

## 研究論文

# 実測に基づく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効果

Effectiveness of Energy Consumption Information System on Energy Saving  
in Residential Houses based on Monitored Data

上野 剛\*・佐野 史典\*・佐伯 修\*\*・辻 毅一郎\*\*\*  
Tsuyoshi Ueno Fuminori Sano Osamu Saeki Kiichiro Tsuji

(原稿受付日2003年11月11日, 受理日2004年4月23日)

## Abstract

In order to save energy at home, it is important that the household residents know their present consumption. Rapid progress of Information Technology in recent years allows us to have local network environment even in individual houses and domestic appliances equipped with communication functions will come into the market in the near future. Measurement of energy consumption of each appliance and other in-door environmental condition will become much easier and less costly. The authors have constructed an on-line interactive "energy consumption information system" that displays electric power consumption of at most 16 different appliances for the purpose of motivating energy saving activities and have installed the system in 9 residential houses. Based on the log of the display system, the actual energy saving behavior of the household members has been analyzed quantitatively. Major findings are summarized as follows: 1) The responses from the residents to the questionnaire generated by the developed system last more than two months and provided us with useful information. 2) By installation of the system, at least 9% of reduction of energy demand was observed. 3) By comparing load duration curves for each appliance before and after the installation, the energy saving behavior of the household members was identified.

## 1. はじめに

地球温暖化問題を始めとする様々な環境問題の解決のため、将来のエネルギー需要の伸びの抑制が強く望まれている。とくに近年では、民生部門におけるエネルギー需要の削減が重要な課題として認識されており、家庭部門においても省エネルギーをいかに行うかについて真摯に取り組む必要がある。家庭部門における省エネルギーにはまず住宅の性能向上、エネルギー消費機器の効率向上や省エネ制御等が考えられ、近年では個々の機器の制御のみでなく、家庭内ネットワークを用いて世帯全体のエネルギーの管理を行うHEMS<sup>1)</sup>やECHONET<sup>2)</sup>といった新しいシステムも登場しており、今後の省エネ方策として期待されている。

一方、住宅における省エネルギー手法の一つとして、世帯員の省エネ行動による省エネルギーも注目している。この方面の研究としてはアンケート調査により省エネ行動と省エネルギー効果の関係について評価した研究<sup>3)</sup>や、シミュレーション分析に基づき省エネ行動による省エネポテン

シャルについて分析を行った研究<sup>4)</sup>等がある。しかしこれらの研究では、省エネ行動がいかに誘発できるか、またそれによりどのようにエネルギー消費量が変化するかについて実測に基づいた検証はされていない。そこで本研究では、エネルギー消費量の計測を行い、その結果を世帯員に提示することにより世帯員の省エネ行動を誘発し、それによるエネルギー消費量の変化についての分析を行うこととした。

世帯員への情報提供により省エネルギーを図ることについてはこれまでに、(財)省エネルギーセンターによる「省エネナビ」の開発<sup>5)</sup>、大阪ガス実験住宅「NEXT21」におけるエネルギー消費情報提供サービス<sup>6)</sup>、九州電力による「負荷集中制御システム確立実証試験」における表示実験<sup>7)</sup>等が行われている。「省エネナビ」は世帯全体の電力消費量を料金に換算し表示するシステムであり、専用の計測装置と表示装置から成る。「NEXT21」の提供サービスはある集合住宅において電力のみでなく水道、給湯量等を計測し、居住者がWebブラウザ上でグラフ等を用いてその料金を閲覧することができるシステムである。また九州電力による表示実験では10インチのテレビを使用し対象住宅に電力消費量の日負荷曲線やアドバイスを表示するシステムを用いて需要家にエネルギー消費情報を提供している。また海外においてもC. Eganらによるエネルギー需要表示手法による効果の比較<sup>8)</sup>、M. Newboroughらによる厨房需要

\*大阪大学大学院工学研究科電気工学専攻博士後期課程

E-mail: tsuyoshi@polux.pwr.eng.osaka-u.ac.jp

\*\* / / / 助手

\*\*\* / / / 教授

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1

に対する表示効果の分析<sup>9)</sup>等、エネルギー需要の表示手法に関する研究が多数行われている。これらの研究においては被験者に提供する情報の種類や情報提供の評価手法が様々であり、またその効果についても様々な結果が得られているが、どのような情報提供に対してどのような需要家の行動が為されたかについては論じられていない。

著者らの研究グループは、京阪奈地域における一戸建て住宅のエネルギー需要計測調査<sup>10)</sup>を実施した。その一環として、オンラインの新しいエネルギー消費情報提供システム (Energy COnsumption Information System: 以下ではECOISと呼ぶ) の開発及び需要家への設置を行った。その主な目的は、1) 需要家は自宅のエネルギー消費情報にどのような関心を示すか、2) 情報提供によりどのような需要家の行動が誘発され、結果として電力消費量にどのような変化が見られるか、について詳しく分析し、それらの結果に基づいて、3) 情報提供による省エネルギー効果はあるか、を明らかにすることである。

