

博 士 論 文

戸建て住宅のエネルギー消費量に及ぼす世帯間変動と世帯内変化の
影響に関する研究

*(Study on the Effect on the Energy Consumption of Detached Houses
by the Factors Among the Households and the Factors Changed in the Household)*

2014 年 3 月

安 藤 元 気

Motoki ANDO

戸建て住宅のエネルギー消費量に及ぼす世帯間変動と世帯内変化の
影響に関する研究

Study on the Effect on the Energy Consumption of Detached Houses
by the Factors Among the Households and the Factors Changed in the Household

目 次

第 1 章 序論	
1. 1 研究背景	1
1. 2 研究目的	4
1. 3 既往研究と本研究の関連	6
1. 4 本論文の構成	9
第 2 章 研究概要	
2. 1 はじめに	15
2. 2 測定概要	15
2. 2. 1 調査対象住宅	15
2. 2. 2 測定システム	15
2. 2. 3 システムによる測定対象系統	17
2. 3 アンケート調査概要	18
2. 4 測定期間の気象概要	19
第 3 章 調査対象住宅の属性とその変化	
3. 1 はじめに	22
3. 2 建物特性	22
3. 3 世帯特性	23
3. 4 設備特性	26
3. 4. 1 機器設置状況	26
3. 4. 2 定格消費電力	28
3. 4. 3 リビングエアコンの特性	31
3. 5 ライフスタイル	33
3. 6 居住者の意識	35
3. 6. 1 システムに対する意識	35
3. 6. 2 環境・光熱費に対する意識	37
3. 7 居住者の行動	38
3. 7. 1 環境に対する取り組み	38
3. 7. 2 日常生活における節約行為	40
3. 8 変革事象時における意識・行動変化	42
3. 9 経時変化を考慮した項目	44

3. 10 小結	45
第4章 全電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討	
4. 1 はじめに	48
4. 2 電力消費量の測定結果	48
4. 2. 1 年積算電力消費量	48
4. 2. 2 月積算電力消費量	49
4. 3 電力消費量に影響を及ぼす要因の検討	50
4. 3. 1 データセット	50
4. 3. 2 住宅属性と電力使用量の関連	52
4. 3. 3 住宅属性による電力消費量の差異	53
4. 4 数量化理論第Ⅰ類を適用した電力消費量の影響要因に関する分析	56
4. 4. 1 検討モデルの構築	56
4. 4. 2 電力消費量の影響要因の検討	58
4. 5 小結	62
第5章 給湯電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討	
5. 1 はじめに	65
5. 2 電力消費量の測定結果	65
5. 2. 1 年積算電力消費量	65
5. 2. 2 月積算電力消費量	66
5. 3 電力消費量に影響を及ぼす要因の検討	67
5. 3. 1 データセット	67
5. 3. 2 住宅属性と電力使用量の関連	69
5. 3. 3 住宅属性による電力消費量の差異	69
5. 4 数量化理論第Ⅰ類を適用した電力消費量の影響要因に関する分析	72
5. 4. 1 検討モデルの構築	72
5. 4. 2 電力消費量の影響要因の検討	73
5. 5 小結	76
第6章 冷暖房電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討	
6. 1 はじめに	78
6. 2 電力消費量の用途分解	78
6. 2. 1 対象系統の選定	78
6. 2. 2 用途分解手法	79
6. 2. 3 従来の用途分解手法と本研究手法の比較	80
6. 2. 4 日電力消費量における実測値と推計値の誤差の検討	81
6. 2. 5 冷暖房用途の抽出結果	81
6. 3 電力消費量の測定結果	81
6. 3. 1 年積算電力消費量	82

6. 3. 2	月積算電力消費量	83
6. 4	電力消費量に影響を及ぼす要因の検討	84
6. 4. 1	データセット	84
6. 4. 2	住宅属性と電力使用量の関連	86
6. 4. 3	住宅属性による電力消費量の差異	86
6. 5	数量化理論第 I 類を適用した電力消費量の影響要因に関する分析	90
6. 5. 1	検討モデルの構築	90
6. 5. 2	電力消費量の影響要因の検討	91
6. 6	小結	94
第 7 章 その他電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討		
7. 1	はじめに	97
7. 2	電力消費量の測定結果	97
7. 2. 1	年積算電力消費量	97
7. 2. 2	月積算電力消費量	99
7. 3	電力消費量に影響を及ぼす要因の検討	99
7. 3. 1	データセット	99
7. 3. 2	住宅属性と電力使用量の関連	101
7. 3. 3	住宅属性による電力消費量の差異	101
7. 4	数量化理論第 I 類を適用した電力消費量の影響要因に関する分析	105
7. 4. 1	検討モデルの構築	105
7. 4. 2	電力消費量の影響要因の検討	106
7. 5	小結	110
第 8 章 世帯間変動要因と世帯内変化要因による同時要因分析		
8. 1	はじめに	112
8. 2	マルチレベルモデルの有用性	113
8. 3	データセット	114
8. 4	3 年間の電力消費量の測定結果	115
8. 4. 1	全電力消費量	116
8. 4. 2	給湯電力消費量	116
8. 4. 3	冷暖房用途とその他の用途の電力消費量	117
8. 5	電力消費量の多寡を説明する要因の選定	117
8. 5. 1	記述統計量	117
8. 5. 2	電力消費量との関連	120
8. 6	ヌルモデル	122
8. 7	検討モデルの構築	123
8. 7. 1	各アイテム間の相関係数	123
8. 7. 2	モデルの構築方法	123
8. 7. 3	最終モデルの決定方法	125

8. 8 最終モデルにおける分析結果	126
8. 8. 1 全電力消費量	126
8. 8. 2 給湯電力消費量	129
8. 8. 3 冷暖房用途とその他用途の電力消費量	132
8. 9 分析結果の用途間比較	137
8. 10 小結	139
 第9章 結論	 146

【著者関連発表論文一覧】

【著者関連口頭発表一覧】

【謝辞】

【付録】

- I. 第一回属性調査票
- II. 第二回属性調査票
- III. 重回帰分析結果との比較
- IV. 最終モデルのモデル式

第1章 序論

- 1. 1 研究背景
- 1. 2 研究目的
- 1. 3 既往研究と本研究の関連
- 1. 4 論文の構成

第1章 序論

1. 1 研究背景

本研究で対象とする家庭用エネルギー消費量に関連して、まず、国内におけるエネルギー消費量とCO₂の排出量の動向について統計値をもって総覧する。また、エネルギーに関する法律として「エネルギーの使用の合理化に関する法律」を取り上げ、その歴史と現況について整理したうえで、本研究で対象とする比較的新しい住宅形態である「全電化住宅」についてまとめる。そして最後に、東日本大震災以降のエネルギー需給・管理に関連して、「スマートグリッド」に着目し、その最新の動向について示す。

(1) エネルギー消費の動向とCO₂排出量の推移

我が国のエネルギー消費¹⁻¹⁾は、1970年代までの高度経済成長期には年々増加傾向にあったが、1970年代の二度にわたるオイルショックによって停滞し、1980年代中頃までは $11 \times 10^{18} \text{J}$ 前後とほぼ横這いで推移している。1980年代後半から1990年代中頃にかけて再度増加傾向を示し、その後、10年以上、 $16 \times 10^{18} \text{J}$ 程度の消費となっている。

部門別に2011年度のエネルギー消費量をオイルショック時の1973年度と比較すると、産業部門のみが0.9倍とマイナスの伸びとなる一方、運輸部門は1.9倍、業務部門は2.8倍、家庭部門は2.1倍といずれも倍増しており、特に民生部門（業務部門及び家庭部門）は快適さや利便性を求めるライフスタイルの普及などを背景として、消費量の増加が顕著となっている。2011年度における民生部門のエネルギー消費量は、総量の1/3を占めており、そのうち、家庭部門が4割以上（総量の14.2%を占める）にのぼることから、未だエネルギー消費量の漸増傾向にある背景を考慮すると、各家庭において消費されるエネルギー量を軽視することはできない。

また、エネルギー起源CO₂排出量の実績¹⁻²⁾をみると、総排出量こそ2007年度の1,218Mt-CO₂をピークとして、その後は若干減少している（例えば、2009年度：1,075Mt-CO₂、2011年度：1,173Mt-CO₂）ものの、家庭部門における排出量は、京都議定書^{註 1-1)}の規定で基準年として定められた1990年（127Mt-CO₂）と比較して、2011年度（189Mt-CO₂）は約1.5倍にも伸び、依然として増加傾向が認められる。

さらに、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震が日本国内における原子力発電所の稼働停止を招いたことから、発電量を補填するため、古い設備となり稼働停止していた火力発電所を再稼働させる事態となり、今後のCO₂排出量増加が見込まれている。その一方で、風力や太陽光などを活用した再生可能エネルギーが注目を集めているが、現状では規模が小さく、主力となるほどの発電量が見込めないうえ、安定供給には技術的な課題も残している。これにより、今後、より一層な技術開発とともに、電力各社を中心とした再生可能エネルギーに関する送電の整備が求められるなかで、我が国の家庭部門におけるエネルギー消費によるCO₂排出量が年々増加傾向にある現状を考えると、各家庭レベルにおいても地球温暖化対策に向けて、エネルギー消費を抑えた効率的な使用が求められるものと考えられる。

(2) 省エネ法の施行と改正の変遷

以上の背景のもと、建築物の省エネ対策として、1979年に「エネルギーの使用の合理化に関

する法律（以降、省エネ法）」が制定・施行され、全ての建築主に対して構造の断熱化などの措置が「努力義務」として課された。以降、改正の都度、その内容が厳正化されることになる。

例えば、2006年の改正では、床面積 2,000 m²以上の大規模な住宅・建築物を建築しようとする特定建築主等に対して、省エネの取り組みに関する届出を提出する義務等を課している。さらに、2008年の改正では、届出の義務等の対象が 300 m²以上 2,000 m²未満の中小規模の住宅の建築主にまで拡大されており、また、年間 150 戸以上の戸建て建売住宅を供給する事業者に対しては、一定の省エネ基準（トップランナー基準）を満足できるよう促す措置を導入することで、省エネ性能の向上が図られている。

これらの省エネ法に対応して、住宅の性能水準等を詳細に定めた建築主に対する大臣の告示が、住宅の省エネルギー基準（以降、省エネ基準）として 1980 年に制定され、その後、1992 年・1999 年と改正されることによって、主に住宅の断熱性能基準が強化されることになる。一般的に、1980 年制定時の基準を「旧省エネ基準」、1992 年改正時の基準を「新省エネ基準」、1999 年改正時の基準を「次世代省エネ基準」と呼称している。

さらに、1999 年以来、13 年ぶりに省エネ基準の見直しが行われ、2014 年度に施行される予定となっている。改正内容としては、これまでの外皮性能に加え、太陽光発電などによるエネルギー削減量を考慮した住宅全体の一次エネルギー消費量を削減するよう求める基準に改められ、この一次消費量を正味ゼロにする「ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス(ZEH)」などの新たな水準を誘導し、実現できるような措置がとられる予定である¹⁻³⁾。

このように、法的にも住宅に対する省エネへの要求は今後より一層高まっていくものと思われる。各家庭で消費されるエネルギーそのものを把握することへの重要性も増していくことが予想される。

(3) 全電化住宅の普及状況と特長

各家庭において消費されるエネルギーが増加傾向にあるなかで、住宅数も同様に増加している。例えば、2006 年におけるストック住宅数は約 48,600[千戸]と、1970 年の 25,500[千戸]と比較して 2 倍近くにも増加しており、この住宅数の半数以上は戸建て住宅が占めている¹⁻⁴⁾。

このようななか、住宅内の全てのエネルギーを電気で賄う全電化住宅が全国的に普及しつつある。2004 年度末に 1,249[千戸]であった全電化住宅の累積戸数（全国計）が、2007 年度末には 2,713[千戸]と、わずか数年で倍増している¹⁻⁵⁾。中国地方における新築住宅着工戸数に占める割合は、2005 年度には 26.5%であったが、2009 年度には 50%近くにまで伸び、2010 年度・2011 年度ともに 50%を超えている。2012 年度は前年の震災による電力需給の逼迫状況を受けて、5 割をわずかながら切っているが、依然として高い水準にあることから、住宅市場参入後の普及率は未だ著しく伸びているといえる¹⁻⁶⁾。

全電化住宅とは、給湯・空調（冷暖房）・調理などのシステムの全てを電気によって賄う住宅のことであり、安全性や利便性といった特長に加え、日中と比較して割安な深夜電力を利用できる料金体系に魅力がある。また、深夜電力を活用してお湯を沸かすことができる「電気給湯機」や「蓄熱式電気暖房機器」の導入により、日中に使用している電力を夜間に移行する、いわゆる「ピークシフト」が可能なものとして評価されている¹⁻⁷⁾。

このように全電化住宅は、深夜電力を利用する給湯・暖房設備が備え付けられていることから、ガスや灯油を併用した住宅とはエネルギー消費傾向が異なることが予想される。

(4) スマートグリッドに関する動向

2011年3月の東北地方太平洋沖地震とそれに引き続き発生した津波による福島第一原子力発電所事故は、日本国内における原子力発電所の稼働停止を招く事態となった。これ以降における電力供給の逼迫状況を受け、これからの長期的なエネルギーの安定供給を図る戦略として、電力と情報の融合ネットワークである「スマートグリッド」の構築に関する動きが活発になりつつある。

2008年1月に、当時の内閣総理大臣福田康夫が、2050年までに温暖化ガスの排出量を少なくとも半減させることを目標に掲げた「クールアース推進構想」を発表し、これをさらに進めた構想として、同年6月に「福田ビジョン」を発表したが、この中で、再生可能エネルギー、特に需要家に設置される分散型電源である太陽光発電の普及率を高く設定したことから、スマートグリッドが着目され、議論されるようになった。

スマートグリッドについてまとめた文献¹⁻⁸⁾によると『スマートグリッド』とは、エネルギーの安定供給、CO₂排出量削減による環境適合、経済効率性の同時達成を目的として、アナログの物理量である『電気』の流れを『情報』というデジタルデータを用いて『賢く』最適にコントロールするための電力ネットワークと情報通信ネットワークの融合ネットワークである。」とあり、これは、長期にわたりエネルギーと環境と経済の3つを支える重要な社会インフラとなる。

「グリッド」は「送電網」と訳されるが、送電線や配電線のみならず、発電設備や需要設備などに加え、住宅用太陽光発電、電気自動車、蓄電池（バッテリー）、電気給湯機のほか、身の回りの家電機器などのネットワークに接続される全てがスマートグリッドの構成要素であり、これらが電氣的かつ情報的にリンクしている。電力と情報のそれぞれのネットワーク間で、電気と情報の双方が往来することにより、需要側ではより利用効率を向上させ、発電側では化石燃料に依存した発電方法からの脱却と再生可能エネルギー発電比率の増加を図ることができる。これにより、スマートグリッドの構築は、エネルギーの安全保障の確保のみならず、CO₂などの温室効果ガスの排出量削減にも寄与するものと考えられる。

需要側におけるエネルギー利用効率の向上を図るうえで、重要な鍵となるのが家庭用のエネルギーマネジメントシステム(HEMS: Home Energy Management System)や宅内ネットワーク(HAN: Home Area Network)であると考えられる。HEMSなどを導入することで、これまで発電側に依存してきた需給バランスの調整を、ピーク電力需要時の消費量を抑えるなど需要側の制御により行うことが期待されている。

また震災以降、電力需要が高まる夏季において、政府による節電要請や一部地域における計画停電が実施されたことは記憶に新しい。節電要請については、メディア等を通じて数値目標が設けられなかった各家庭にまで呼びかけられたことから、国民レベルで節電意識が高まったものと考えられる。これを受け、ハード面における省エネ対策として、上述した HEMS に加え、住宅メーカーによる「スマートハウス」や家電メーカーによる「スマート家電」に注目が集まっており¹⁻⁹⁾、今後一層普及していくことが予想される。

スマートハウスでは、これまでの「省エネ」の概念に、太陽光発電などによってエネルギーを創り出す「創エネ」、蓄電池や電気自動車などを用いて、深夜にエネルギーを蓄える「蓄エネ」が加わり、さらに、HANによるスマート家電間のリンクと、これらを制御する HEMS の導入により、家庭内のエネルギーを効率的に使用することが可能となり、ZEH を実現できるシステ

ムが構築されている。

以上のように、都市域というマクロな領域から家庭内というミクロな領域に至るまで、スマートグリッドを構築し、コントロールすることで、エネルギー消費に関する最適化が図れるものと考えられるが、その構築範囲の拡大に伴い、需給対象となる設備機器が多岐にわたることから、電気の流れが複雑化し、さらにその管理が困難となることから、ネットワーク技術のさらなる高度化が求められている。また、スマートグリッドの末端に位置する家庭内の電力需要を制御するための重要な設備である HEMS も、連係するスマート家電やスマートメーターなどとのインターフェースを標準化しておかねばならない。その他多様な課題を解決していくための技術開発が必要であり、全国規模での普及についてはさらに時間を要するものと思われる。

このようななか、2010 年度に横浜市、豊田市、けいはんな、北九州市の 4 地域を対象とした「次世代エネルギー・社会システム実証」が開始された。これらは限定された地域ではあるものの、大規模な再生可能エネルギーの導入に加え、熱も含めたエネルギー消費の最適化（地域エネルギーマネジメントシステム）を図るなかで、電気自動車や蓄電池、HEMS などを対象とした様々な実証に関する研究の成果が報告されている^{1-10)~1-13)}。このように、コミュニティを形成する各家庭において消費されるエネルギーを、HEMS などによって取得・蓄積した消費量データは、今後のスマートグリッドの普及拡大に向けた基礎データとしての役割を担うものと考えられる。

1. 2 研究目的

これまでみてきたように、近年における技術の進歩に伴う生活水準の向上から、個人を取り巻く環境は劇的に変化しており、一層のライフスタイルの複雑・多様化により、民生部門において消費されるエネルギーは顕著な増加傾向を示している。このような状況のなか、2011 年 3 月に発生した東日本大震災によって、国民のエネルギー消費への関心は一層高まりを見せており、各家庭における消費のあり方が見直されている。以上の背景から民生部門、特に家庭におけるエネルギー消費構造の実態把握が、エネルギー資源確保および地球温暖化対策の観点から重要であると考えられる。エネルギーの実測データは現状把握のみならず、将来予測のために用いられることから、これまでも多くの機関や大学などによって取得され、場合によっては公開することにより、基礎的データは蓄積されつつある。しかしながら、時代の移り変わりとともに、エネルギー消費に関する質（例えば、発電効率の改善や家電性能の向上など）や量も年々変化していることから、常に新しいデータの蓄積と更新が望まれている。さらに、その調査方法も未だアンケートによるものが多く、実測に基づくデータが不足していることから、長期にわたるエネルギー消費量データは貴重であり、特に、全電化住宅のような比較的新しい住宅形態における実測データは十分に整理されていないため、エネルギー消費実態の解明における有用な資料となり得ると考えられる。

そこで本研究では、中国電力㈱が広島県広島市と廿日市市の全電化住宅 100 件を対象として実施した「光熱費管理支援システム」のモニター試験により得られる 2008 年 10 月から 2011 年 9 月までの 3 年間にわたる住宅内の電力消費量をもとに、全電化住宅におけるエネルギー消費の実態を把握する。一般的な住宅を対象としてエネルギー消費量を実測している既往研究の多くは、エネルギー源として電気に加えガスも計測しなければならず、特に灯油や薪・木炭・石炭などの消費の把握が非常に困難であることが、住宅エネルギー消費実態の解明の妨げとな

っている。しかしながら、本研究では全電化住宅のみを対象とすることで、エネルギー源が電気に限定され、測定方法の簡素化とともに取得データ構造の明瞭化が図られることから、実測に基づくより精度の高いデータを収集する。

また、家庭によって消費されるエネルギーは世帯ごとに大きく異なることが知られている¹⁻¹⁴⁾ことから、これまで行われてきた一般的な省エネ手法が効果的であるとは限らない。資源の乏しい我が国においては、貴重なエネルギーの浪費を抑えるため、効果的な省エネ手法の導入が重要であり、住宅レベルでこれを実現するためには、まず各世帯で消費されるエネルギーの多寡を規定する要因について検討する必要がある。しかしながら、影響要因の検討モデルを構築するにあたり、実測結果に基づいたデータに統計的分析手法を用いて検討した研究は少ない。

そこで、これら実測に基づく精緻な電力消費量データを用いて、住宅の建物特性や居住者の世帯特性などといった各世帯の住宅属性が電力消費量の多寡に及ぼす影響について、住宅全体のエネルギー消費量とともに給湯や冷暖房といった用途ごとに明らかにすることを第一の目的とする。住宅におけるエネルギー消費は気象条件、建物種別、電力を消費する機器の種類、居住者のライフスタイルなどが複合的に関連している。本研究では限定された地域に所在する多数の住宅を対象とすることにより、気候や地域的条件を統一したうえで、エネルギー消費量に及ぼす影響について検討することができる。本論文では、電力消費量の計測開始時に行った、居住者へのアンケートによる属性調査によって把握できる建物・世帯規模や使用されている設備機器といった住宅属性をエネルギー消費量への影響要因として捉え、両者の相関性について整理したうえで、それら複数の要因による影響の程度について、数量化理論第Ⅰ類を適用して解析した結果を示し、それぞれの影響について定量化することで、効果的な省エネを推進するにあたっての知見を得る。また、エネルギー消費量は外気温に大きく依存することから、検討対象を年間の積算値にとどめず、季節変動についても検討できるよう月積算値に対してもデータを整備することで、月ごとに要因分析を行うが、このような手法は既往研究ではみられない。さらに、上述した分析結果を用途ごとに示すことで、その性質の違いを反映した影響要因を抽出することができるものとする。

エネルギー消費量への影響要因を検討するにあたって、これまでの既往研究の多くは、ある時点での消費量データ（横断データ）を用いてきており、本研究の「第一の目的」における分析も同様の視点に立って実施する。しかしながら、影響要因によってはそれ自体の質や量が時間の経過とともに変化し、これに伴ってエネルギー消費量も変化することが予想されるが、これらが前述の「第一の目的」とともに総合的に検討された例はみられない。

そこで、これまでの知見を踏まえ、電力消費量の多寡に影響を及ぼす要因について検討するにあたり、これまでのある時点における各世帯の差異（世帯間の変動）に起因するという概念に、時間軸を追加することで、各世帯における経時変化（世帯内の変化）に起因する影響についても同時に明らかにすることを第二の目的とする。ここで本論文では、「時間軸上のある断面において観測される住宅属性などのある側面が確率構造を持つばらつき」を『世帯間の変動』、「住宅属性などのある側面に着目するとき、時間の経過に伴いある状態から他の状態へ遷移すること」を『世帯内の変化』として定義する。

この「世帯内の変化」に該当する要因としては、例えば、子供の出生や独立を契機とした世帯内における居住者人数の増減や、家電機器の廃棄・購入による使用台数の増減といった物理的側面によるものが挙げられる。一方、心理的側面によるものとしては、居住者の節電に対す

る意識や行動に大きな変化をもたらす「変革事象」として、東日本大震災の発生などが考えられる。このような影響要因側の変化については、電力消費量の計測期間中に、上述した属性調査とは別に調査対象住宅の属性ならびに居住者の意識・行動の変化に関するアンケート調査の実施により把握する。これにより、ある時点における複数世帯の属性の違いについて表される横断的な性質と、ある世帯における属性の経時変化について表される縦断的な性質の両者を兼ね備えたデータ（つまり、空間的かつ時間的な広がりを考慮したデータセット）の構築が可能となる。この世帯間の変動と世帯内の変化のそれぞれが電力消費量の多寡に及ぼす影響について検討できる手法として「マルチレベルモデル（詳細については、第8章で述べる）」を適用することで両者を適正に分離し、同じモデルを使用しながら、それぞれの影響要因を抽出することで、その効果を定量的に示す。

1. 3 既往研究と本研究の関連

本論文と同様に、家庭用エネルギー消費を対象とした既往の研究として、まず、戸建て住宅におけるエネルギー消費実態を把握し、世帯全体におけるエネルギー消費量の多寡に影響を及ぼす要因として、世帯間の変動に着目して検討した研究について整理し、続いて「給湯」「冷暖房」「その他」の各用途を対象とした研究例について概観する。そのうえで、最後にエネルギー消費量の経時変化に影響を及ぼす要因に着目した研究についてまとめる。

(1) 住宅全体のエネルギー消費量に関する研究

これまでも住宅のエネルギー消費の分野においては、多くの既往研究が報告されている。

先駆的なものとして、尾島ら^{1-15)~1-18)}が、1970年代に全国の住宅を対象として実施したアンケート調査により、住宅種別ごとに電気・ガス・灯油その他それぞれのエネルギー消費実態を把握しており、設備機器の保有と生活パターンとの関連から用途の構成を推計している。同様に、全国を対象とした調査例として、(社)日本建築学会学術委員会の「住宅内のエネルギー消費に関する全国的調査研究委員会（以降、委員会）」による一連の研究^{1-19)~1-24)}が挙げられる。これらは全国の住宅80戸におけるエネルギー消費の詳細な動向を把握するための実測調査と、日本全体の包括的なエネルギー消費の実態把握に主眼を置いたアンケート調査から成っている。前者の結果として、村上・赤林ら^{1-19),1-20)}は、精緻な測定データを用いて、各地域におけるエネルギー消費量を用途別・家電機器別に整理し、世帯による違いについて示している。また、吉野ら¹⁻²¹⁾は、各住宅におけるピーク電力とその発生時刻を示したうえで、住宅設備との関連性や地域性について分析している。一方、後者の結果として、長谷川・井上ら^{1-22),1-23)}は、全国における月単位のエネルギー消費量を電気・ガス・灯油等のエネルギー源別に整理することで各地域の特徴について把握し、住宅種類、世帯構成、環境意識といった回答世帯の属性とエネルギー消費との関係を検討したうえで、エネルギー消費に影響を及ぼす要因について分析している。特に井上ら¹⁻²³⁾は、各要因の戸建て住宅における世帯全体の年間エネルギー消費量への寄与度について数量化理論第Ⅰ類により検討し、「地域」「世帯人数」「保有機器台数」の影響が大、「延べ床面積」「世帯年収」が小となることを示している。また、水谷ら¹⁻²⁴⁾は、用途別エネルギー消費量ごとに住まい方を含めた諸要素との関連を検討し、それら要素による消費量の差異について示している。

同様に、アンケート調査（インターネット上のものも含む）により得られたデータに基づき、

住宅エネルギー消費量の実態把握とともに、消費量の多寡の影響要因の解明を目的とした研究例として、福代^{1-25),1-26)}は、単身世帯を対象に、生活意識とエネルギー消費行動の関係を明らかにするとともに、電気代から換算した電力量と性別や年齢などの属性との関連について、また、源城ら¹⁻²⁷⁾は、学生単独世帯のエネルギー消費実態を把握し、年積算エネルギー消費量に影響を及ぼす因子について、それぞれ一元配置分散分析を用いて検討している。また、尾島ら¹⁻²⁸⁾は、地区別・住宅種別のエネルギー消費量について、単回帰分析と用途構成の分析を行ったうえで、重回帰分析によって、面積・年収・気候条件などのエネルギー消費量への説明力を示している。同様に、要因分析の手法に重回帰分析を適用している研究に着目すると、足立ら¹⁻²⁹⁾は、新潟市における住宅用エネルギー消費と住まい方の関連について整理したうえで、エネルギー源別に影響要因について考察している。また、下川ら¹⁻³⁰⁾は、居住者の住宅周辺における緑環境に対する認知の差異が、年間エネルギー消費量に及ぼす影響について、立松ら¹⁻³¹⁾は、北海道の高断熱戸建て住宅を対象に設備仕様とエネルギー消費量の関係についてそれぞれ検討している。

