

研究論文

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 —

Effectiveness of Energy Consumption Information System for Residential Houses
— Effectiveness for Energy Consumption of Whole House —

上野 剛*・稲田 亮**・佐伯 修***・辻 毅一郎****
Tsuyoshi Ueno Ryo Inada Osamu Saeki Kiichiro Tsuji

(原稿受付日2004年6月9日, 受理日2004年10月1日)

Abstract

The authors have proposed a method to reduce the energy consumption in residential houses by providing household members with the information on energy consumption in their own houses. An on-line interactive "energy consumption information system" that displays power consumption of at most 18 different appliances, power consumption of whole house, city gas consumption of whole house, and room temperature, for the purpose of motivating energy saving activities was constructed and was installed in 10 residential houses. As a result, consciousness on energy saving was raised and the energy demands were reduced by energy-saving activities of the household members. In this paper, at first the system is described in detail and the amount of reduction of energy consumption of the whole house is described. In addition, heating demand, which was large in the amount of reduction, is described, and the energy-saving activities in a certain household are shown using the load duration curves, etc.

1. はじめに

住宅における省エネルギー方策として、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、ハードウェアによる省エネルギー手法が考えられる一方で、住民の省エネ意識や省コスト意識による、いわば住宅におけるソフトウェアによる省エネルギーも注目を集めている。

世帯員の行動による省エネルギーポテンシャルに関する研究としては、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¹⁾や、ライフスタイルの変更による省エネルギー効果についてシミュレーションを行った研究²⁾等がある。しかしながらこれらの研究では、省エネ行動がいかに誘発できるか、及びそれによりエネルギー消費量がどのように変化するかについて実測に基づいた検証が為されていない。

一方、省エネルギー行動を誘発する方策としては、国や企業がテレビ等のメディアや講演会により消費者の省エネルギー行動を促すという手法が広く用いられている。しか

しながら多種多様な世帯、ライフスタイルがあり、その効果を定量的に評価した例は見られない。それに対し、より適当な省エネルギーを対象世帯に提案するため、世帯員に対し直接エネルギー消費に関する情報を与えることが考えられている。例えば国内では文献^{3~5)}のような研究が行われており、また海外においても文献^{6~9)}等の研究が見られる。これらの研究では、世帯全体の消費電力の表示や、厨房需要に特化した表示、また表示手法の差による効果の比較等、被験者に提供する情報の種類等にそれぞれ特徴があり、またその省エネルギー効果についても様々な結果が得られている。しかしながら、当該世帯のエネルギー消費情報を直接提供したことによる需要家の行動の変化や、エネルギーの消費パターンの変化について論じた研究は見られない。

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¹⁰⁾の一環として、オンラインのエネルギー消費情報提供システム (ECOIS I) の開発及び需要家への設置実験を行った。その結果、8世帯平均で9%の電力消費量の削減が見られ、電力消費情報を世帯員に示すことによるエネルギー削減の有効性が確かめられた¹¹⁾。しかしながら、ECOIS Iの設置実験においては世帯のエネルギー消費のうち電力のみを対象としており、全てのエネルギー種に対する省エネルギー効果の評価は行われていない。

*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

** 〃 〃 電子情報エネルギー工学専攻

博士前期課程

そこで著者らは、全てのエネルギー種についてその消費情報を提供するシステム (Energy Consumption Information System II : 以下ではECOIS II と呼ぶ) の開発及び需要家への設置実験を行った。本論文ではまずECOIS II のシステム概要について述べ、次にシステム設置により世帯全体のエネルギー消費量がどのように変化したかについて述べる。更に、計測により得られた機器の消費情報を用い、需要家の行動による省エネルギー効果について分析した結果を述べる。但し、需要家の行動の変化が、省エネ意識によるものか、省コスト意識によるものかを判別するのは困難であるため、本論文では「省コスト意識」、「省コスト行動」を含め、「省エネ意識」、「省エネ行動」と称する。

2. ECOIS II の構築と設置実験

2.1 システムの構成

ECOIS II の構成は基本的に文献¹¹⁾と同様であるが図1に示すように都市ガス消費量及び温度のデータも収集できるようになっている。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1) 世帯全体の電力消費量、2) 世帯全体の都市ガス消費量、

