住宅における電気機器の所有状況と照明・動力他用電力消費量に関する調査

QUESTIONNAIRE SURVEY ON POSSESSION OF ELECTRIC APPLIANCES AND ELECTRICITY FOR LIGHTING AND OTHERS IN HOUSEHOLD

源城 かほり*, 田辺 新一**, 松本 真一***, 長谷川 兼一****, 吉野 博*****

*Kahori GENJO, Shin-ichi TANABE, Shin-ichi MATSUMOTO,
Ken-ichi HASEGAWA and Hiroshi YOSHINO*

A questionnaire survey on the possession of electric appliances and its influence on the energy consumption in household were conducted in 1996. It was found that the increase in the consumption of residential electricity was due to the use of higher number of electric appliances. This reflects the higher economic status of the household and their life style. The relationship between electric consumption for lighting and others and the influencing factor is evaluated by using the multi-variate analysis. The results of this study are expected to provide fundamental information in order to enhance residents' awareness of the importance of energy conservation.

Keywords: *Electric appliances, Electric consumption, Lighting and others, Life style, Questionnaire survey, Multi-variate analysis*

電気機器, 電力消費量, 照明・動力, ライフスタイル, アンケート調査, 数量化分析

1 はじめに

地球環境問題の解決に向けて, 各分野での一層の省エネルギーがますます重要な課題となっているなか, 住宅用エネルギー消費量は依然として増加の傾向にある¹⁾。住宅用エネルギー消費は用途別に, 暖房, 冷房, 給湯, 照明・動力他と分類されるが, このうち暖房用エネルギーおよび冷房用エネルギーに関しては, 1999年3月の次世代省エネルギー基準²⁾告示に伴う住宅の断熱気密化によって対策が進んでいると言える。それに対して, 給湯用および照明・動力他用エネルギーは, 欧米先進国に比べて同等であるか, もしくはそれを上回る消費となっており, それぞれ住宅用総エネルギー消費量の約30%ずつを占めている³⁾。

住宅のエネルギー消費量は, 地域の気候特性や経済状況の影響を受け, 質と量が年々変化すると言われている⁴⁾。また, 生活形態や住宅設備の多様化・高度化によって, そのエネルギー構造は著しく変化している⁵⁾。また, 住宅のエネルギー消費量は世帯属性に応じて様々に異なることも数々の調査で報告されており⁶⁾⁻⁹⁾, 常に最新の動向を調査することが重要である。

住宅におけるエネルギー消費量の調査・分析は, 1970年代から日本各地で多数行われている³⁾⁻¹⁷⁾。調査方法に基づいて分類すると, アンケート調査やエネルギー消費量の実測調査, 統計資料に基づく調査等がある。先駆的なものとして, 1976年の家計調査による住宅の全国県庁所在都市別エネルギー消費量の推計と, 1978年の9都市・5種類の住宅約1200件を対象としたアンケート調査を併用した尾島らの

調査が挙げられる¹⁰⁾⁻¹²⁾。また, 石田らは, 1985年以降に建築された全国8地域の工業化戸建住宅を対象として, 1990年から1991年に約1000件のアンケート調査を行っている¹³⁾。

全国を対象とした調査には, 澤地らによる全国8都市域における住宅のエネルギー消費とライフスタイルに関するアンケート調査のほか¹⁴⁾, 中上らによる家計調査等の統計資料を用いたマクロな方向からの日本各地の住宅エネルギー消費量の調査がある¹⁵⁾。また, 三浦は, 家計調査を基に, 1991年から1995年の5年間の全国の県庁所在都市における住宅のエネルギー消費量を用途別に推計している¹⁶⁾。

地域が限定されているものの, エネルギー特性を詳細に把握したものとして, 渡邊らによる福岡市における戸建および集合住宅を対象とした1990年から1992年の2年間にわたる1000件から2000件のアンケート調査がある⁴⁾。エネルギー消費量を用途別, 機器別に電力測定器を用いて詳細に実測した例として, 商品科学研究所による1991年から1992年の戸建住宅6件および集合住宅10件の調査のほか⁷⁾, 濱田らによる札幌市の戸建住宅9件・集合住宅2件を対象とした1998年からの1年間にわたる用途別, 機器別エネルギー消費量の実測調査がある¹⁸⁾。

既往の調査研究をまとめると, 次のように言えよう。近年, 特に, 照明・動力他用エネルギー消費量が増加していることが問題となっており, その伸び率は年平均2.5%以上となっている³⁾。ライフスタイルの変化に伴ったエネルギー消費機器の多様化がその原因の一

* 秋田県立大学システム科学技術学部
助手・修士(生活科学)

** 早稲田大学理工学部 教授・工博

*** 秋田県立大学システム科学技術学部
教授・博士(工学)

**** 秋田県立大学システム科学技術学部
助教授・博士(工学)

***** 東北大学大学院工学研究科 教授・工博

Research Assoc., Dept. of Archi. & Env. Systems, Faculty of Systems Sci. & Tech.,
Akita Pref. Univ., M. Sci.

Prof., Dept. of Archi., Waseda Univ., Dr. Eng.

Prof., Dept. of Archi. & Env. Systems, Faculty of Systems Sci. & Tech., Akita Pref.
Univ., Dr. Eng.

Assoc. Prof., Dept. of Archi. & Env. Systems, Faculty of Systems Sci. & Tech.,
Akita Pref. Univ., Dr. Eng.

Prof., Graduate School of Faculty Eng., Tohoku Univ., Dr. Eng.