上述した井上ら¹⁻²³⁾のようなアンケート調査による研究の多くに用いられているデータベースは、各種エネルギーの使用量が供給事業者による検針値などに基づいているため、世帯によって測定間隔や測定時期に違いが生ずること、さらに、灯油消費量などでは信頼性に劣り誤差が含まれることが予想される。このため、年間や一部期間までの検討にとどまる研究が多いものの、本研究は実測に基づいたより精密な測定データを使用することによって、月間といったさらに詳細なレベルにおいて、複数の要因について仔細に分析する。また、全国を対象としている研究では、消費量が多い北海道や東北といった寒冷地方が含まれることによって、エネルギー消費量に及ぼす影響要因を検討する際、各住宅が所在する地域や気候による影響が顕著となり、建物特性や世帯特性による影響を明確に把握することが困難である。本研究はこれらの研究とは異なり、一都市を対象としていることから、地域以外の要因における影響の程度について適正に検討する。

(2) 用途別エネルギー消費量に関する研究

(1)では世帯全体のエネルギー消費量を対象とした研究例について列挙したが、より詳細な検討を行うために用途ごとに要因分析を実施している研究もみられる。例えば、アンケート調査に基づくデータベースに重回帰分析を適用し、澤地ら¹⁻³²⁾は、全国8都市域にある5つの住宅種別を対象に、用途別エネルギー消費量の説明要因について検討しており、石田¹⁻³³⁾は、全国8地域の戸建て住宅を対象にエネルギー消費原単位の算出および要因分析を行い、エネルギー消費構造について明らかにしている。一方、実測調査に基づく研究として、田中ら¹⁻³⁴⁾は、戸建て住宅と集合住宅併せて24世帯を対象に電力やガスを実測し、用途ごとに重回帰分析を用いて、ヒアリング調査から得られた属性との定量的な関係について明らかにしている。しかしながら、アンケート調査による研究では用途別エネルギーを推計しなければならないこと、また、実測調査では測定の煩雑さのため、対象住宅数が限られ、統計解析手法の適用が困難となることなどを理由に、用途ごとの影響要因について網羅的に検討された研究例は少ないといえる。そこで、それぞれの用途のみに着目した研究について、「給湯」「冷暖房」「その他」の順に以下にまとめる。

まず、給湯エネルギー消費量に関する研究として、全電化住宅における給湯設備である「電

気給湯機」に着目した研究についてみると、高橋ら¹⁻³⁵⁾が、電気ヒータ式（電気温水器）とヒートポンプ式（CO₂HP 給湯機）のそれぞれの給湯システムの機器効率に影響を与える要因について検討している。特に、「CO₂HP 給湯機」について詳細に検討している研究として、例えば、北山ら^{1-36),1-37)}は、給湯負荷予測モデルの構築や給湯機の特性を反映したエネルギー消費量推計ツールの開発を目的として、実使用下での仔細な機器稼働実態データを取得することで、消費量や運転特性などを把握し、HPCOP やシステム COP といった機器効率の影響要因について検討している。また、鎌田・前ら^{1-38)~1-40)}、久保田ら^{1-41)~1-43)}は、機器の性能評価や機器効率のモデル化について検討しているが、これらはいずれも機器そのものの特性を詳細に明らかにすることに主眼を置いており、居住者の住宅属性がエネルギー消費量に及ぼす影響についてまでは言及していない。

冷暖房エネルギー消費量については、特に寒冷地において消費量が多くなることなどから、比較的多くの研究例がみられる。一例として、前述した委員会による実測調査データを用いて、山岸・石山ら^{1-44),1-45)}は、新潟地域に限定して住宅ごとの詳細な消費量の動向を用途別に把握し、冷暖房用エネルギー消費と室内外温度差の関係について検討している。一方、関東地域を対象に前・平山ら^{1-46),1-47)}は、住戸間における消費量の差異や各用途における季節差を把握しており、矢野ら¹⁻⁴⁸⁾は、エアコンの設置されている部屋面積や機器容量、使い方との関連からエアコンの定格値と実使用時の消費電力との差異について検討している。また、冷暖房エネルギー消費量の影響要因について検討した研究として、丹羽ら¹⁻⁴⁹⁾は、長野県の戸建て住宅を対象に、暖房用エネルギー消費量の要因分析を行っているが、主に居住者意識と暖房の仕方に重点を置いており、エネルギー消費量と基本的な世帯属性や建物特性との関連は対象としておらず、冷房用エネルギー消費量については検討されていない。一方、三浦ら¹⁻⁵⁰⁾は、アンケート調査によって得られたデータに基づいて、暖房エネルギー消費量と冷房エネルギー消費量のそれぞれの影響について、数量化理論第Ⅰ類を用いた要因分析を行っているが、それぞれのモデルの決定係数は低く、特に冷房は0.12にとどまることから、妥当性のある結果に基づいた考察とはなっていない。長谷川ら¹⁻⁵¹⁾は、床面積、構造、壁の熱抵抗など建物の特性を中心とした説明変数で、目的変数である暖房用灯油消費量に影響を及ぼす因子について、数量化理論第Ⅰ類により検討しているが、北海道・東北地方といった寒冷地方を対象としているため、比較的消費の多いエネルギー源である灯油のみの検討にとどまっている。

全エネルギー消費量から給湯用途や冷暖房用途を除いたその他エネルギー消費量に含まれる各種家電機器に着目し、それぞれの消費量について整理した研究としては、前述した赤林ら¹⁻²¹⁾によるものがある。さらに、源城ら¹⁻⁵²⁾は、数量化理論第Ⅰ類を用いてその他用途の影響要因について検討し、照明・動力用電力消費量の影響要因としては「年収」が最も強く、次いで「温水洗浄便座の所有台数」「洗濯機の容量」「電気食器洗機の所有台数」「住宅の築年数」「冷蔵庫の容量」を挙げており、年収が高くなるにつれて、より多くの家電機器を所有するようになり、多消費につながったと結論付けている。しかしながら、分析に使用されているデータはアンケート調査（検針値）に基づいており、「その他用途」の算出方法に「差引法^{註1-2)}」を用いているため、消費量データに誤差が含まれることから、月積算値の精度が担保されず、年積算値での検討にとどまっている。

以上、用途ごとに関連する既往の研究について概観したが、本研究では、エネルギーが電力に限られる全電化住宅を対象に、実際に生活をしている世帯において測定したエネルギー消費

量に基づいて分析するため、年積算値にとどまらず、月単位で用途ごとに仔細に検討する。

(3) エネルギー消費量の経時変化に影響を及ぼす要因分析

(1),(2)でまとめた影響要因に関する研究では、その要因における各世帯の違い（世帯間の変動）に着目して検討されたものであった。一方、時系列データを対象として、エネルギー消費量の変化に影響を及ぼす要因に着目した研究もみられる。

例えば、三浦¹⁻⁵³⁾は、統計資料に基づき、全国の都市を対象として年代ごとに重回帰分析を行うことで、算出されたそれぞれの標準偏回帰係数から影響要因の経時変化について考察している。しかしながら、統計資料を用いているため、「消費支出」「暖房デGREEデー」「冬期日照時間」などといったマクロ的な要因のみの検討にとどまる。

また、湯浅ら¹⁻⁵⁴⁾は、被験者が実行可能と判断した低負荷型ライフスタイルを一週間実行させ、通常生活時のエネルギー消費量との比較を通して、削減効果の要因となる低負荷型ライフスタイルの実行度との関連について検討している。矢田ら¹⁻⁵⁵⁾は、震災前後のエネルギー消費量の変化を、震災を契機としたライフスタイルの変化による影響と捉え、両者の関連について検討している。これらの研究はいずれも、ある時点の前後におけるエネルギー消費量を比較することで、その違いをある要因がある時点で変化したことによるものと捉えて検討したものである。しかしながら、(1),(2)でみたような調査対象（世帯や被験者など）の差異がエネルギー消費量の多寡に及ぼす影響については考慮されず、また、いずれも用途ごとに整理、検討されていない。

以上のように、エネルギー消費量への影響要因として世帯間の差異、もしくは各世帯（被験者）における変化のそれぞれで検討された研究はあるが、本研究で目的とするような両者の影響度について包括的かつ定量的に検討された例はみられない。よって、「世帯間の変動」と「世帯内の変化」の両方について同時に検討する要因分析は、既往研究にはない新たな試みである。

1. 4 論文の構成

本研究を遂行するにあたり、本論文を以下のとおり構成する。

第1章では、本研究の背景と目的を述べるとともに、関連する既往研究について概観したうえで、本研究の位置付けを行い、本論文の構成を示す。

第2章では、各家庭の電力消費量を測定する「光熱費管理支援システム」の概要ならびに調査対象住宅の居住者を対象としたアンケートによる属性調査の概要について示し、計測期間中の広島市の気象概況についてまとめる。

第3章では、調査対象住宅の居住者に対して実施したアンケートによる属性調査結果を、「建物特性」「世帯特性」「設備特性」「ライフスタイル」「居住者の意識」「居住者の行動」ならびに「変革事象時における意識・行動変化」の分類ごとにまとめる。

第4章から第7章までは、光熱費管理支援システム設置1年目に該当する2008年10月から2009年9月までの1年間における、測定精度の高い電力消費量データを対象とした集計・分析結果を示す。

まず第4章では、各用途の詳細な検討に入る前に、世帯全体の電力消費量（全電力消費量）の実態を捉えるため、これらの年積算値と月積算値についてまとめた結果について示す。これらを既往の文献値と比較検討することで、全電化住宅における電力消費実態について把握する。

続いて、第3章で示した「建物特性」「世帯特性」「設備特性」の住宅属性の項目（アイテム）を電力消費量に影響を及ぼす要因として捉え、両者の相関分析ならびに一元配置分散分析を年・月積算値ごとに行うことで、年間のグロスに対する結果を示すとともに、月変動について考察する。これらの結果を基に、まず、数量化理論第Ⅰ類を用いて年積算電力消費量に影響を及ぼす要因の抽出を目的として検討するモデルの構築を行い、その解析結果を示すことで、それぞれのアイテムの影響の程度について把握する。同様に、月積算電力消費量に対しても同じ手法を適用することで、月ごとの分析結果を示し、アイテムごとに影響度の月変動をまとめる。一年を通して検討することで、整備したデータのある時点（断面）における影響要因のみならず、その影響力の強弱の推移から、影響要因の性質について考察する。

第5章から第7章にかけては、給湯用途・冷暖房用途・その他用途のそれぞれについて、第4章と同様の手順によって検討する。用途ごとに分析することで、その影響要因をそれぞれで抽出することが可能となり、各用途における要因の特徴についての知見を得る。

第8章では、第4章から第7章までにおいて検討した世帯間の変動に加えて、世帯内の変化の影響について解析できる手法である「マルチレベルモデル」の適用事例や特長などについて触れたうえで、2008年10月から2011年9月までの3年間の測定データによるデータセットの概要についてまとめ、従属変数^{注1-3)}として使用する電力消費量ならびに説明変数として使用するアイテムの記述統計量について整理する。これら変数間の関連について把握したうえで、マルチレベルモデルを適用する検討モデルを構築し、最適であると判断した最終モデルによる解析結果を示す。用途ごとに得られた結果に基づいて、抽出された要因とその効果についての考察を行い、戸建て住宅への影響要因についてまとめるとともに、分析手法の有用性を示す。

第9章では、本研究で得られた成果の総括を行い、これをもって結論とする。

【第1章 注釈】

注1-1) 1997年12月に京都市の国立京都国際会議で開かれた、第3回気候変動枠組条約締約国会議（地球温暖化防止京都会議、COP3）で同月11日に採択された、気候変動枠組条約に関する議定書である。正式名称は、「気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書」。

注1-2) 差引法とは、エネルギー消費量を用途別に推定する方法として、各月の電力消費量から、消費量が最も少ない月の数量を差し引き、残量を冷暖房とする方法である。

注1-3) 従属変数とは、多変量解析において、ある変数が他の変数で予測することが可能な場合に、予測（説明）される変数のこと指し、文献によっては、外的基準、目的変数、被説明変数とも呼ばれる。

【第1章 参考文献】

- 1-1) 経済産業省資源エネルギー庁：エネルギー白書2013、第1章 国内エネルギー動向／第1節 エネルギー需給の概要、2013.6
- 1-2) 経済産業省資源エネルギー庁：総合エネルギー統計 平成23年度（2011年度）エネルギー需給実績（確報）、2013.4.12公表
- 1-3) 一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター：平成25年度 改正省エネ基準の概要とヒートポンプ活用セミナー 講演資料、2013.9.13（広島）
- 1-4) ㈱住環境計画研究所 編：2009 家庭用エネルギーハンドブック、(1)ストック住宅の建て方別住宅戸数の推移、財団法人 省エネルギーセンター、p.88、2009.2

- 1-5) ㈱住環境計画研究所 編：2009 家庭用エネルギーハンドブック，(3)機器別国内出荷台数<4>，財団法人 省エネルギーセンター，pp.184-185，2009.2
- 1-6) 中国電力株式会社：データで見る中国電力 電気給湯機・電化住宅，
<http://www.energia.co.jp/ir/irdata/data08.html>，2013.9.15 参照
- 1-7) 資源エネルギー庁：エネルギー白書 2012，第3部 第4章 第3節 負荷平準化対策，2012
- 1-8) 林 泰弘 編著：スマートグリッド学 戦略・技術・方法論，社団法人 日本電気協会新聞部，p.4，
2010.12 (初版第1刷)
- 1-9) 株式会社博報堂：第3回「スマートグリッドに関する生活者調査」，
<http://www.hakuhodo.co.jp/uploads/2012/12/20121220.pdf>，2012.12.20 公表，2014.1.10 参照
- 1-10) 横浜市温暖化対策統括本部プロジェクト推進課：横浜スマートシティプロジェクト (特集 低炭素社会を目指すまちづくり)，区画整理，54(7)，pp.16-19，2011.7
- 1-11) 阿久津正典：「家庭・コミュニティ型」低炭素都市構築実証(豊田市) (特集 スマートシティ，スマートグリッドをはじめとした次世代エネルギー社会システム技術の動向)，電気評論，96(10)，pp.26-29，
2011.10
- 1-12) けいはんなエコシティ次世代エネルギー社会システム実証プロジェクト推進協議会：「けいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクト」の取組 CO2 単位排出量の日本一少ない街づくりを目指して (特集 スマートシティ，スマートグリッドをはじめとした次世代エネルギー社会システム技術の動向)，電気評論，96(10)，pp.30-33，2011.10
- 1-13) 桑山仁平：「次世代エネルギー・社会システム実証」北九州スマートコミュニティ創造事業の進展 スマートコミュニティの実現に向けて (特集 スマートグリッド技術の進展)，電気評論，97(10)，
pp.13-18，2012.10
- 1-14) 日本建築学会：日本の住宅におけるエネルギー消費，社団法人 日本建築学会，2006.10 (第1版 第1刷)
- 1-15) 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1報 各種住宅のエネルギー消費量，
空気調和・衛生工学会論文集，No.2，pp.75-89，1976.10
- 1-16) 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2報 エネルギー消費パターンの解析，
空気調和・衛生工学会論文集，No.3，pp.11-26，1977.2
- 1-17) 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
- 1-18) 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
- 1-19) 村上周三，坊垣和明，田中俊彦，羽山広文，吉野 博，赤林伸一，井上 隆，飯尾昭彦，銚井修一，
尾崎明仁，石山洋平：全国の住宅 80 戸を対象としたエネルギー消費量の長期詳細調査－対象住宅の属性と用途別エネルギー消費量－，日本建築学会環境系論文集，No.603，pp.93-100，2006.5
- 1-20) 赤林伸一，村上周三，坊垣和明，田中俊彦，羽山広文，吉野 博，井上 隆，飯尾昭彦，坂口 淳，
銚井修一，尾崎明仁，石山洋平：全国の住宅 80 戸を対象とした各種家電機器のエネルギー消費量に関する調査研究，日本建築学会環境系論文集，No.619，pp.61-67，2007.9
- 1-21) 吉野 博，村上周三，赤林伸一，坊垣和明，田中俊彦，羽山広文，尾崎明仁，菅原華子：住宅のピ

- ーク電力に関する調査研究—住宅エネルギー消費実態の全国調査データに基づく分析—, 日本建築学会環境系論文集, No.610, pp.99-106, 2006.12
- 1-22) 長谷川善明, 井上 隆: 全国規模アンケートによる住宅内エネルギー消費の実態に関する研究—世帯特性の影響と世帯間のばらつきに関する考察—その1—, 日本建築学会環境系論文集, No.583, pp.23-28, 2004.9
- 1-23) 井上 隆, 水谷 傑, 田中俊彦: 全国規模アンケートによる住宅内エネルギー消費の実態に関する研究—影響を及ぼす要因に関する分析—その2—, 日本建築学会環境系論文集, No.606, pp.75-80, 2006.8
- 1-24) 水谷 傑, 井上 隆, 小熊孝典: 住宅内における用途別エネルギー消費と住まい方の実態に関する研究—アンケート調査に基づく分析—, 日本建築学会環境系論文集, No.609, pp.117-124, 2006.11
- 1-25) 福代和宏: 単身世帯の生活意識とエネルギー消費行動に関する研究 第1報—デモグラフィック属性がエネルギーに関する意識や行動に与える影響, 空気調和・衛生工学会論文集, No.139, pp.1-10, 2008.10
- 1-26) 福代和宏: 単身世帯の生活意識とエネルギー消費行動に関する研究 第1報—パーソナリティ属性, 省エネルギー意識, 省エネルギー行動等の相互連関, 空気調和・衛生工学会論文集, No.149, pp.11-21, 2009.8
- 1-27) 源城かほり, 松本真一, 長谷川兼一, 菅原正則: 東北地域における学生単独世帯の住まい方とエネルギー消費の実態, 日本建築学会環境系論文集, No.671, pp.11-18, 2012.1
- 1-28) 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
- 1-29) 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, No.465, pp.49-59, 1994.11
- 1-30) 下川美代子, 手塚哲央: 住宅敷地内およびその周辺における緑環境認知と家庭のエネルギー消費の関係—居住者の採涼行動・屋外環境の感じ方・省エネルギー行動意識からの考察, 日本建築学会環境系論文集, No.662, pp.325-333, 2011.4
- 1-31) 立松宏一, 福島 明, 鈴木大隆, 月舘 司, 廣田誠一, 高倉政寛, 池田裕雅: 北海道における高断熱戸建て住宅の温熱環境とエネルギー消費の実態—熱損失係数が $1.3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ レベルの住宅を主たる対象とした調査, 日本建築学会環境系論文集, No.679, pp.713-720, 2012.9
- 1-32) 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, No.462, pp.41-48, 1994.8
- 1-33) 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, No.501, pp.29-36, 1997.11
- 1-34) 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, No.539, pp.67-74, 2001.1
- 1-35) 高橋良太, 羽山広文: 機器効率と貯湯槽の熱損失を考慮した貯湯式給湯器の性能評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-1, pp.673-674, 2008.9
- 1-36) 北山広樹, 村川三郎, 濱田靖弘, 高田 宏, 鍋島美奈子, 三村拓矢: 住宅における CO_2 ヒートポン

- プ式給湯機の稼働実態と性能評価に関する研究－第1報 実使用に基づくCO₂ヒートポンプ式給湯機の性能評価－, 空気調和・衛生工学会論文集, No.169, pp.1-11, 2011.4
- 1-37) 北山広樹, 村川三郎, 濱田靖弘, 高田 宏, 鍋島美奈子: 住宅におけるCO₂ヒートポンプ式給湯機の稼働実態と性能評価に関する研究－第2報 住宅における湯の使われ方と給湯負荷の解析－, 空気調和・衛生工学会論文集, No.180, pp.1-11, 2012.3
- 1-38) 鎌田元康, 井上 隆, 倉渕 隆, 秋元孝之, 岩本静男, 前 真之: 新時代の省エネ型給湯設備の計画・評価手法に関する研究－第1報 研究の概要－, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp.881-882, 2009.8
- 1-39) 桑沢保夫, 秋元孝之, 住吉大輔, 前 真之: 新時代の省エネ型給湯設備の計画・評価手法に関する研究－第3報 ヒートポンプ給湯機の効率実測－, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp.885-886, 2009.8
- 1-40) 前 真之, 岩本静男, 倉渕 隆: 新時代の省エネ型給湯設備の計画・評価手法に関する研究－第8報 ヒートポンプ給湯機のモデル化－, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp.895-896, 2009.8
- 1-41) 久保田敏史, 浅野良晴, 高村秀紀: 寒冷地における住宅用給湯器の効率に関する研究－その1 潜熱回収型ガス給湯器とCO₂ヒートポンプ給湯機の給湯効率－, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-1, pp.675-676, 2008.9
- 1-42) 久保田敏史, 浅野良晴, 高村秀紀, 小澤明也: 寒冷地における住宅用給湯器の効率に関する研究－その2 潜熱回収型ガス給湯器とCO₂ヒートポンプ給湯機の年間給湯効率－, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-1, pp.611-612, 2009.8
- 1-43) 小澤明也, 浅野良晴, 高村秀紀, 久保田敏史, 上田聖子: 長野市の戸建住宅におけるエネルギー消費と住まい方に関する研究－その2 給湯負荷およびCO₂ヒートポンプ給湯機の効率－, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp.139-140, 2009.8
- 1-44) 山岸明浩, 赤林伸一, 坂口 淳, 浅間英樹, 石山洋平: 用途別エネルギー消費量の実態－新潟地域の住宅におけるエネルギー消費に関する調査研究 その1－, 日本建築学会環境系論文集, No.593, pp.25-31, 2005.7
- 1-45) 石山洋平, 赤林伸一, 坂口 淳, 山岸明浩, 浅間英樹: 暖冷房機器のエネルギー消費に関する検討－新潟地域の住宅におけるエネルギー消費に関する調査研究 その2－, 日本建築学会環境系論文集, No.608, pp.75-80, 2006.10
- 1-46) 前 真之, 飯尾昭彦, 井上 隆, 室 恵子, 田中俊彦, 平山 翔, 関崎 真: 用途別エネルギー消費量の年合計および月変動－関東地域における住宅のエネルギー消費量に関する調査研究－, 日本建築学会環境系論文集, No.610, pp.91-98, 2006.12
- 1-47) 平山 翔, 井上 隆, 田中俊彦, 前 真之, 関崎 真, 矢野慶一: 用途別エネルギー消費量の日変動－関東地域における住宅のエネルギー消費量に関する調査研究－, 日本建築学会環境系論文集, No.613, pp.49-55, 2007.3
- 1-48) 矢野慶一, 前 真之, 平山 翔, 井上 隆: 家庭用エアコンの冷房用消費電力に関する検討 関東地域における住宅のエネルギー消費量に関する調査研究, 日本建築学会環境系論文集, No.631, pp.1093-1099, 2008.9
- 1-49) 丹羽悠介, 中谷洋一, 岩井一博, 山下恭弘: 長野県の戸建て住宅における暖房用エネルギー消費量－居住者意識及び暖房の仕方からみた検討－, 日本建築学会環境系論文集, No.581, pp.73-79, 2004.7
- 1-50) 三浦綾子, 吉野 博, 西谷早百合, 中村佐和子: 仙台市の住宅におけるエネルギー消費と居住者の

省エネルギー意識に関する統計分析, 日本建築学会東北支部研究報告集, 計画系第 75 号, pp.155-158, 2012.6

- 1-51) 長谷川兼一, 吉野 博, 松本真一: 東北地方における断熱気密住宅のエネルギー消費量-暖房用を中心とした実態調査と数値計算-, 日本建築学会計画系論文集, No.557, pp.49-56, 2002.7
- 1-52) 源城かほり, 田辺新一, 松本真一, 長谷川兼一, 吉野 博: 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, 日本建築学会計画系論文集, No.565, pp.113-120, 2003.3
- 1-53) 三浦秀一: 全国都道府県庁所在都市の住宅におけるエネルギー消費と CO2 排出量の推移に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No. 528, pp.75-82, 2000.2
- 1-54) 湯浅和博, 劉 正賢, 吉野 博, 長谷川兼一: 低負荷型ライフスタイルによる住宅のエネルギー消費量削減の可能性, 日本建築学会環境系論文集, No.642, pp.1019-1024, 2009.8
- 1-55) 矢田麻衣, 湯浅和博: 目黒区における住宅のエネルギー消費量の削減に関する研究 第4報 東日本大震災前後におけるエネルギー消費量とライフスタイルの変化, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-1, pp.657-658, 2013.8

第2章 研究概要

- 2. 1 はじめに
- 2. 2 測定概要
- 2. 3 アンケート調査概要
- 2. 4 測定期間の気象概要

第2章 研究概要

2. 1 はじめに

本章では、調査対象となる住宅や電力消費量を計測する機器の概要、また調査対象住宅の居住者に行ったアンケート調査の概要について述べた後、第4章以降で取り扱うデータの測定期間中における気象概況について整理する。

2. 2 測定概要

2. 2. 1 調査対象住宅

「光熱費管理支援システム」は、中国電力㈱が電化住宅契約を結んだ住宅を対象として、「ガス」「灯油」をエネルギー源とする機器を使用していないことを条件にダイレクトメールおよび電話により募集し、選定したモニター住宅に設置されている。調査対象住宅の分布を図2-2-1に示す。広島市に99件、廿日市市に1件が所在している。モニター住宅は、当初、広島市内全域から選定する計画で、西区を中心に選定作業を進め、後に東区などの地域を追加したが、予想以上の応募により、100件に達した時点で選定作業を終了した。

システムの設置作業は、モニター選定の承諾を受けた住宅から順次進め、2008年6月から作業を開始し、7月末で47件、8月末で66件、9月末で87件の作業を終了し、11月末に全ての住宅において設置を完了している。

なお、対象住宅の形式としては戸建て住宅を基本としているものの、集合住宅2件が含まれているため、本研究では98件の戸建て住宅を対象として集計・分析を進める。

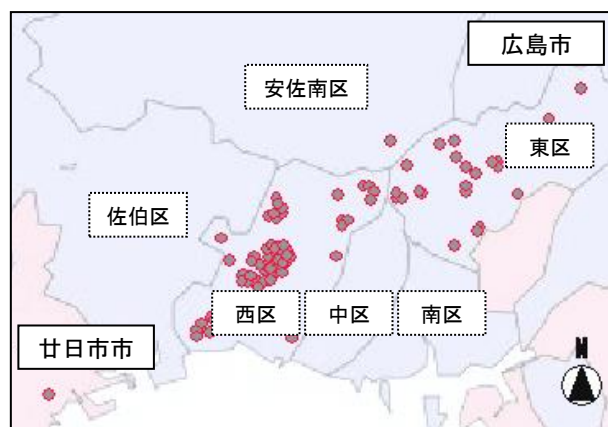


図2-2-1 調査対象住宅の分布

2. 2. 2 測定システム

調査対象住宅の電力消費量の測定には、中国電力㈱が開発した HEMS の一種である「光熱費管理支援システム（以降、システム）」を用いている。システムの機器構成図を図2-2-2(1)に示す。

住宅の屋内分電盤に隣接して取り付けられた電力消費量の計測装置によって、住宅全体と居住者の要望により選択された10系統の計11系統の電力消費量を、30分間隔で、2008年10月から2010年3月までは1Wh、2010年4月以降は100Whの精度で測定している。測定された電力消費量は、ホームゲートウェイに接続された居住者所有のルータを介して、中国電力㈱のデータサーバーに送信され、そこで蓄積・管理される。居住者は所有のパソコンからインターネットを介してサーバーにアクセスし、現在や過去の電力消費量を専用のホームページで確認することが可能である。なお、前項で述べたように、システムは2008年6月から順次取り付けを開始し、システムの作動確認後に順次測定を開始しているため、測定開始時期は各住宅によって異なる。