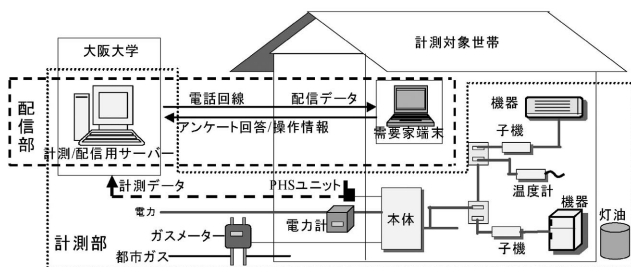


図1 エネルギー消費情報提供システム (ECOIS II) の構成

3) 主要な電気機器 (最大18台まで) の電力消費量、及び4) 居間の室温を計測する。1-3) については30分間の積算値、4) については30分ごとの瞬時値を計測する。これらのデータは分電盤近傍に設置された計測部本体に収集された後、夜間にPHSネットワークを介して大阪大学内に設置されたサーバーに収集される。但し、電力、都市ガスはパルス値で計測され、消費量に換算される。電力及び温度計測データは各計測器から屋内の配電線を通して、都市ガス計測データはガスメータより専用線を通して、それぞれ計測部本体内のメモリに記録される。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されたノートパソコン (以下では需要家端末と呼ぶ) へ毎朝データの配信を行うと共に需要家端末から操作情報のログとアンケート回答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。

また灯油消費量の計測は行っていないが、各世帯に依頼した灯油購入量の記録と灯油使用機器の電力消費量計測値を用いて、灯油消費量の電力消費量に対する原単位を推定することができる。需要家端末上での表示には、設置前までの情報を基にこの原単位を決定し、推定値を表示することとした。

2.2 需要家端末における表示画面

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。画面の基本構成はECOIS I の表示画面を踏襲しているが、都市ガス、世帯全体のエネルギー等のボタンが追加されており、表示するグラフや情報の種類を表1に示すように増加させた。表1で太線囲部はECOIS I で表示可能なグラフである。ECOIS II では、「世帯全体の都市ガス」、

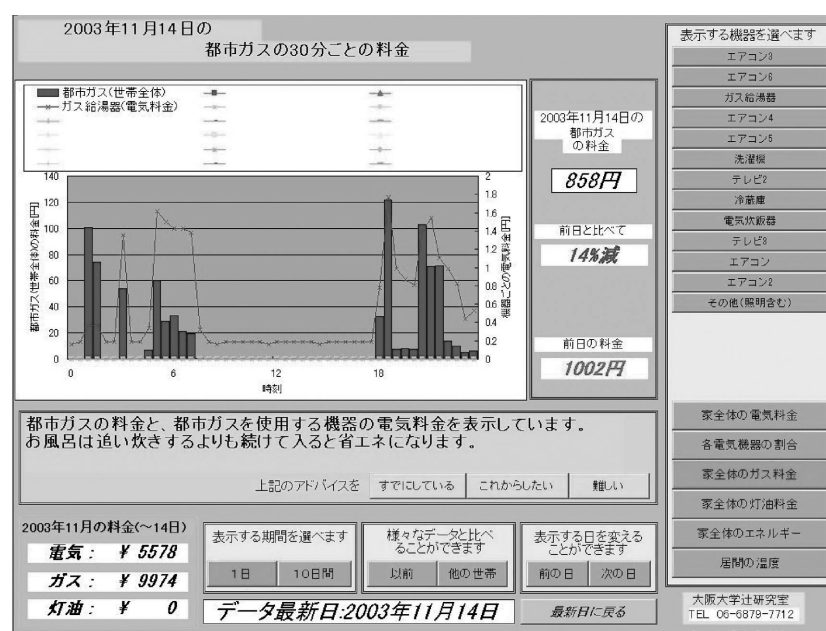


図2 ECOIS II 表示部 (表示例: 都市ガス消費の日負荷曲線)

表1 表示グラフの種類

		右部ボタン						
下部ボタン	各機器	家全体の電気料金	各電気機器の割合	家全体のガス料金	家全体の灯油料金	家全体のエネルギー	居間の温度	
	1日	日負荷曲線 (当該機器電力)	日負荷曲線 (世帯全体電力)	円グラフによる電力消費割合表示	日負荷曲線 (都市ガス)	日負荷曲線 (灯油)	日負荷曲線 (総エネルギー)	時刻変化 (居間の温度)
	10日間	10日間の推移 (当該機器電力)	10日間の推移 (世帯全体電力)	電力消費割合の10日間の推移	10日間の推移 (都市ガス)	10日間の推移 (灯油)	10日間の推移 (総エネルギー)	10日間の推移 (居間の温度)
	以前との比較	過去と比較 (当該機器電力)	過去と比較 (世帯全体電力)	-	過去と比較 (都市ガス)	過去と比較 (灯油)	過去と比較 (総エネルギー)	過去と比較 (居間の温度)
	他の世帯との比較	他の世帯と比較 (当該機器電力)	他の世帯と比較 (世帯全体電力)	-	他の世帯と比較 (都市ガス)	他の世帯と比較 (灯油)	他の世帯と比較 (総エネルギー)	他の世帯と比較 (居間の温度)