つであると考えられる^{7), 19) - 21)}。照明・動力他用エネルギー消費量は、ライフスタイルの違いや世帯属性の違いに左右されるところが大きいため、その削減が難しい。また、リモコン操作のために主電源を付けたままにする機器や多機能な機器が増え、使用しない時にも消費する電力、いわゆる待機電力が増加している^{7), 22)}。既往の調査によると、待機電力が住宅全体の電力消費量に占める割合は9～15%であることが報告されている^{3), 7), 16), 23) - 26)}。待機電力が大きい機器としてビデオやオーディオコンポ、ステレオ、CD ラジカセ、衛生放送チューナー、FAX 付電話機等が挙げられている^{7), 16), 26)}。

そこで、筆者らのうち2名は、照明・動力他用の電力消費量に着目し、対応する機器の実態を明らかにすることを目的として、住宅における電気機器の所有状況に関するアンケート調査を1996年に行い、住宅で所有されている電気機器の種類や台数、エネルギー消費量の実態について調査した²⁷⁾。その結果、機器の大型化や多機能化が進んでいることや、エネルギー消費量が世帯属性の一つである年収と正比例の関係にあることがわかった²⁷⁾。本報では、アンケート調査結果をさらに分析・考察することにより、対応する機器や消費量に影響を及ぼす要因を明らかにし、住宅におけるエネルギー消費量を効率よく削減するための基礎的知見を得たので報告する^{注1)}。本報では、エネルギー消費量の中でも、照明・動力他用電力消費量に着目し、住宅におけるエネルギー消費量の実態を電気機器の所有状況の観点から明らかにしようとしている点に特徴があり、電気機器の容量や種類に関して詳細に調査を行っている。また、既往の研究では、分析の手法として重回帰分析を用いた例が多いのに対し、本報では、従来から説明変数として用いられている住宅属性や家族属性の他に、電気機器の所有状況に関する因子を加えて、数量化分析を行っている点に特徴がある。得られた結果により、電力消費量削減を進める必要のある機器を明らかにする。また、数量化分析において偏相関係数が高かった因子を用いて、調査対象世帯の類型化を試み、各グループにおける照明・動力他用電力消費量と機器所有の特徴に関して考察する。

2 調査概要

1996年12月中旬から1997年1月下旬にかけて、生活価値創造住宅開発技術研究組合^{注2)}(通称ハウスジャパン)に参加している34社の社員を調査対象とし、アンケート調査票を配布した。

表1に調査内容を示す。調査内容は、世帯属性、住居属性、電気機器の所有状況、エネルギー消費量の4つに分けられる。電気機器の所有状況に関しては、電気機器を調理、冷暖房、AV・情報、家事・衛生、その他の5つの用途にあらかじめ区分した上で、表2に示すように、各用途に対応する代表的な電気機器を十数個挙げておき、各機器の所有台数を記入してもらった。表2に示す機器以外に所有している機器がある場合は空欄に記入してもらった形式とした。冷蔵庫、テレビ、洗濯機に関しては、容量や種類を問う項目を設けた。なお、冷暖房用機器は本来ならば照明・動力他の用途には含まれないが、エアコンが電力消費量に及ぼす影響が大きいことを考慮して質問項目に含めている。

エネルギー消費量に関しては、1996年1月から1996年12月までの1年間における電気、ガス、水道の月別支払料金または使用量を、居住者に記入してもらった形式とした。

調査対象の選定は、無作為抽出のような統計的手法によるサン

表1 調査内容

世帯属性	家族構成、家族構成員の年齢・職業、対象住宅全体の税込年収
住居属性	所在地、形態、構造、新築年次、部屋構成、床面積
電気機器の所有状況	電気機器の所有台数、冷蔵庫・テレビ・洗濯機の容量・種類
エネルギー消費量	電気・ガス・水道月別支払料金または使用量 (1996年1月～1996年12月)

表2 調査対象電気機器

用途	電気機器
調理 (18機器)	電気冷蔵庫、オーブンレンジ、電子レンジ、トースター、ホットプレート、電気ポット、電気食器乾燥機、電気食器洗機、電磁調理器、クッキングカッター、生ゴミ処理機、保温トレー、グリル鍋、ホームベーカリー、電気餅つき器、ジューサーミキサー、コーヒーメーカー、ハンドミキサー
冷暖房・空調 (13機器)	冷暖房用エアコン、冷房用エアコン、扇風機、電気ファンヒーター、電気ストーブ、電気こたつ、足温器、電気毛布、電気カーペット、除湿器、加湿器、換気扇、空気清浄機
AV・情報 (14機器)	テレビ、ビデオ、電話機、FAX、パソコン、ワープロ、コピー機、ステレオ、カラオケ、レーザーディスク、CDコンボ、CDラジカセ、ラジカセ、ゲーム機
家事・衛生 (12機器)	電気洗濯機、電気衣類乾燥機、電気布団乾燥機、アイロン、ズボンプレスサー、電動ミシン、ドライヤー、ホットカーラー、温水洗浄便座、24時間風呂、ジャグジー、電気掃除機
その他 (10機器)	水槽水温調節器、ペットドライヤー、温室ヒーター、電気マッサージ機、エアロバイク、玄関テレビモニター、ホームセキュリティシステム、電動工具、電気蚊取機、電気スタンド

表3 調査対象地域と回収状況

対象地域	配布数	回収数	使用データ件数(比率)	電力使用量推定件数
関東	319	210	104(44%)	75
近畿	260	209	92(39%)	79
東海	60	52	30(12%)	17
北陸	20	17	29(2%)	6
中国	20	16	4(2%)	4
東北	1	1	0(0%)	0
合計(回収率)	680	505(74%)	235	181

リングではないため、本調査の対象には偏りがある。本調査は、技術系の会社の社員を対象としており、後述のとおり、地域も関東と近畿が中心となっている。また、全体的に年収の高い住宅の割合が大きい。したがって、日本における標準的なサンプルであるとはいえないが、本報では、将来的にどのような電気機器の普及が進み、照明・動力他用電力消費量が増加する恐れがあるのかを把握するための先進的なサンプルとの位置づけで調査している。

3 調査対象の概要

表3に示すように、回収数は505件であり(回収率74%)、対象地域は関東と近畿が各40%ずつを占めている。回答者の属性を表4に示す。住宅形態は、戸建住宅と集合住宅がそれぞれ49%、51%と半数ずつを占めている。回答者の平均家族人数は3.3人であり、その家族構成は、夫婦と子供から成る世帯が60%と多く、単身者世帯も8%含まれている。住居構造は、木造38%、非木造61%である。対象住宅の床面積は、10～396m²の範囲にあり、平均97m²である。