居住者が自宅のパソコンで電力消費量等を確認する際に表示されるモニターの一例を図2-2-2(2)に示す。

居住者は専用のホームページを通して、住宅全体と各自で選択した計11系統それぞれの電力消費量や電気料金、電力消費量から算出したCO₂排出量について、年・月・日・時間単位で把握できる。また、一ヶ月の予測月額電気料金表示機能、システム導入前の電力消費量のデータ登録機能、目標金額登録機能、超過アラームメール機能等、様々な機能が利用可能である。ただし、この閲覧サービスは2010年3月末をもって終了しており、以降は電力消費量の計測のみ継続している。

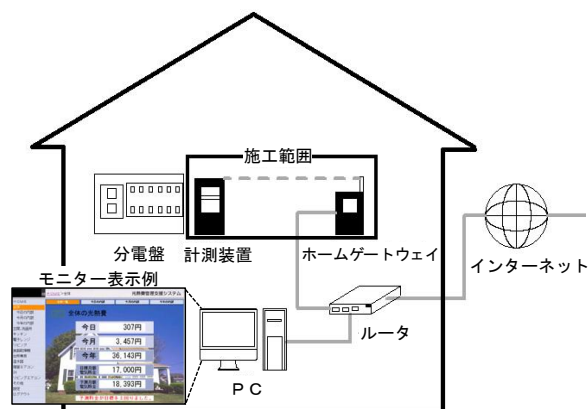


図2-2-2(1) 機器構成図



a) 家全体の電気料金の表示



b) 機器（エアコン）の電気料金の表示



c) 機器（エアコン）の1日の電気使用状況



d) 家全体の1カ月のCO₂排出状況

図2-2-2(2) P.C.モニター表示例

2. 2. 3 システムによる測定対象系統

光熱費支管理援システムにより各世帯で計測されている、居住者が選定した 10 系統の内容について、「a)給湯機系統」「b)エアコン系統」「c)コンセント系統」「d)単体機器系統」「e)照明系統」「f)その他系統」の 6 種に大別して集計した結果を図 2-2-3 に示す。図中の各系統の数値は、その系統が選択されている世帯数を表している。系統名称はシステム設置作業時のものであり、各世帯で便宜的に付与されているため、同一名称であっても、当該系統に接続されている家電機器の種類や容量、台数等は世帯によって異なる。

電力消費量が大きいと予想される「a)給湯機系統」は、測定対象として全世帯で選択されている。電気給湯機の種類は『電気温水器』と『CO₂ ヒートポンプ式給湯機（以降、CO₂HP 給湯機）^{注 2-1)}』に二分され、それぞれ 65 件、33 件となっており、広島地域の住宅においても後者が普及しつつあることがわかる。

「b)エアコン系統」は、設置されている居室ごとに整理した結果、『リビング』が最も多く選択されており、70 件に達する。また、『和室』『洋室』『寝室』『子供部屋』等の居室においてもそれぞれ 12～32 件の世帯で選択されている。

「c)コンセント系統」では、各室のコンセントに接続されている複数の家電機器の電力消費量合計値が測定されている。『リビング』『キッチン』がそれぞれ 27 件、26 件と多く選択されている。リビングは家族が集まる場所であるため、テレビ等様々な家電製品が長時間にわたり使用され、キッチンは電子レンジ、冷蔵庫、食器洗い乾燥機（以降、食洗機）等の家電製品が接続されていることから、電力消費量が他の部屋と比べて多くなることが予想されるため、これらの系統を選択する世帯が多いものと推察される。

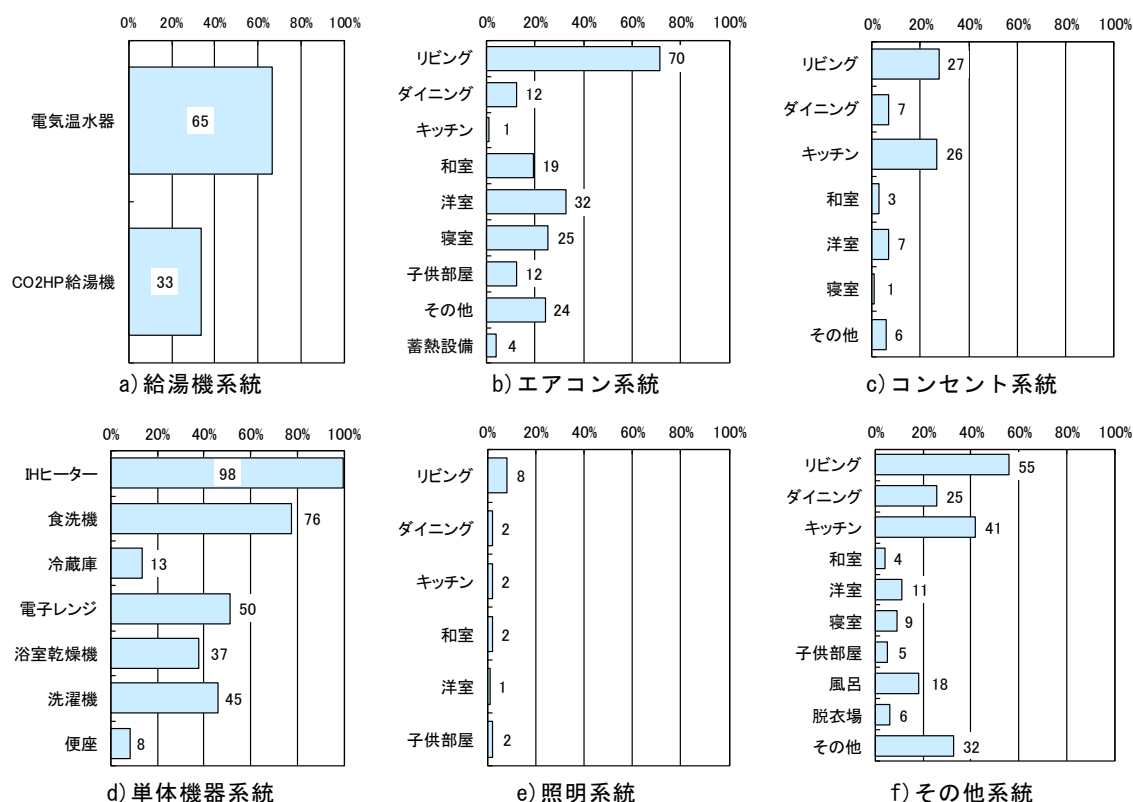


図 2-2-3 測定系統概要

これに対して、「d)単体機器系統」とは、特定の家電機器のみが接続されている系統である。様々な機器が含まれるが、『IH ヒーター』が全ての住宅において選択されており、次いで『食洗機』『電子レンジ』がそれぞれ 76 件、50 件と半数以上にのぼる。

「e)照明系統」は、全ての居室において 8 件以下となり、選択している世帯は少ない。住宅の分電盤において、照明の単独系統が多くは設けられていないこと、1 つあたりの電力消費量が他の系統（もしくは機器）に比べて少ないことなどが、測定対象として選択されていない理由として考えられる。

「f)その他系統」は、後述する住宅全体の電力消費量から 10 系統分の電力消費量を差し引いた残りの消費量（その他用途）ではなく、名称が「その他」とされている系統であり、コンセント系統とほぼ同様の内容であると予想される。したがって、『リビング』『キッチン』がコンセント系統と同様に、それぞれ 55 件、41 件と多くの世帯で選択されており、次に『その他』が 32 件となっている。

2. 3 アンケート調査概要

調査対象住宅の建物特性や世帯特性などを把握するため、居住者を対象としたアンケートによる「属性調査」を 2 回にわたって実施した。また、これと並行して中国電力㈱でも、システムの使用状況や評価に関する「モニター調査」を属性調査同様 2 回にわたりアンケートによって実施している。

調査時期については、「第一回属性調査」は 2008 年 12 月中旬～下旬に、「第二回属性調査」は 2012 年 9 月下旬～10 月上旬、「第一回モニター調査」はシステム設置済みの世帯から順に 2008 年 10 月上旬～11 月下旬に、「第二回モニター調査」は 2008 年 12 月中旬～1 月中旬にかけて実施しており、同時期に実施された第一回に比べて、第二回の調査時期は「属性調査」と「モニター調査」で大きく異なる。

配布・回収方法については、「属性調査」では、返信用封筒を同封した調査票を郵送し、回収も郵送により行っているが、「モニター調査票」では、インターネットの専用ページで質問を提示し、回答を入力させる形式で実施している。なお、両者ともに主婦の方、もしくは最も家事に慣れている方に記入を依頼した。

それぞれの調査票の回収数は、100 票（戸建て住宅 98 票、集合住宅 2 票）を配布した「第一回属性調査」では 78 票（戸建て住宅 77 票、集合住宅 1 票）、「第一回モニター調査」では 93 票（戸建て住宅 91 票、集合住宅 2 票）、「第二回モニター調査」では 88 票（戸建て住宅 87 票、集合住宅 1 票）の回答がそれぞれ得られた。また、光熱費管理支援システムの解約などの理由により、戸建て住宅のみを対象に 92 票を配布した「第二回属性調査」では 74 票の回答を得た。調査対象住宅は、光熱費管理支援システムのモニター住宅であるため、中国電力㈱が実施する「モニター調査」への回答は責務であったのに対して、「属性調査」は追加調査的な位置付けであったこと、配布・回収方法が異なることが影響し、前者の回収率が後者に比べ高くなっている。なお、属性調査は実施時期内に 1 回のみの実施であるが、第一回モニター調査は光熱費管理支援システムの設置後、なるべく日を置かずに回答を得る必要から、設置済みの世帯から順に 50 件、25 件、25 件の計 3 回に分けて行っている。

各アンケート調査票の質問項目を表 2-3-1 に示す。

属性調査は、各住宅の建物特性や世帯構成、各系統に接続されている家電機器の種別とその

定格出力や台数等の物理的特性のほか、居住者の環境問題に対する意識や日常生活における節約行為の実行状況について把握することを目的としている。特に、第二回属性調査はシステム設置から4年経過した2012年10月に実施しており、各世帯の属性（主に、世帯特性である家族構成や建物特性）の変化や2011年3月の東日本大震災を経た現在の節電に対する意識や行動のほかに、家電機器の所有・使用状況の把握に主眼を置いている。

一方、モニター調査は、モニター申し込みの動機、システムの使用状況、システムについての感想等について把握する内容となっている。

2.4 測定期間の気象概要

本節では、気象庁から発表される気象統計情報をもとに、電力消費量の分析対象期間である2008年10月から2011年9月までの広島市の気象概要を把握する。

対象住宅の所在地である広島県広島市周辺は、広島県

の南西部にあり、中国山地と四国山地の間に位置している。広島市域の気候は、日本海側気候と瀬戸内海式気候の境界に当たるため、夏は暑く、瀬戸内海特有の現象である風が発生する。また、冬には空気が乾燥して晴天になる日も多い（瀬戸内海式気候）が、冬型の気圧配置が強まると北西の季節風の影響で雨や雪・曇天となる（日本海側気候）日もみられる。降雪量は旧市域（中区、西区、南区、東区）では少なくなる一方、市域北部（安佐北区、安佐南区、佐伯区北部）の山沿いでは比較的多くなる日もみられ、年間を通して日照時間が長く、比較的温暖な気候の特徴を有する地域である²⁻¹⁾。

表 2-3-1 アンケート調査票の内容

第一回属性調査

大分類	小分類
建物特性	面積(建築・延べ床)、階数、竣工年、居住年、24時間換気システム採用の有無、構造、部屋数、電化工事時期、住宅性能など
世帯特性	家族構成、システムによる光熱費確認頻度
各系統情報	各系統内の電化製品設置状況
環境意識と節約行為	自宅の光熱費に対する意識、環境問題への関心、環境問題についての家族との会話頻度、環境に対する取り組み状況、日常生活における節約行為の実行状況など

第二回属性調査

大分類	小分類
世帯特性	家族構成(記入者と家族の続柄) 性別、年齢、職業、昼間在宅者 ●第一回以降の家族人数の増減
建物特性	構造、竣工年、●住宅形態、●改築・増築の有無
電化製品の所有・使用状況	●使用している冷暖房機器・給湯機器・その他家電機器の所有状況、 ●所有台数の増減、●家電機器の使われ方 他
居住者の意識と行動およびその変化	環境問題への関心、 環境問題についての家族との会話頻度、 自宅の光熱費に対する意識、●光熱費削減努力、 ●変革事象における節電意識の高まり、 ●変革事象における節電行動の実践度 他
節約行為	日常生活における節約行為の実行状況

●：第二回属性調査で新たに設けられた設問

第一回モニター調査

大分類	小分類
世帯特性	家族構成、モニター申し込み希望者、申込み動機
システムについて	システム利用者、システム利用頻度、システム利用項目、システム関心項目など

第二回モニター調査

大分類	小分類
利用について	システム利用頻度、頻度変化、変化理由
必要機能・サービス	定期的・継続的利用のための必要機能とサービス
メールマガジン	第1回～第4回メールマガジン実践状況
機能について	金額表示について、利用での判明事項
意識の変化	システム設置前後の「環境(省エネ)」や「光熱費」に対する意識変化
光熱費削減額	光熱費期待削減額、光熱費目標削減額
購入について	システムの購入意思、購入意思理由

広島地方気象台で観測された月平均外気温度を表 2-4-1 に、その年度比較を図 2-4-1 (1) に示す^{注 2-2)}。なお、システムの設置を起点として 2008 年 10 月から翌年 9 月までを「1 年目」、2009 年 10 月から翌年 9 月までを「2 年目」、2010 年 10 月から翌年 9 月までを「3 年目」として表記する。

月平均気温は 3～30℃の範囲で変動しており、2 年目の夏季における気温が他の年度に比べ 2℃程度高く、3 年目の冬季気温が 2℃程度低いことがわかる。これより、2、3 年目に比べて、1 年目は過ごしやすい気候であったといえる。

住宅エネルギー分野の研究では、寒冷地を対象とした例^{2-2)～2-6)}が多くみられることから、その代表都市として「札幌」を、そして、我が国の首都「東京」を選定し、「広島」の月平均外気温度と比較した結果を図 2-4-1 (2) に示す。

東京と広島はほぼ同様の変動状況にあるといえ、両者の差異は 3℃以内に収まっている。ただし、最暑月である 8 月はいずれの年においても広島が東京を上回っていることから、夏場においては広島の方が若干暑くなる。逆に、最寒月である 1 月はいずれも東京が広島を上回る。これより、広島は東京よりも、寒暖差がわずかではあるが大きい都市であるといえる。

一方、札幌は全ての月において他の 2 都市を下回っている。広島と比較するといずれの月も 4℃以上の差異が認められ、冬期に拡大する傾向にある。夏期の月平均値は 25℃を上回ることがないため、広島よりも快適であるといえるが、冬期は零下となる月もあることから、札幌に比べると広島や東京の方が過ごしやすいといえ

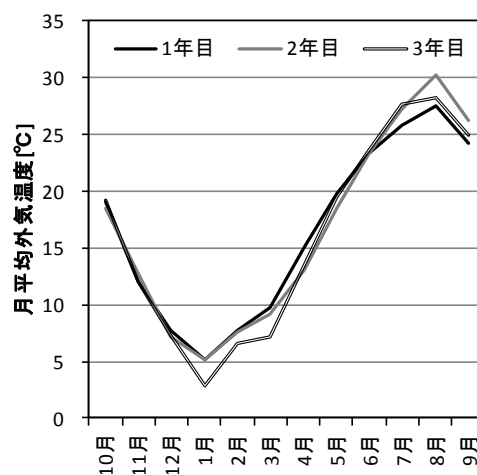


図 2-4-1 (1) 外気温の月変動

表 2-4-1 広島市の月平均外気温度

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	年平均
1年目	19.1	12.0	7.8	5.2	7.8	9.7	15.1	19.8	23.3	25.8	27.5	24.2	16.5
2年目	18.5	12.7	7.2	5.2	7.6	9.1	13.0	18.5	23.3	27.2	30.3	26.2	16.6
3年目	19.2	12.0	7.3	2.9	6.6	7.2	13.4	19.5	23.6	27.6	28.2	24.9	16.1

る。
以上より、外気温をみるなら、広島は国内において温暖な都市である東京に近い気候特性にあることから、関東以南の温暖な地域にある代表的な都市として捉えることができる。

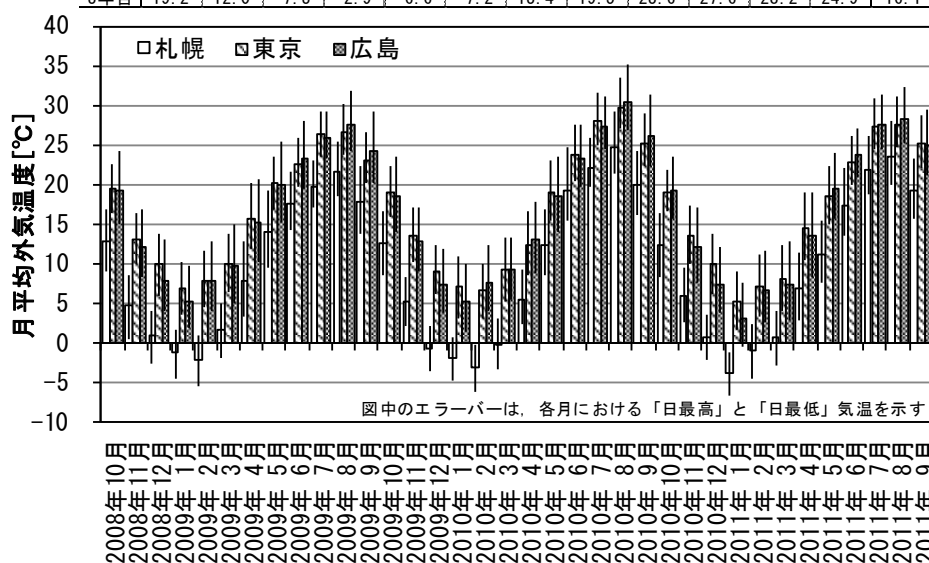


図 2-4-1 (2) 主要都市との比較

【第2章 注釈】

注 2-1) 「CO₂ ヒートポンプ式給湯機」とは、JIS C9220 に規定される家庭用ヒートポンプ給湯機のことである。

注 2-2) 気象庁ホームページで公開されている気象統計情報（過去の気象データ）の月ごとの集計値を示す。

【第2章 参考文献】

- 2-1) 広島市，広島市ホームページ＞事業者＞産業振興＞企業立地＞温暖な気候，
<http://www.city.hiroshima.lg.jp/www/contents/00000000000000/1268130898453/>，2014.2.14 参照
- 2-2) 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，嶋原 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時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
- 2-3) 西村 仁，池田真樹，藤村知春，垂水弘夫：北陸の次世代省エネルギー基準全電化住宅を対象とし
 た温熱環境と暖冷房用エネルギー消費に関する実態調査，日本建築学会環境系論文集，No.582，
 pp.37-44，2004.8
- 2-4) 山岸明浩，赤林伸一，坂口 淳，浅間英樹，石山洋平：用途別エネルギー消費量の実態－新潟地域
 の住宅におけるエネルギー消費に関する調査研究 その 1－，日本建築学会環境系論文集，No.593，
 pp.25-31，2005.7
- 2-5) 石山洋平，赤林伸一，坂口 淳，山岸明浩，浅間英樹：暖冷房機器のエネルギー消費に関する検討
 －新潟地域の住宅におけるエネルギー消費に関する調査研究 その 2－，日本建築学会環境系論文集，
 No.608，pp.75-80，2006.10
- 2-6) 立松宏一，福島 明，鈴木大隆，月館 司，廣田誠一，高倉政寛，池田裕雅：北海道における高断
 熱戸建て住宅の温熱環境とエネルギー消費の実態 熱損失係数が 1.3W/m² K レベルの住宅を主たる
 対象とした調査，日本建築学会環境系論文集，No.679，pp.713-720，2012.9

第3章 調査対象住宅の属性とその変化

- 3. 1 はじめに
- 3. 2 建物特性
- 3. 3 世帯特性
- 3. 4 設備特性
- 3. 5 ライフスタイル
- 3. 6 居住者の意識
- 3. 7 居住者の行動
- 3. 8 変革事象時における意識・行動変化
- 3. 9 経時変化を考慮した項目
- 3. 10 小結

第3章 調査対象住宅の属性とその変化

3. 1 はじめに

本章では「属性調査」と「モニター調査」におけるそれぞれの「第一回調査」と「第二回調査」の計4回に亘るアンケートの回答を集計し、調査対象となる戸建て住宅の属性や、普段の生活において環境に配慮している取り組みや低負荷型ライフスタイルの実行度について把握する。さらに、第二回属性調査から得られた結果から、システム設置から4年間で変化した世帯・設備特性や居住者の意識・行動などについて考察する。特に、調査は2011年3月の東日本大震災を跨いでいるため、震災による節電に対する意識・行動の変化について整理する。これらは、電力消費量の変化に影響を及ぼす要因となるものと考えられる。なお、モニター調査項目をまとめた3.6.1項を除き、属性調査による設問項目の結果による。また、それぞれの調査票で重複する項目のうち、いずれか一方で回答が得られ、経年変化がないことが想定される内容（例えば、建物の竣工年や構造など）については、それらの回答内容の整合性を確認したうえで両調査とも同一の回答であったとみなして集計している。

3. 2 建物特性

調査対象住宅の建物特性を図3-2-1に示す。

「a)居住地域」は、モニター住宅を選定する際に『広島市西区』を中心に選定作業を進め、後に『広島市東区』を追加したため、『広島市西区』が74件で最も多く、次いで『広島市東区』が22件、『広島市安佐南区』と『廿日市市』がそれぞれ1件である。

「b)電化住宅になった時期」については、1件を除き、『新築時』からである。

「c)竣工年」では、『2003年』から『2007年』のそれぞれの年が占める割合が同程度となっており、これらで全体の9割以上を占める。

「d)構造」は『木造』が66件と最も多く、7割超を占めており、次に『(軽量)鉄骨造』が21件で、『RC造』と『その他(木造とRC造を組み合わせた複合建築構造)』はそれぞれ2件と1件である。

「e)階数」は『2F』が約9割と大半であることから、本研究においても、戸建て住宅としては一般的な2階建て住宅が多いといえる。

「f)延べ床面積」は『120～139 m²』が最も多く、『100～119 m²』までを含めると全体の6割を占める。全体の平均値は127.6 m²であり、中国地方における2006年のストック戸建て住宅の統計値136.7 m²³⁻¹⁾に比べて10 m²弱小さいが、これは本研究の調査対象住宅が広島市中心部に比較的近い場所に立地しているためであると思われる。

「g)部屋数^{注3-1)}」は『5部屋』が半数を占める一方、『2部屋』と少ないものから、『9部屋』と非常に多いものまでもが混在している。図には示していないが、第一回調査以降に、8畳の部屋を増築した住宅が1件みられた。

「h)二世帯住宅」では、全体の1割程度が該当し、「i)店舗・事務所併設住宅」も2件みられた。

「j)省エネルギー対策等級^{注3-2)}」はサンプル数が非常に少ないものの、得られた回答から考察すると、『2級』から『4級』までの幅広い回答が同程度の割合となる一方で、『1級』とする回答はみられない。温暖な気候である広島市域においても、次世代省エネルギー基準相当の断

熱性能を満足する『4級』の住宅が一定数含まれていることがわかる。

また、図示しないが、対象住宅に使用されているガラスの種類は、ほぼ全世帯で『ペアガラス』が設置されており、『単層ガラス』『その他』と回答した世帯も1件ずつみられた。

以上より、本研究の調査対象住宅は、2001年以降に建てられた比較的新しい2階建ての一般的な木造住宅が多い一方、延べ床面積や部屋数、住宅形態などから、店舗や事務所を併設した比較的規模が大きな戸建て住宅も若干含まれている。また、竣工年や使用されているガラスの種類などを総合的に考慮すると、多くの調査対象住宅は、既存のストック住宅に比べてシェルターとしての機能である断熱性能が比較的高いものと思われる。

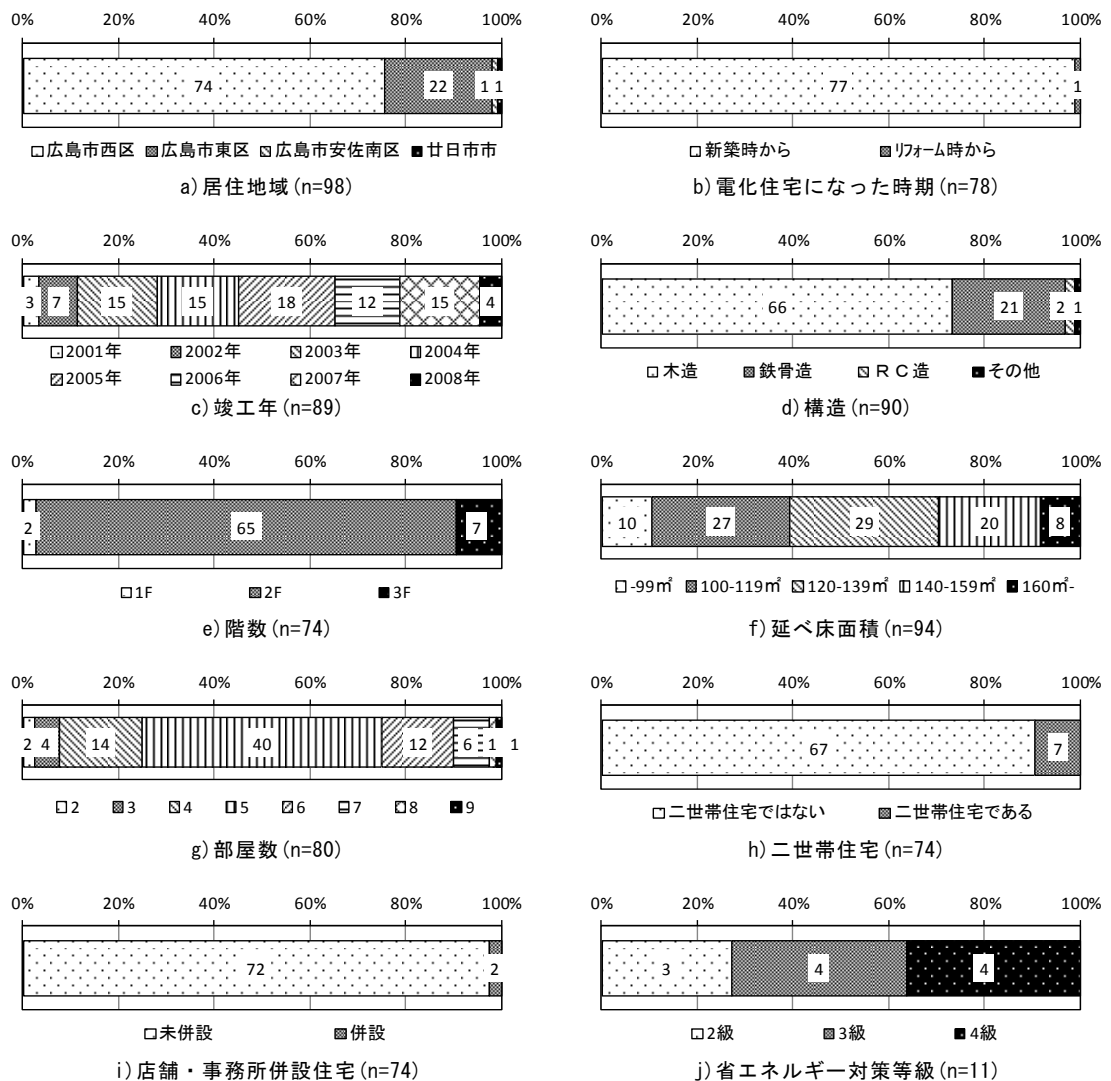


図 3-2-1 建物特性の回答構成割合

3. 3 世帯特性

対象世帯の主たる属性について第一回と第二回の属性調査結果の回答構成割合の比較を図 3-3-1 に、その記述統計量を表 3-3-1 にそれぞれ示す。なお、アンケートの記入漏れなどによ