開発した情報提供システムでは世帯全体の電力消費量のみでなく、各電気機器の電力消費量や省エネの具体的方法等、これまでの研究より詳細な情報を提供している。また同時に表示システムの操作回数を細かく記録しているので、その結果と電力消費量の変化等を関連付けることにより需要家の省エネ行動の分析が行えるものと期待される。以下では、その分析結果について詳しく述べる。

## 2. エネルギー消費情報提供システムの構築

### 2.1 システムの構成

ECOISの構成を図1に示す。システムは計測部と配信部からなる。まず計測部では、各世帯に計測器を設置し、それらが世帯全体の電力消費量及び主要な電気機器 (最大16台まで) の30分ごとの電力消費量を計測する。これらのデータは屋内配電線搬送によりNCU (ネットワークコントロールユニット) に収集された後、夜間に電話回線を通して大阪大学内に設置されたデータ収集用サーバーに収集される。計測部の詳細については文献<sup>10), 11)</sup>を参照されたい。次に配信部では、大阪大学内に設置されたサーバーから各世帯に設置したノートパソコン (以下では需要家端末

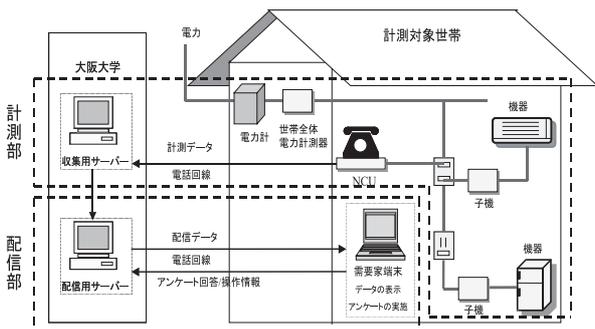


図1 エネルギー消費情報提供システム (ECOIS) の構成

と呼ぶ) へ毎朝E-mailを用いてデータの配信を行うと共に需要家端末からアンケート回答と操作情報のログを配信用サーバーに収集する。需要家端末は居間など世帯員の目につきやすい場所に設置し、24時間稼働させる。

### 2.2 需要家端末における表示用画面

需要家端末におけるエネルギー消費情報表示画面を図2に示す。エネルギーの消費情報を提供するには様々な表示方法が考えられるが、表示する内容や簡明さ等は需要家の理解度、ひいてはシステムの設置効果にも大きな影響を及ぼすと考えられるため、表示画面は十分に注意して設計する必要がある。

本研究で開発した図2の表示画面ではとくに以下の事項を考慮した。

1) 電力消費状況に関する最も詳しいデータへ、できるだけ簡単にアクセス可能とすること。

様々な機能になるべく簡単な操作でアクセスできるように、画面には階層構造を持たせず、一つの画面に複数の情報を表示し、操作はマウスのみで行う。表示画面の中央部にメインとなるグラフ領域を配置し、画面右側に配置した機器名のボタン及び下部に配置したボタンを押下することにより表示グラフの切り替えを行う。また、グラフ領域下方のメッセージウィンドウ、右方の電気料金ウィンドウには当該機器に関する様々な情報を表示し、グラフの理解を支援する。表示できるグラフの種類を表1に示す。ユーザーである一般需要家が容易に理解できるように、計測値である電力消費量は電気料金に換算して表示する。また、表示グラフの例を図3に示す。

2) 需要家の省エネ行動を誘発するために有効な情報を提供すること。

図2は「家全体の電気料金」の表示画面であるため表示されていないが、各機器のグラフを表示している時にはメッセージウィンドウに省エネアドバイスが表示され、省エネ行動を促す。またそれに対するアンケートが表示され、各アドバイスに対して、[実行している]、[してみようと思う]、[どちらでもない]の3つの回答を用意し、その都度回答してもらう。また、アンケートの回答に対するインセンティブとして20円/回 (1日上限100円) の謝礼を用意する。

3) 需要家の端末操作や省エネ行動の実行状況を記録できるようにすること。

需要家がどの機器の電力消費状況に興味を持ち、またどのように興味が変わっていったかを知ることは、需要家の省エネ意識や電力の省エネポテンシャルを推定する上で、重要な情報となる。そのため全てのボタンの操作やアドバイスに対する回答を記録する。