「世帯全体の灯油」、「世帯全体のエネルギー」の各料金及び「居間の室温」の表示が追加され、またそれぞれの項目について「他の世帯との比較」を行うことが可能となっている。「他の世帯との比較」では、同期間に計測中の他の世帯の計測データを用いて、表示項目と同じ機器種やエネルギーについて、消費量が比較的少ない世帯数軒の平均値を示している。計測値であるエネルギー消費量は各エネルギー料金に換算して表示した。また、グラフの下のお知らせウィンドウには場合に応じて省エネに関するアドバイスが表示され、それに対するアンケートが実施できるよう工夫した。アドバイスは機器の電力消費量の多寡や使用頻度の増減、待機時消費電力の有無といった実測データに基づき、自動的に生成している。

2.3 設置世帯と設置期間

ECOIS I の設置実験は関西文化学術研究都市内の住宅で行ったが、ECOIS II の実験は大阪府和泉市の一戸建て住宅21軒を対象に実施した。まずエネルギー消費量の計測を2002年12月上～中旬より開始し、2003年2月にさらに1軒追加した。合計21軒のうち10軒に2003年2月2日～8日に需要家端末を設置した。需要家端末を設置した住宅（以下では設置世帯と呼ぶ）は夫婦と子供1～3人（1軒のみ母親と同居）、延床面積95～205m²の一戸建て住宅、需要家端末を設置しなかった住宅（以下では非設置世帯と呼ぶ）は夫婦と子供1～3人、延床面積107～220m²の一戸建て住宅である。なお、需要家端末は同年11月13日～16日に撤去するまで継続して実験を行った。

3. ECOIS II 設置による省エネルギー効果

3.1 需要家端末の操作状況

図3は、需要家端末に対する1日あたりの操作回数とアンケートの回答数の日ごと推移である。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。需要家端末を設置していた280日間について、10世帯の平均値を示している。操作回数は設置直後が多く、急激に減少するが、日数が経ってもゼロにはならず操作が行われていることがわかる。アンケートの回答数についても10世帯平均では設置直後から単調に減少し、途中からはやや増加している。これは数軒の世帯において、一旦少なくなっていた需要家端末への操作が、再開されたことによる。図4は各世帯の

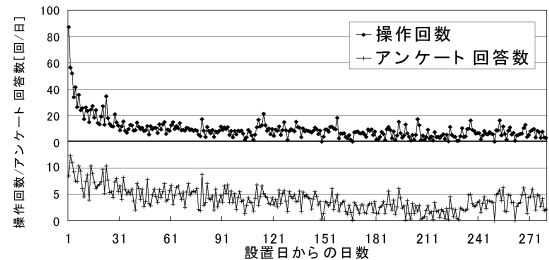


図3 端末操作状況の日ごと推移（10世帯平均値）

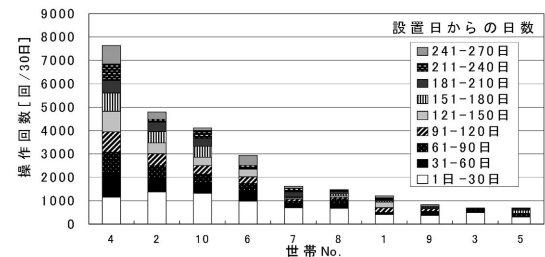


図4 各世帯の操作回数

表2 各選択ボタンの操作回数

		右部ボタン						
回数/ボタン	各機器	家全体の電気料金	各電気機器の割合	家全体のガス料金	家全体の灯油料金	家全体のエネルギー	居間の温度	
	1日	101.2	69	55.1	52.9	-	39.8	38.4
	10日間	66.4	62	30.1	38.8	-	39.4	37.6
	以前との比較	3.5	10.1	-	2.7	-	7.2	5.4
	他の世帯との比較	7.0	36.5	-	29	-	21	11.3

全実験期間合計値、10世帯平均

30日ごとの操作回数である。多く操作を行っている世帯については設置から日数が経っても操作回数の減少が小さいのに対し、少ない世帯では設置日から日数が経つと急激に操作回数が減少していることがわかる。また表2は各表示項目に対する選択ボタンの操作回数（10世帯平均）である。実験期間を通しての合計を示している。但し、「各機器」については機器一つあたりの操作回数である。右部のボタンでは「各機器」、「家全体の電気料金」、「家全体のガス料金」等が多かったが、操作ログより、右部ボタンを上から順に押していく場合が多かったことがわかっている。下部のボタンの操作回数では、どの右部ボタンに対しても「1日」、「10日」、「他の世帯との比較」、「以前との比較」の順に操作回数が多かった。また需要家に対する聞き取り調査では特に、「他の世帯との比較」のグラフを見ることにより競争意識が生まれ、省エネを行うのが面白かったとの意見が多く見られた。