って、各項目のサンプル数に違いがみられる。また、「c)性別」「d)年齢」「h)職業」は、全世帯の構成人員による集計結果であり、「f)成人人数」「g)子供人数」は家族構成と「d)年齢」から、「i)給与所得者人数」「j)就学者人数」は「h)職業」から整理した値である^{注3-3)}。

「a)世帯人数」については、第一回と第二回のいずれも『4人』が最も多く、4人以上の構成割合にはほとんど変化がみられないのに対し、第二回では『3人』が減少し、『2人』が増加している。「b)世帯人数の増減」をみると、8割弱の世帯は変わらないものの、2割弱の世帯は減少し、増加している世帯も若干みられる。世帯人数が減少した世帯は世帯主夫婦の子供が進学や就職によって独立したことが主な理由であり、増加した世帯は出産によるものであった。これにより、平均世帯人数は、第一回の3.63人に対し、第二回は3.51人と微減となった。なお、2007年の中国地方における統計値³⁻²⁾は2.48人と、調査対象住宅の世帯人数が1人程度多くなっている。

「c)性別」では、いずれの時点においても男女ほぼ同数となっている。

「d)年齢」は、第一回では『6～19歳』と30歳代、40歳代の割合が多いが、第二回では4年経過したことから『6～19歳』と40歳代で全体の6割以上を占める。また、50歳以上も多くなる一方で、世帯主である30歳代と未就学者である『6歳未満』の割合が半減している。第一回における全世帯の平均年齢は28.1歳であったが、第二回では32.7歳と、経過した年月以上に平均年齢が上昇しているが、これは前述のとおり、若年者の独立が影響しているものと思われる。

「e)世帯主年齢」は、第一回では『39歳以下』が4割近くにのぼり、44歳以下まで含めると、7割超を占める。しかしながら、第二回では40歳代が半数以上を占め、『55歳以上』の割合も1.5倍に増加している。

学生を除く「f)成人人数」は、いずれの時点でも『2人』が9割を占める一方、経年とともに人数の減少が若干認められる。

世帯主の「g)子供人数」では、2人以上が6割程度を占め、その構成割合に変化はあまりないが、第一回ではほぼ同数であった『0人』と『1人』が、第二回では前者が若干増え、後者が減っている。

「h)職業」も上記の結果と対応した傾向が現れており、主に世帯主である『給与所得者・自営業』と、その妻である『主婦（職あり、パート含む）』『主婦（職なし）』で5割超、その子供と考えられる『学生』と未就学者を含む『その他』で4割超を占め、残りが主に高齢者が該当する『無職』となっている。ただし、第一回と第二回を比較するなら、前者では『その他』に含まれていた未就学者が小学校へ進学することで、後者における『学生』の割合が大きく増加している。

世帯あたりの「i)給与所得者人数」は、『1人』が7割近くを占め、その多くが世帯主である。夫婦共働きである『2人』も2割にのぼる一方、高齢者世帯が少ないことから『0人』は1割程度にとどまる。表示していないが、65歳以上の高齢者が含まれる世帯の割合は約8%であり、平成17年度における広島県全体の集計値である35%³⁻³⁾と比較してかなり低い。

「j)就学者人数」では、第二回が第一回と比較して全体的に増加傾向にあるが、これは上述のとおり4年間で未就学者が小学校へ入学したことによるものと推測される。

前述の世帯人数、世帯主年齢と併せてみるなら、40歳代の夫婦と子供1～2人の家族構成が主であり、二世帯住宅や高齢者世帯が比較的少ないことが調査対象住宅の特徴といえる。前節

で述べたように、古くても10年以内に建てられた住宅であることから、新築一戸建て住宅を有する世帯の代表的な家族構成と考えられる。

表 3-3-1 世帯特性の基本統計量

項 目	第一回属性調査			第二回属性調査		
	平均値	標準偏差	度数	平均値	標準偏差	度数
世帯人数	3.633	1.049	98	3.514	1.151	72
年齢	28.119	20.167	285	32.709	20.687	265
世帯主年齢	43.885	11.323	78	48.836	11.405	73
成人人数	2.091	0.360	88	2.056	0.371	72
子供人数	1.591	1.002	88	1.528	1.061	72
給与所得者人数	1.148	0.617	88	1.125	0.604	72
就学者人数	1.000	0.947	88	1.278	0.996	72

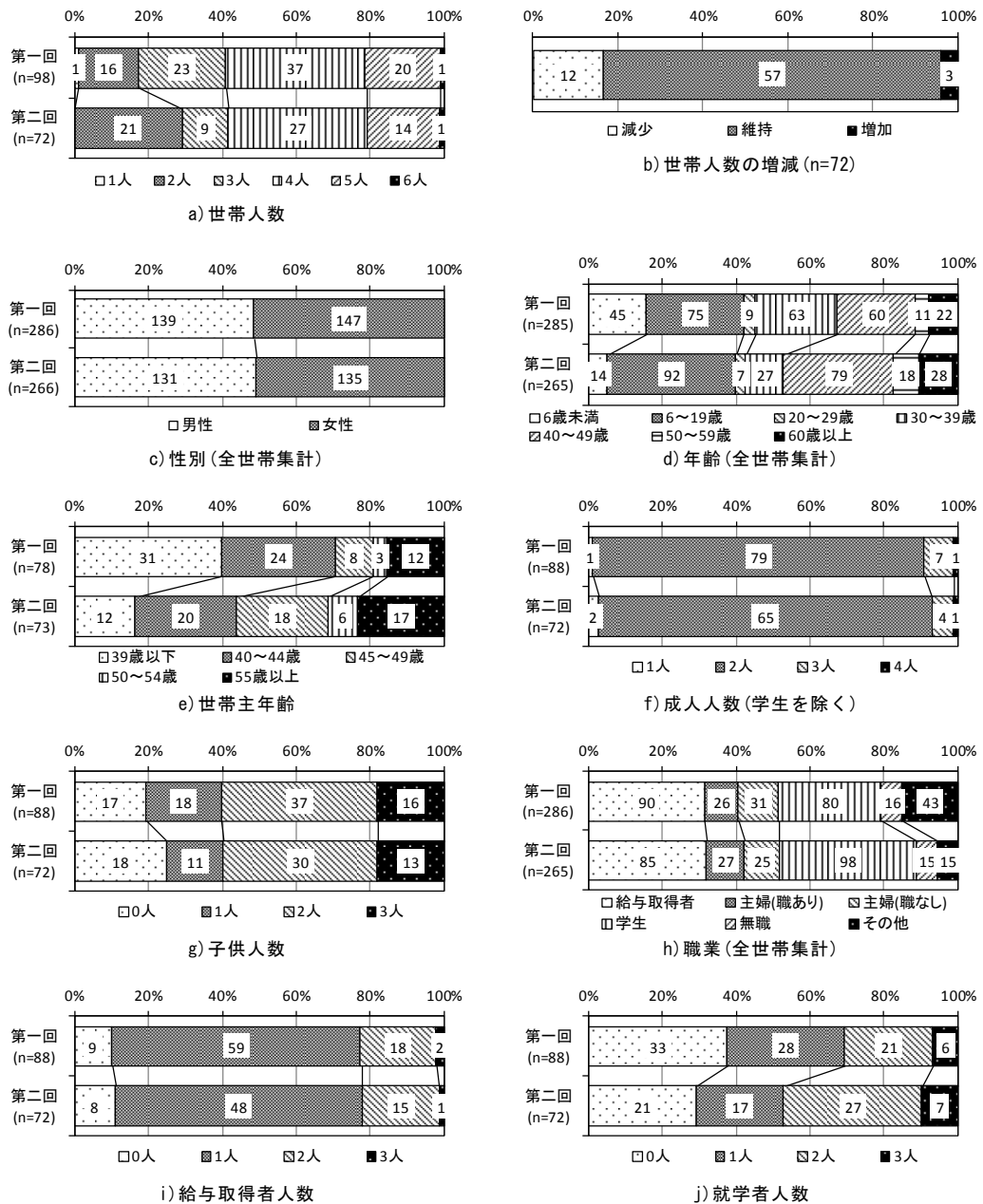


図 3-3-1 世帯特性の回答構成割合

3. 4 設備特性

3. 4. 1 機器設置状況

調査対象住宅の設備特性を図 3-4-1 に示す。

「a)24 時間換気システム」を導入している住宅が 7 割を占めており、「b)稼動時間」については『24 時間』が最も多く 7 割を超える。これは、2003 年 7 月 1 日に内装仕上げ・家具等からのホルムアルデヒド発生によるシックハウス対策として、建築基準法が改正され、居室を有する全ての建築物に機械換気設備の設置が原則義務付けられたことが影響していると考えられる。

「c)給湯機種別」は『電気温水器』と『CO₂HP 給湯機』に二分され、それぞれの世帯数は 65 件、33 件と、比較的新しい設備である後者も普及していることがわかる。また、図示していないが、自宅で給湯されている場所（温水の出る蛇口またはシャワーがある場所）については、『浴室』『洗面所』『台所』には全ての住宅で給湯されているのに対し、『洗濯機置き場』『その他』ではそれぞれ 7 件、2 件にとどまる。給湯機の温水の使用用途については、『給湯のみ』に使用している住宅が 97%を占め、床暖房にも供給している住宅、いわゆる「温水床暖房システム」を導入している住宅は 2 件となっている。

「d)全館空調システム^{注 3-4)}」は 5 件が、「e)蓄熱設備^{注 3-5)}」は 10 件がそれぞれ導入している。

「f)エアコン使用台数」は世帯によって幅があり、「全館空調システム」を導入している世帯では『0 台』である一方、6 台以上と各部屋に設置し使用している世帯も 1 割弱みられる。

g)のエアコン以外で使用している暖房機器（電気ファンヒーター、電気ストーブ、電気こたつ、電気カーペットで、ここでは「その他暖房機器」と称する）の台数では、『1 台』が最も多く、全体の 3 割程度を占める一方、全く使用していない世帯も 2 割強含まれる。図示していないが、上記 4 種類の暖房機器の他に『オイルヒーター』を使用している世帯が 4 件みられた。

「h)その他暖房機器の所有率」では、『電気カーペット』と『電気こたつ』が半数程度の世帯で所有されているものの、他の 2 種の使用世帯は 3 割にも満たず、暖房はエアコンを主体としている傾向がうかがえる。i)のエアコンとその他暖房機器の併用については、『併用している』と回答した世帯が 6 割近くにのぼる。

「j)家電機器使用台数の推移^{注 3-6)}」をみると、この 4 年間で使用台数が若干ではあるが増加傾向にあるといえる。これは、年月の経過に伴い、保有される家電の種類が増加したことや子供の成長によって、使用される家電機器が増えたことが一因として考えられる。

「k)使用されている家電機器の所有率」では、冷蔵庫、IH クッキングヒーター、洗濯機類（洗濯機、洗濯乾燥機のいずれか）は全世帯で、電子レンジ・オーブンレンジ、テレビもほぼ全世帯で所有されている。

l)の冷蔵庫と m)の洗濯機の買い替えについては、いずれも 3 割強の世帯が買い替えており、これら機器の電力消費量については買い替えを機に変化していることが予想される。

以上より、各世帯で使用されている設備機器は多岐にわたっており、特に冷暖房に関しては、「全館空調システム」や冬季には深夜電力を活用できる「温水床暖房システム」・「蓄熱設備」などの大出力機器を導入している住宅が温暖な気候である広島地域においても一定数あることが確認できる。

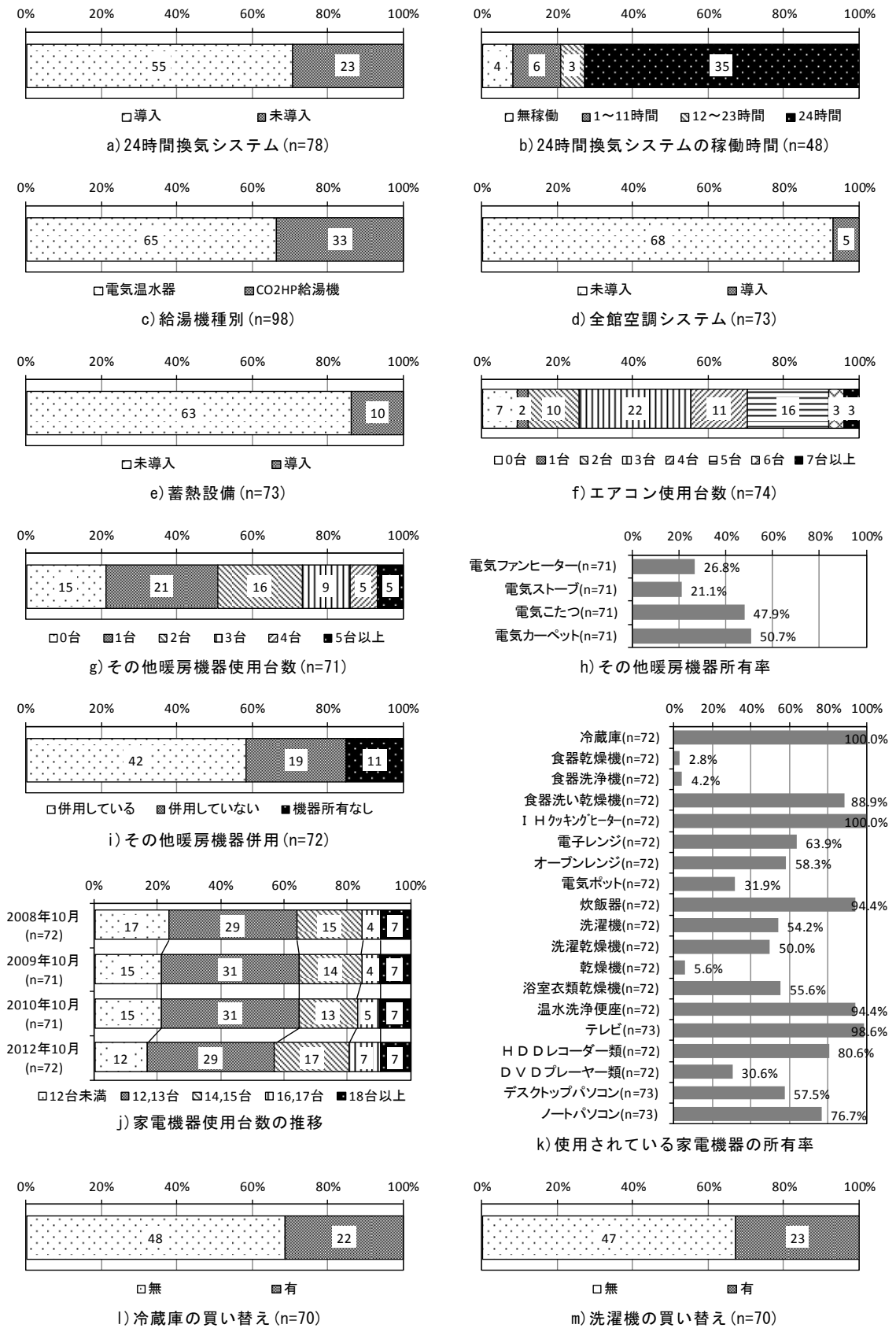


図 3-4-1 設備機器の設置状況

3. 4. 2 定格消費電力

測定対象となる各系統に接続されている家電機器について詳細に把握するため、第一回属性調査では系統ごとに主要な家電機器とその定格消費電力を、最大3台まで（いずれの系統にも含まれておらず、かつ、使用頻度の高い家電機器については「その他系統」として6台まで）の記入を依頼している。本項では、アンケート調査に回答のあった世帯の結果に基づいて、対象世帯が所有する主要家電機器の定格消費電力について概括する。

いずれの系統に接続されているかを問わず、アンケートで回答が得られた主要家電機器（所有数が10以上の家電機器）の定格消費電力を図3-4-2に、その記述統計量を表3-4-2に示す。なお、グラフの凡例にある『〇～〇kW』は、『〇kW以上〇kW未満』を意味する。

「a)電気温水器」の定格消費電力は、『5～6kW』が最多である。これより、3～6人世帯用の容量460～500Lの機器が多いと考えられる。また、4.4kW未満の回答が得られなかったため、1～3人世帯用の容量300L以下の機器が設置されている世帯は少ないと考えられる。「b)CO₂HP給湯機」は、『4.5～6.1kW』が最も多いが、これらの世帯については、カタログ値によると機器の加熱能力である4.5～6.0kWに該当するため、定格消費電力ではなく、誤って加熱能力を回答した居住者によるものと考えられる。なお、これらの定格消費電力（カタログ値）は主に0.9～2.0kWの機器が主であることから、『1.3kW未満』『1.3～1.5kW』と回答した他の世帯とほぼ整合性がとれている。以上のように、『電気温水器』と『CO₂HP給湯機』で値が大きく異なっている。各メーカーのカタログ値によれば、電気温水器のヒータ用の定格消費電力がタンク容量370Lの場合4.4kW、460Lの場合5.4kW程度となる。一方、CO₂HP給湯機の間接加熱においては、前者の場合1kW前後の定格消費電力で4.5kW、後者の場合1.3kW超の定格消費電力で6.0kW程度の定格加熱能力となり、加熱能力でみるなら、両機器はほぼ同程度となっている。

「c)エアコン（冷房）」の定格消費電力は『2～3kW』が最も多く4割近くにのぼる一方、『1kW未満』の小容量の機器や、4kW以上の比較的大容量のものが、それぞれ2割程度を占めている。

「d)エアコン（暖房）」の定格消費電力はc)同様、容量に大きな差異がみられるものの、『2～3kW』は1割強と少ない。エアコンについては、b)と同様に、居住者が誤って加熱能力を記入したものが含まれているものと推測される。

「e)電気ストーブ」は、『0.5～1.0kW』の機器が最も多く、平均値は804Wである。

「f)電気カーペット」は、『0.6～0.7kW』の機器が最も多く、平均値は657Wである。

「g)冷蔵庫」は、『150W未満』が最も多く、『150～300W』を含めると全体の約8割近くを占め、世帯の平均値は189Wである。

「h)IHクッキングヒーター」は、『4.0～5.0kW』が最多で過半数を占める。回答の内訳をみると、4.8kWが22件、次いで5.8kWが12件であった。市販されている3口タイプの機器は、定格消費電力が主として5.8kWであるが、4.8kWへの切り替えができる機種もあるため、いずれかを選択している世帯が多いと考えられる。

「i)電子レンジ・オープンレンジ」は、『1.4kW以上』が最も多く、1kW以上のものまでを含めると全体の7割を超える。これより、容量20～30Lの1.40～1.45kW程度の中大型の機器が多いといえるが、1.0kW未満の小型の機器を設置している世帯も若干存在する。

「j)食器洗い乾燥機」は、『0.90～0.95kW』が多く設置されており、平均値は913Wである。平均値に比べ、標準偏差が非常に小さいことから、設置されている機器間にさほど差異はないものと考えられる。一般的に、卓上式では出力1.1～1.2kW、ビルトイン式では出力0.85～

0.95kWが多いため、後者の機器を設置している世帯が多いものと推察される。

「k)洗濯乾燥機（前項における「洗濯機」もしくは「洗濯乾燥機」を指す）」は、『600W以上』が多く、中には1,000W以上の機器もみられるが、500W未満の機器が過半数を占める。これは洗濯機能のみの機器では定格消費電力が300～500W程度であるのに対し、乾燥機能付の機器は1000～1400W程度であるため、これらのいずれかに二分されたものと考えられる。

「l)浴室衣類乾燥機」は、『1.40kW以上』が多く、2kW以上の大型機器を導入している世帯も一定程度みられる。

「m)温水洗浄便座」は、平均値が358Wである。一般的に貯湯式の機器が400～500W、瞬間式が1,100～1,300W程度であることから、対象世帯では前者がほとんどを占めることがわかる。

「n)テレビ」は、『200W未満』の機器が最も多く設置されており、『200～300W』を含めると、全体の8割近くにのぼる。

「o)DVDレコーダー」は、『30～50W』が最も多い。平均値は45Wであり、他の家電機器と比較して最も低消費電力の機器であるといえる。

「p)パソコン」は、『200W以上』が最も多く、次いで『50W未満』『100～150W』が続く。平均値は189Wであるが、標準偏差が平均値以上となっていることから、機器間に大きな差異があるといえる。これはデスクトップパソコンとノートパソコンを合わせて集計していることによるものと思われる。

表 3-4-2 記述統計量

	平均値	標準偏差	最小値	最大値	サンプル数
a) 電気温水器	5,392.308	592.907	4,400	6,500	26
b) CO ₂ HP給湯機	2,489.167	1,743.158	915	6,000	18
c) エアコン[冷房]	2,487.556	1,688.361	355	6,800	90
d) エアコン[暖房]	2,982.290	2,121.505	430	7,500	93
e) 電気ストーブ	803.636	312.675	100	1,100	11
f) 電気カーペット	656.667	120.479	500	900	12
g) 冷蔵庫	189.486	85.618	100	392	35
h) IHクッキングヒーター	4,837.500	1,090.575	2,000	7,400	46
i) 電子レンジ・オープンレンジ	1,201.633	356.647	500	2,630	49
j) 食器洗い乾燥機	913.143	100.485	425	1,000	35
k) 洗濯乾燥機	604.389	389.107	100	1,470	36
l) 浴室衣類乾燥機	1,948.474	1,394.398	100	6,700	19
m) 温水洗浄便座	357.800	231.412	50	645	10
n) テレビ	218.063	113.450	52	598	63
o) DVDレコーダー	45.000	24.552	14	100	19
p) パソコン	188.733	202.199	17	900	30

サンプル数を除いて単位は[W]

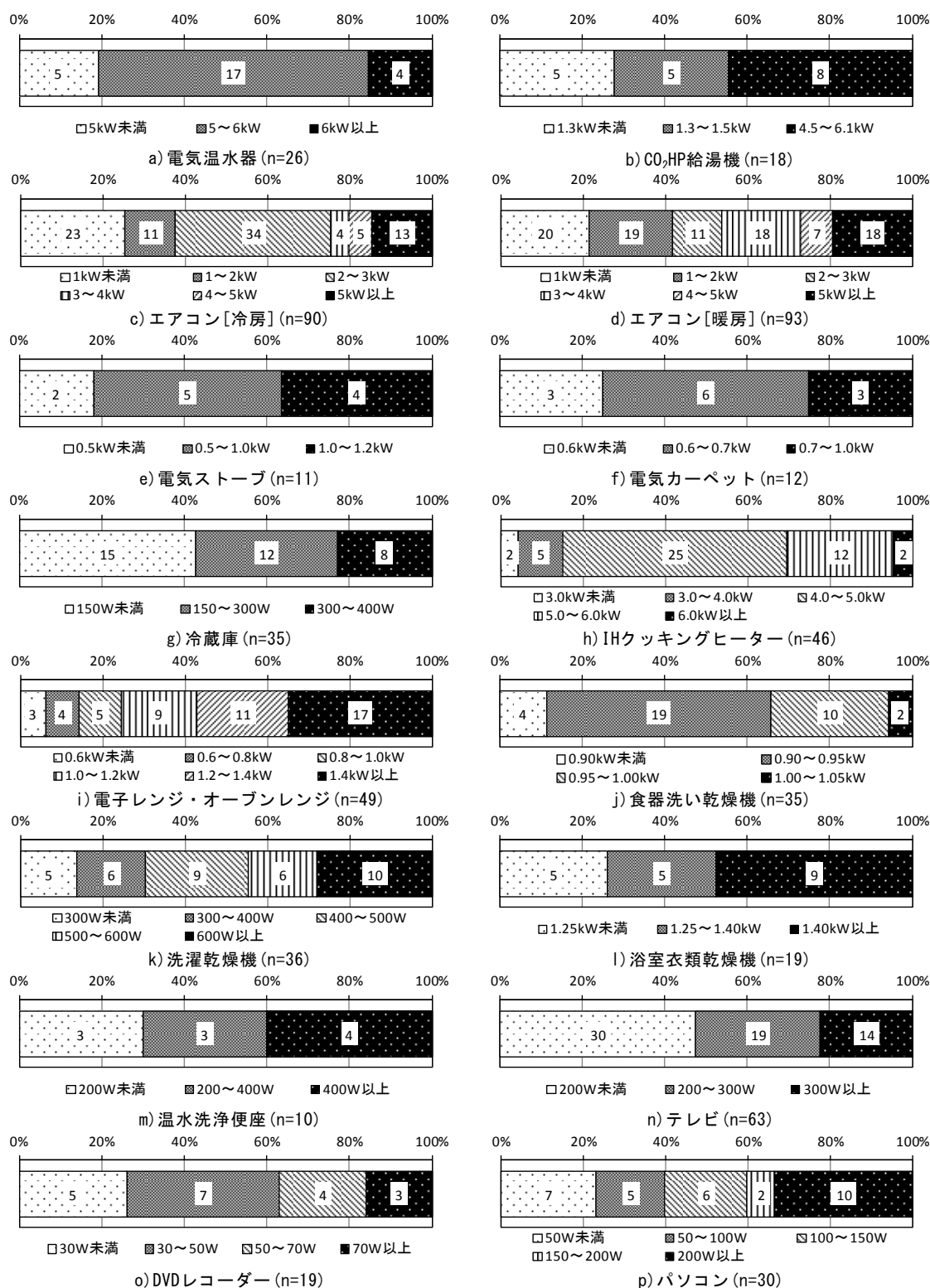


図 3-4-2 家電機器の定格消費電力

3. 4. 3 リビングエアコンの特性

本項では、第二回属性調査で得られたリビングエアコンに関する項目の集計結果について示す。「リビングの広さ」「エアコンの型番」「冷房・暖房定格消費電力」「リビングエアコンとその他暖房機器の併用」の4項目について尋ねたが、型番が得られた世帯については、カタログ・取扱説明書等の情報から、第一回属性調査における「冷房・暖房定格消費電力」の未回答データの補完を行うと同時に、その他の情報（「発売年」「冷暖房能力」「定格 COP」）についても整理した。その結果を図 3-4-3 に示す。

a)と b)の「リビングの広さ」では、前者では『15～20 帖』が、後者では『25～30 m²』が最も多く、25 m²以上が全体の 6 割強を占める。

「c)エアコンの発売年^{注 3-7)}」では、『2001～2002 年』『2003～2004 年』『2005～2006 年』がいずれも 9 件と多く、ほとんどの世帯が 2000 年以降に発売された、比較的新しいエアコンを設置していることがわかる。対象住宅は 2001 年以降に竣工した比較的新しい建物が多いことから、住宅の竣工と同時期にエアコンを購入している世帯が多いものと推察される。

「d)暖房能力」では、『6kW』と『6.3kW』が若干多いものの、世帯によって設置しているエアコンの能力は様々である。これに対して、「e)冷房能力」では、6 割以上の世帯が『4kW』『5kW』のエアコンを設置している。

「f)暖房定格消費電力」では、『1.4～1.6kW』『1.6～1.8kW』が多く、両方で全体の 5 割程度を占める。これに対して、「g)冷房定格消費電力」では、世帯でかなりの違いがみられ、小さいものでは 0.43kW から、大きいものでは 2.3kW と幅広く値が分布している。

「h) 暖房時定格 COP」では、5.0 以上の高性能のエアコンが全体の 2 割程度みられるが、『3.5～4.0』の比較的值の小さいものも 4 割弱と多い。「i)冷房時定格 COP」でも、一部に高性能なエアコンもみられるものの、3.5 以下が過半数を占める。2007 年におけるエアコンのストック効率（全国推計値）³⁻⁴⁾をみると、暖房 COP が 4.26、冷房 COP が 3.85 とあり、前述した最も多くを占めるカテゴリーの値と比較すると、本研究における調査対象住宅の方が若干低いものの、平均値でみるなら、概ね対応しているといえる。