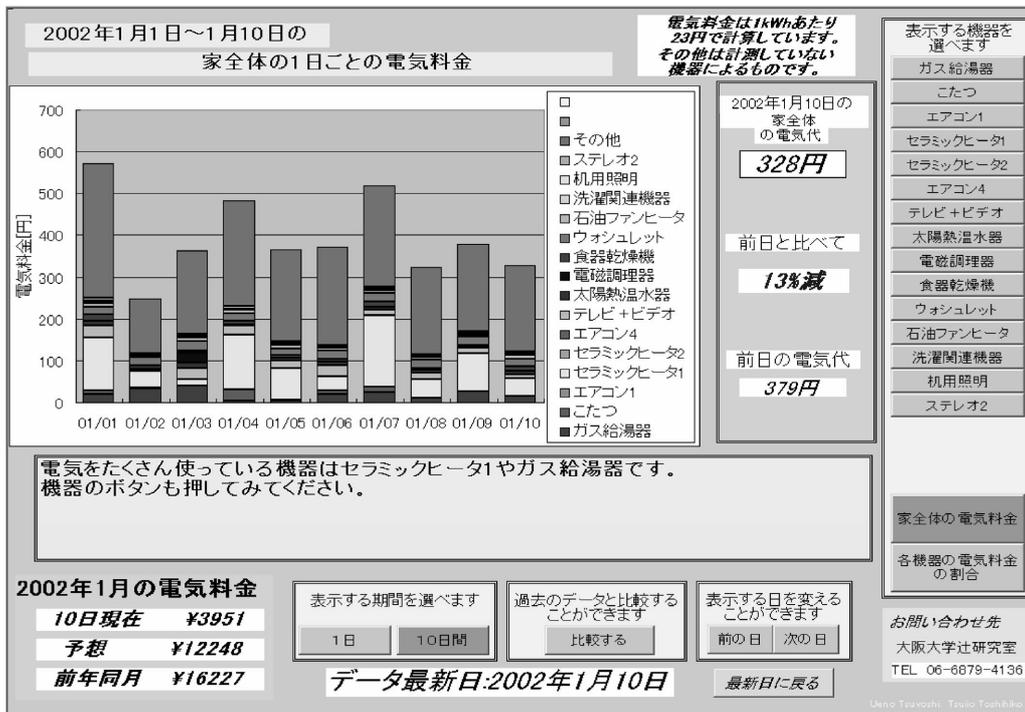


図2 エネルギー消費情報提供システム表示部 (10日間の推移)

表1 表示グラフの種類

		右部		
		各機器	家全体の電気料金	電気料金の割合
下部	1日	日負荷曲線 (当該機器)	日負荷曲線 (世帯全体)	円グラフによる割合の表示
	10日間	10日間の推移 (当該機器)	10日間の推移 (世帯全体)	割合の10日間の推移
	過去との比較	過去のデータと比較 (当該機器)	過去のデータと比較 (世帯全体)	-

### 3. システムの設置効果

#### 3.1 設置世帯と設置期間

ECOIS需要家端末を2002年1月18日及び20日に9軒の世帯に設置し、3月末に撤去するまで実験を継続した。設置した住宅は夫婦と子供1~3人、延べ床面積110~156m<sup>2</sup>、部屋数4~6の一戸建て住宅であり、うち1世帯では太陽電池を設置している。また、これらの住宅では計測調査を需要家端末の設置以前にも長期間行っている。

#### 3.2 需要家端末の使用状況

図4に1日あたりの需要家端末の操作回数とアンケートの回答数の9軒平均の日推移を示す。ここで操作回数とは、画面に表示されたボタンの押下回数を指す。操作回数は設置直後が多く、急激に減少した後、ゆるやかに減少している一方で、アンケートの回答数は設置直後から単調に減少していることが分かる。ボタンを操作する間隔、即ち一画面あたりの表示時間は、全世帯平均で11.7秒であったが、世帯により8.6秒から17.3秒までばらつきがあった。図5は設置日からの一画面あたりの表示時間数の推移を示している。設置日からの7日間ごとに、9世帯の平均値を示した。

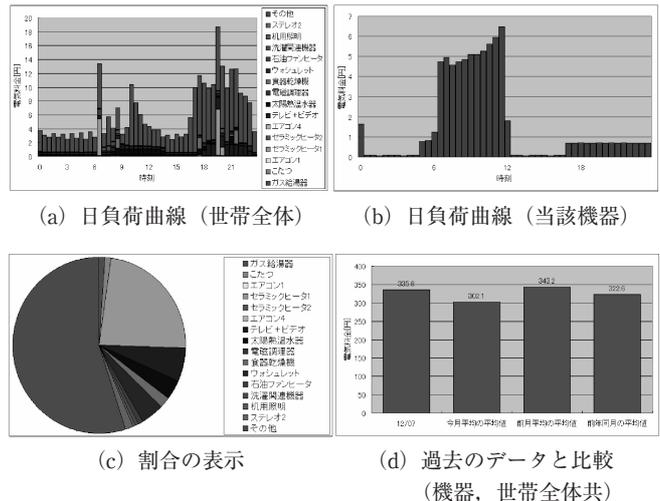


図3 表示グラフの例

設置した週は一画面あたり15秒程度見られているが、4週目以降は10秒前後でほぼ変動しておらず、このころまでに需要家がグラフの見方を習熟してきたと考えられる。

また、表2は各表示機器選択ボタンの操作回数(9世帯平均)である。実験期間を通しての合計を示している。[各機器]、[家全体の電気料金]の両方において[1日]のグラフが[10日]のグラフよりも表示された回数が多く、需要家が1日あたりの合計値よりもより詳細な日負荷曲線に興味を持ったことが分かる。また、[電気料金の割合]においては[1日]のグラフの表示回数は多かったものの、[10日]のグラフはほとんど表示されておらず、需要家のグラフに対する理解しやすさや興味によりグラフの表示回数が大きく異なることが分かった。