3.2 システム設置前後のエネルギー消費量の変化

世帯全体のエネルギー消費量は外気温や世帯員数の変化など省エネ行動とは関係のない要因によって影響を受けるため、それらが変動する場合にECOIS IIによる省エネ効果を定量的に推定することは難しい。そこで、できるかぎり平均外気温が同じとなる時期を選んでECOIS IIを設置し、設置前後の一定期間に対するエネルギー消費状況をECOIS II設置世帯と非設置世帯とで比較することにより省エネ効果を評価することとした。設置前の期間（期間Ⅰ）としては設置日直前までの平日28日間、設置後の期間（期間Ⅱ）としては設置日直後からの平日28日間とした。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。設置前後の消費量をできるだけ公平に評価するため、消費量が大きくなると考えられる年末年始は除いた。また評価期間において出張等の在宅者数の変化、使用する部屋の変更等がなかったことを、聞き取り調査により確認している。

図5、6にそれぞれ設置世帯10世帯、非設置世帯9世帯の期間Ⅰ、Ⅱにおける世帯全体の1日あたり電力消費量、都市ガス消費量の平均値を示す。但し、非設置世帯は2月開始の1軒及びデータ欠損のあった1軒を除いている。設置世帯においては同程度の気温に対しても消費量が減少しているのに対し、非設置世帯では同程度の気温に対しては消費量があまり変化していないことがわかる。期間Ⅰの平均外気温は5.1℃、期間Ⅱの平均外気温は6.0℃であった。

図7は設置世帯10世帯における期間Ⅰ、Ⅱの1日あたり2次エネルギー消費量を示している。10世帯平均では5150Wh/日（17.8%）の電力消費量の減少、4875Wh/日（8.8%）の都市ガス消費量の減少であった。また図8は期間Ⅰ、ⅡにおけるECOIS II非設置世帯9世帯の1日あたり2次エネルギー消費量である。9世帯平均では891Wh/日（4.7%）の電力消費量の減少、179Wh/日（0.4%）の都市ガス消費量の増加であった。世帯No.1～3、11は電力のみで暖房を行っている世帯、No.4～6、12はガス床暖房使用世帯、No.7～10、13～19は床暖房以外の都市ガス消費機器（ガスファンヒーター）と電力で暖房を行う世帯である。世帯によりばらつきはあるものの、設置世帯と非設置世帯におけるエネルギー削減量の差は大きく、システムの設置効果があったと考えられる。但し、期間Ⅱは期間Ⅰよりも平均外気温が0.9℃上昇しており、一般に冬期には気温の低下に伴い世帯全体の電力、都市ガス消費量ともに増加する傾向にあることから、気温の上昇によるエネルギー消費量の減少分も含まれている。

2.3節で述べたように、世帯構成、延床面積等の世帯属性について、設置世帯と非設置世帯の間に大きな差は見られないが、図5、6に示したように、両者間の電力、都市ガス消費量には大きな差があった。これは所有機器数の差

や図7、8に示した暖房システムの差などの、世帯属性の差によるものと考えられるが、設置世帯の選択時にこれらの差の調整を行うのは困難であった。

表3にECOIS II設置世帯10軒における、期間Ⅰ、Ⅱの各電気機器及びエネルギー種の1日あたり消費量を示す。但し、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。気温依存性のため、期間Ⅰ、Ⅱのエネルギー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、都市ガス消費量も減少していた。なお、今回の設置実験においては灯油使用世帯が存在せず、灯油消費量の計測及び表示は行っていない。