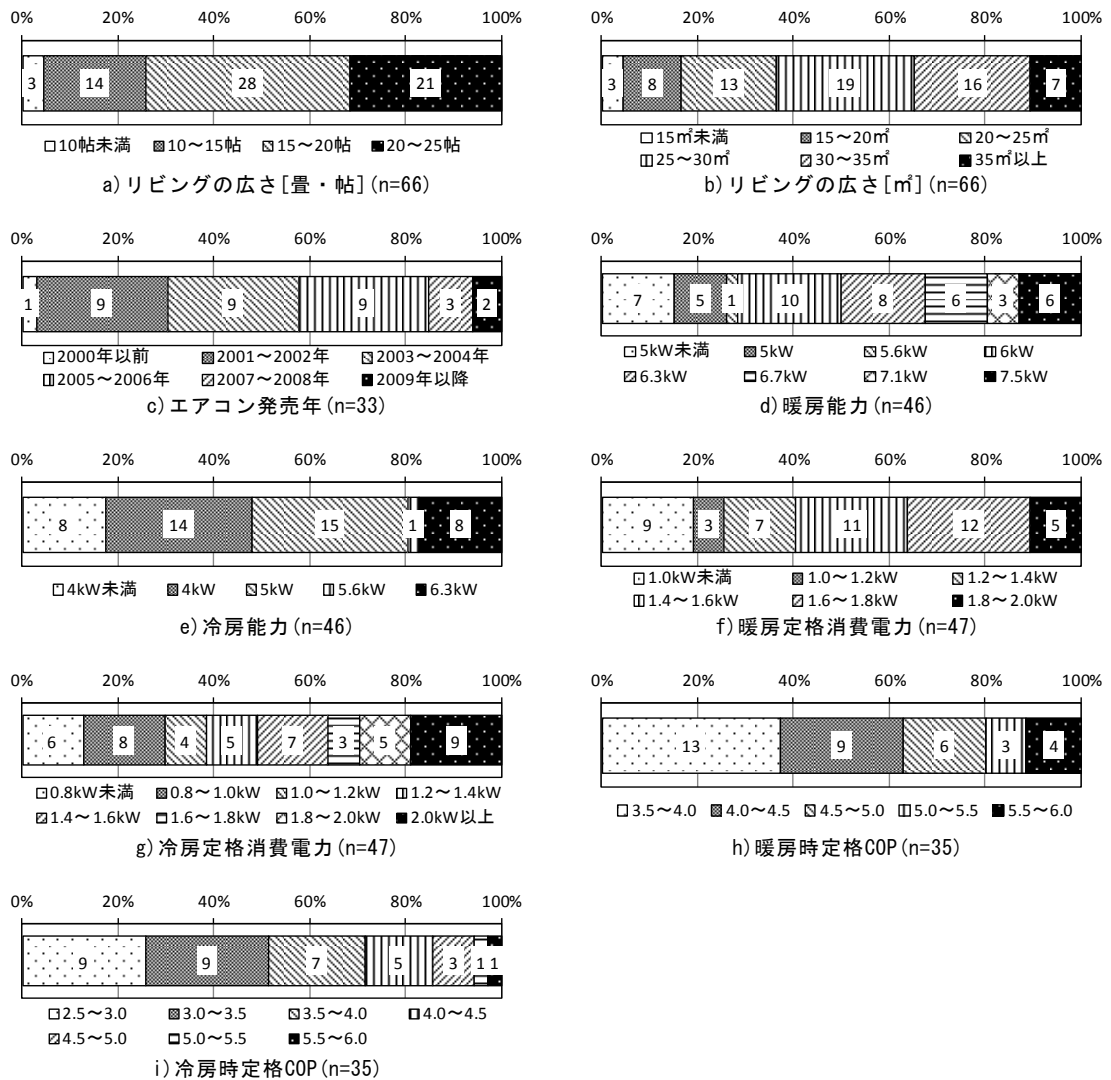


図 3-4-3 リビングエアコンの特性

3. 5 ライフスタイル

第二回属性調査で尋ねた居住者のライフスタイルや家電機器の使い方について図 3-5-1 に示す。

「a)夏期湯張り回数^{注 3-8)}」は、約半数が『7 回／週以上』と毎日湯を張っている世帯がある一方、3 割弱は『ほとんど張らない』と回答しており、世帯によって入浴形態に大きな差異があるといえる。しかしながら、「b)冬期湯張り回数^{注 3-8)}」では、8 割近くが『7 回／週以上』と回答しており、『5～6 回／週』までを含めると、9 割の世帯がほぼ毎日湯を張っている。これらより、季節によって入浴形態が変化する世帯とそうではない世帯が混在しており、使用湯量もしくは給湯電力消費量が両者で大きく異なることが予想される。

「c)入浴時間帯」は、『20:00～23:00』が過半数を占め、『17:00～20:00』を含めると 8 割にのぼるため、夕食時間帯以降に入浴する世帯が多いものと思われる。その一方で、深夜や早朝に入浴する世帯もわずかながらみられる。

d)で食器洗い乾燥機は、8 割以上の世帯が乾燥機能を使用しており、e)の電子レンジでは 6 割超がオーブン機能を併用している。

「f)洗濯乾燥機の使用頻度」は 7 割以上が『7 回／週以上』と毎日稼働させているものの、g)に着目すると、乾燥機能を使用している世帯は全体の 2 割程度にとどまる。乾燥機能がない洗濯機を使用している世帯が 3 割以上含まれ、『使用していない』世帯を含めると 8 割にのぼる。

「h)LED の使用」をみると、家全体の照明を LED に変更した世帯はなく、『一部』に使用していると回答した世帯も半数に満たなかったことから、未だ普及過渡期であると思われる。

「i)各種家電機器の主な使用時間帯」についてみると、『食器洗い乾燥機』は夜間・深夜帯の稼働が高く、朝においても若干みられる。『IH クッキングヒーター』と『電子レンジ（前節で示した「オーブンレンジ」が含まれている）』はほぼ同様の傾向にあり、朝と夕方に稼働が高くなっている。『洗濯乾燥機』は夜間と朝の稼働が高く、就寝中に該当する深夜帯と早朝においても一定の稼働がみられる。なお、『浴室衣類乾燥機』は全体的に選択数が少ないが、これは、設置世帯が少ないことに加え、使用していない世帯も多いことによる。選択数の少ないことを除けば、『浴室衣類乾燥機』は『食器洗い乾燥機』とほぼ同様の傾向を示す。主として調理時間帯に使用する『IH クッキングヒーター』や『電子レンジ』はその都度稼働させ、『食器洗い乾燥機』や『洗濯乾燥機』など、タイマー予約で電源を入れることができる家電機器については、深夜電力を活用できる時間帯に稼働させていることがわかる。

以上より、世帯によってライフスタイルに大きな違いがあり、電力を消費する機器の使い方によっても電力消費量の多寡に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

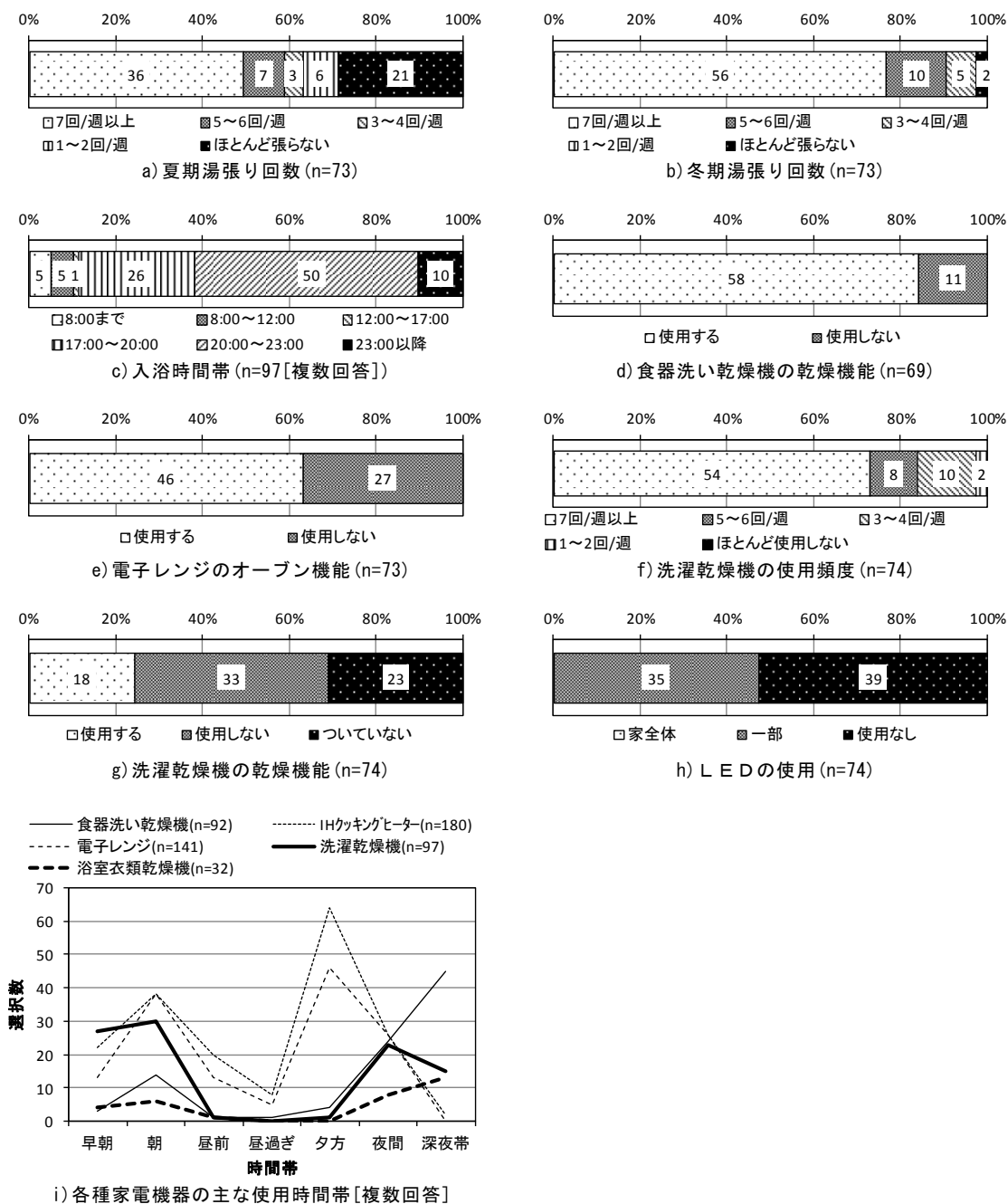


図 3-5-1 居住者のライフスタイルと機器の使われ方

3. 6 居住者の意識

3. 6. 1 システムに対する意識

モニター調査票による光熱費管理支援システムについての意識に関する主な集計結果を図3-6-1に示す。なお、a)～c)が第一回、d)～j)が第二回モニター調査での設問項目である。

「a)モニター申込み動機」は、『光熱費を削減したかった』と『電気料金を詳細に把握・管理したかった』でほぼ全てを占めていることから、自宅で消費している電力消費量について認識した上で、その結果を光熱費の削減に活かしたいと考える世帯がモニターに申込みしたのと考えられる。

第一回時の「b)システム利用頻度^{注3-9)}」は、『1～2週間に1回程度』が最も多く、半数近くを占める。また、月に2回以上利用している世帯は全体の7割を超えていることから、上述の動機と併せて考えるならば、システムを活用することで自宅の光熱費を把握し、使用量の削減に努めようとする姿勢が多く在世帯でうかがえる。

c)のシステムの機能としてホームページで確認することができる項目の中で最も関心のあるものについては、『今日の電気料金』『今月の電気料金』の回答が多く、それぞれ5割、3割を超えている。その一方で、電気料金の予測値や実際に消費されている『電力使用量』、また『CO₂排出量』については関心が低く、これら3項目を合わせても1割程度にとどまる。これより、居住者は環境に関する項目である電力消費量やCO₂排出量よりも、家計に直結する光熱費への関心が高いものと推察される。

第二回時の「d)システム利用頻度^{注3-9)}」では、第一回時と同様、『1～2週間に1回程度』が最も多いものの、第一回と比較してわずかながら利用頻度の低下がうかがえる。これは「e)利用頻度の変化」で『減少した』と回答した世帯が3割を超えていることから明らかであり、設置直後は見慣れぬシステムに対する興味本位から利用頻度が高かった世帯が、時間の経過に伴い慣れてしまい、関心が薄れたことによるものと思われる。

システム設置による「f)環境（省エネ）に対する意識変化」では、『環境（省エネ）を意識するようになった』と回答した世帯が過半数を占め、次いで『環境（省エネ）を意識し、生活に変化があった』が3割程度となっている。

「g)光熱費に対する意識変化」では、f)と同様、『光熱費を意識するようになった』『光熱費を意識し、生活に変化があった』の順で回答割合が高いが、f)と比較すると、わずかではあるが、g)のほうが意識もしくは行動（生活）にまで変化があったとする世帯の割合が高い。この傾向は、c)で示した光熱費に対する関心の高さに対応がとれているが、f)の結果からも、多くの世帯では光熱費のみならず、環境や省エネに対する関心もシステムの設置によって向上したのと考えられる。

システム設置による「h)光熱費削減期待金額」は、『500円/月～999円/月』と『100円/月～499円/月』で約6割を占める。また、「i)光熱費削減目標金額」では、『500円/月～999円/月』と『1000円/月～1999円/月』で約6割を占める。これより、期待金額より目標金額の方が高く、現実的に期待される削減金額は目標とする金額までには至らないだろうと思われるものと推測される。

「j)システム購入意思」は、『購入する』が7割近くにのぼり、自分が購入してもよいと考える金額でシステムが発売された場合、購入を希望する世帯の方が多い。

以上のことから、システム設置後、多くの世帯において定期的に利用していることが確認できたが、時間の経過に伴い利用頻度の低下がみられた。また、多くの居住者は、光熱費削減のためにシステムを導入しているが、システムの設置は光熱費のみならず、環境（省エネ）に対する意識や行動にも影響を及ぼし、変化したことが確認できた。

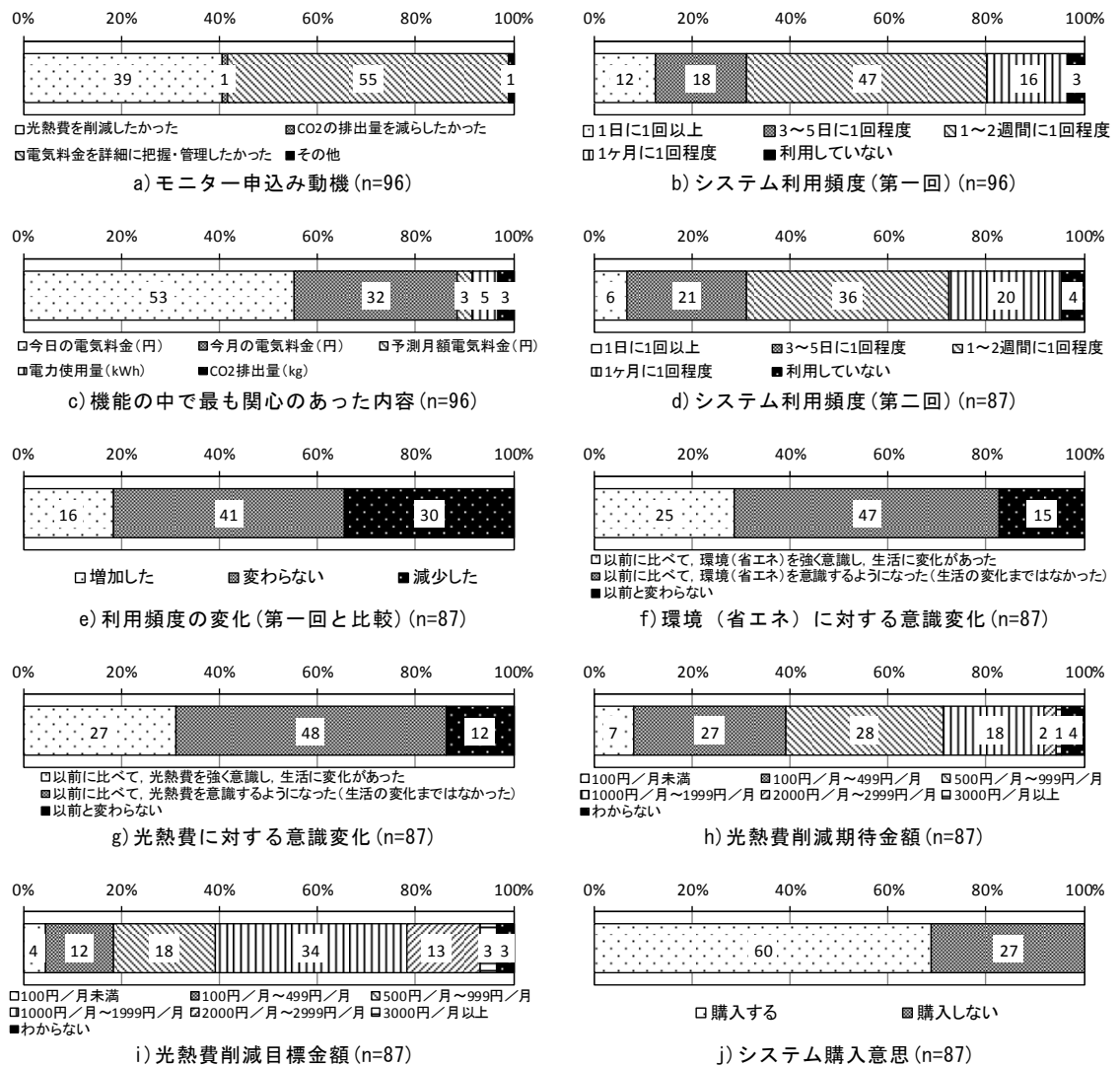


図 3-6-1 システムに対する意識

3. 6. 2 環境・光熱費に対する意識

環境や光熱費に対する意識の回答構成割合を図 3-6-2 に示す。なお、a)～c)は第一回と第二回の両方で尋ねているため、両者を比較する形で示す。d)は第二回のみ設問項目である。

地球温暖化などの「a)環境問題への関心」の有無については、『やや関心がある』までを含む何らかの関心を持っている回答がほとんどである。これは、「b)環境問題についての家族間の会話」についても同様で、話をする側の回答が多数を占めることから、居住者の環境問題に対する意識の高さがうかがえる。これは、前項で示したように、モニターに応募する理由として、自宅で消費している電力消費量について知り、今後省エネに活かしたいと考える居住者が多いことから、環境問題に対する意識の高い世帯が対象となっているためと考えられる。しかしながら、a)と b)のいずれにおいても第二回は第一回と比較して低い側に移行していることがわかる。第一回はシステム設置直後に調査を実施したこともあり、居住者の環境意識が高まっていたものと考えられる。

c)の自宅における「普段の光熱費の感覚」では、第一回では『多い』『やや多い』と回答する世帯が 43%を占める一方、『やや少ない』『少ない』と回答する世帯は 17%にとどまっており、自宅の電力消費量を多消費と考えている世帯が比較的多いといえる。しかしながら、第二回では『普通・変わらない』と中庸の回答をする世帯が半数以上を占めており、第一回と比較して 1 割程度増加している。

「d)光熱費削減への努力」では、程度の違いこそあるが、ほとんどの世帯が努めていると回答している。以上より、環境に対する意識は第一回と比較して低下傾向にあるものの、光熱費を抑えるため、多くの世帯では何らかの努力をしているものと思われる。

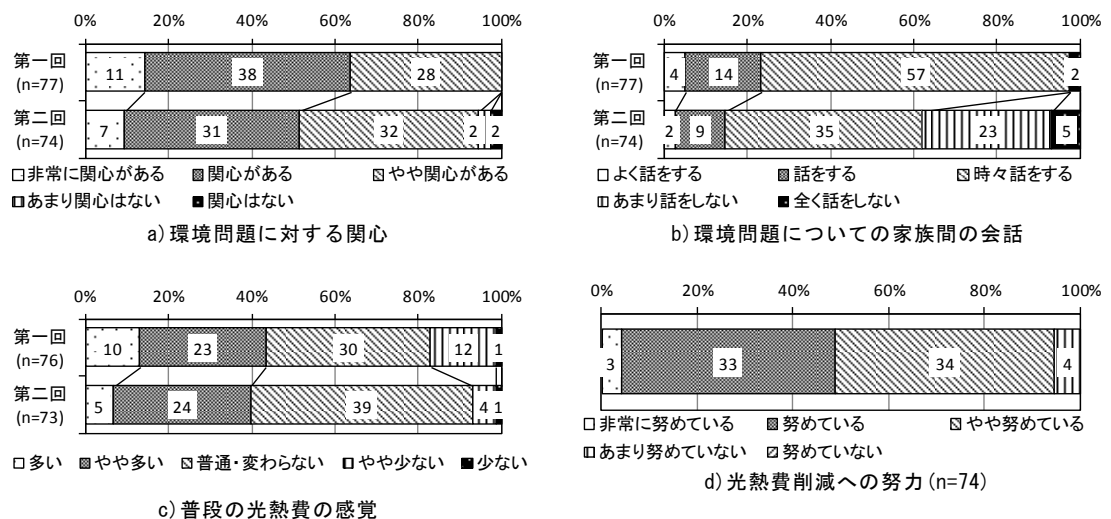


図 3-6-2 環境・光熱費に対する意識

3. 7 居住者の行動

3. 7. 1 環境に対する取り組み

日常生活における環境問題に対する取り組みとして設定した行動のそれぞれに対する実行の有無について回答を求めた結果を、16の項目ごとに世帯平均した実行度として図3-7-1に示す。なお、取り組みはその内容によって「①排水」「②水利用・給湯」「③排出されるゴミ」「④製品の購入」「⑤日常行動」の5つに大別される。

「①排水」についての実行状況は、『油を下水に流さないようにしている』『生ゴミ等を下水に流さないようにしている』と回答する世帯がいずれも9割弱と多く、全体的にみても実行度の高い取り組みとなっている。

「②水利用・給湯」については、『蛇口使用時にこまめに止めるなど、水を節約している』『風呂の残り湯など、水を再利用している』と回答する世帯が、それぞれ約82%、74%と比較的多いものに対して、『雨水を貯めて利用している』と回答した世帯はわずか1件で、雨水利用設備の普及が未だ進んでいない現状が反映された結果となっている。

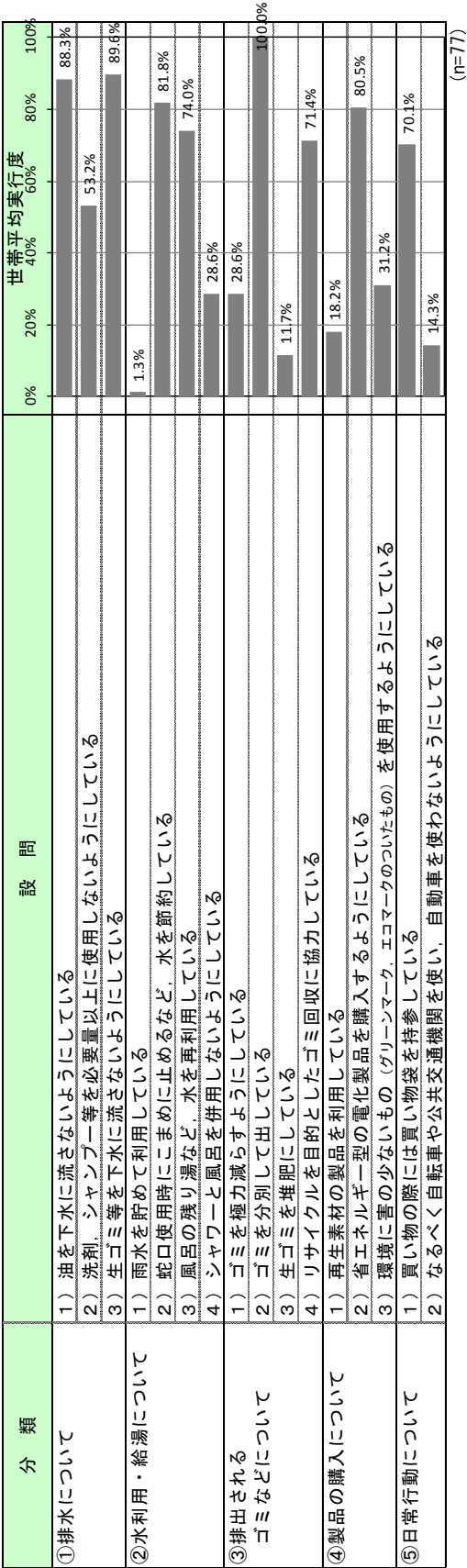
「③排出されるゴミ」については、広島市ではゴミの分別が指定されているため、『ゴミを分別して出している』は全世帯で実行されており、『リサイクルを目的としたゴミ回収に協力している』も7割超と多い。その一方で、対象住宅の多くが市街地に立地することから、『生ゴミを堆肥にしている』と回答する世帯は全体の1割程度と少ない。

「④製品の購入」については、『省エネルギー型の電化製品を購入するようにしている』と回答する世帯が最も多く8割を占めており、実際に光熱費の削減に結びつく取り組みは高い実行度を示すものの、『再生素材の製品を利用している』や『環境に害の少ないものを使用するようにしている』などの環境負荷の低減に関しては、あまり意欲的に取り組まれていないことがわかる。

「⑤日常行動」についての項目では、『買い物の際には買い物袋を持参している』と回答する世帯が7割と高い割合となっている。レジ袋の有料化は、広島市安佐南区で2008年より試行的に行われ、2009年10月からは広島県内で一斉に実施されるなど、社会・経済状況は近年大きく変化しており、買い物袋の持参は、アンケート調査時には既に相当浸透していたものと考えられる。

その一方で、『シャワーと風呂を併用しないようにしている』『なるべく自転車や公共交通機関を使い、自動車を使わないようにしている』のように実行することで、著しく快適性を損なうような項目や『ゴミを極力減らすようにしている』のように通常の日常生活を送るうえで実行困難な項目については実行度が低い傾向がうかがえる。

図 3-7-1 環境に対する取り組みの実行度



3. 7. 2 日常生活における節約行為

低負荷ライフスタイルとして33項目を設定し、その実行状況について、『1)している(と思う)』『2)ややしている(と思う)』『3)あまりしていない(と思う)』『4)していない(と思う)』の4段階尺度の各カテゴリーに1~4の得点を付与し、平均評価得点(実行度)を求めた結果を図3-7-2に示す。第一回のシステム設置直前における実行度である「第一回(現在)」とシステム設置後における予想実行度(システム取り付け後の2009年2月~3月頃を想定して記入)である「第一回(将来)」と、第二回の実行度である「第二回(現在)」のそれぞれの結果において集計している。また、それぞれの時点間での実行度の違いについての分散分析結果(分散分析で有意な場合は、多重比較検定^{注3-10}結果も)ならびに、「第一回(現在)」と「第二回(現在)」の両方で回答が得られた世帯については、対応ありのt-検定結果についても併せて示す。

全体的に、「第一回(将来)」の実行度が高い傾向にあることから、システムの設置により今後省エネに努めたいと考えていた世帯が多いことがわかる。分散分析の結果をみても、有意差のある多くの項目が①と②の間であることから、システム設置前の実行状況よりも、設置後により向上するだろうという期待感の現れであると考えられる。しかしながら、「第二回(現在)」の実行度は、「第一回(将来)」ほど高くはなく、向上意欲は高かったものの、実際にはそこまで至らなかった、もしくは4年の歳月を経て、実行度が徐々に低下したものと推測される。ただし、t-検定結果をみれば、有意差がみられたいずれの項目においても、「第二回(現在)」よりも「第一回(現在)」の実行度は低く、システム設置前よりは、主に、冷暖房、調理、洗面、温水洗浄便座に関する機器の節約行為に取り組んでいるものと思われる。