図6に世帯ごとの[1日],[10日間],[過去との比較]の1日あたりの操作回数,図7にその週ごとの推移を示す. 図7は9世帯の平均値を示している. 世帯により若干ばら

つきはあるが,どの世帯でも[1日],[10日間]の操作回数が多く,またその推移から[1日]の方により関心があると見えよう.

表3に,各世帯の機器ごとの操作回数の割合を示す.ただし,同一機器種において複数の機器がある場合にはその合計を示している.機器別に見るとエアコンやホットカーペットといった暖房機器が多く,各世帯における操作回数割合の3位まではほぼ暖房機器であった.またテレビも多く操作されており,これらの機器に興味があった

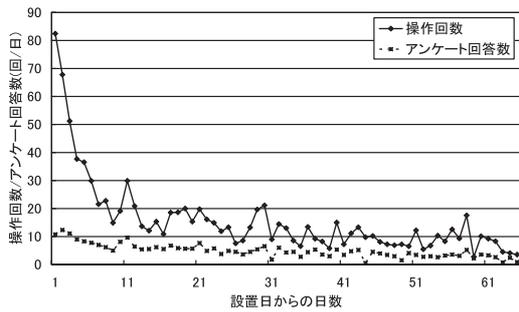


図4 操作回数及びアンケート回答数の推移(9軒平均)

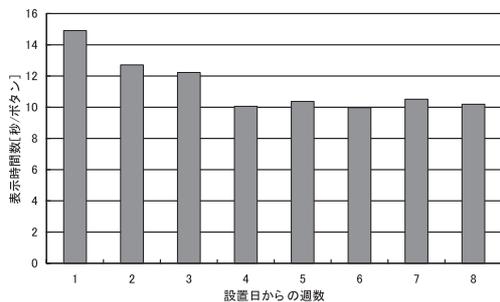


図5 一画面あたりの操作時間数の週ごと推移(9軒平均)

表2 各表示機器選択ボタンの操作回数

[回数/ボタン]		右部ボタン		
		各機器	家全体の電気料金	電気料金の割合
下部ボタン	1日	39.5	31.6	26.4
	10日間	18.4	20.9	3.4
	過去との比較	2.6	10.2	-

全実験期間合計値・9世帯平均

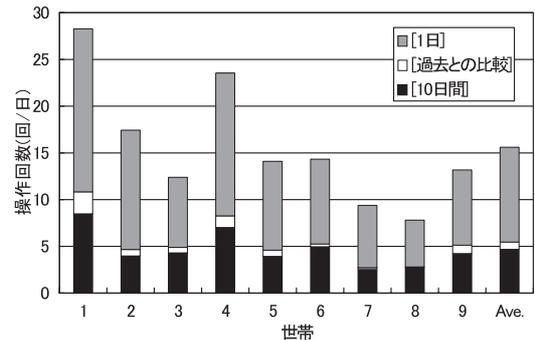


図6 世帯ごとの操作回数

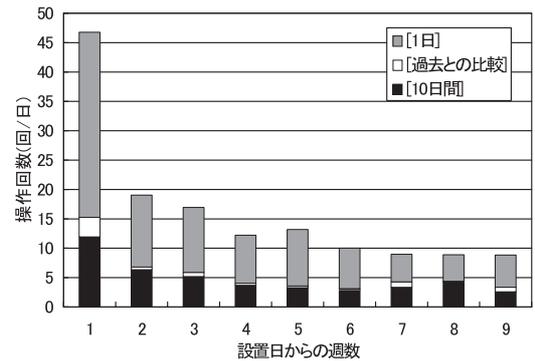


図7 操作回数の週ごと推移(9軒平均)