図9に各設置世帯の需要家端末の操作回数と世帯全体の

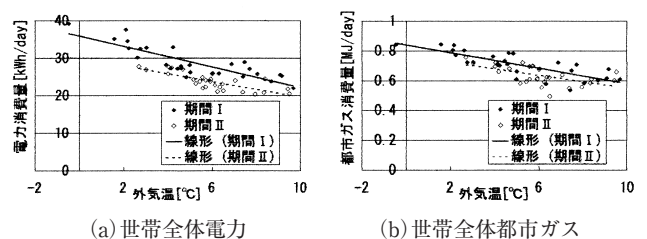


図5 外気温とエネルギー消費量の関係（設置世帯平均）

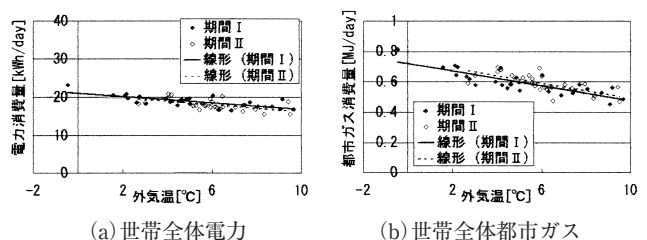


図6 外気温とエネルギー消費量の関係（非設置世帯平均）

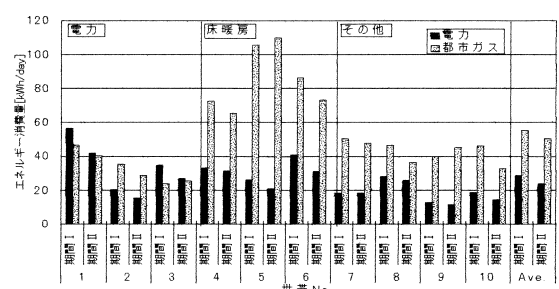


図7 設置世帯のエネルギー消費量の変化（2次エネルギー）

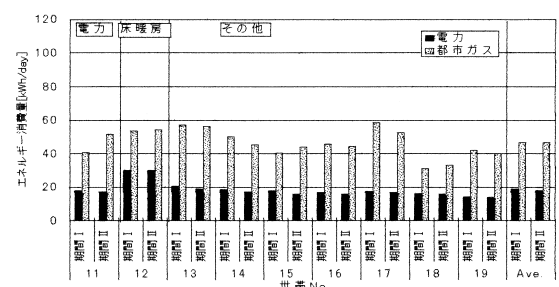


図8 非設置世帯のエネルギー消費量の変化（2次エネルギー）

表3 各電気機器種・エネルギー種の設置前後の消費量

用途	世帯No. (期間)	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
電力	テレビ	1136	690	1515	907	890	909	469	539	662	593	1900	1911	1223	1321	50	38	532	732	1796	1838
	冷蔵庫	2259	2187	1278	1279	1817	1803			1546	1578	2283	1937	1205	1243	1282	1171	1172	1233	1622	1603
厨房	電気炊飯器					905	964			166	217							669	638		
	オーブンレンジ					159	145														
	ガスオーブンレンジ					90	84														
	電気ポット	1299	883	979	704			804	853			847	765	1144	1050			1012	916		
	食洗乾燥機					413	765											319	125	151	254
暖房	エアコン	14875	8347	9446	6949	16533	11399	93	127	10057	5564	16723	9295	1159	443	4730	2625	379	421	2091	495
	オイルヒーター					2821	1690									4455	4027	1355	416		
	ガスファンヒーター							417	392					147	111	224	240	200	226	159	106
	ホットカーペット	775	9	43	0	1442	1093			50	19			1725	1933	2407	1245				
	ホットカーペット+こたつ																	1319	1011	32	0
	こたつ							178	390												
	電気ファンヒーター	13490	10734					18596	17701			2422	2422	1459	1918						
	電気ストーブ			21	0															445	2
	浴室床暖房																			182	120
	給湯	302	260	505	431	543	324	1226	961	1722	1696	1670	1409	658	597	245	130	435	354	525	423
その他の機器	高機能便座	780	588							616	592			885	810			149	80		
	循環換気ユニット	1601	1004																		
	その他		*1→	560	108	6	4	—*2													
世帯全体 [kWh/day]		56.6	42.0	20.4	15.4	34.6	26.9	33.0	31.4	26.2	20.9	40.9	31.0	18.3	18.4	28.1	25.7	12.6	11.4	18.5	14.6
都市ガス [MJ/day]		167	144	127	104	87	91	261	235	380	395	310	263	181	172	167	131	144	162	166	118

単位: [Wh/day] 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

*1: エアコン+テレビ *2: パソコン

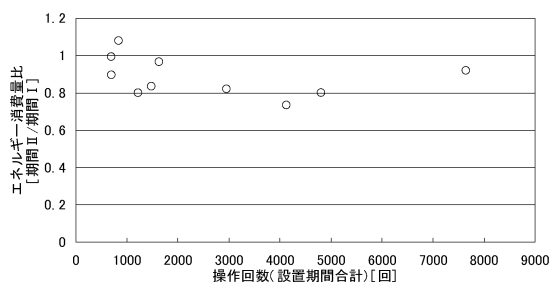


図9 各世帯の操作回数とエネルギー消費量設置前後比

1日あたりエネルギー消費量の設置前後比(期間Ⅱ/期間Ⅰ)の関係を示す。最も操作回数の多かった世帯を除いては、操作回数とエネルギー消費量の削減率に関係があるように見えるが、サンプル数が少ないため明確にはわからない。