行為ごとにみると、食器洗い乾燥機の「まとめて洗う」「入浴後は浴槽にフタをする」「使用していない部屋の照明は消す」など、現在のライフスタイルの大幅な変更を伴わない実践が容易な行為については、いずれの時点においても実行度が高く、冷蔵庫の「季節に合わせて設定温度を調整する」、食器洗い乾燥機の「設定温度を調整する」、洗面の「温水を使わない」、テレビ・ビデオ(DVD)の「使用時間を短くする」など、既にしないことが常態化していると予想される行為やライフスタイルの著しい変更を要する行為、快適性を損ねる行為については、実行されにくいことがわかる。

また上述のとおり、「冷房時に扇風機を併用する」および温水洗浄便座の「使用しないときはフタを閉める」では1%水準の、「冷(暖)房の設定温度を高(低)めにする」および食器洗い乾燥機の「まとめて洗う」では5%水準の有意差が「第一回(現在)」と「第二回(現在)」の間にそれぞれ認められ、いずれにおいても後者の実行度が高くなっている。前節で示した環境意識項目では、第二回より第一回において意識の高い傾向がみられたが、本項の節約行為では、具体的な行為の内容を示すことで、回答者から実際の行動に即した回答を引き出し、項目によっては「第二回(現在)」の実行度が高くなったものと考えられる。また、第二回では、参考のために第一回時の回答状況(実行状況)を呈示しているため、その影響もあるものと思われる。

図 3-7-2 節約行為の実行度と分散分析結果

分類	機器名称 (用途)	低負荷型ライフスタイル	実行度				分散分析 検定結果	多重比較			サンプル数	t-検定結果 (対応あり)	サンプ ル数
			1	2	3	4		①-②	①-③	②-③	①	②	③
			している			していない							
冷暖房		1. 冷(暖)房する時間や期間を減らす					***	***		**	74	70	71
		2. 冷(暖)房する部屋の数を減らす									74	70	70
		3. 冷(暖)房の設定温度を高(低)めにする					***	***	**		75	71	72
		4. こまめにフィルターを掃除する					***	***	***	***	76	72	72
		5. 冷房時に扇風機を併用する					***	***	***		76	72	73
台所	調理	6. なるべく服装で調整する					***	***		*	76	71	73
		7. 下ごしらえは電子レンジを活用する					***	***			76	72	73
		8. 段取りよく調理する					***	***			77	73	73
		9. 季節に合わせて設定温度を調整する					***	***	*		75	71	73
		10. ドアの開閉を少なく手早くする					***	***	***	***	76	72	73
給湯・家事衛生	洗濯機	11. 物を詰め込みすぎないようにする					***	***			77	73	72
		12. 熱いものは常温で冷やしてから入れる					***	***			76	72	73
		13. まとめて洗う					***	***	***		69	66	66
		14. 設定温度を調節する					***	***	*		65	61	64
		15. 標準(節約)コースで洗う					***	***			68	65	65
その他	テレビ	16. 食器洗いの際の湯温を低くする					***	***			75	71	72
		17. 洗う物のため洗いをする					***	***	*		75	71	71
		18. 家族が入浴時間を合わせて入浴している					***	***			76	73	72
		19. 風呂のお湯の使用量を減らす					***	***			75	71	72
		20. 入浴後は浴槽にフタをする					***	***			76	73	72
その他	照明	21. お湯の使用時間を短くする					***	***	*		76	72	73
		22. お湯の設定温度を低くする					***	***			76	72	73
		23. 温水を使わない					***	***			75	71	73
		24. 使用しないときはフタを閉める					***	***	***	***	76	72	73
		25. 季節に合わせて設定温度を調整する					***	***	*		76	72	73
その他	パソコン	26. 使用時にまとめて洗いをする					***	***			76	72	73
		27. 風呂の残り湯を使用する					***	***			76	72	73
		28. 軽い汚れは短時間で洗うコースを切る					***	***			74	70	73
		29. 使わないときは主電源を切る					***	***	*	***	76	72	73
		30. 使用時間を短くする					***	***	*	*	75	71	73
その他	照明	31. 省エネモードにする					***	***			76	72	73
		32. 使用していない部屋の照明は消す					***	***			77	73	73
		33. 家族が同じ部屋で団らんする					***	***			76	72	73
		①: 第一回属性調査時における現在(システム設置直前)の節約行為実行度											
		②: 第一回属性調査時における将来(システム設置直後)の節約行為予想実行度											
		③: 第二回属性調査時の節約行為実行度											

***: 1%水準有意, **: 5%水準有意, *: 10%水準有意

3. 8 変革事象時における意識・行動変化

第二回属性調査では、「2008年のシステム設置」「2010年3月のシステム画面閲覧終了」ならびに「2011年3月の東日本大震災」の3時点を居住者の意識や行動に大きな影響を及ぼす【変革事象】とみなし、変革事象発生前後における「節電意識の高まり」「節電行動の実行度」ならびに「電力使用量が減ったと感じるか」について質問している。システム設置と震災では、節電意識が向上することを前提とした5段階尺度の選択項目とし、システム画面閲覧終了は高低両方を想定した項目としている。それぞれの回答構成割合を図3-8-1のa)~i)に示す。

「a)システム設置前後の節電意識の変化」は、『やや高まった』とする回答が最も多く、4割を占め、『非常に高まった』『高まった』を含めると全体の約85%にのぼる。b)の節電行動の変化でも、『やや実践した』が半数程度を占めており、何らかの形で実行に移した世帯が全体の約85%と、a)の意識変化があった世帯割合と同程度になっている。「c)設置直後の使用量が減ったと感じるか」については、『非常に感じる』『感じる』『やや感じる』で過半数を占める一方、『あまり感じない』とする世帯が約4割と、『やや感じる』と同程度の割合に多い。

「d)システム画面閲覧終了時の節電意識の変化」は、『変わらなかった』が4割程度を占める一方、『やや下がった』『下がった』が3割を超える。また、e)の節電行動の変化では、『あまり行わなかった』が最も多く、f)の使用量の変化では『変わらない』が6割以上を占める。これより、システムを利用できなくなっても、それまでと変わらない生活を送る世帯が多い一方で、節電意識が低下し、節電行動を怠ることで、電力の使用量が増加したと感じる世帯もみられることがわかる。

「g)震災前後の節電意識の変化」は、『高まった』とする回答が約4割を占め、h)の節電行動の変化は、b)同様『やや実践した』が最も多い。「i)震災前後の使用量が減ったと感じるか」については、『あまり感じない』が半数を占め、『非常に感じる』と回答した世帯はみられなかった。

システム設置前後と震災前後において同じ選択項目の回答を比較した結果を図3-8-1のj)~l)に示す。

j)節電意識の変化、k)節電行動の変化ともに、震災前後に比べてシステム設置前後の方が意識が高まり、節電行動を実践した世帯の割合が高い。

l)においても、震災後に電力使用量が減ったと感じる世帯の割合は、システム設置後と比較して低い。図3-6-2のa),b)の第一回属性調査時をシステム設置後、第二回を震災後とするなら、これらは環境項目の結果と対応しているといえる。

また、意識ならびに行動の変化について、システム設置前後と震災前後の相互関連を検討したクロス集計結果を図3-8-2に示す。

m), n)から、システム設置前後と震災前後において節電意識や行動が変化した世帯の間に明確な相関関係はみられない。ただし、多くの世帯がいずれかの変革事象により節電意識が高まり、節電行動を実践したことがわかる。これより、必ずしも両事象に対する意識・行動の変化が同程度であったわけではなく、両者の回答が異なる世帯が多いことから、それぞれを比較するなら、被災地から離れている広島地域においては、震災による影響はシステムの設置ほどではなかったことがうかがえる。

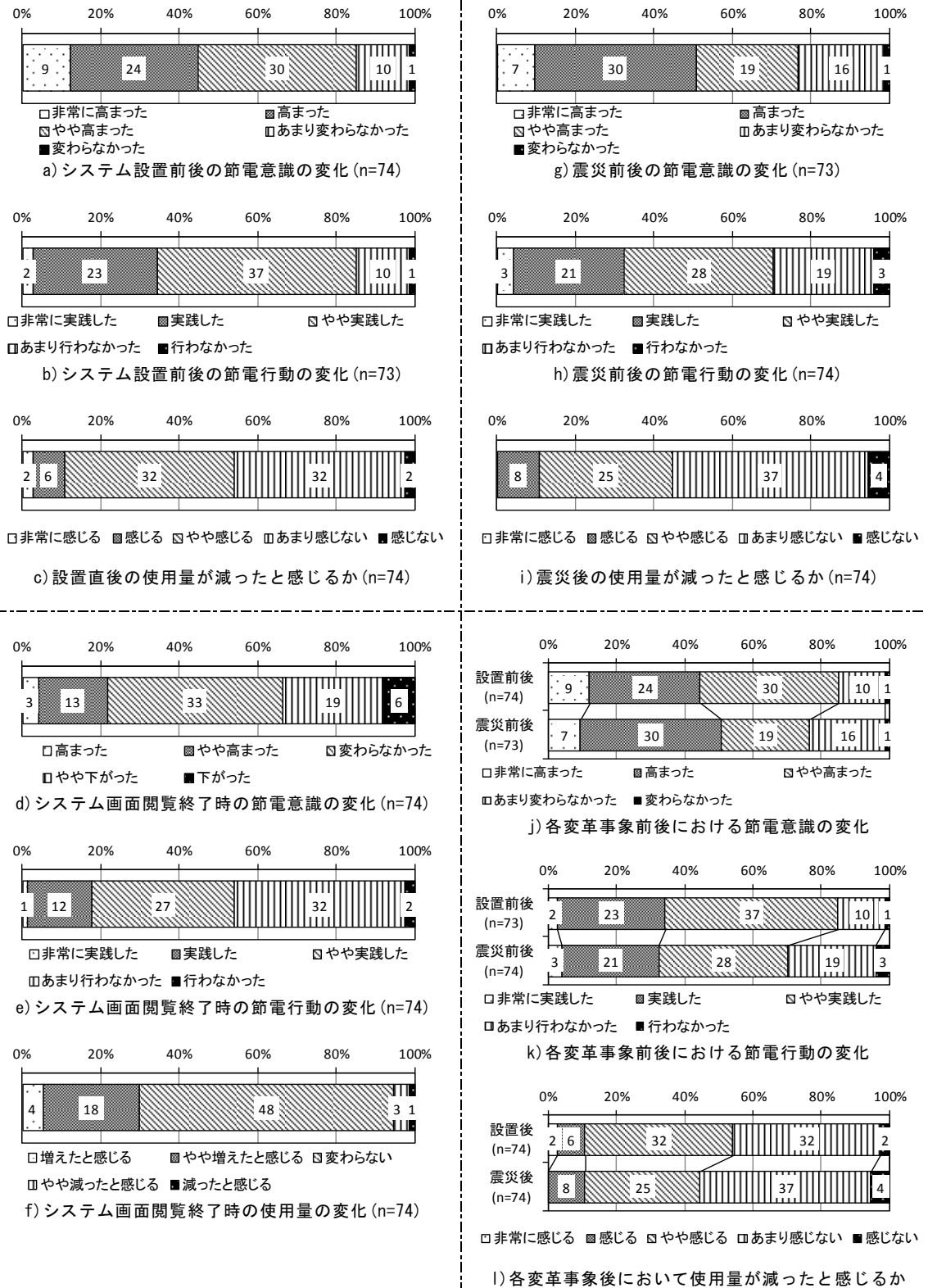


図 3-8-1 変革事象時における意識・行動変化

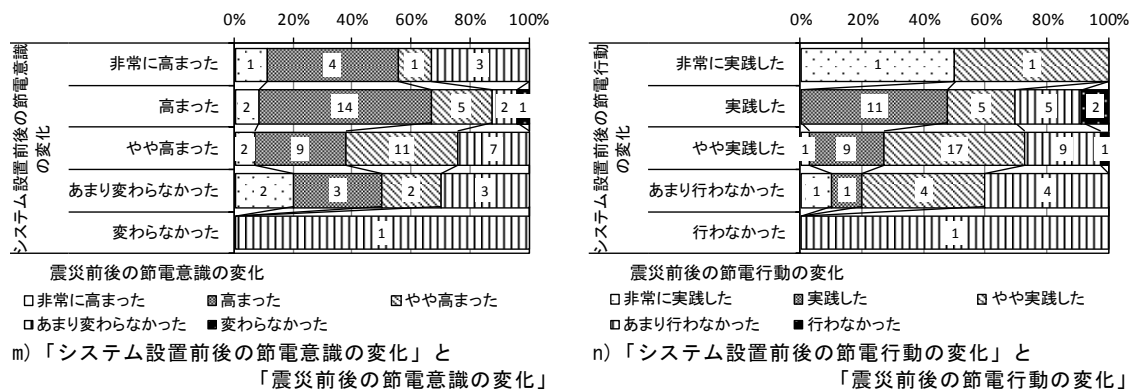


図 3-8-2 意識・行動変化における変革事象間の関連

3. 9 経時変化を考慮した項目

本論文では、第4章以降において前節までに整理した第一回・第二回の属性調査項目を電力消費量に影響を及ぼす要因として捉え検討するなかで、第8章では、各世帯の違い（世帯間の変動）に加えて、それぞれの項目が時間の経過に伴い変化した場合（世帯内の変化）の影響度についても明らかにすることを目的としている。そこで、本論文における検討対象期間である2008年10月から2011年9月までの3年間のなかで値が変化する項目を表3-9-1に整理する。なお、いずれの項目も変化の時期については月単位の精度で把握している。

まず、3.3節の【世帯特性】では、「世帯人数」や「子供人数」が出産などによる増加や子供の独立などによる減少によって変化する。同様に、子供の小学校への進学や大学進学を契機とした独立などによって、「就学者人数」も増減する。また、各居住者の年齢も年々上昇するため経時変化する項目である。

3.4節の【設備特性】では、使用しているエアコンやエアコン以外の暖房機器、各種家電機器のそれぞれの台数が購入や廃棄によって変化する。また、家電機器のなかでも一世帯に1台設置されている冷蔵庫と洗濯機については、買い替えにより台数は変わらないものの、より省エネ型の新しい機器に更新されることが予想されるため、買い替えることによって変化したとみなしている。

3.5節の【ライフスタイル】では、夏期と冬期のそれぞれの湯張り回数をそれぞれの季節に割り当てることで、季節によって変化する項目となっている。

3.8節の【変革事象時における意識・行動変化】では、2010年3月末におけるシステム画面閲覧終了ならびに2011年3月に発生した東日本大震災のそれぞれの変革事象によって、居住者の節電に対する意識・行動が変化したとみなしている。

以上が、第二回属性調査結果によって、3年間のなかで経時変化を把握することができた項目である。その一方で、3.2節の「建物特性」では各項目に変化がみられな

表 3-9-1 経時変化を考慮した項目

分類	項目
世帯特性 (3. 3 節)	世帯人数
	年齢
	成人人数
	子供人数
	給与所得者人数 就学者人数
設備特性 (3. 4 節)	エアコン使用台数
	暖房機器使用台数
	家電機器使用台数
	冷蔵庫の買い替え
	洗濯機の買い替え
ライフスタイル (3. 5 節)	湯張り回数 (夏期と冬期のそれぞれの回数を用いて算出)
変革事象時における意識・行動変化 (3. 8 節)	システム画面閲覧終了時の節電意識の変化
	システム画面閲覧終了時の節電行動の変化
	震災前後の節電意識の変化 震災前後の節電行動の変化

かったため、また、3.6節の「居住者の意識」ならびに3.7節の「居住者の行動」については、その変化を第二回属性調査にて把握することが困難であったことから、第一回属性調査で得られたそれぞれの内容（値）を各世帯における代表値として捉え、3年間変わらないものとして割り当てている。

3.10 小結

本章では、調査対象住宅の居住者を対象に実施したアンケート調査に基づいて、基本的な住宅属性や普段のライフスタイル、環境や光熱費に対する意識、節約行為などの行動における実行度などを把握した。得られた結果について、以下のとおり簡潔にまとめる。

- 1) 調査対象住宅は、建物特性から、2000年以降に竣工した、延べ床面積100～140 m²程度で、ペアガラスなど基礎的な断熱が図られている住宅が多く、そのほとんどが木造か軽量鉄骨造であった。世帯特性からは、30～40代の夫婦と子供1～2人の家族構成が主であり、高齢者世帯が少ないことがわかった。また、設備特性より、冷暖房機器としては冷暖房エアコンが多く、ほとんどの住宅でリビングには設置されており、住宅全体で3～5台は所有していた。冷房能力は2～3 kW、暖房能力は3～4 kWの機種が多いが、リビング設置のエアコンは大容量のものが多かった。給湯機器としては、電気温水器が世帯全体の7割弱、CO₂HP給湯器が3割強を占めており、それぞれの容量は前者が5 kW程度、後者が1.5 kW程度が多かった。使用されている家電機器の所有率では、冷蔵庫、IHクッキングヒーター、洗濯機類（洗濯機、洗濯乾燥機のいずれか）は全世帯で、電子レンジ・オーブンレンジ、テレビもほぼ全世帯で所有されていることがわかった。
- 2) 各世帯のライフスタイルの中で、季節別の湯張り回数をみると、毎日湯を張っている世帯が冬期では8割近くを占める一方で、夏期は5割程度にとどまり、3割は『ほとんど張らない』と回答していることから、季節によって入浴形態が大きく変わる世帯とそうではない世帯が混在していることがわかった。また、食器洗い乾燥機や洗濯乾燥機の「乾燥機能」や電子レンジの「オーブン機能」といった、便利ではあるが、電力消費量の拡大が予想される各家電機器に備え付けられている機能については、必ずしも全ての世帯において使用しているわけではないことが明らかとなった。このように、世帯によってライフスタイルに大きな違いがあり、機器の使い方によっても、電力消費量の多寡に大きな影響を及ぼすことが推測された。
- 3) 多くの居住者は、環境問題に対する関心が高く、光熱費削減のためにシステムを導入しており、システム設置後、定期的に活用している実態を把握できた。時間の経過に伴い、利用頻度に低下がみられたものの、設置から4年経過しても、光熱費を削減するため、何らかの努力をしていることが確認できた。また、節約行為の実行度から、現在のライフスタイルの大幅な変更を伴わない実践が容易な行為については実行度が高く、既にしないことが常態化していると予想される行為やライフスタイルの著しい変更を要する行為、快適性を損ねる行為については、実行されにくいことがわかった。
- 4) システム設置や震災といった変革事象によって、多くの居住者において節電意識が高まり、節電行動を実践していることがわかった。単純集計の比較結果によると、震災前後に比べてシステム設置前後の方が意識が高まり、節電行動を実践した世帯の割合が若干高かったこと

から、被災地から離れている広島地域においては、震災による影響はシステムの設置ほどではなかったことがうかがえた。

【第3章 注釈】

注 3-1) 「部屋数」とは、浴室、台所、トイレ、玄関を除いたリビング、ダイニング、寝室などを指す。

注 3-2) 平成 12 年 4 月 1 日に「住宅の品質確保の促進等に関する法律（通称：品確法）」が施行され、その柱の一つである「住宅性能表示制度」における性能表示事項のうちのひとつが「省エネルギー対策等級」である。省エネルギー対策等級が高ければ、建物の断熱性が向上することを意味しており、「平成 21 年国交省告示第 354 号評価方法基準」の「熱損失係数等による基準」にもとづいて判定される。以下が判定方法。1.熱損失係数（Q 値）を求め、地域区分に応じた基準値と照らし合わせて等級を判定する。2.夏期日射取得係数（ μ 値）を求め、地域区分に応じた基準値と照らし合わせて等級を判定する。3.結露防止対策に合わせて等級を判定する。4.上述した 1,2,3 のうち、小さいほうを省エネルギー対策等級とする。

注 3-3) 「成人人数」は、学生を除く 20 歳以上の人数を、「給与所得者人数」は、「職業」の設問項目において、選択肢である「給与所得者・自営業」を選んだ人数を、「就学者人数」は、小学生から大学院生までの人数を、世帯ごとにそれぞれ集計したものである。

注 3-4) 「全館空調システム」とは、一つの空調機で家全体を冷暖房する設備（例えば、三菱地所ホームが販売している「エアロテック」など）を指す。

注 3-5) 「蓄熱設備」とは、安価な深夜電力を活用して、蓄熱暖房器本体に組み込んだ蓄熱レンガ（蓄熱体）を加熱することで熱を蓄え、夜間に蓄えられた熱を翌朝から蓄熱暖房器本体表面より放熱（輻射熱）し、室内を温める暖房機器を指す。

注 3-6) 「家電機器使用台数」は、図 3-4-1 の k)に示す冷蔵庫、IH クッキングヒーター、洗濯機、電子レンジ、テレビなどのベース家電を中心とした全 19 種の機器における使用台数を算定している。

注 3-7) 2009 年以降に発売されたエアコンを所有する世帯が 2 件含まれており、対象データとの対応が取れないが、ここでは居住者の回答に従い集計した結果を掲載している。

注 3-8) アンケートの設問では、夏期は「7～9 月頃」を、冬期は「12～2 月頃」を想定して尋ねている。

注 3-9) b),d)のシステム利用頻度の設問は『1 日に 2 回以上』『1 日に 1 回程度』『3 日に 1 回程度』『5 日に 1 回程度』『1 週間に 1 回程度』『2 週間に 1 回程度』『1 ヶ月に 1 回程度』『利用していない』の 8 段階尺度を 5 段階に集約し、再集計している。

注 3-10) 本研究では、多重比較検定の方法として「Tukey 法」を適用している。

【第3章 参考文献】

3-1) ㈱住環境計画研究所 編：2009 家庭用エネルギーハンドブック、ストック住宅の建て方別平均床面積の推移、財団法人 省エネルギーセンター、p.106, 2009.2（第 1 版第 1 刷）

3-2) ㈱住環境計画研究所 編：2009 家庭用エネルギーハンドブック、(3)世帯員数、財団法人 省エネルギーセンター、p.80, 2009.2（第 1 版第 1 刷）

3-3) 中国経済産業局：中国地域の民生部門におけるエネルギー環境対策の実態及び対応調査 報告書、p.12, 2007.3

3-4) ㈱住環境計画研究所 編：2009 家庭用エネルギーハンドブック、(5)機器別ストック効率の推移（全国）、財団法人 省エネルギーセンター、p.234, 2009.2（第 1 版第 1 刷）

- 3-5) 安藤元気, 村川三郎, 西名大作, 松永裕介: 世帯全体の電力消費に及ぼす影響要因の分析ー広島地域の全電化住宅を対象とした電力消費量に関する研究ー, 日本建築学会環境系論文集, No.675, pp.409-416, 2012.5
- 3-6) 松永裕介, 村川三郎, 西名大作, 末盛 崇: 広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究 その1 調査概要と夏期・秋期の電力消費量, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第32巻, pp. "421-1"- "421-4", 2009.3
- 3-7) 安藤元気, 西名大作, 村川三郎, 金田一清香, 石田正樹, 岡野亜沙美, 八杉克志: 広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究 その9 建物・世帯特性ならびに居住者の意識・行動の変化, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第36巻, pp335-338, 2013.3

第4章 全電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討

- 4. 1 はじめに
- 4. 2 電力消費量の測定結果
- 4. 3 電力消費量に影響を及ぼす要因の検討
- 4. 4 数量化理論第Ⅰ類を適用した電力消費量の影響要因に関する分析
- 4. 5 小結

第4章 全電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討

4. 1 はじめに

本研究の調査対象住宅における測定対象系統は、各世帯の要望によって選択されているため、冷暖房や照明などの用途別の電力消費量が全世帯において統一的に計測されているわけではない。そこで、本章では、はじめに、システムで計測された2008年10月から2009年9月までの精度の高い1年目のデータに基づいて、世帯全体の電力消費量を、年・月単位の集計値として示し、さらにガスや灯油などを併用している一般的な住宅におけるエネルギー消費量と比較することで、本研究における電化住宅の消費傾向について把握する。次に、電力消費量に影響を及ぼすと考えられるアイテムを属性調査項目の中から選定し、消費量との関連について整理する。そのうえで、電力消費量を従属変数とした数量化理論第Ⅰ類を適用することで、複数のアイテムによる影響の程度について考察し、影響要因を抽出することを目的とする。

数量化理論第Ⅰ類（「The Quantity Theory Cluster I」もしくは「Quantification Theory Type I」）とは、統計数理研究所の林知己夫氏の開発した分析モデルの一つであり、Ⅱ類・Ⅲ類・Ⅳ類などと合わせて「数量化理論」と呼ばれている。この中でもⅠ類は、因果関係を統計的に分析するための手法の一つであり、同様の手法である重回帰分析の説明変数が「量的データ」であるのに対して、数量化理論第Ⅰ類は「質的データ」であることが大きく異なる。

4. 2 電力消費量の測定結果

本節では、世帯全体の電力消費量を年・月単位で整理することで、その実態について把握し、既往研究における文献値との比較検討を行う。

4. 2. 1 年積算電力消費量

(1) 世帯あたりの年積算値

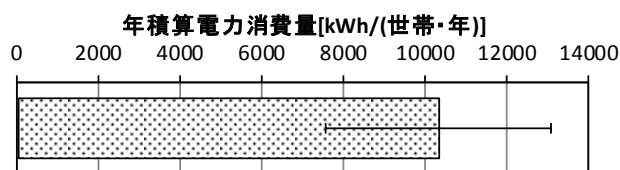
2008年10月から2009年9月までの1年間を通して欠測のない72世帯において平均した年積算電力消費量とその記述統計量をそれぞれ図4-2-1(1)と表4-2-1に、年積算値の度数分布を図4-2-1(2)に示す。

世帯平均年積算値は約10,400kWh/(世帯・年)（標準偏差：2,767kWh/(世帯・年)）となる。度数分布から、平均前後となる8,000kWh

表4-2-1 記述統計量

平均値	10,351.93
標準偏差	2,767.91
変動係数	0.27
最小値	5,321.98
最大値	19,985.11
度数	72

変動係数・度数を除いて単位は[kWh]



(図中のエラーバーは、標準偏差を示す)

図4-2-1(1) 年積算電力消費量の平均値

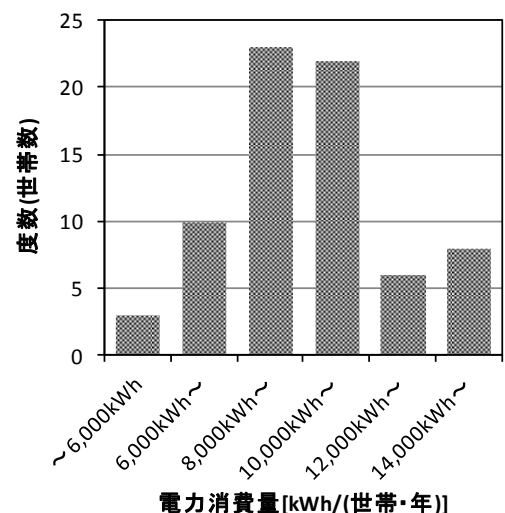


図4-2-1(2) 年積算値の度数分布

から 12,000kWh までの範囲に 6 割超の世帯が該当しており、8,000kWh 未満の少消費世帯、12,000kWh 以上の多消費世帯がそれぞれ全体の 2 割程度を占める。ただし、前者は「～6,000kWh」が 3 世帯にとどまるものの、後者は「14,000kWh～」が全体の 1 割を占めており、より多消費となる世帯の割合が比較的多いといえる。