4 調査結果

4.1 電気機器の所有状況

図1から図5に、調理用、冷暖房・空調用、AV・情報用、家事・衛生用、その他の各々の用途の機器の所有率^{注3)}を年収別に区分して示す。

ここで示す結果は、有効回答 505 件を対象としている。調査対象の機器の所有率を、調査時期に近い 1997 年の統計資料に掲載されている全国平均の普及率²⁰⁾と比較する。まず、全国平均の普及率に比べて、本調査の所有率の方が非常に高い機器について検討する。図 3 に示すとおり、ビデオは普及率 76%²⁰⁾に対し、所有率 97%であり、パソコンは普及率 22.1%²⁰⁾に対し、所有率 61%と非常に高い。パソコンの所有率が高いのは、調査対象が技術関係の会社であるためであると考えられる。図 2 に示すとおり、冷暖房用エアコンは普及率 60%²⁰⁾に対して所有率 88%、図 4 に示すとおり、温水洗浄便座は全国平均の普及率 24%²⁰⁾に対して所有率 48%である。これらの機器の所有率が高いのは、居住者の衛生・快適性志向の現れであると考えられる²⁰⁾。全般的な所有率の高さは後述のように、調査対象が高額年収者であることを反映していると推察される。

表 4 回答者の属性

家族構成	件数	住居形態		住居構造			平均床面積 (㎡)
		集合	戸建	木造	非木造	不明	
単身者	42	41	1	4	37	1	35
夫婦のみ	97	76	21	18	78	1	70
夫婦と子供*							
小学生以下	135	78	57	44	89	2	87
中学生～大学	95	26	69	44	51	0	111
社会人	74	17	57	45	29	0	129
親夫婦と子供	48	1	47	29	19	0	154
夫婦と同居							
その他**	12	5	7	7	5	0	82
不明	2	1	1	1	1	0	105
全体	505	245	260	192	309	4	97

*子供は長子年齢を基準とした **親子、知人との同居など

図 1 調理用機器の所有率 (%)

図 2 冷暖房・空調用機器の所有率 (%)

次に、所有率はまだ高くないが、今後のライフスタイルによっては普及が進むと考えられる機器について検討する。図 1 に示すように、電気食器乾燥機の所有率は 25%、図 4 に示すように、電気布団乾燥機、電気衣類乾燥機の所有率はそれぞれ 35%、31%である。これらの機器は、家事時間の短縮とともに今後普及が進む可能性がある²¹⁾。また、図 1 においてオープンレンジと電子レンジの所有率を、図 2 において冷暖房用エアコンと冷房用エアコンの所有率を比較するとわかるように、多機能な機器の所有率が高い。

なお、機器の所有台数については、テレビと冷暖房用エアコンで複数所有が顕著であり、全所有世帯のうち 2 台以上所有している割合は、テレビ 67%、冷暖房用エアコン 58%である。

図 3 AV・情報用機器の所有率 (%)

図 4 家事・衛生用機器の所有率 (%)

図 5 その他の機器の所有率 (%)

その他の電気機器では多様化が顕著であり、表2のアンケートに提示した10機器以外に65機器の回答が得られた。65機器を更に用途別に分類すると、美容・健康用、楽器類、ペット用、水槽用、ホームセキュリティ関連、照明、充電器、ポンプ類、医療用、チューナー・コンバーター類、その他と分類される。その他には、熱源が電気以外の機器であり、例えば石油ファンヒーター等のように、時間表示や予約設定のためにコンセントにつないでおり、微量の電力消費がある機器が含まれる。

4.2 機器の大きさ(容量)と種類

所有機器の大きさの実態を把握するために、主要な電気機器である冷蔵庫、テレビ、洗濯機の大きさ(容量)や種類に関して検討する^{注4}。有効回答505件の冷蔵庫の容量、テレビの大きさ、洗濯機の容量について、それぞれ図6、図7、図8に示す。図6に示すとおり、冷蔵庫の容量は300L以上400L未満が最も多く、次いで多いのは400L以上500L未満である。冷蔵庫の容量は、300L以上が所有世帯全体の75%を占めている。図7に示すとおり、所有しているテレビのうちで最も大きいテレビの大きさは25インチ以上29インチ以下が最も多く、25インチ以上が所有世帯全体の64%を占めている。図8に示すとおり、洗濯機の容量は、4kg以上5kg未満、5kg以上6kg未満が多く、容量5kg以上が所有世帯全体の59%を占めている。いずれの機器においても、より大型の機器を所有する傾向が見られる。なお、図示していないが、洗濯機の種類の内訳は、全自動84%、二槽式16%である。

4.3 使用時以外における電力消費に対する認識度

アンケート調査において、機器の所有台数を問う質問と共に、「使用時以外にも電力を消費する可能性があるかどうか」という質問を設け、この項目をチェックしていた世帯の所有世帯全体に対する割合を有効回答505件を対象として算出した。図9に、認識度が20%以上の機器について示す。待機電力に対する認識度は、テレビやビデオをはじめ、FAX、電話機、CDコンボ、ステレオ等のAV・情報用で48%~78%であり、AV・情報用電気機器の待機電力に関しては比較的认识されているという結果を得た。一方、AV・情報用以外の用途に関しては、オーブンレンジ59%、温水洗浄便座56%の認識度があるのを除いて、電子レンジ25%、電気ポット23%、冷暖房用エアコン43%の認識度にとどまっている。リモコンが付属している機器はAV・情報用に多く、主電源を付けたままにしているために待機電力が生じることは比較的认识されているのではないかと考えられる。しかし、長時間の通電により無駄な電力を消費する機器が多いことや、プラグを差し込んだだけの状態でも電力を消費する機器があることに関しては認識度が低いものと推察される。今後は居住者の待機電力に対する認識を高めていくことが重要であろう。