3.3 暖房分に対する省エネルギー効果

表3よりわかるように世帯全体の電力消費量に対する暖房分の割合が非常に大きかった。また電力暖房分の削減率は約30%であり、これは「その他の機器」に次いで大きかった。そこで本節では暖房用エネルギー消費量の変化について着目する。都市ガスについては前述のように世帯全体の消費量を計測しており、厨房、給湯、暖房といった用途ごとの消費量が直接計測できていないため、ガスファンヒーターの電力消費量と世帯全体の都市ガス消費量を用いて、ガスファンヒーターによる都市ガス消費量の推定を行った。式(1)により、各時刻において需要家が厨房を使用する確率(厨房稼働確率)を定義した。

$$P_{r,h} = D2_{r,h} / D1_{r,h} \dots\dots\dots (1)$$

但し、 $P_{r,h}$: 世帯 r の時刻 h における厨房稼働確率、 $D1_{r,h}$: 給湯器を使用していない日数、 $D2_{r,h}$: 給湯器を使用せず、かつ都市ガス需要のある日数、 r : 世帯番号、 h : 時刻である。

冬期にはガスファンヒーターが使用されることから、厨房稼働確率は夏期、中間期のデータを用いて月ごとに導出した。その結果、世帯による差異はあるものの、同一世帯内

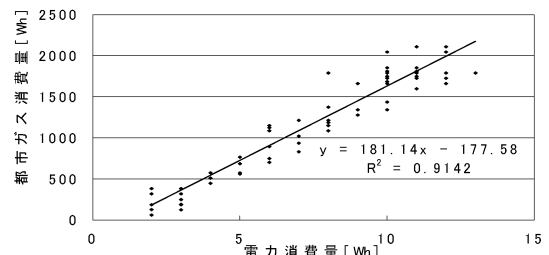


図10 ガスファンヒーターの電力消費量と世帯全体の都市ガス消費量の関係

では異なる月においても時間ごとの厨房稼働確率は類似しており、真夜中等に厨房がほぼ使用されない時間帯が存在した。そこで冬期においても厨房を使用する時間帯は変わらないと仮定し、厨房が使用されない時間帯のデータを用いて推定を行うこととした。

図10はある世帯において、1) 厨房稼働確率が10%以下(夏期、中間期の平均値)の時間帯において、2) ガス給湯器を使用しておらず、3) ガスファンヒーターを使用している時刻における、ガスファンヒーターの電力消費量と世帯全体の都市ガス消費量の関係を示したものである。計測間隔である30分間の積算値を示している。但し、ガス給湯器の稼働・非稼働については、当該時間におけるガス給湯器の電力消費量計測値を基に判断した。図10より、両者間に強い相関があることがわかる。そこでこの条件を満たす時刻におけるガスファンヒーター i の電力消費量と、その時刻の世帯全体の都市ガス消費量を線形式で近似したときの傾きを α_i として、式(2)のようにガスファンヒーターによる都市ガス消費量を推定することとした。

$$G_{i,h} = \alpha_i \sum_d (PD_{i,d,h} - SP_i) / D \dots\dots\dots (2)$$

但し、 i : 機器番号、 d : 日、 h : 時刻、 $G_{i,h}$: 機器 i の時刻 h における都市ガス消費量[Wh]、 $PD_{i,d,h}$: 機器 i の日 d , 時刻 h における電力消費量[Wh]、 SP_i : 機器 i の待機時電力消費量平均値[Wh]、 D : 日数(28日)である。

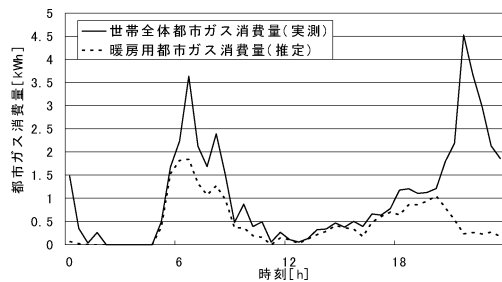


図11 都市ガス消費日負荷曲線（世帯No.7，期間Ⅰ）

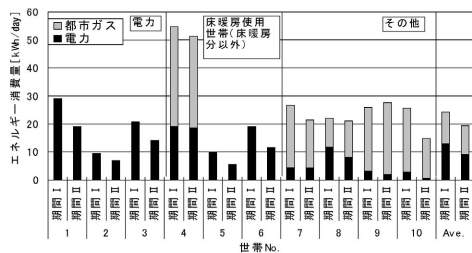


図12 暖房用エネルギー消費量の変化（2次エネルギー）

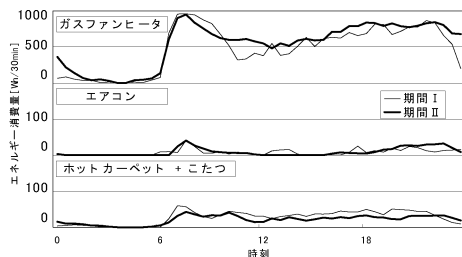


図13 居間の暖房使用状況の変化（世帯No.9）

図11は世帯No.7における世帯全体と暖房用の都市ガス消費量の、期間Ⅰにおける平均日負荷曲線である。推定手法の特徴から、毎日の各時刻における都市ガス消費量を正確に推定するのは難しいと考えられるが、世帯全体の都市ガス消費量を超えず、かつ時刻によっては類似の変動をしていること、また朝晩の給湯需要等もこの図からは読み取れることから、28日平均値であればある程度正確に推定できると考えられる。