(2) 文献値との比較

図 4-2-1(3)に年積算電力消費量の平均値を既往文献の年積算エネルギー消費量の結果と比較して示す。本節では電力消費に係るエネルギーを二次エネルギー換算値（換算値には 3.6MJ/kWh を用いる。）とともに、一次エネルギー換算値^{注 4-1)}を併記する。

対象住宅の年積算電力消費量の平均は 37.3GJ/(世帯・年)であり、最大は 71.9GJ/(世帯・年)、最小は 19.2GJ/(世帯・年)である。これはガス・灯油併用の一般的な戸建て住宅を対象としている文献値⁴⁻¹⁾の全国平均 48.6GJ/(世帯・年)、および中国地方平均 43 GJ/(世帯・年)（文献の図からの読み取り値）より小さい。本研究の調査対象住宅は、モニター応募者から選定されているため、居住者の住宅エネルギー消費や光熱費への関心は高いものと予想され、文献値よりも消費が抑えられているものと考えられる。

また、交野市の全電化住宅を対象とした文献値（2001 年調査）⁴⁻²⁾は 65GJ/(年・世帯)であり、本研究での値の約 1.7 倍を示す。同文献においても過大な値であると指摘されているが、大きな差が生じた理由としては、交野市の全電化住宅の延べ床面積が約 163 ㎡と大きいことや、半数以上の住宅で灯油が併用されていることなどが考えられる。

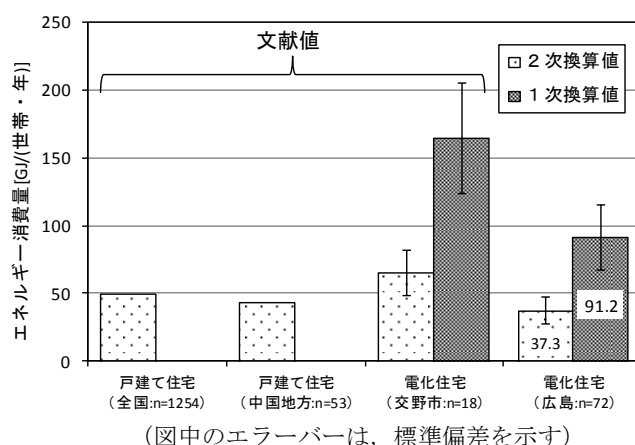


図 4-2-1(3) 文献値との比較

4. 2. 2 月積算電力消費量

(1) 世帯あたりの月積算値

月積算電力消費量の月変動を図 4-2-2(1)に示す。

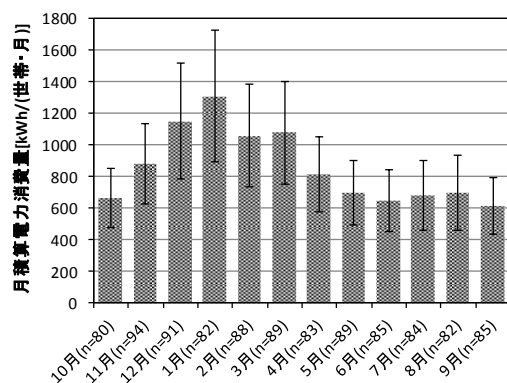
全世帯のサンプルによる平均月積算値は、約 861 kWh/(世帯・月)（標準偏差：約 353 kWh/(世帯・年)）となる。消費量は月によって変動しており、年間のピーク月は 1 月にみられ、その平均消費量は約 1,300kWh/(世帯・月)となる。最少月は 9 月に現れ、その値は約 620kWh/(世帯・月)と、1 月値の半分以下にとどまる。なお、積算値で示しているため、月の日数が少ない 2 月値が 3 月に比べ若干少なくなっている。

標準偏差は、12 月から 3 月にかけて 300kWh/(世帯・月)を超えており、冬期において住宅間の差が拡大する傾向にある。ただし、標準偏差を平均値で除した変動係数をみるなら、上述した 12 月から 3 月に加え、6 月から 8 月も 0.3 を超えて大きくなることから、冬期のみならず、夏期においても同様のことがいえる。これは、電力消費量が増大する冬期ならびに夏期における、各住宅の冷暖房機器の稼働状況の違いなどによるものと考えられる。

(2) 文献値との比較

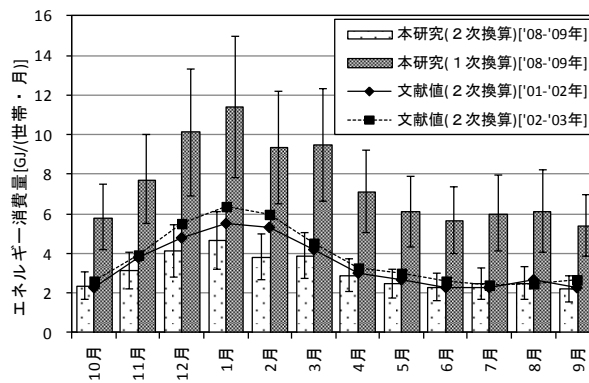
前項同様、月積算電力消費量を一次・二次換算し、文献値^{4-1),4-3)}(文献の図からの読み取り値(中国地方))と併せて図4-2-2(2)に示す。

本研究における二次換算値をみると、ピークの1月の平均消費量は4.65GJ/(世帯・月)、最少月の9月値は2.21GJ/(世帯・月)となり、標準偏差は、12月から3月にかけて1GJ/(世帯・月)を超える。文献値と比較するなら、中間期や夏期の値はほぼ同程度で、変動傾向も類似している一方で、11月から3月にかけては、文献値が大きくなっている。消費量が最大となる1月の文献値(2002～2003年)は本研究の約1.4倍になり、両者の差が最大となる2月は約1.6倍となっている。これは、調査実施時期の違いによる機器効率向上による影響のほか、エネルギー消費の全てを電力で賄っている対象住宅に対し、文献値はガスや灯油の消費もある一般住宅の結果であることから、使用エネルギー種別の違いによる影響も予想される。



(図中のエラーバーは、標準偏差を示す)

図4-2-2(1) 電力消費量の月変動



(図中のエラーバーは、標準偏差を示す)

図4-2-2(2) 文献値との比較

4. 3 電力消費量に影響を及ぼす要因の検討

本節では、前節で整理した電力消費量の多寡に影響を及ぼす要因として、第3章で整理した属性調査項目である住宅属性を取り上げ、両者の関連についての検討を行う。

4. 3. 1 データセット

はじめに、分析用データベースを整備する。

ここでは、第3章で示した建物特性、設備特性、世帯特性といった住宅属性の項目を「アイテム」と呼称し、文献⁴⁻³⁾などを参考にこれらを電力消費量の影響要因として捉え、本章では表4-3-1(1)に示す22アイテムを選定した。各アイテムは、単純集計結果に基づいて、可能な限りサンプル数に偏りが生じないように、2～5のカテゴリーを有するカテゴリカル変数に変換し、それぞれのカテゴリーには表内の()内数値を割り当てる。なお、建物特性の「構造^{註4-2)}」「二世帯住宅」、設備特性の「給湯機種別」「温水床暖房システム」「全館空調システム」「蓄熱設備」はダミー変数である。従属変数は、年積算値ならびに月積算値の電力消費量データを適用する。分析用データベースの記述統計量を表4-3-1(2)にまとめる。なお、電力消費量はkWh単位で示している。

表 4-3-1(1) 説明変数として使用するアイテム

特性	アイテム	カテゴリー	各カテゴリーの度数					度数計
世帯属性	竣工年	2003年以前(1) / 2004, 2005年(2) / 2006年以降(3)	24	33	31			88
	延べ床面積	100㎡未満(1) / 100～120㎡(2) / 120～140㎡(3) / 140～160㎡(4) / 160㎡以上(5)	10	28	28	19	8	93
	構造	木造(0) / 非木造(1)	65	24				89
	二世帯住宅	二世帯ではない(0) / 二世帯である(1)	66	7				73
住宅設備	給湯機種別	電気温水器(0) / CO ₂ HP給湯機(1)	64	33				97
	温水床暖房システム	未導入(0) / 導入(1)	75	2				77
	全館空調システム	未導入(0) / 導入(1)	92	5				97
	蓄熱設備	未導入(0) / 導入(1)	87	10				97
住宅設備	エアコン使用台数	1台以下(1) / 2台(2) / 3台(3) / 4台(4) / 5台以上(5)	10	13	22	10	18	73
	暖房機器使用台数	0台(0) / 1台(1) / 2台(2) / 3台以上(3)	14	21	18	17		70
	家電機器使用台数	11台以下(1) / 12台(2) / 13台(3) / 14台以上(4)	16	14	15	26		71
	男性人数	1人以下(1) / 2人(2) / 3人以上(3)	41	27	19			87
世帯属性	女性人数	1人(1) / 2人(2) / 3人以上(3)	33	37	17			87
	世帯内男性比(※)	0.5未満(1) / 0.5(2) / 0.5超(3)	30	33	24			87
	世帯人数	2人以下(2) / 3人(3) / 4人(4) / 5人以上(5)	17	23	36	21		97
	世帯主年齢	39歳以下(1) / 40歳代(2) / 50歳以上(3)	34	36	18			88
	長子年齢	子供なし(0) / 6歳未満(1) / 6～11歳(2) / 12歳以上(3)	17	11	32	27		87
	成人人数	2人以下(2) / 3人以上(3)	79	8				87
	子供人数	0人(0) / 1人(1) / 2人(2) / 3人以上(3)	17	18	36	16		87
	就学者人数	0人(0) / 1人(1) / 2人以上(2)	33	28	26			87
	給与所得者人数	0人(0) / 1人(1) / 2人以上(2)	9	59	19			87
	妻の職業	給与所得者・自営業(1) / 主婦(職あり)(2) / 主婦(職なし)(3)	14	25	35			74

※：世帯内男性比＝男性人数／世帯人数

表 4-3-1(2) 記述統計量

	アイテム	平均値	標準偏差	変動係数	中央値	最小値	最大値	度数
従属変数	年積算電力消費量	10,351.934	2,767.907	0.267	10,005.384	5,321.979	19,985.109	72
	10月電力消費量	664.092	189.302	0.285	647.813	311.611	1,320.142	80
	11月電力消費量	880.246	256.253	0.291	841.938	293.368	1,675.518	94
	12月電力消費量	1,152.625	368.074	0.319	1,106.902	356.480	2,281.498	91
	1月電力消費量	1,309.513	416.718	0.318	1,223.899	395.936	2,655.867	82
	2月電力消費量	1,061.676	324.982	0.306	1,000.190	334.646	1,921.003	88
	3月電力消費量	1,079.845	326.044	0.302	1,047.209	361.497	1,923.236	89
	4月電力消費量	812.656	237.890	0.293	767.636	311.823	1,423.139	83
	5月電力消費量	695.585	202.788	0.292	669.720	300.691	1,318.558	89
	6月電力消費量	645.802	195.588	0.303	612.937	274.639	1,278.130	85
	7月電力消費量	684.391	220.560	0.322	652.846	295.875	1,374.775	84
	8月電力消費量	697.428	239.072	0.343	672.058	326.095	1,545.373	82
	9月電力消費量	615.521	180.955	0.294	581.702	291.665	1,290.903	85
説明変数	竣工年	2.080	0.791	0.380	2.000	1	3	88
	延べ床面積	2.860	1.129	0.395	3.000	1	5	93
	構造	0.270	0.446	1.655	0.000	0	1	89
	二世帯住宅	0.096	0.296	3.092	0.000	0	1	73
	給湯機種別	0.340	0.476	1.400	0.000	0	1	97
	温水床暖房システム	0.026	0.160	6.164	0.000	0	1	77
	全館空調システム	0.052	0.222	4.312	0.000	0	1	97
	蓄熱設備	0.103	0.306	2.965	0.000	0	1	97
	エアコン使用台数	3.178	1.358	0.427	3.000	1	5	73
	暖房機器使用台数	1.543	1.073	0.695	1.500	0	3	70
	家電機器使用台数	2.718	1.185	0.436	3.000	1	4	71
	男性人数	1.747	0.796	0.455	2.000	1	3	87
	女性人数	1.816	0.740	0.407	2.000	1	3	87
	世帯内男性比	1.931	0.789	0.409	2.000	1	3	87
	世帯人数	3.629	1.014	0.279	4.000	2	5	97
	世帯主年齢	1.818	0.751	0.413	2.000	1	3	88
	長子年齢	1.793	1.091	0.608	2.000	0	3	87
	成人人数	2.092	0.291	0.139	2.000	2	3	87
	子供人数	1.586	1.006	0.634	2.000	0	3	87
	就学者人数	0.920	0.824	0.896	1.000	0	2	87
	給与所得者人数	1.115	0.559	0.501	1.000	0	2	87
	妻の職業	2.284	0.768	0.336	2.000	1	3	74

4. 3. 2 住宅属性と電力使用量の関連

本項では、電力消費量の影響要因を抽出するにあたり、基礎的検討となるアイテムごとの相関分析を行う。住宅属性の各アイテムと電力消費量との相関係数についてまとめた結果を表4-3-2に示す。なお、本研究において「相関係数」とは、ピアソンの積率相関係数（Pearson product-moment correlation coefficient）を指す。

全電力消費量との関係において、年積算値との相関係数が絶対値で0.3以上のアイテムに着目すると、「延べ床面積」「給湯機種別」「温水床暖房システム」「エアコン使用台数」の4アイテムが選定され、設備特性との関係が強い一方、世帯特性は弱い傾向にあることがわかる。「延べ床面積」「温水床暖房システム」は月積算値においてもおおむね0.3～0.4程度の相関係数を示しており、一年を通して比較的高い相関関係にあるといえる。しかしながら、「給湯機種別」では11月から3月、ならびに8月が絶対値で0.3を下回り、「エアコン使用台数」では10月と4月のみ0.3を上回ることから、冬季または夏季において弱くなる傾向にあるといえる。前者ではいずれの世帯においても給湯電力消費量の増加が予想され、またCO₂HP給湯機の機器効率が低下する冬季に相関係数が低くなり、後者では、エアコンの稼働状況が世帯間で差が生じることが予想される中間期において値が高くなったものと考えられる。

年積算値では弱い関係にあったアイテムも、「蓄熱設備」は12月に、「暖房機器使用台数」は1月に、「家電機器使用台数」は8月と9月に0.3を超える。また、世帯特性についても「世帯人数」では1月と2月、「長子年齢」は11月、「就学者人数」は7月と9月で0.3を超えており、アイテムによって月変動がみられる。

一方、「二世帯住宅」と「世帯主年齢」は8月、「妻の職業」は10月に相関係数が絶対値で0.1を超えるものの、他の月ではいずれも下回っており、年間を通して電力消費量の多寡に寄与しないと思われるアイテムもみられる。

表 4-3-2 電力消費量との相関

特性	アイテム	年間	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
世帯属性	竣工年	-0.015	-0.075	-0.052	-0.008	-0.023	-0.065	-0.113	-0.187	-0.181	-0.111	-0.075	-0.059	-0.079
	延べ床面積	0.362	0.322	0.347	0.308	0.291	0.354	0.380	0.339	0.332	0.313	0.315	0.317	0.382
	構造	0.206	0.166	0.125	0.042	0.034	0.036	0.056	0.114	0.122	0.203	0.123	0.064	0.154
	二世帯住宅	0.012	0.056	-0.053	-0.050	0.057	-0.072	-0.072	-0.048	0.045	0.065	0.098	0.121	0.060
設備特性	給湯機種別	-0.356	-0.428	-0.288	-0.171	-0.241	-0.243	-0.280	-0.451	-0.488	-0.499	-0.380	-0.294	-0.343
	温水床暖房システム	0.446	0.417	0.340	0.344	0.394	0.309	0.292	0.303	0.356	0.380	0.365	0.422	0.433
	全館空調システム	0.024	-0.096	0.150	0.219	0.263	0.220	0.198	0.071	0.073	0.025	0.144	0.292	0.097
	蓄熱設備	0.235	0.029	0.222	0.330	0.289	0.279	0.293	0.101	0.038	0.065	-0.001	0.067	0.042
	エアコン使用台数	0.373	0.369	0.214	0.162	0.075	0.198	0.243	0.330	0.297	0.251	0.173	0.188	0.257
	暖房機器使用台数	-0.254	-0.118	-0.213	-0.293	-0.410	-0.268	-0.273	-0.139	-0.043	-0.021	-0.094	-0.133	-0.076
	家電機器使用台数	0.233	0.295	0.244	0.186	0.142	0.152	0.175	0.236	0.298	0.242	0.278	0.336	0.302
	男性人数	0.205	0.228	0.262	0.238	0.261	0.247	0.210	0.179	0.196	0.173	0.233	0.143	0.260
世帯特性	女性人数	0.121	0.080	0.107	0.188	0.162	0.178	0.139	0.089	0.063	0.041	0.085	0.077	0.086
	世帯内男性比	0.048	0.138	0.127	0.082	0.097	0.084	0.077	0.095	0.110	0.066	0.138	0.093	0.136
	世帯人数	0.227	0.246	0.298	0.294	0.304	0.302	0.265	0.242	0.235	0.194	0.236	0.130	0.272
	世帯主年齢	-0.011	0.003	0.005	-0.021	-0.029	-0.085	-0.033	0.023	0.019	0.015	0.048	0.189	0.033
	長子年齢	0.182	0.289	0.321	0.295	0.263	0.267	0.266	0.300	0.277	0.162	0.233	0.190	0.288
	成人人数	0.172	0.166	0.161	0.208	0.207	0.106	0.134	0.112	0.086	0.007	0.026	0.112	0.098
	子供人数	0.177	0.205	0.272	0.281	0.287	0.297	0.253	0.205	0.188	0.147	0.195	0.080	0.225
	就学者人数	0.245	0.282	0.294	0.257	0.230	0.281	0.261	0.259	0.262	0.237	0.309	0.233	0.346
	給与所得者人数	-0.046	0.113	0.049	0.016	0.042	0.005	-0.010	0.033	-0.003	-0.199	-0.101	-0.111	-0.096
	妻の職業	-0.018	-0.115	-0.054	0.049	-0.017	0.075	0.078	-0.011	-0.012	0.095	0.081	0.021	0.080

：≥0.3 ：≤-0.3

4. 3. 3 住宅属性による電力消費量の差異

前項に引き続き、電力消費量に影響を及ぼすと考えられる要因と電力消費量の関連について分析する。前述した相関係数では直線的な関係しか検討できないことから、本項では、住宅属性の各アイテムによる、年ならびに各月の電力消費量の差異について分散分析により検討する。検定有意となったアイテムの結果を表 4-3-3 に示す。なお、分散分析結果が有意な場合、同表にはカテゴリー 1 とカテゴリー 2 の間における多重比較検定結果も併せて示す。また、前項の検討において相関関係がみられた、もしくは本項で有意差が認められた主要アイテムについては、カテゴリー別の年積算電力消費量を全体の平均値とともに図 4-3-3 に示す。

建物特性である「延べ床面積」ならびに設備特性である「給湯機種別」「蓄熱設備」は、年積算電力消費量において 5%水準の有意差が認められる。特に「延べ床面積」および「給湯機種別」はほぼ各月とも有意差がみられることから、年間を通して消費量に差異をもたらす要因であると考えられる。電力消費量をみると、「延べ床面積」は 100 m²以上 160 m²未満における 3 つのカテゴリーは 10,000kWh/(世帯・年)前後と大きな違いはみられないものの、『100 m²未満』の 8,000kWh/(世帯・年)弱に対して、『160 m²以上』は 14,000kWh/(世帯・年)弱とその差が拡大している。「給湯機種別」は『電気温水器』が 11,000kWh/(世帯・年)と『CO₂HP 給湯機』の約 9,000kWh/(世帯・年)を上回る。一方、「蓄熱設備」は 11 月から 3 月にかけて 5%水準の有意差にあることから、冬期のみ差異をもたらす要因であるといえる。年積算値で比較すると、導入世帯では 12,300kWh/(世帯・年)程度と、未導入世帯の約 10,000kWh/(世帯・年)よりも大となる。また、「構造」と「エアコン使用台数」は年積算値において 10%水準の有意差がみられる程度で顕著な違いとはいえない。年積算値では有意差がみられなかったが、「全館空調システム」「暖房機器使用台数」は冬期に 1%水準で有意となっており、後者については、特に 1 月において機器を所有していない『0 台』と所有している 1 台以上の間で差異が生じている。「竣工年」「家電機器使用台数」は、有意になる月もみられるが、多重比較検定結果からも大きな差異とはいえない。なお、「二世帯住宅」はいずれの月においても有意とはならなかった。

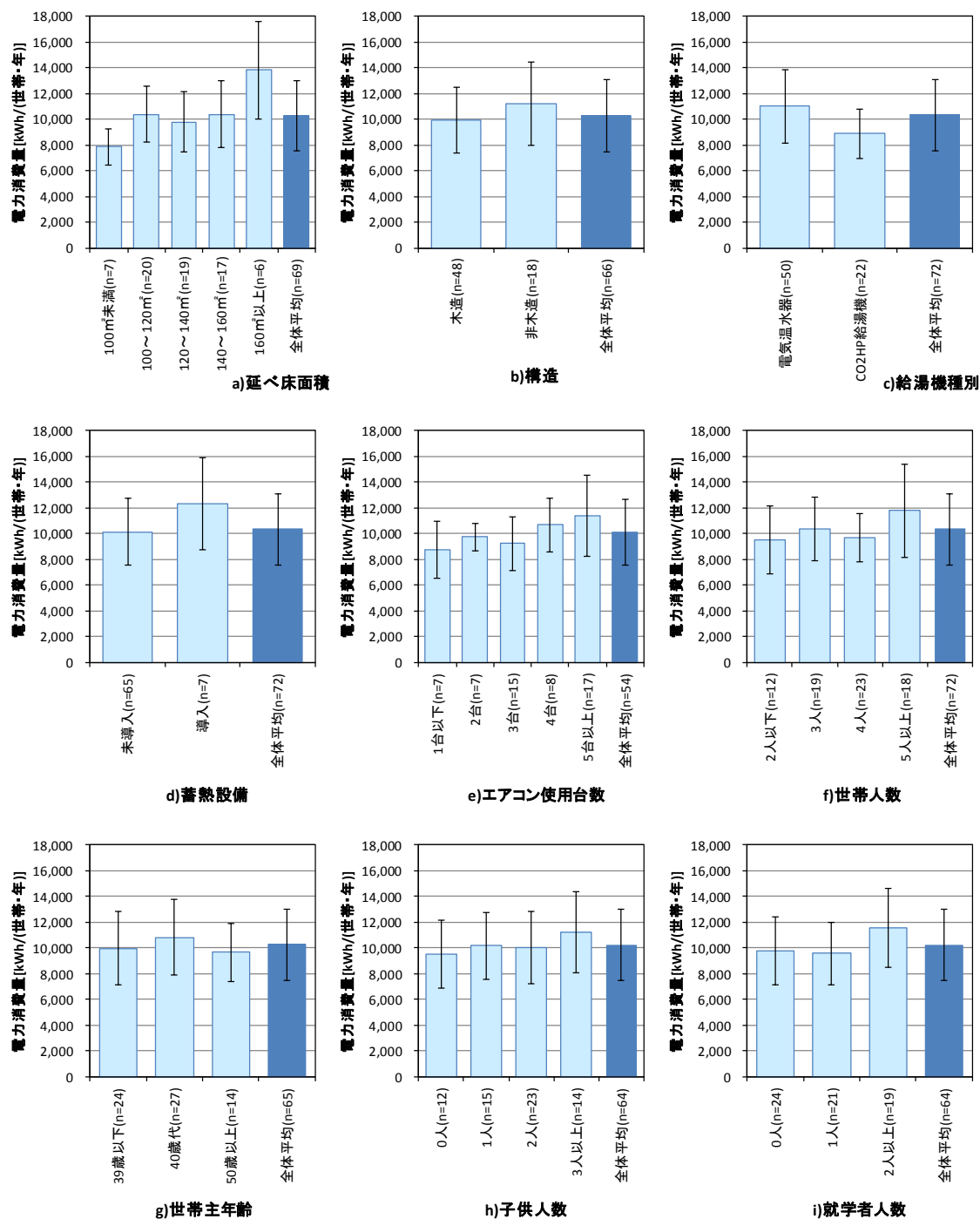
世帯特性では、年積算値で 5%水準の有意差が認められるのは「就学者人数」のみである。月積算値でも多くの月で有意差がみられ、多重比較検定結果から、『0 人 (約 9,800kWh/(世帯・年))』と『2 人以上 (約 11,500kWh/(世帯・年))』の間で差異のあることがわかる。一方、年積算値では差異が認められない「男性人数」「世帯人数」「世帯主年齢」「長子年齢」「子供人数」は、一部の月において有意な差がみられる。「世帯主年齢」を除く 4 アイテムは冬期に有意となる月がみられ、人数差もしくは年齢差が最大となるカテゴリー間に差異があるものの、「男性人数」の多くは 10%水準の有意差であり、大きな違いとはいえない。これに対して、「世帯主年齢」は、春季から夏季にかけて有意差が認められ、「40 歳代」とその他のカテゴリーとの間で差異が大となることがわかる。年積算値でみるなら、「40 歳代」が約 11,000kWh/(世帯・年)と 10,000kWh/(世帯・年)程度の「39 歳以下」「50 歳以上」を上回っている。なお、「成人人数」「給与所得者人数」「妻の職業」は 10%水準の有意差となる月もみられるが、いずれも差異をもたらす大きな要因とはいえず、また「女性人数」「世帯内男性比」は年間を通して有意な差がみられない。

以上より、全電力消費量への影響は、建物・設備特性では「延べ床面積」と「給湯機種別」「蓄熱設備」が大きく、世帯特性はそれより低いこと、アイテムによっては影響の程度が季節によって変動することなどが確認される。

表 4-3-3 分散分析結果

アイテム	カテゴリー1	カテゴリー2	年間	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
竣工年			分散分析結果：												
多重比較	2003年以前	2004, 2005年								*	*	*			
	2004, 2005年	2006年以降								*	*	*			
	2004, 2005年	2006年以降								*	*	*			
延べ床面積			分散分析結果：												
多重比較	100㎡未満	100～120㎡				**				*	*	*			
		120～140㎡				**				*	*	*			
		140～160㎡			*	*				*	*	*			*
		160㎡以上	***	**	***	***	***	***	***	***	***	***	**	***	***
	100～120㎡	120～140㎡													
		140～160㎡													
		160㎡以上	**		*			*	*			**		*	*
	120～140㎡	140～160㎡													
		160㎡以上	***	**	*							**		*	
	140～160㎡	160㎡以上	**				*	*							
構造			分散分析結果：												
給湯機種別			分散分析結果：												
全館空調システム			分散分析結果：												
蓄熱設備			分散分析結果：												
エアコン使用台数			分散分析結果：												
多重比較	1台以下	2台									*	*			
		3台													
		4台													
		5台以上		*											
	2台	3台													
		4台													
		5台以上													
	3台	4台													
		5台以上	*							*	*			**	
	4台	5台以上													
暖房機器使用台数			分散分析結果：												
多重比較	0台	1台				*	***	*	*						
		2台					**								
		3台以上				**	***	*	*						
		3台以上				**	***	*	*						
	1台	2台													
家電機器使用台数			分散分析結果：												
多重比較	11台以下	12台									*	**			
		13台													
		14台以上												*	
		14台以上													
	12台	13台									*				
男性人数			分散分析結果：												
多重比較	1人以下	2人			**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		3人以上			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	2人	3人以上			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
世帯人数			分散分析結果：												
多重比較	2人以下	3人													
		4人													
		5人以上		*	***	***	***	***	***	***	*	*			*
		4人													
	3人	5人以上													
世帯主年齢			分散分析結果：												
多重比較	39歳以下	40歳代			*					*	**	*	***	***	**
		50歳以上								*	**	*	***	***	**
	40歳代	50歳以上			*					*	**	*	***	*	**
長子年齢			分散分析結果：												
多重比較	子供なし	6歳未満				*			*	*	*	*	*	*	*
		6～11歳				*			*	*	*	*	*	*	*
		12歳以上		*	**	*		*	*	*	*	*	*	*	*
		6～11歳				*			*	*	*	*	*	*	*
	6～11歳	12歳以上				*			*	*	*	*	*	*	*
成人人数			分散分析結果：												
多重比較	2人以下	3人以上			**	**	**	**	*	*	*	*	*	*	*
		1人													
		2人													
		3人以上													
	2人	3人以上													
就学者人数			分散分析結果：												
多重比較	0人	1人				*			*	*	*	*	*	*	*
		2人以上	*	**	**	*		**	**	*	*	*	*	*	*
	1人	2人以上	*	**	**	*		**	**	*	*	*	*	*	*
給与所得者人数			分散分析結果：												
多重比較	0人	1人							*	*	*	*	*	*	*
		2人以上							*	*	*	*	*	*	*
	1人	2人以上							*	*	*	*	*	*	*
妻の職業			分散分析結果：												
多重比較	給与所得者・自営業	主婦(職あり)			*				*	*	*	*	*	*	*
		主婦(職なし)							*	*	*	*	*	*	*
	主婦(職あり)	主婦(職なし)							*	*	*	*	*	*	*