4.4 年間電力消費量

回収した505件のサンプルのうち、住宅全体の年間電力消費量が把握できた238件に関する結果を以下に示す^{注5}。238件の住宅の床面積は17~396m²の範囲にあり、平均101m²である。家族人数は1~6人の範囲にあり、平均3.5人である。なお、本報ではエネルギー消費量の結果は、電力のみを対象としているので、単位は原則としてMWhで示し、必要に応じて括弧書きで電気の熱量換算値も示す^{注6}。

(1) 年間電力消費量の分布と他調査との比較

図10に、年間電力消費量の度数分布を示す。年間電力消費量の平均は5MWh/a(17GJ/a)であるが、1~20MWh/a(3~72GJ/a)の広い範囲にあ

図6 冷蔵庫の容量別所有件数

図7 テレビの大きさ別所有件数

図8 洗濯機の容量別所有件数

図9 「使用時以外にも電力を消費する可能性があるかどうか」に対する居住者の認識度(%)

る。年間電力消費量3MWh/a以下のサンプル中には単身世帯が含まれており、年間電力消費量12MWh/a以上のサンプル中には電気温水器等の深夜電力利用住宅や、セントラル暖房を行っている住宅が含まれている。電力消費量の分布の広さは、ライフスタイルやエネルギーの使い方の違いが個々の住宅によって大きいことを反映しているのではないかと考えられる。文献値(1996年全国調査)¹⁾によると、年間電力消費量は16GJ/aであり、本調査対象は文献値よりやや多い消費量である。単位床面積当たりの年間電力消費量の平均は51kWh/m²a(182MJ/m²a)で、11~166kWh/m²a(38~599MJ/m²a)の範囲にばらついている。

図10 年間電力消費量の度数分布

図11 年間照明・動力他用電力消費量の度数分布

(2) 年間照明・動力他用電力消費量の分布と他調査との比較

図11に、差引法^{注7,18)}により算出した年間照明・動力他用電力消費量^{注8)}の度数分布を示す。年間照明・動力他用電力消費量の平均は3MWh/a(12GJ/a)であり、1~12MWh/a(2~44GJ/a)の広い範囲にばらついている。文献値(1996年全国調査)¹⁾によると、年間照明・動力他用電力消費量は16GJ/aであり、差引法によって算出された本調査対象の消費量は文献値よりもやや少ない。本調査において、照明・動力他用電力消費量が年間電力消費量に占める割合は71%となっており、高い比率を占めていると言えよう。単位床面積当たりの年間照明・動力他用電力消費量の平均は35kWh/m²a(126MJ/m²a)で、7~98kWh/m²a(25~352MJ/m²a)の範囲にある。

5 電力消費量に及ぼす因子に関する検討

5.1 年収と電力支払料金の関係

住宅のエネルギー消費量のうち、照明・動力他用エネルギー消費量は、他の用途のエネルギー消費量に比べて、年収との関係が強い傾向があると言われている¹⁴⁾。そこで、電力支払料金が明らかな388件を対象として年収と電力支払料金との関係について検討した。図12に示すように、年収が高くなるにつれて電力支払料金も多くなる傾向が見られ、年収と電力支払料金は正比例の関係にある。年間電気支払料金は2万円から53万円の範囲にあり、平均12万円である。なお、電力支払料金は年収の数%に相当している。

5.2 年間照明・動力他用電力消費量の重回帰分析

照明・動力他用電力消費量は、収入ランクと修正家族人数との相関性があることが既往の研究で示唆されている¹⁴⁾。そこで、既往の研究で相関が高いと言われているこれらの因子を説明変数として重回帰分析を行った。対象は、年間電力消費量や電気機器の所有台数の回答に欠落のない住宅238件である。重回帰分析を行った結果、式(1)を得た。説明変数は、家族人数^{注9)}、年収ランク^{注10)}、電気機器の総所有数^{注11)}である。また、年収と電気機器の総所有数の関係は図13のとおりであるが、これら2つの説明変数は統計的に独立であること

図12 年収と月別電力支払料金との関係

図13 年収と電気機器の総所有数の関係

を確認している^{注12)}。

$$y = 0.23x_1 + 0.35x_2 + 0.062x_3 - 0.86 \quad (1)$$

(重相関係数0.71, 寄与率0.50)

y:年間照明・動力他用電力消費量[MWh/a]

x_1 :家族人数[人], x_2 :年収ランク[-], x_3 :電気機器の総所有数[台]

本調査対象の50%の年間照明・動力他用電力消費量は式(1)で説明することができ、標準偏回帰係数は、家族人数0.15、年収ランク0.26、電気機器の総所有数0.47である。年間照明・動力他用電力消費量は、式(1)から、家族人数が1人増加すると230kWh、年収ランクが1ランク高くなると350kWh、電気機器を現状よりも1台多く所有すると62kWh増加することが予測できる。238件の一月当たりの平均照明・動力他用電力消費量は278kWhであるが、これは電気機器の総所有数が現状よりも4.5台増加した場合に相当する。今後の新しいライフスタイルによって、住宅における電気機器の所有台数の増加が予想でき、それに伴う照明・動力他用電力消費量の増加が懸念される。各機器の使用頻度を考慮する必要はあるが、年収と電気機器の総所有数で照明・動力他用電力消費量の大体の傾向は掴むことができると言えよう。

5.3 照明・動力他用電力消費量の数量化分析

前述の重回帰分析では、電気機器の総所有数を説明変数の一つに用いたが、実際にどのような電気機器が照明・動力他用電力消費量に影響を及ぼすのかについては不明である。そこで、アンケートで調査した機器の所有状況を基に、年間照明・動力他用電力消費量に及ぼす因子に関する検討を行った。対象としたのは、前述の重回帰分析で用いたサンプルと同様、年間電力消費量や電気機器の所有台数の回答に欠落がない238件である。目的変数を年間照明・動力他用電力消費量、説明変数を年間照明・動力他用電力消費量と関連があると思われる36因子を選択し^{9),13),14)}、数量化理論I類による分析を行った。