表3 各機器の操作回数の割合

世帯No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
用途	テレビ		8.5	6.2	6.4	24.9 (1)	18.2 (2)	13.0 (1)	7.4	16.7 (2)
	冷蔵庫	7.2	7.6		7.9	3.3	6.1	1.8	6.6	4.4
厨房	電気炊飯器	6.2					4.9	5.9		2.1
	オーブンレンジ	6.3				2.9		5.4		
	トースター							6.1		
	電気ポット							6.5		6.4
	食器/食洗乾燥機			5.3			6.2		4.5	2.8
	その他		*1→	4.8	7.6	←*2				
暖房	エアコン	9.0	10.9 (1)	8.4 (3)	7.9	9.0	20.0 (1)	10.2 (3)	14.4 (3)	26.9 (1)
	ホットカーペット	10.2 (3)	8.8 (3)		19.6 (1)	12.1 (2)		6.4		
	電気ストーブ		6.4		16.3 (2)	1.9				6.5
	こたつ	3.1		7.0				12.4 (2)	10.4	
	電気ファンヒーター	24.4 (1)	5.7	13.0 (1)						
	ガスファンヒーター		7.1			3.3			21.3 (1)	
給湯	石油ファンヒーター	8.1		5.9			11.7 (3)	8.0		
	その他		10.2 (2)	←*3	8.3	←*4	10.5	←*5		
	ガス給湯器	1.6	5.1	5.3	2.3	3.0	3.9	3.9	14.7 (2)	6.8
その他の機器	太陽熱温水器		6.2	4.9						
	洗濯機/衣類乾燥機	6.9		5.2	10.3 (3)	6.5		2.7		3.9
	パソコン	12.5 (2)	5.1		7.9	11.2	5.3		14.2	2.1
	高機能便座		7.1	6.2				7.9		
	ステレオ			11.1 (2)		4.5				
	太陽電池(発電)									10.8 (3)
世帯全体		3.3	1.9	4.9	4.1	12.0 (3)	5.3	5.1	3.2	6.8
電気料金の割合		1.2	3.9	4.3	1.4	5.3	2.3	4.8	3.2	3.8

\*各世帯ごとにみたボタン操作回数の割合(パーセンテージ,( )内は順位). 同一機器種で複数所有の場合は合計を示す. 空欄は非所有または未計測の機器. 表中,「その他」の欄にある記号は,下に示す機器であることを示す. また,「+」は複数機器を同時に計測したことを指す.

\*1:電磁調理器 \*2:トースター+電気炊飯器 \*3:オイルヒーター+ホットカーペット \*4:電気毛布 \*5:ホットカーペット+こたつ

\*6:机用照明 \*7:電話機

ことが分かる。冬期においては世帯全体に占める暖房需要の割合が大きく、需要家の関心が大きかったと考えられる。また、世帯No.9の太陽電池設置世帯においては太陽電池の発電量(料金換算)も表示したが、その操作回数が多く、需要家が高い関心を示していることが分かる。

3.3 設置前後の電力消費量の変化

表4に、各電気機器の設置前後の1日あたり電力消費量を示す。設置前の期間としては設置日直前までの平日40日間、設置後の期間としては設置日直後からの平日40日間のデータを用いた。ここで平日とは、土曜日、日曜日、祝日、年末年始を除いた期間を指す。設置前後の電力消費量をできるだけ公平に評価するため、電力消費量が大きくなると考えられる年末年始は除き、また平日のみを評価対象にした。また出張や入院等の在宅者数の変化や使用する部屋の変更がなかったことを、聞き取り調査により確認している。ただし、同一機器種において複数の機器がある場合にはその合計を示しており、また世帯No.9は太陽電池設置世帯のため、世帯全体の正確な消費量が不明であるためここでは除いた。

機器の電力消費量は気温に大きく依存するため、設置前後の電力消費量を単純に比較することはできないが、多くの機器で電力消費量の削減が見られた。設置前の平均外気温は6.8℃、設置後の平均外気温は6.4℃であった。一般に冬期には、気温の低下に伴い暖房、給湯の電力消費量が増加し、一方で冷蔵庫の電力消費量が減少する傾向にあるが、冷蔵庫電力消費量の減少量よりも暖房用電力消費量の増加量の方が大きいと、世帯全体の電力消費量は増加する傾向にある。

今回の設置実験では、世帯全体の電力消費量が8世帯の

平均で約9%の削減となっており、平均外気温が低下したことを鑑みると、これ以上の設置効果があったと考えられる。

図8に各用途における選択ボタン操作回数及び表示システム設置前の電力消費量の関係を示す。「暖房」は操作回数、電力消費量ともに最多となっており、関心の高さが伺える。また、電力消費量の小さい「その他の機器」の選択ボタンが多く操作されているが、「その他の機器」に含まれる機器は世帯により異なり、興味の対象も世帯により異なっている。「その他の機器」にはステレオや高機能便座等が含まれる。これらの機器は電力消費量は小さいものの、待機時間が長いために可視化して表示すると待機時消費電力が目立って表示されるため、需要家が興味を示したものと考えられる。逆に「冷蔵」は電力消費量が大きいものの、操作回数は少ない。これは冷蔵庫の電力消費量が自動運転により決定される割合が大きく、またコンプレッサーの稼働時間等により30分ごとの電力消費量は大きく変動するため、需要家が扉の開閉回数を少なくするなどのなんらかの省エネ行動を行っても、その行動による電力消費量の変化が顕著に表れず、需要家の興味を引きにくかったためと考えられる。「テレビ」については操作回数が少ないが「暖房」、「その他の機器」について3位であり、用途に含まれる機器数が少ないことを考慮するとやはり興味は高かったことが伺える。