図12はECOISⅡ設置世帯における期間Ⅰ、Ⅱの1日あたり暖房用エネルギー消費量である。10世帯平均で、約20%の削減となった。但し、床暖房はガス給湯器により作られた温水で行われるため、風呂等の給湯需要と区別することは難しく、床暖房による都市ガス消費量の推定は行っていない。ここでは床暖房以外の暖房用エネルギー消費量を示している。また気温による補正は行っていないため、気温の上昇によるエネルギー消費量の減少も含まれる。暖房用電力消費量は全ての世帯において減少した。また暖房用都市ガス消費量は世帯No.8、9において増加した。図13は世帯No.9の居間における暖房機器の期間Ⅰ、Ⅱの平均日負荷曲線である。ガスファンヒーターについては電力と都市ガス消費量の合計を示している。ホットカーペット+こたつの

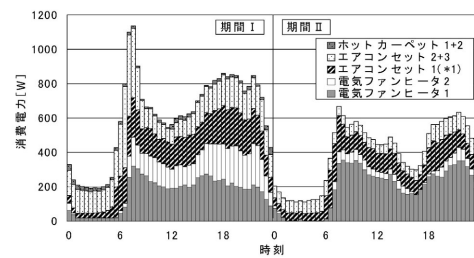


図14 暖房エネルギー消費の変化（世帯No.1）

電力消費量が減少した一方、ガスファンヒーターのエネルギー消費量が増加しており、使用暖房機器の移行が見られる。

4. 省エネルギー行動とその効果

本節では、世帯No.1を例に取り、ECOISⅡの設置により行われた省エネ行動と、それによる省エネルギー効果について分析した結果について述べる。世帯No.1の各機器種におけるエネルギー消費量は表3を参照されたい。世帯No.1では所有するエアコンが9台であったため、エアコンセット1～3として、それぞれ3台ずつ同時に計測した。またテレビ、電気ファンヒーター、ホットカーペットはそれぞれ2台所有しており、各機器の電力消費量を計測している。この世帯では暖房分を電力のみで賄うため、都市ガスは給湯及び厨房のみである。計測、表示を行った機器のうち、消費量が増加したものは電気ファンヒーター1とテレビ2の2台のみであった。また、他の世帯と同様、特に暖房分の削減量が目立つ。

図14に、期間Ⅰ、Ⅱにおける暖房機器の電力日負荷曲線を示す。起床後から就寝時にかけて電気ファンヒーター1の消費量が増加し、その他の暖房機器の消費量が減少していることがわかる。この世帯では居間と食堂がつながっており、電気ファンヒーターは2台ともこの部屋で使用されていたが、2台での使用を止め1台のみの使用にする日が多くなった。またホットカーペットは2台ともほぼ使用されなくなったが、聞き取り調査によると、カーペット自体の断熱効果により、敷いているだけで暖かいことに気づいたため、電源を入れずに使用するようになったとのことであった。

図15は世帯No.1の所有する電気機器の負荷持続曲線である。但し、本論文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 [Wh] を、30分間の平均消費電力 [W] に換算し、降順に並び替えたものを指す。図15(a), (b) はそれぞれテレビ1及びテレビ2の負荷持続曲線である。テレビ1は居間の36インチ型テレビである。36W程度の待機時消費電力が観測された。テレビ2は食堂の14インチ型テレビであり、待機時消費電力は観測されなかった。テレビ2においては、電力消費量は3%増加しているものの、負荷持続曲線はほぼ変化していないことがわかる。一方、テレビ1においては視聴時間が10%程度（1

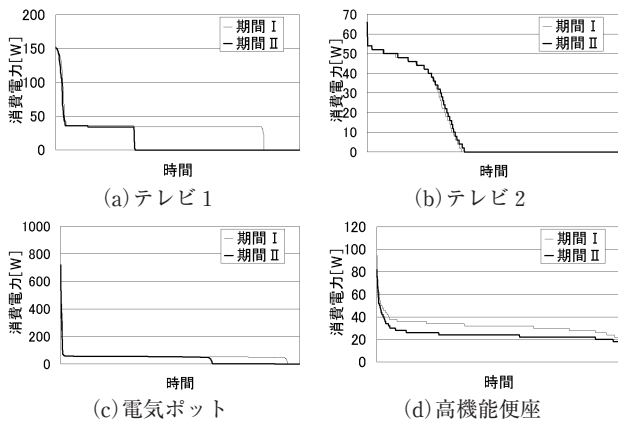


図15 負荷持続曲線の変化（世帯No.1）

日あたり約6分）低下しているが、電力消費量の減少はほとんど、待機時消費電力の削減によるものであることがわかる。この世帯においてはテレビの視聴時間の削減という省エネルギー方策は取られず、非稼動時にコンセントを抜くことによる待機時消費電力の削減という省エネルギー方策が取られたことがわかる。