表5 年間照明・動力他用電力消費量の数量化Ⅰ類による分析結果

因子 (偏相関係数)	カテゴリ	反応数	平均 [MWh/年]		カテゴリ スコア
地域 (0.147)	関東 近畿 東海 北陸 中国	107 93 30 4 4	3.4 3.2 3.4 4.3 3.4		0.096 -0.175 0.080 0.253 0.644
築年次 〔西暦年〕 (0.215)	60年代以前 70年代 80～91年 92～97年	23 41 121 53	3.1 3.5 3.4 3.1		-0.414 0.146 0.192 -0.160
床面積[m ²] (0.148)	<50 50～75 75～100 100～125 125～150 150～175 175～	19 48 65 55 28 13 10	1.9 2.6 3.1 3.4 4.4 4.7 5.8		-0.108 -0.187 -0.036 -0.079 0.307 0.182 0.673
年収[万円] (0.346)	300～600 600～900 900～1200 1200～1500 1500～1800 1800～	21 65 86 39 13 14	1.9 2.7 3.4 3.9 3.8 6.0		-0.863 -0.301 0.092 0.202 0.263 1.322
冷蔵庫の 容量[L] (0.189)	0～200 200～300 300～400 400～500 500～	9 40 106 69 14	1.8 2.9 3.3 3.8 3.6		-0.379 -0.180 -0.088 0.317 -0.139
テレビの 大きさ 〔インチ〕 (0.152)	<14 15～19 20～24 25～29 30～	6 19 47 141 25	1.8 2.6 3.2 3.4 4.2		-0.463 0.106 0.218 -0.102 0.197
洗濯機の 容量[kg] (0.303)	<4 4～5 5～6 6～7 7～	26 70 69 55 18	3.3 3.0 3.3 3.4 4.3		0.405 -0.281 -0.103 -0.014 0.946
洗濯機の 種類(0.040)	全自動 二槽式	198 40	3.4 3.1		0.019 -0.094
冷蔵庫の 所有台数(0.046)	1台 2台以上	208 30	3.1 4.6		0.022 -0.154
オーブンレンジの 所有台数(0.008)	0台 1台以上	49 189	3.4 3.3		-0.028 0.007
電子レンジの 所有台数(0.073)	0台 1台以上	186 52	3.2 3.8		-0.067 0.240
電気ポットの 所有台数(0.051)	0台 1台 2台以上	86 137 15	2.9 3.5 4.3		-0.073 0.044 0.016
電気食器乾燥機の 所有台数(0.161)	0台 1台	171 67	3.2 3.7		-0.107 0.274
電気食器洗機の 所有台数(0.278)	0台 1台	214 24	3.2 4.9		-0.105 0.939
電磁調理器の 所有台数(0.125)	0台 1台以上	197 41	3.2 3.8		-0.061 0.295
ホームベーカリー の所有台数(0.067)	0台 1台	203 35	3.3 3.6		-0.030 0.177
コーヒーメーカー の所有台数(0.012)	0台 1台以上	86 152	3.1 3.5		0.018 -0.010
除湿器の 所有台数(0.063)	0台 1台以上	201 37	3.3 3.5		-0.030 0.161
加湿器の 所有台数(0.006)	0台 1台以上	176 62	3.2 3.8		-0.004 0.011
空気清浄機の 所有台数(0.027)	0台 1台以上	201 37	3.3 3.4		-0.013 0.072

世帯属性に関する因子として、地域、築年次、床面積、年収を、電気機器の所有状況に関する因子として、各電気機器の所有台数の他、冷蔵庫やテレビ、洗濯機の容量を選択している。なお、因子間に多重共線性がないことを考慮している。

分析結果を表5に示す。重相関係数は0.81、寄与率は0.66である。偏相関係数の最も大きい因子は年収であり、年収が1800万円以上となると年間照明・動力他用電力消費量への影響力が特に大きくなっている。年収が高くなるにつれて、より多くの電気機器を所有するようになり、エネルギー多消費につながっているものと推察される。年収に次いで偏相関係数の大きい因子として、温水洗浄便座の所有台数、洗濯機の容量が挙げられる。温水洗浄便座の所有台数は2台以上、洗濯機の容量は7kg以上の場合に年間照明・動力他用電力消費量への影響力が強くなる。洗濯機の容量は4kg以下の場合を除き、消費量は容量の大きさに比例して多くなっている。容量4kg未満の洗濯機の年間照明・動力他用電力消費量は容量5～6kgの洗濯機のそれと同程度である。また、500L以上の冷蔵庫と400～500Lの冷蔵庫の消費量も同程度である。回答者の所有機器が旧型であつ

因子 (偏相関係数)	カテゴリ	反応数	平均 [MWh/年]		カテゴリ スコア
テレビの 所有台数(0.186)	1台 2台 3台 4台以上	65 88 54 31	2.4 3.1 4.0 4.8		-0.349 0.012 0.131 0.470
ビデオの 所有台数(0.157)	0台 1台 2台 3台以上	5 124 69 40	2.2 3.0 3.7 3.8		-0.625 -0.139 0.143 0.263
パソコンの 所有台数(0.091)	0台 1台 2台以上	88 121 29	3.2 3.4 3.5		0.102 -0.098 0.101
レーザーディスクの 所有台数(0.099)	0台 1台以上	214 24	3.3 3.6		0.037 -0.330
CDコンボイの 所有台数(0.093)	0台 1台 2台	134 92 12	3.1 3.7 3.7		-0.055 0.112 -0.247
CDラジカセの 所有台数(0.057)	0台 1台 2台以上	94 102 42	3.0 3.3 4.2		0.036 -0.069 0.087
ラジカセの 所有台数(0.121)	0台 1台 2台以上	130 75 33	3.2 3.3 3.9		0.115 -0.093 -0.242
ゲーム機の 所有台数(0.053)	0台 1台 2台以上	118 63 57	3.2 3.5 3.5		-0.048 -0.008 0.108
洗濯機の 所有台数(0.127)	1台 2台	227 11	3.2 5.2		-0.032 0.665
電気衣類乾燥機の 所有台数(0.041)	0台 1台	159 79	3.2 3.5		0.032 -0.064
電気布団乾燥機の 所有台数(0.057)	0台 1台以上	164 74	3.3 3.4		-0.042 0.093
アイロンの 所有台数(0.072)	0台 1台 2台	5 206 27	2.2 3.2 4.6		-0.415 -0.010 0.157
スポンジブレッサー の所有台数(0.092)	0台 1台	190 48	3.2 4.0		0.053 -0.208
温水洗浄便座の 所有台数(0.309)	0台 1台 2台以上	119 91 28	2.8 3.4 5.4		-0.333 0.141 0.956
電気掃除機の 所有台数(0.168)	0台 1台 2台以上	4 146 88	3.9 2.9 4.1		0.971 -0.140 0.187
電気マッサージ機 の所有台数(0.137)	0台 1台以上	194 44	3.3 3.6		0.072 -0.316