次に各用途に対する表示システムの操作回数と電力消費量の設置前後比(設置後/設置前)の関係を図9に示す。給湯以外の用途において、電力消費量の設置前後比が1未満となっており、表示システムの設置効果があったことが分かる。最も削減率の高かった用途は「厨房」であるが、

表4 各機器の設置前後の電力消費量

用途	世帯No.	1		2		3		4		5		6		7		8		9		
		前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	
テレビ	テレビ			1508	1471	634	658	1712	1728	4089	3775	2352	1939	2230	2282	1107	1127	1117	1153	
冷蔵	冷蔵庫	1791	1731	1452	1315			2541	2582	1922	1608	1537	1509	1549	1513			1602	1292	1268
	冷凍庫			1201	907															
厨房	電気炊飯器	464	490									461	463	417	260				359	384
	オーブンレンジ	185	168							205	228			280	221					
	トースター													44	57					
	電気ポット													928	0				926	322
	食器/食洗乾燥機					281	278					641	590			386	92	44	9	
	その他				*1→	276	280		283	←*2										
暖房	エアコン	56	119	1921	49	0	0	223	252	948	503	1121	274	0	0	1014	946	3627	4128	
	ホットカーペット	2852	2789	731	607			598	598	2624	2141			544	0					
	電気ストーブ			113	751			627	745	0	0									1238
	こたつ	754	855			227	406							592	653	125	85			
	電気ファンヒーター	3148	1693	26	14	2012	872													
	ガスファンヒーター			130	239					129	95							551	572	
	石油ファンヒーター	472	521			225	265					666	654	963	912					
	その他			168	971	←*3		129	107	←*4		855	691	←*5						
給湯	ガス給湯器	469	506	383	423	342	704	654	801	429	421	384	401	460	525	935	945	443	486	
	太陽熱温水器			461	532	360	469													
	洗濯機/衣類乾燥機	151	143			166	102	498	475	160	152			127	100				50	54
	パソコン	635	721	336	297				37	522	486	270	261			8	19	213	75	
その他の機器	高機能便座			696	585	749	528							618	653					
	ステレオ					204	33			302	291									
	太陽電池(発電)																		7.7k	10.7k
	その他					29	15	←*6				128	130	←*7						
世帯全体(kWh/day)		18.5	17.7	18.8	17.9	13.0	11.8	15.1	16.2	18.2	15.5	15.0	12.8	12.6	10.8	14.9	13.0	-	-	

\*単位:[Wh/day] 数値:設置前|設置後。同一機器種で複数所有の場合は合計を示す。空欄は非所有または未計測の機器。「世帯全体」には照明等の未計測機器を含む表中、「その他」の欄にある記号は、下に示す機器であることを示す。また、「+」は複数機器を同時に計測したことを指す。  
 \*1:電磁調理器 \*2:トースター+電気炊飯器 \*3:オイルヒーター+ホットカーペット \*4:電気毛布 \*5:ホットカーペット+こたつ  
 \*6:机用照明 \*7:電話機