図15(c), (d)はそれぞれ電気ポットと高機能便座の負荷持続曲線である。電気ポットでは設置後、煮沸時間はほぼ変わらず、保温時間の減少による電力消費量の削減が行われていることがわかる。また高機能便座では、運転モードの切り替えによる消費電力の低下が見られた。これらの機器での、保温時における消費電力は、IEA（International Energy Agency）による待機時消費電力の定義¹²⁾には含まれないが、待機時消費電力と同様に需要家が普段意識しない時間帯における電力の消費であるため、需要家はその消費量を意識することにより、機器の使用法が変化したと考えられる。

5. 終わりに

本研究では、住宅におけるエネルギー消費情報を提供するシステムを構築し、そのシステムによる省エネルギー効果を実測に基づいて分析した。主な知見は以下のようまとめられる。

1) 情報提供システムの操作ログから、需要家が自宅のエネルギー消費量に関心を持ち、9ヶ月以上にわたり情報提供システムの操作が行われたことがわかった。操作回数は世帯により大幅に異なり、定期的に操作する世帯と、日が経つに伴い操作しなくなる世帯とがあった。操作回数は[1日], [10日], [他の世帯との比較], [以前との比較]の順に大きかった。但し、世帯ごとの需要家端末の操作回数とエネルギー消費削減量との間には明確な関係は見られなかった。

2) 情報提供システム設置により、様々な機器で電力消費量の削減が行われ、世帯全体のエネルギー消費量も削減さ

れた。世帯全体では、システム設置前の評価期間（期間Ⅰ）と比較してシステム設置後の評価期間（期間Ⅱ）の電力消費量が約18%（10世帯平均）減少し、都市ガス消費量が約9%減少した。これは、システムを設置していない世帯における、電力消費量約5%の減少、都市ガス消費量変動なし（9世帯平均）とは明らかに異なり、システムの設置効果があったと考えられる。

3) 用途毎では、特に暖房用エネルギーの削減量が多かった。稼働時間の削減等が行われ、結果として10世帯平均で約20%の省エネルギーとなった。但し、床暖房によるエネルギー消費量は明らかではないため、床暖房以外の電力、都市ガスによる暖房消費量の削減率を示した。

4) 特定の世帯に着目し、負荷持続曲線等を用いてエネルギー消費状況の変化を見た。その結果、暖房用エネルギー機器やテレビ、電気ポット等の電気機器において省エネルギー行動が行われており、世帯全体として約20%のエネルギー消費量の削減が行われたことがわかった。

但し、期間Ⅱの平均外気温は期間Ⅰより0.9℃上昇しており、一般に冬期には気温の上昇に伴いエネルギー消費量が減少することから、2), 3), 4)で示したエネルギー削減率には気温の上昇によるエネルギー消費量の減少分も含まれる。

なお、本研究は阪大フロンティア研究機構の環境システムプロジェクト「環境低負荷型ユーティリティシステムの創生」（プロジェクトリーダー 辻 毅一郎 教授）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、ならびに大阪府和泉市の関係各位に謝意を表する。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 千葉ほか3名；全電化住宅におけるライフスタイルの変更による省エネルギー効果の推定，第20回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス，（2004），391-394.
- 3) 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.
- 4) NEXT21 第2フェーズ中間報告書，大阪ガス，（2002）.
- 5) 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）.
- 6) C. Egan；Graphical Displays and Comparative Energy Information：What Do People Understand and Prefer？，ECEEE Summer Study 1999，2-13（1999）.
- 7) G. Wood, M. Newborough；Dynamic energy-consumption indicators for domestic appliances：environment, behaviour and design, Energy and Buildings, 35-8（2003），821-841.
- 8) G. Wood, M. Newborough；Design and Functionality of Prospective Energy Consumption Displays, 3rd International Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting（2003）.
- 9) G. Brandon, A. Day；The impact of feedback on domestic energy consumption, the Sustainable Building Conference（1997），26-31.
- 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) 上野ほか3名；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 及び（その2），エネルギー・資源，25-5及び6（2004）.
- 12) Boudewijn Huenges-Wajer；Conclusion of Task Force 1：Definition and Terminology of Standby Power, 1st International Workshop on Standby Power, IEA（1999）.