たために消費電力量の削減が進んでいないのか、製品として主流の容量以外ではメーカーによる消費電力量削減が進んでいないのかは定かではないが、どのような容量でも消費電力量の削減は必要であろう。前述の因子以外で偏相関係数の大きい因子として、電気食器洗機の所有台数や住宅の築年次、冷蔵庫の容量が挙げられる。逆に、偏相関係数が小さい因子として、加湿器、オーブンレンジ、コーヒーメーカー、空気清浄機、衣類乾燥機の所有台数や洗濯機の種類が挙げられる。ただし、本論文では機器の使用頻度を考慮していないため、個々の住宅において各電気機器の使用頻度を考慮に入れることが、電力のピーク負荷や熱負荷を検討する上で重要であろう。冷蔵庫、テレビ、洗濯機については所有台数と容量の両者を因子として選択しているが、冷蔵庫と洗濯機は容量、テレビは所有台数の影響力が強いと判断される。年間照明・動力他用電力消費量を地域別に比較すると、北陸を除けば同程度の消費量となっている。床面積が大きくなるほど、年間照明・動力他用電力消費量は増加する傾向にあるが、これは床面積が大きくなるのに伴って、所有する電気機器の台数も増加するためである。ただし、地域と床面積の偏相関係数は0.147、0.148と小さい。

6 住宅における電気機器所有の類型化

前章の数量化分析においては、世帯属性因子や電気機器の所有に関わる因子が年間照明・動力他用電力消費量に及ぼす影響度に関して検討を行った。本章では電気機器の所有状況に基づいて、調査対象世帯の類型化を行うことによって、照明・動力他用電力消費量を整理することを目的として、Ward法を用いたクラスター分析を行った。対象としたのは、アンケートの回答に欠落がない238件のうち、

戸建住宅に住む4人家族66件である。分析対象としたデータは、数量化分析にて偏相関係数の高かった年収、冷蔵庫・洗濯機の容量、電気食器洗機・テレビ・温水洗浄便座の所有台数の6項目である。クラスター数は、図示はしていないが、得られた樹形図の形状から距離10で切断し、表6に示すとおりA、B、C、Dの4つのグループに分類した。類型化した各グループの属性を表7に示す^{註13}。表7から、テレビの所有台数の大小がA、B、C、Dの4つのグループに対応していることがわかる。また、年収によってもある程度の類型化が可能であると考えられる。年収は比較的多いが電気機器の総所有数は少ないグループAと、年収は少ないが電気機器の総所有数はグループAよりもやや多いグループBを比較すると、冷蔵庫や洗濯機の容量は両グループとも同程度であることがわかる。一方、グループCとグループDはいずれも年収が多く、電気機器の総所有数も多いが、グループDは所有機器の容量はグループCに比べて小さいにもかかわらず、単位床面積当たりの照明・動力他用電力消費量はグループCよりも多い。グループDは機器の買い替えをせずに古い機器を使用していること

表6 戸建住宅4人家族66件を対象とした類型化の結果

類型	特徴
グループA (N=23)	年収が比較的多いが、電気機器の大きさや総所有数はグループBと同程度である。床面積当たりの消費量はグループBよりも多い。
グループB (N=16)	年収は4グループ中最も少ないが、電気機器の大きさや総所有数はグループAと同程度である。床面積当たりの消費量は4グループ中最も少ない。
グループC (N=14)	年収が多く、大型機器を所有し、電気機器の所有台数が多いが、床面積当たりの消費量はグループCに比べて小さい。
グループD (N=13)	非常に年収が多く、電気機器の所有台数が多いが、大型機器はグループCに比べて少ない。床面積当たりの消費量は4グループ中最も大きい。

表7 戸建住宅4人家族66件の類型化別属性

項目	グループA	グループB	グループC	グループD
平均床面積(m ²)	114	111	138	125
平均年収(万円)	1154	750	1307	1396
世帯主年齢(歳)	45	40	49	53
長子年齢(歳)	16	11	19	23
電気機器総所有数(台)	37	40	48	51
最も大きいテレビの大きさ(インチ)	26.1	25.0	27.4	29.3
冷蔵庫の容量(L)	300～400	300～400	400～500	300～400
洗濯機の容量(kg)	5～6	5～6	6～7	4～5
テレビの所有台数(台)	1.7	2.3	3.2	4.1
パソコンの所有台数(台)	0.8	0.6	0.9	0.7
電気食器洗機の所有台数(台)	0.2	0.1	0.1	0.2
温水洗浄便座の所有台数(台)	0.6	0.6	0.9	0.8
照明・動力他用電力消費量(kWh/m ² ・年)	3.5	2.9	5.0	4.6
電力消費量(kWh/m ² ・年)	31	26	36	37

図14 類型別照明・動力他用電力消費量

が原因となって消費量が多いのではないかと推測される。グループAとグループCを比較すると、後者の方が冷蔵庫と洗濯機の容量が大きい。このことから、世帯主年齢が45～49歳、長子年齢が16～19歳の間に大型の機器に買い替える時期があるのではないかと推測される。類型化別照明・動力他用エネルギー消費量の分布を図14に示す^{註14}。グループAを除けばばらつきは小さい。グループDのように、単位床面積当たりの照明・動力他用電力消費量が最も大きいグループに関しては、エネルギーの使い方に対する意識を高める必要があると思われる。

