われる。例えば冷暖房用の消費電力量として生活者に情報を提示し、より詳細な内訳の推定と対策の考案は見る側に委ねることが考えられる。

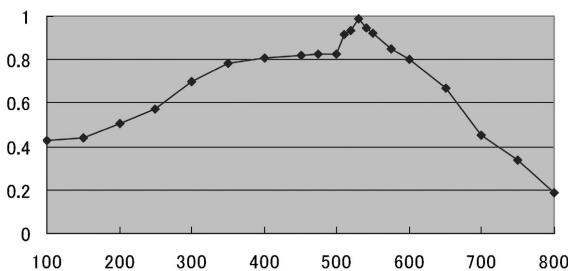


図5 エアコンの抽出ルールのパラメータ値 k と抽出精度の関係（横軸は k の設定値（単位：W）、縦軸は「推定値/測定値」と「測定値/推定値」の最小値）

7. 結論

本論文では家庭の電力消費の内訳を解析するシステムについて検討した。生活者のニーズを把握するアンケート調査を実施し、その結果から冷蔵庫とエアコンを対象を限定して電力消費量の情報を抽出することが適当であることを明らかにした。また生活者がシステムを利用する条件についてのアンケートの回答から、システムが安価であることが必要であることが分かった。そのため非侵入モニタリング手法を用いることを図った。非侵入モニタリングは精度と汎用性の面で課題があった。しかし抽出の対象を一部の機器に限定することにより、汎用的なルールを作成できる可能性が現れた。冷蔵庫とエアコンについて、家全体の消費電力データからそれらの消費電力分を抽出するルールを作成して実験を行った結果、冷蔵庫については誤差14%、エアコンについては誤差8%程度で消費電力量を推定することができた。本研究の抽出ルールが各種の冷蔵庫やエアコン製品に適用し得る汎用性のあるルールであることを考えると、得られた結果は高い精度であったと言える。ただしエアコンについては条件によっては本研究で得た精度が得られない可能性があり、システムの仕様とルールについてさらに検討することが必要である。今後さらに家庭の電力消費パターンを分析した結果の知見を加えて、生活者の省エネ意識向上に寄与するシステムの実現に向けて研究を進めていくことが重要である。

参考文献

- 1) 国立環境研究所；温室効果ガスインベントリオフィス，<http://www.gio.neis.go.jp/>
- 2) 日本エネルギー経済研究所編；エネルギー・経済統計要覧2003年度版，（2003）。
- 3) 佐野史典 他；住宅用途別エネルギー消費日負荷曲線の推定－関西文化学術研究都市における計測調査報告，エネルギー・資源，24-5（2003），50-63。
- 4) 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）；稼働時電気損失削減最適制御技術開発IT型省エネシステム及び小型・高効率省エネ装置の開発 成果報告書，（2003）。
- 5) エネルギー需要最適マネジメント検討委員会 報告書；コスト意識を通じたエネルギー需要の管理・抑制を計る手段のあり方，（2000）。
- 6) 上野剛，稲田亮，佐伯修，辻穀一郎；住宅用エネルギー消費情報提供システムによる省エネルギー－世帯全体のエネルギー消費に対する効果，エネルギー・資源，26-2（2005），139-145。
- 7) 省エネルギーセンター；省エネ性能カタログ，<http://www.eccj.or.jp/catalog/index.html>
- 8) 藤本淳 他；迅速循環による地球温暖化防止の可能性の検討，エコデザイン2002ジャパンシンポジウム，（2002），268-271。
- 9) 総合資源エネルギー調査会・省エネルギー部会 資料，<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g10316fj.pdf>
- 10) G. Hart；Nonintrusive Appliance Monitoring, Proceedings of the IEEE, 80, 12, (1992), 1870-91.
- 11) 中野幸夫，由本勝久，小野田崇；非侵入型モニタリングシステムの開発，エネルギー資源学会第19回研究発表会，（2000），211-214。
- 12) L. Norford and S. Leeb；Non-intrusive electrical load monitoring in commercial building based on steady-state and transient load-detection algorithms, Energy and Buildings, 24 (1996), 51-64.
- 13) M. Marceau and R. Zmeureanu；Nonintrusive load disaggregation computer program to estimate the energy consumption of major end uses in residential buildings, Energy Conversion & Management, 41 (2000), 1389-1403.