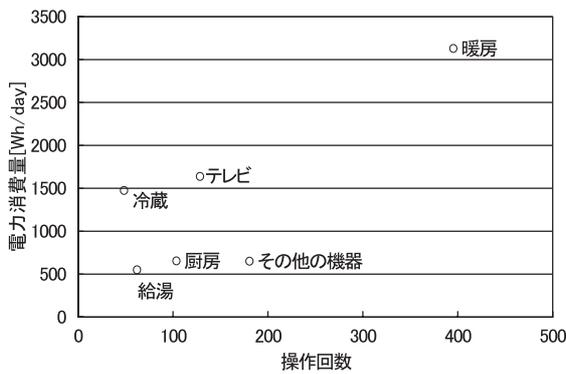


図8 操作回数と用途別電力消費量（設置前）・9軒平均

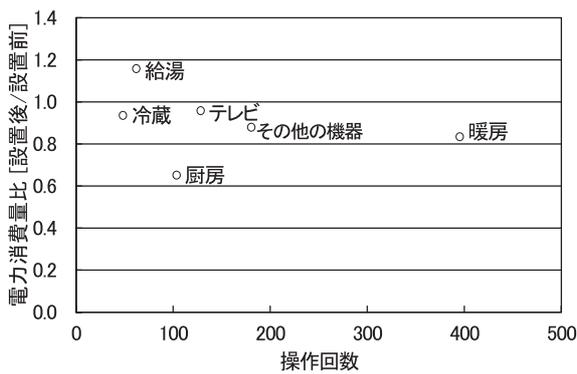


図9 操作回数と用途別電力消費量設置前後比・9軒平均

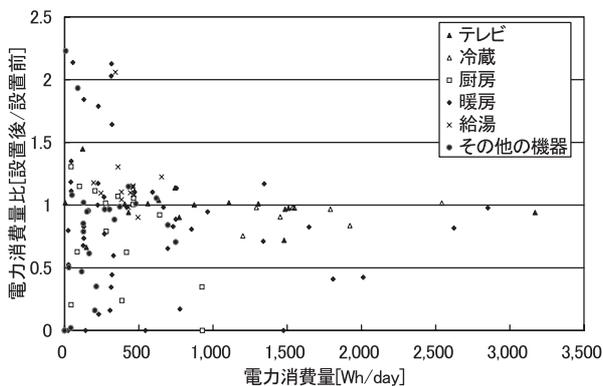


図10 電力消費量の大きさと設置効果

これは主に電気ポットや食器・食洗乾燥機によるものであった。「給湯」については電力消費量が増加しているが、これはガス給湯器においてある温度以下で凍結予防ヒーターが働き、その結果設置後の電力消費量が大幅に増加したことによる。

図10に、各機器の設置前の1日あたり電力消費量の大きさと、設置後の電力消費量の設置前の電力消費量に対する比率（設置後/設置前）を示した。ただし、設置前の電力消費量が0のものは比率が出ないためここでは除いている。この他、暖房機器で設置後電力消費量の設置前に対する比率がそれぞれ5.8、6.6となった2つの機器が存在するが、設置前の電力消費量は小さく、グラフを拡大するためここでは除いている。電力消費量の小さい機器は、使用頻

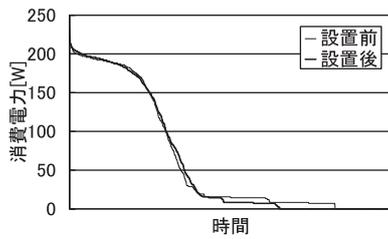
度の少ない機器が多く、非常にばらつきが多かったが、電力消費量の大きい機器は図より分かるように設置後の電力消費量の設置前に対する比率が1未満となっており、電力消費量の削減が行われたことが分かる。これは、需要家が省エネルギーを行う際には、表示システムで目立って表示される機器、すなわち電力消費量の大きいものに対する省エネ意識が働いたためと考えられる。

3.4 負荷持続曲線から見た設置前後の機器使用状況の変化

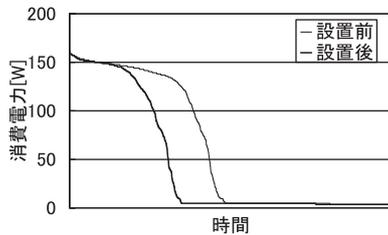
消費電力は稼働時には様々な値を取る一方、待機時にはほぼ一定であるため、負荷持続曲線を用いると稼働時間数や消費電力等の情報が観測できる。そのため、その形状の変化を見ることで省エネ行動の分析が行える。本節では、システム設置前後の負荷持続曲線を見ることにより、需要家の省エネ行動の事例を見る。

図11に設置効果のあった機器の例として (a) 世帯No.2のテレビ、(b) 世帯No.6のテレビ（複数台のうちの1台）、(c) 世帯No.7の電気炊飯器、及び (d) 世帯No.5の冷蔵庫について設置前後の負荷持続曲線を示す。ここでの負荷持続曲線とは、各機器の評価期間における30分ごとの電力消費量を消費電力に換算し、降順に並び替えたものを指す。

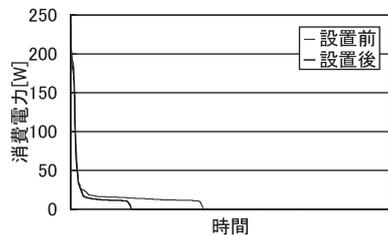
世帯No.2のテレビでは稼働時間は変化していないが、非稼働時間において主電源を切るという省エネ行動が行われたことが分かる。一方世帯No.6のテレビでは待機時における消費電力は変動していないが、稼働時間を減らすことによりエネルギーの削減が行われている。削減率は世帯No.2のテレビで約2.5%、世帯No.6のテレビで約28%（複数台のうちの1台に対する値のため、表4の値から得られる削減率約18%とは異なる）となった。稼働時と待機時にはその効用が異なるため、単純に比較することはできないが、見ない時間にテレビを消す習慣をつけることは、比較的効用を保って大きな省エネにつながると考えられる。また、世帯No.7の電気炊飯器は従来就寝後に保温状態にあったが、表示システム設置後はコンセントから抜かれるようになり、約37%の削減がなされている。また冷蔵庫は8台、冷凍庫は1台計測されたが、そのうち3台について、運転モードを「強」から「弱」に切り替えることにより、大幅な削減が行われた。世帯No.5の冷蔵庫では約16%の削減となった。ただし冷蔵庫の消費電力は周囲温度の低下に伴い減少する傾向にあるため、設置後評価期間は設置前評価期間よりも平均外気温が低下したことを考慮すると、運転モードの変更による削減率はこれよりも小さく考えられる。運転モードの切り替えは冷蔵庫内部の環境を変更することから、冷蔵庫の稼働状況及び周囲気温等を考慮しながら為されるべきであるが、不要に強い運転モードになっている場合、適当なモードに変更することにより大きな省エネルギー効果が期待できるものと考えられる。