7 まとめ

関東・近畿地方を中心とする住宅505件を対象として、電気機器の所有状況とエネルギー消費量に関するアンケート調査を行い、照明・動力他用電力消費量について分析・考察を行った。その結果、以下の知見が得られた。

- (1) 電気機器の所有率を算出したところ、その所有状況には家事時間の短縮や衛生・快適性志向のライフスタイルが反映されていることがわかった。電気機器の所有状況を把握することはライフスタイルの変化を捉える上で重要であると考えられる。現在普及率が低くても、新しいライフスタイルとともに今後普及が進み、電力消費量の増加につながる可能性があることを考慮する必要がある。
- (2) 住宅における電気機器のうち、給湯以外の用途に該当する機器を調理、AV・情報、冷暖房・空調、家事・衛生、その他と分類した場合のその他に当たる機器を美容・健康用、楽器類、ペット用、水槽用、ホームセキュリティ関連、照明、充電器、ポンプ類、医療用、チューナー・コンバーター類、その他と体系的に分類した。
- (3) 住宅で所有される電気機器は多様化しており、所有の特徴として、機器の多機能化や大型化、複数所有の傾向が強い。
- (4) 使用時以外における電力消費量に対する認識度には機器の用途による違いが見られ、例えばテレビ等のAV・情報用機器では比較的认识されているが、それ以外の用途では認識度が低いことがわかった。使用時以外の電力消費量削減は非常に重要な課題であり、居住者の認識を高めるために、情報を周知していく必要がある。
- (5) 年間電力消費量は1～20MWh/aの広い範囲にあり、平均5MWh/aである。年間照明・動力他用電力消費量は1～12MWh/aの範囲にあり、平均3MWh/aである。
- (6) 年間照明・動力他用電力消費量に影響を与える因子を検討するために、世帯属性や電気機器の所有台数、機器の容量を因子として、数量化I類による分析を行った。その結果、年収、温水洗浄便座の所有台数、洗濯機の容量の影響が強いことがわかった。その他、電気食器洗機の所有台数や住宅の築年次、冷蔵庫の容量の影響も強い。年間照明・動力他用電力消費量に及ぼす影響力が強い機器に関して、容量の大小にかかわらず、更なる消費電力削減を進める必要がある。
- (7) 戸建住宅に住む4人家族66件を対象に、年収および幾つかの電気機器の所有状況を基にしてクラスター分析を行ったところ、4つのグループに類型化することができた。照明・動力他用電力消費量の多いグループに関しては、エネルギーの使い方に対する意識を高めていく必要がある。

あとがき

本研究は、1996年に生活価値創造住宅開発技術研究組合自主研究会(主査 栗原潤一)及び第5分科会(主査 吉田尚弘)において行われた研究成果の一部である。アンケート調査に御協力頂いた関係各位にここに記して感謝の意を表する。

注

- 1) 本報は既発表論文27)に加筆・修正を加えたものである。
- 2) 21世紀に向けて生活の新しい価値を創造できる良質な住宅を供給する目的で旧通商産業省により1994年11月に発足した技術研究組合。
- 3) 所有率は、機器を1台以上所有している世帯数が回収した全サンプル505件に占める割合として算出している。全国統計調査の普及率に相当するが、本報では敢えてこれと区別している。なお、「電話機」と「FAX」の区別に関しては、FAX付電話機については「FAX」にカウントし、FAX機能が付いていない電話機に関しては「電話機」にカウントした。
- 4) 機器を複数所有している場合、冷蔵庫、洗濯機に関しては最も大きい機器の容量を、テレビに関しては個々の機器の大きさを記入してもらった。
- 5) 年間電力消費量が明らかな238件のうち183件に関しては、電力料金から電力使用量を逆算した値を用いている。
- 6) 電気の熱量換算には、二次エネルギー換算値3.6MJ/kWhを用いている。
- 7) エネルギー消費量を用途別に推定する方法として、差引法と積算法がある。例えば、電気消費量を用途別に推定する場合、差引法は、各月の電気消費量から、消費量が最も少ない月の数量を差引き、残量を冷暖房とする方法であり、積算法は、器具の容量、使用時間、使用日数、所有台数を調査して、文献18の幾つかの数式を用い、用途ごとに器具による電気消費量を積算して用途別電気消費量を推定する方法である。
- 8) 12ヶ月中、月別電力消費量の最も少ない月の電力消費量を12倍したものを年間の照明・動力他用電力消費量と考えて試算した。
- 9) 文献14では、10才未満の子供を0.5人と勘定して得られる家族人数を修正家族人数と定義して用いていたが本調査では算出が難しいため、本来の家族人数をそのまま説明変数として用いている。
- 10) 文献14とは収入の階級幅が異なっている。本調査では、税込みの家族の年間収入を次の6つのランクに分類した。すなわち、300万円以上600万円未満(ランク1)、600万円以上900万円未満(ランク2)、900万円以上1200万円未満(ランク3)、1200万円以上1500万円未満(ランク4)、1500万円以上1800万円未満(ランク5)、1800万円以上(ランク6)である。
- 11) アンケートに記入のあった冷暖房機器以外の電気機器の所有台数の合計値である。個々の機器の使用頻度に関する質問は設けておらず、使用頻度は考慮されていないので所有しているだけで使用頻度が低い機器も含まれている。
- 12) 有意水準5%にて有意であることを確認している。
- 13) 表7において、冷蔵庫と洗濯機の容量に関しては最頻値を示し、それ以外の項目についてはグループ別の平均値を示している。
- 14) 図14において、各ボックスは変数の50%を囲み、変数の中央値はラインで表示される。また、ボックスの上下ラインは変数母集団の±25%の限界を表す。各ボックスの上下間のラインは許容範囲内にある最大値と最小値を示している。この範囲外にある値は外れ値と呼ばれ、個々の点で表示される。中央値と最大値の中間に位置するデータの値を上4分位数(UH)、中央値と最小値の中間に位置するデータの値を下4分位数(LH)とし、その差を4分位数間距離(HS)とすると、外れ値は、 $UH+1.5 \times HS$ または $LH-1.5 \times HS$ となる。

参考文献

- 1) 住環境計画研究所編：家庭用エネルギーハンドブック，財団法人省エネルギーセンター，1999.3.
- 2) 財団法人 住宅・建築 省エネルギー機構：住宅の次世代省エネルギー基準と指針，1999.11.
- 3) Hidetoshi NAKAGAMI, Akio TANAKA, Chiharu MURAKOSHI and Osamu ISHIHARA: CHANGES IN RESIDENTIAL ENERGY CONSUMPTION PATTERNS AND FUTURE TREND IN JAPAN 我が国の家庭用エネルギー消費構造の変遷と将来予測，日本建築学会計画系論文集，第555号，pp.53-60，2002.5.
- 4) 福島逸成，浦野良美，渡辺俊行：九州地域における住宅エネルギー消費構造に関する研究，空気調和・衛生工学会論文集，No.57，pp.35-48，1995年2月.
- 5) 洪元和：集合住宅における住戸属性と年間エネルギー消費の分析，日本建築学会計画系論文集，第445号，pp.53-61，1993.3.
- 6) 田中昭雄，酒井孝司，中上英俊，村越千春，石原修：住宅種別用途別エネルギー消費量推定に関する研究，日本建築学会計画系論文集，第539号，pp.67-74，2001.1.

- 7) 商品科学研究所：エネルギー消費とライフスタイル，CORE，第19巻第4号，pp.43-44，1992.10.
- 8) 長野克則，中村真人，落藤澄，渡辺英紀，永坂茂之：札幌における家庭用エネルギー消費量の実態調査 第2報 エネルギー消費量にかかわる諸要因の検討，空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集，pp.265-268，1993.10.
- 9) 梶田考一：世帯構成を考慮した戸建住宅の用途別エネルギー消費量の推定，日本建築学会大会学術講演梗概集環境工学Ⅱ，pp.73-74，1997.9.
- 10) 尾島俊雄，増田康広：住宅におけるエネルギー消費実態調査 第3報 エネルギー消費実態に関する全国調査(1)統計資料の解析と質問紙調査の概要，空気調和・衛生工学会論文集，No.12，pp.53-65，1980.2.
- 11) 尾島俊雄，増田康広：住宅におけるエネルギー消費実態調査 第4報 エネルギー消費実態に関する全国調査(2)冷暖房・給湯設備の実態とエネルギー消費量，空気調和・衛生工学会論文集，No.12，pp.67-80，1980.2.
- 12) 尾島俊雄，増田康広：住宅におけるエネルギー消費実態調査 第5報 エネルギー消費実態に関する全国調査(3)エネルギー消費量の回帰分析と用途構成，空気調和・衛生工学会論文集，No.16，pp.1-10，1981.6.
- 13) 石田建一：戸建住宅のエネルギー消費量，日本建築学会計画系論文集，第501号，pp.29-36，1997.11.
- 14) 澤地孝男，坊垣和明，吉野博，鈴木憲三，赤林伸一，井上隆，大野秀夫，松原斎樹，林徹夫，森田大：用途別エネルギー消費量原単位の算出と推定式の作成 全国的調査に基づく住宅のエネルギー消費とライフスタイルに関する研究(第1報)，日本建築学会計画系論文集，第462号，pp.41-48，1994.8.
- 15) 三浦秀一：全国における住宅の用途別エネルギー消費と地域特性に関する研究，日本建築学会計画系論文集，第510号，pp.77-83，1998.8.
- 16) 濱田靖弘，中村真人，落藤澄，村越千春，鶴崎敬大，横尾美雪，成田涼子，鳴原亮，長倉香織，横山真太郎：札幌における家庭用エネルギー消費量とその季節別変動に関する実測と評価，空気調和・衛生工学会論文集，No.82，pp.29-37，2001.7.
- 17) 足立直之，赤林伸一，吉野博，真保聡裕，坊垣和明，澤地孝男：住宅におけるエネルギー消費量と住まい方に関する実態調査 新潟市におけるエネルギー需要構造に関する研究 その1，日本建築学会計画系論文集，第465号，pp.49-59，1994.11.
- 18) 木村建一，宿谷昌則，齋藤政文，野原文男：独立住宅におけるエネルギー消費量の実態調査 その1 調査概要と全エネルギー消費量について，日本建築学会大会学術講演梗概集環境工学Ⅱ，pp.469-470，1980.9.
- 19) (財)日本エネルギー経済研究所：ライフスタイルとエネルギー消費—省エネルギーへの一考察—，pp.71-73，1995.4.
- 20) 経済企画庁調査局編：平成12年版家計消費の動向，2000.7.
- 21) 東京ガス株式会社 都市生活研究所：TOKYO 2001—21世紀の人とくらし—，pp.20-26，1990.11.
- 22) 田中俊彦，鹿又信一，高偉俊，洪元和，尾島俊雄：DSMにおけるエネルギー供給システムに関する研究 その1住宅における用途別のエネルギー消費特性，日本建築学会大会学術講演梗概集環境工学Ⅱ，pp.201-202，1996.9.
- 23) 小坂信二，木村洋，石田建一，太田昭夫：住宅用エネルギー消費量実態調査その6)家電・住設機器の消費電力量調査，日本建築学会大会学術講演梗概集環境工学Ⅱ，pp.1485-1486，1993.9.
- 24) 田中昭雄，荒木田好之，村越千春，中上英俊：家電製品の待機時消費電力量の実測，エネルギー・資源学会第13回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集，pp.231-236，1997.1.
- 25) 鶴崎敬大，村越千春，横尾美雪，中上英俊：北海道における家庭用エネルギー消費実測および分析(その1)，エネルギー・資源学会第16回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集，pp.417-422，2000.1.
- 26) 大橋博之，田中昭雄，中上英俊：家庭における待機時消費電力の実態調査，エネルギー・資源学会 第17回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集，pp.209-214，2001.1.
- 27) 源城かほり，田辺新一：住宅における電気機器の所有状況に関する調査，第21回人間-生活環境系シンポジウム，pp.139-142，1997.12.

(2002年7月10日原稿受理，2002年12月12日採用決定)