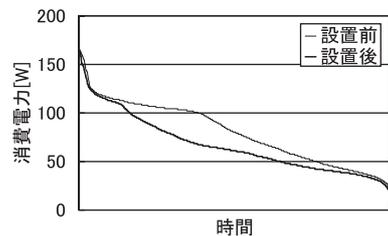
(a) 世帯No.2のテレビ



(b) 世帯No.6のテレビ



(c) 世帯No.7の電気炊飯器



(d) 世帯No.5の冷蔵庫

図11 負荷持続曲線の変化

#### 4. おわりに

本研究では、省エネルギーを目的とした新しいオンラインのエネルギー消費情報の提供システムを構築し、実際にそのシステムの一般家庭への設置を行い、その効果について分析した。主な知見は以下のようにまとめられる。

1) 情報提供システムより生成された操作ログから、需要家が自宅のエネルギー消費量に関心を持ち、システム操作の回数は設置より日が経つにつれ減少していったものの、2ヶ月以上にわたり行われたことが分かった。特に多く操作されたグラフは各電気機器の日負荷曲線であり、需要家が詳細な情報に興味を持っていることが分かった。

2) 情報提供システム設置前後の電力消費量及び情報提供システムの選択ボタンの操作回数より、需要家が電力消費量の大きい機器に興味を持ち、省エネ行動を行うことが分

かった。設置実験は冬期に行ったため他の需要に比べて大きい暖房需要に対する反応が大きかった。

3) 情報提供システム設置前後の電力消費量を比較することにより、様々な機器で電力消費量の削減が行われたことが分かった。世帯全体の電力消費量に対しては設置後の電力消費量が設置前より約9% (8世帯平均) 減少した。設置後の外気温は設置前よりも低下しており、一般に冬期には外気温の低下によって、世帯全体の電力消費量は増加することを鑑みると、これ以上の設置効果があったと考えられる。また負荷持続曲線を比較することにより、様々な機器に対して、動作モードの変更や待機時消費電力の削減などの省エネ行動が取られたことを確認した。

なお、本研究は日本学術振興会未来開拓学術研究プロジェクト「環境負荷低減を目的とした新しい自律分散型都市エネルギーシステム」(JSPS-RFTF97P01002)並びに新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)及び(財)省エネルギーセンターとの共同研究開発事業、稼動時電気損失削減最適制御技術開発の一環として行ったものである。計測調査に協力いただいた世帯、ならびに(財)大阪科学技術センター、(財)関西文化学術研究都市推進機構、京都府精華町、木津町及び大阪ガス㈱の関係各位に謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 松井ほか4名；住宅用総合エネルギー管理システムの開発(第1報)，同(第2報)，空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集Ⅱ，(1999)，645-648および649-652。
- 2) ECHONET CONSORTIUM <http://www.echonnet.gr.jp>
- 3) 森ほか2名；エネルギー供給形態の異なる戸建住宅のエネルギー消費量と節約行為による省エネルギー効果に関する研究，日本建築学会計画系論文集，565(2003)，99-106。
- 4) 藤林，手塚；家庭における省エネルギー型ライフスタイルに関する考察，エネルギー・資源学会第19回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス，(2003)，587-592。
- 5) 澤田 武男；省エネナビの開発とその効果，エネルギー・資源，21-6(2000)，66-71。
- 6) NEXT21第2フェーズ中間報告書，大阪ガス，(2002)。
- 7) 平成11年度負荷集中制御システム確立実証試験 システムの試験・評価，NEDO九州電力，(1999)。
- 8) C. Egan；Graphical Displays and Comparative Energy Information：What Do People Understand and Prefer?，ECEEE Summer Study 1999，2-13(1999)。
- 9) I. Mnsouri, M. Newborough；Dynamics of Energy Use in UK Households：End-use monitoring of Electric Cookers，ECEEE Summer Study 1999，3-8(1999)。
- 10) 日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業「環境影響低減を目的とした新しい自律分散型都市エネルギーシステム」(JSPS-RFTF97P01002)；関西文化学術研究都市における住宅用エネルギー消費の計測調査報告書(第Ⅰ，Ⅱ部)，(2001及び2002)。
- 11) 佐野ほか4名；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(その1)－，エネルギー・資源，24-5(2003)，50-56。