***:1%水準で有意, **:5%水準で有意, *:10%水準で有意



(図中のエラーバーは、標準偏差を示す)

図 4-3-3 各アイテムにおけるカテゴリー別の年積算全電力消費量

4. 4 数量化理論第Ⅰ類を適用した電力消費量の影響要因に関する分析

消費量の多寡に影響を及ぼす複数の要因について検討するため、数量化理論第Ⅰ類を適用する。説明変数にはダミー変数などの質的データが含まれており、量的データについてはカテゴリカル変数として変換することにより、電力消費量との関係性について柔軟に検討できることから、分析手法として数量化理論第Ⅰ類を用いることにした。

4. 4. 1 検討モデルの構築

(1) 住宅属性アイテム間の関連

全アイテムがカテゴリカル変数ではあるが、アイテム間の関連を概括すること、また後述にてモデルを構築する際、多重共線性を回避するアイテムを抽出することを目的として、相関係数行列を表4-4-1に示す。

世帯特性のアイテム間において相関係数が高くなっている。相関係数が絶対値で0.5以上の関係にあるペアを挙げると、「男性人数」と「世帯内男性比」「世帯人数」「子供人数」,「女性人数」と「世帯内男性比」「世帯人数」「子供人数」,「世帯人数」と「長子年齢」「子供人数」「就学者人数」,「長子年齢」と「子供人数」「就学者人数」,「子供人数」と「就学者人数」,「給与取得者人数」と「妻の職業」の13あり、世帯規模を表す「人数」に関するアイテム間が多いといえる。上記より、長子の年齢が上昇することで、家族の人数も増加し、子供の成長に伴い、小学校へ入学することにより、就学者の人数も増えるといった構図が推察される。また、「給与所得者人数」と「妻の職業」の間には負の相関がみられ、妻が有職者であるほど、家族の中の給与所得者の人数も増加することがわかる。

その一方で、建物・設備・世帯特性やライフスタイルに関するアイテム間では高い相関係数はみられない。例えば、建物規模を表す「延べ床面積」と家族規模を表す「世帯人数」の相関係数は0.216とさほど高いことから、必ずしも両者が結びつかないことがわかる。

(2) 全電力消費量における検討モデル

これまでの検討内容を踏まえ、数量化理論第Ⅰ類に適用するモデルを構築する。

説明変数は、前節のアイテムと電力消費量との相関係数ならびに分散分析の結果を踏まえ選択する。具体的には、まず建物・設備特性から、年間を通して電力消費量との相関が高く、また分散分析において有意となった「延べ床面積」「給湯機種別」ならびに年積算値で相関係数0.2以上、分散分析で有意となった「構造」「蓄熱設備」「エアコン使用台数」の5アイテムを選定した。また、世帯特性からは、いずれかの月において5%水準の有意差が認められた世帯の人数に関する「世帯人数」「子供人数」「就学者人数」と「世帯主年齢」の4アイテムとした。

さらに、(1)で検討した相関係数が0.5以上となるアイテム間については、多重共線性を回避するため、別モデルによる検討を行う。つまり、「世帯人数」「子供人数」「就学者人数」については、説明変数として同時に投入する他のアイテムとの関係を考慮しつつ、以下の3つのモデルに分けて分析する。

【model1-1】:「延べ床面積」「構造」「給湯機種別」「世帯主年齢」「子供人数」

【model1-2】:「延べ床面積」「構造」「給湯機種別」「世帯主年齢」「就学者人数」

【model1-3】:「延べ床面積」「構造」「給湯機種別」「蓄熱設備」「エアコン使用台数」
「世帯人数」「世帯主年齢」

説明変数として、「延べ床面積」「構造」の建物特性、「給湯機種別」の設備特性に、「世帯主年齢」「子供人数」の世帯特性を加えた5変数としたものを【model1-1】、「子供人数」の代わりに、「就学者人数」とした【model1-2】と「世帯人数」を採用し、さらに設備特性である「蓄熱設備」「エアコン使用台数」を追加することで7変数としたものを【model1-3】とする。

表 4-4-1 相関係数行列

特性	アイテム	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
建物特性	1. 竣工年	1.000	-0.133	-0.060	0.132	0.263	0.093	-0.150	0.146	0.046	-0.106	-0.083
	2. 延べ床面積	-0.133	1.000	0.163	-0.139	0.212	0.314	0.115	0.198	0.409	-0.169	0.346
	3. 構造	-0.060	0.163	1.000	-0.078	-0.058	-0.103	-0.148	-0.056	0.089	0.038	0.134
	4. 二世帯住宅	0.132	-0.139	-0.078	1.000	-0.057	0.248	-0.088	0.006	0.061	0.054	0.039
設備特性	5. 給湯機種別	0.263	0.212	-0.058	-0.057	1.000	0.061	0.128	0.186	0.067	-0.057	0.083
	6. 温水床暖房システム	0.093	0.314	-0.103	0.248	0.061	1.000	-0.043	0.180	0.114	-0.264	-0.041
	7. 全館空調システム	-0.150	0.115	-0.148	-0.088	0.128	-0.043	1.000	-0.079	-0.438	-0.141	0.159
	8. 蓄熱設備	0.146	0.198	-0.056	0.006	0.186	0.180	-0.079	1.000	0.272	-0.225	-0.053
	9. エアコン使用台数	0.046	0.409	0.089	0.061	0.067	0.114	-0.438	0.272	1.000	0.144	0.178
	10. 暖房機器使用台数	-0.106	-0.169	0.038	0.054	-0.057	-0.264	-0.141	-0.225	0.144	1.000	0.020
	11. 家電機器使用台数	-0.083	0.346	0.134	0.039	0.083	-0.041	0.159	-0.053	0.178	0.020	1.000
世帯特性	12. 男性人数	-0.081	0.193	0.165	0.121	0.048	0.048	0.017	0.161	0.005	-0.030	0.158
	13. 女性人数	0.028	0.020	-0.090	0.063	0.149	0.262	-0.005	0.041	-0.004	0.008	-0.063
	14. 世帯内男性比	-0.125	0.165	0.185	-0.025	-0.029	-0.089	0.022	0.078	-0.027	-0.050	0.169
	15. 世帯人数	-0.058	0.216	0.118	0.126	0.178	0.219	-0.007	0.091	-0.048	-0.011	0.051
	16. 世帯主年齢	-0.076	0.175	-0.022	0.115	-0.018	-0.064	0.125	0.039	0.183	-0.132	0.243
	17. 長子年齢	-0.020	0.192	-0.048	0.095	0.116	0.185	-0.044	0.036	0.247	-0.013	0.104
	18. 成人人数	0.120	0.070	-0.018	0.330	0.104	0.232	-0.079	0.135	0.152	-0.189	0.350
	19. 子供人数	-0.090	0.166	0.127	0.040	0.155	0.146	0.003	0.077	-0.062	-0.011	0.019
	20. 就学者人数	-0.079	0.194	-0.002	0.023	0.071	0.220	0.024	0.079	0.122	0.064	-0.106
	21. 給与所得者人数	-0.075	-0.034	-0.174	0.001	-0.020	0.112	-0.051	-0.139	0.042	-0.164	0.017
	22. 妻の職業	-0.062	-0.123	0.025	-0.176	-0.004	-0.171	0.041	-0.030	-0.197	0.138	-0.004

特性	アイテム	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
建物特性	1. 竣工年	-0.081	0.028	-0.125	-0.058	-0.076	-0.020	0.120	-0.090	-0.079	-0.075	-0.062
	2. 延べ床面積	0.193	0.020	0.165	0.216	0.175	0.192	0.070	0.166	0.194	-0.034	-0.123
	3. 構造	0.165	-0.090	0.185	0.118	-0.022	-0.048	-0.018	0.127	-0.002	-0.174	0.025
	4. 二世帯住宅	0.121	0.063	-0.025	0.126	0.115	0.095	0.330	0.040	0.023	0.001	-0.176
設備特性	5. 給湯機種別	0.048	0.149	-0.029	0.178	-0.018	0.116	0.104	0.155	0.071	-0.020	-0.004
	6. 温水床暖房システム	0.048	0.262	-0.089	0.219	-0.064	0.185	0.232	0.146	0.220	0.112	-0.171
	7. 全館空調システム	0.017	-0.005	0.022	-0.007	0.125	-0.044	-0.079	0.003	0.024	-0.051	0.041
	8. 蓄熱設備	0.161	0.041	0.078	0.091	0.039	0.036	0.135	0.077	0.079	-0.139	-0.030
	9. エアコン使用台数	0.005	-0.004	-0.027	-0.048	0.183	0.247	0.152	-0.062	0.122	0.042	-0.197
	10. 暖房機器使用台数	-0.030	0.008	-0.050	-0.011	-0.132	-0.013	-0.189	-0.011	0.064	-0.164	0.138
	11. 家電機器使用台数	0.158	-0.063	0.169	0.051	0.243	0.104	0.350	0.019	-0.106	0.017	-0.004
世帯特性	12. 男性人数	1.000	-0.198	0.787	0.675	-0.194	0.408	0.001	0.667	0.465	0.092	0.118
	13. 女性人数	-0.198	1.000	-0.659	0.532	-0.311	0.414	0.134	0.506	0.414	0.164	-0.021
	14. 世帯内男性比	0.787	-0.659	1.000	0.182	0.056	0.064	-0.073	0.198	0.099	-0.008	0.108
	15. 世帯人数	0.675	0.532	0.182	1.000	-0.394	0.674	0.044	0.989	0.718	0.221	0.040
	16. 世帯主年齢	-0.194	-0.311	0.056	-0.394	1.000	0.024	0.343	-0.392	-0.211	-0.197	-0.118
	17. 長子年齢	0.408	0.414	0.064	0.674	0.024	1.000	0.318	0.673	0.706	0.307	-0.078
	18. 成人人数	0.001	0.134	-0.073	0.044	0.343	0.318	1.000	-0.027	-0.163	0.221	-0.120
	19. 子供人数	0.667	0.506	0.198	0.989	-0.392	0.673	-0.027	1.000	0.716	0.210	0.070
	20. 就学者人数	0.465	0.414	0.099	0.718	-0.211	0.706	-0.163	0.716	1.000	0.071	0.003
	21. 給与所得者人数	0.092	0.164	-0.008	0.221	-0.197	0.307	0.221	0.210	0.071	1.000	-0.697
	22. 妻の職業	0.118	-0.021	0.108	0.040	-0.118	-0.078	-0.120	0.070	0.003	-0.697	1.000

負の相関が高い←
相関が低い
→正の相関が高い

4. 4. 2 電力消費量の影響要因の検討

本項では、これまでの結果を踏まえて電力消費量の影響要因を検討するために、数量化理論第Ⅰ類を検討モデルに適用した結果を示し、各要因における影響の程度について考察する。

(1) 年積算電力消費量による検討

年積算電力消費量を従属変数とした【model1-1】【model1-2】【model1-3】の分析結果を図4-4-2(1)に示す。

◆【model1-1】の解析結果

重相関係数は0.695であり、決定係数から5つの変数によって各住宅の年積算電力消費量の違いの48%を説明できることがわかる。

「延べ床面積」の偏相関係数は約0.6と最も高い。カテゴリースコアをみると、『160㎡～』と『～99㎡』が電力消費量の増減に大きな影響を及ぼしている一方で、その他の面積分類による影響は小さい。「構造」の偏相関係数は0.2強とさほど高くないが、『非木造』で電力消費量が増加する傾向にあることがわかる。第3章で示したように、第一回属性調査では住宅性能として「省エネルギー対策等級」についても質問しており、回答率は低かったものの、非木造住宅において等級が高くなる傾向がうかがえた^{注4-3)}ことから、対象とした非木造住宅は気密性・断熱性が高い傾向にあると考えられる。吉野ら⁴⁻⁴⁾は、高気密高断熱住宅は一般の住宅に比べてエネルギー消費量が増加する傾向にあることを報告しており、同様な結果が本研究においても差異は少ないものの確認される。

「給湯機種別」の偏相関係数は「延べ床面積」に次いで高く、全電化住宅においては消費量に大きな影響を及ぼす要因と考えられる。カテゴリースコアより、『電気温水器』と『CO₂HP給湯機』とでは、年間で約2,000kWh/(世帯・年)程度異なることがわかる。

「世帯主年齢」は『40歳代』の消費量が多く、『39歳以下』が少なくなる傾向にあり、偏相関係数は約0.3と「構造」を若干上回る程度である。「子供人数」の偏相関係数は0.143と5変数中最も低くなるものの、カテゴリースコアをみると世帯内の子供が増えると消費量が多くなる傾向が確認できる。

◆【model1-2】の解析結果

重相関係数は0.734と高く、5変数によって各住宅の電力消費量の違いの54%を説明することができ、モデル適合度は【model1-1】より向上している。

「延べ床面積」「構造」「給湯機種別」「世帯主年齢」のカテゴリースコア・偏相関係数は【model1-1】とほぼ同様の傾向を示す。

世帯特性である「就学者人数」の偏相関係数は0.357と比較的高く、「構造」や「世帯主年齢」より影響が大きいといえる。1人以下と『2人以上』を比較するなら、人数が多い方が、消費量が多くなっている。【model1-1】において、「子供人数」は消費量の影響要因として必ずしも大きくはないが、【model1-2】における世帯特性の要因を重ねてみるなら、居住者（特に、子供）の年齢などのライフステージが大きな影響を及ぼす可能性が示唆される。

◆【model1-3】の解析結果

重相関係数は、前述までのモデルよりもアイテムの数が増えたことも寄与し、0.798と3つのモデルの中で最も高く、7変数によって各住宅の電力消費量の違いの64%を説明することができる。

上記の2つのモデルと共通した説明変数である「延べ床面積」「構造」「給湯機種別」「世帯主年齢」のカテゴリースコアはほぼ同様の傾向を示している。ただし、「構造」と「世帯主年齢」の偏相関係数は0.1未満と非常に小さくなっていることから、本モデルでは年積算値に対する影響要因とはいえない。

新たに採用した「蓄熱設備」では、導入世帯における消費量が多くなる傾向にあり、4.3.3項で示した分散分析結果と対応した傾向が得られている。同様に設備特性である「エアコン使用台数」は、概ね台数の増加に伴い、消費量が多くなる。両者とも偏相関係数が0.3超と比較的高く、レンジも1,500kWh/(世帯・年)前後であることから、同程度の影響要因であるといえる。

また、「世帯人数」では『2人以下』の住宅で消費量が減少する傾向にあるものの、偏相関係数が0.275とそれほど高くないことから、本研究での「世帯人数」は建物特性や設備特性ほどには電力消費量に大きな影響は及ぼさないものと考えられる。

model	重相関係数	アイテム	カテゴリー	度数	カテゴリースコア	電力消費量[kWh/年]	レンジ	偏相関係数
						-4000 -3000 -2000 -1000 0 1000 2000 3000 4000		
model 1-1	0.695	延べ床面積	100㎡未満	5	-3,140.0		6,611.6	0.593
			100～120㎡	19	306.0			
			120～140㎡	18	-203.5			
			140～160㎡	15	-485.4			
			160㎡以上	6	3,471.6			
		構造	木造	46	-267.4		991.0	0.220
			非木造	17	723.6			
		給湯機種別	電気温水器	42	680.2		2,040.5	0.444
			CO ₂ HP給湯機	21	-1,360.3			
		世帯主年齢	39歳以下	23	-741.5		1,352.0	0.294
			40歳代	26	610.5			
			50歳以上	14	84.3			
		子供人数	0人	12	-443.3		815.7	0.143
			1人	15	-177.1			
			2人	23	136.4			
			3人以上	13	372.4			
model 1-2	0.734	延べ床面積	100㎡未満	5	-3,236.0		6,269.0	0.591
			100～120㎡	19	415.9			
			120～140㎡	18	-112.4			
			140～160㎡	15	-526.4			
			160㎡以上	6	3,032.9			
		構造	木造	46	-252.3		935.2	0.220
			非木造	17	682.8			
		給湯機種別	電気温水器	42	685.6		2,056.7	0.469
			CO ₂ HP給湯機	21	-1,371.1			
		世帯主年齢	39歳以下	23	-647.8		1,177.0	0.266
			40歳代	26	529.2			
			50歳以上	14	81.4			
		就学者人数	0人	24	-139.5		1,811.7	0.357
			1人	20	-796.8			
			2人以上	19	1,014.9			
model 1-3	0.798	延べ床面積	100㎡未満	5	-1,874.7		4,895.7	0.595
			100～120㎡	14	-44.2			
			120～140㎡	15	-154.1			
			140～160㎡	13	-447.9			
			160㎡以上	6	3,021.0			
		構造	木造	38	-65.1		229.9	0.067
			非木造	15	164.9			
		給湯機種別	電気温水器	34	736.2		2,053.5	0.538
			CO ₂ HP給湯機	19	-1,317.3			
		蓄熱設備	未導入	46	-199.6		1,511.4	0.301
			導入	7	1,311.8			
		エアコン使用台数	1台以下	7	-479.6		1,446.3	0.329
			2台	7	-829.9			
			3台	14	-391.8			
			4台	8	616.4			
			5台以上	17	571.7			
		世帯人数	2人以下	11	-936.9		1,484.5	0.275
			3人	14	188.2			
			4人	14	0.3			
			5人以上	14	547.6			
		世帯主年齢	39歳以下	17	-5.9		45.0	0.011
			40歳代	22	20.3			
			50歳以上	14	-24.7			

図 4-4-2(1) 数量化理論第Ⅰ類による分析結果

(2) 月積算値電力消費量による検討

4.3 節では、各アイテムが電力消費量に及ぼす影響が季節によって異なることを示した。そこでここでは、月積算電力消費量を従属変数とし、(1)年積算値による検討においてモデル適合度がより高いと想定される【model1-3】で使用した説明変数を用いて数量化理論第Ⅰ類を適用し、各変数が月積算電力消費量に及ぼす影響について検討する。図4-4-2(2)に重相関係数と偏相関係数、表4-4-2にカテゴリースコアとレンジの月変動を示す。

重相関係数は0.7～0.8の間で推移し、各月とも7つの変数により電力消費量のある程度予測できるといえる。

偏相関係数に着目すると、年間を通して「延べ床面積」が高い傾向を示し、特に2～3月にかけては7変数中最大であり、また「世帯人数」も1月において最大となることから、レンジと併せて考えるとこれらの変数の月積算電力消費量に及ぼす影響は冬期に大となることがわかる。前述したように、月電力消費量は、冷房期間の夏季の増加に比べ、暖房期間の冬季の増加が著しいことから、全エネルギー消費量に占める暖房エネルギーの割合が大きい冬季においては、暖房面積に比例する延べ床面積ならびに居住する人数の影響が強く反映されたものと考えられる。

一方、「給湯機種別」は冬期に影響度が低下する。これは、外気温度が低下する冬季においては、CO₂HP給湯機の機器効率が低下し、電気温水器との消費量の差が小さくなるためと予想される。ただし、CO₂HP給湯機の偏相関係数は機器効率が最大となる夏季ではなく、中間期の5月に最大となっている。夏季はシャワーのみの使用など、入浴行為が変化することにより給湯量が減少すること、給水温度が高いため消費電力量も小となること、さらに冷房エネルギー消費が全エネルギー消費量に加わることなどから、全エネルギー消費量に占める給湯エネルギー消費量の割合が低下することが予想される。これに比べて、年間を通して全エネルギー消費量が最も小さくなる中間期においては、給湯エネルギー消費量の割合が相対的に大となることから、夏季より影響が強く現れたものと推察される。

「蓄熱設備」は11～3月の冬期において0.4程度と高い一方、5～10月は0.1前後と低くなる。これは、暖房を目的に稼働させる機器であることによるものと考えられる。

また、「世帯主年齢」の偏相関係数は夏季の7～9月にかけて高くなる傾向を示す。夏季の冷房使用は、省エネ行動の対象になりやすいなど、居住者のライフスタイルによって大きく影響を受けること、既往研究^{4-5),4-6)}ではエネルギー消費量と世帯年収との関連も指摘されていることから、世帯主年齢の上昇により年収が増加し^{注4-4)}、冷房使用にも何らかの影響が生じていることが予想される。

「エアコン使用台数」は一年を通して0.3前後と影響力の変動が比較的小さいといえる。度数が少なくなる10月を除けば、0.3を超えるのは1月と8月のみであり、カテゴリースコアから年積算値での検討結果とは異なり、『1台以下』の消費量が増大する傾向にある。これは、エアコンを設置していない世帯の多くが全館空調システムを導入していることにより、暖房・冷房それぞれの消費量がピークに達する1月と8月において顕著になったものと推察される。

「構造」は、12月から3月にかけて偏相関係数が0.1以下となり、冬季における影響が極めて小となる傾向にある。一般的に高気密高断熱住宅の性能が最も発揮されるのは冬期であると考えられる。年積算値による検討において、非木造住宅は一般の木造住宅に比べて、電力消費量が多くなる傾向を示したが、非木造住宅には高気密高断熱住宅が多いと想定されることから、

冬季ではその住宅性能が活かされることによって暖房エネルギー消費が抑えられ、結果的に木造住宅と非木造住宅の差が減少したものと推察される。ただし、年間を通してみれば、偏相関係数は0.2未満と検討アイテムの中で最も低いことから、「構造」は月積算値の影響要因とはいえない。

以上より、冬季では「延べ床面積」「世帯人数」「蓄熱設備」が、中間期では「給湯機種別」が、夏季では「世帯主年齢」が大きな影響を及ぼしている傾向が把握でき、各要因による電力消費量への影響の程度は季節によって大きく異なることを確認した。

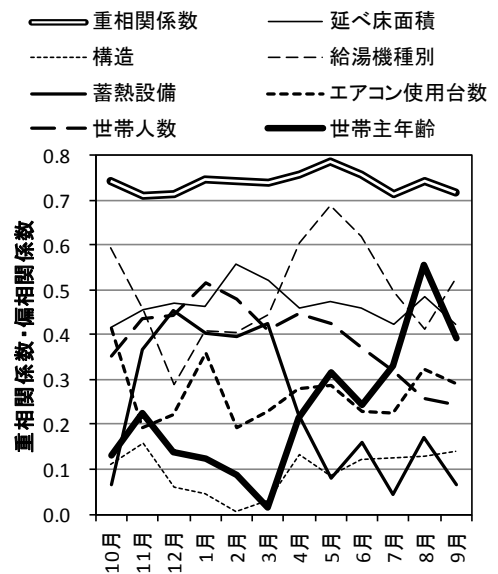


図 4-4-2(2) 重相関係数と偏相関係数の月変動

表 4-4-2 カテゴリースコア・レンジ一覧表

アイテム	カテゴリー	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
延べ床面積	100㎡未満	5	7	7	6	7	7	7	7	7	5	5	6
	100～120㎡	17	21	19	16	20	19	20	20	20	17	13	15
	120～140㎡	16	19	20	18	18	19	18	18	18	19	20	20
	140～160㎡	13	14	13	13	14	14	13	13	13	14	14	14
	160㎡以上	7	7	7	7	6	6	6	7	6	6	7	7
構造	木造	43	51	49	45	49	49	46	49	45	43	42	45
	非木造	15	17	17	15	16	16	15	16	16	17	16	16
	レンジ	29,972	64,383	34,384	27,848	3,022	14,974	43,623	22,769	34,631	42,767	47,374	41,293
	電気温水器	35	43	41	36	42	38	40	40	41	39	38	40
	CO-HP給湯機	23	25	24	24	23	23	25	25	21	21	21	21
給湯機種別	レンジ	182,987	186,210	153,393	242,113	192,874	218,817	224,027	231,701	210,639	185,573	159,849	176,567
	未導入	50	58	56	56	56	56	55	54	54	52	50	52
	導入	8	10	10	10	9	9	9	10	8	8	8	9
	レンジ	25,164	200,995	367,491	330,924	271,426	297,754	96,284	28,209	62,182	20,403	87,032	26,133
	導入	8	10	10	10	9	9	9	10	8	8	8	9
蓄熱設備	1台以下	8	10	10	10	9	9	9	10	8	8	8	9
	2台	10	13	11	11	11	12	11	12	11	11	11	11
	3台	14	19	19	17	19	18	18	18	18	17	15	15
	4台	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	5台以上	17	17	17	17	17	17	16	16	15	16	17	18
エアコン使用台数	レンジ	163,232	118,015	185,668	342,459	135,870	145,165	123,239	115,395	92,518	91,047	161,128	102,444
	2人以下	12	14	14	13	14	14	13	13	12	12	13	13
	3人	14	16	15	15	16	16	15	15	15	15	14	14
	4人	18	23	22	21	22	21	20	20	20	19	19	21
	5人以上	14	15	15	15	15	14	14	14	14	14	15	15
世帯人数	レンジ	130,460	215,587	306,038	456,603	303,786	261,449	196,361	148,611	132,214	134,398	117,008	89,255
	39歳以下	19	24	22	20	22	22	22	24	23	22	20	21
	40歳代	24	27	28	24	26	26	23	24	23	22	20	25
	41歳以上	15	17	16	16	17	17	17	17	16	16	15	18
	レンジ	37,258	90,018	81,551	75,222	43,739	6,368	77,802	95,523	72,666	127,603	262,236	131,127
世帯主年齢	39歳以下	19	24	22	20	22	22	22	24	23	22	20	21
	40歳代	24	27	28	24	26	26	23	24	23	22	20	25
	41歳以上	15	17	16	16	17	17	17	17	16	16	15	18
	レンジ	37,258	90,018	81,551	75,222	43,739	6,368	77,802	95,523	72,666	127,603	262,236	131,127
	導入	8	10	10	10	9	9	9	10	8	8	8	9

4. 5 小結

本章では、調査対象住宅において消費された世帯全体の電力量について、2008年10月1日から2009年9月30日までの1年間の測定データに基づき整理し、実態について把握したうえで、電力消費量と住宅属性との関連およびその影響について検討を行った。得られた知見について以下にまとめる。

- 1) 年積算電力消費量の世帯平均値（二次エネルギー換算値）は37.3GJ/(世帯・年)であり、既往の文献値と比較して小さい。また、月積算電力消費量は1月で最大：4.65GJ/(世帯・月)、9月で最小：2.21GJ/(世帯・月)となり、冬期において文献値を下回り、厳寒月においてその差が拡大する傾向が認められることから、使用エネルギー種別の違いなどによる影響が反映されたものと予想される。

- 2) 建物特性・世帯特性・設備特性の各アイテム別に年積算電力消費量の差異を検討した結果、分散分析で有意差が認められたのは「延べ床面積」「給湯機種別」「蓄熱設備」「就学者人数」であり、差異がみられなかったアイテムにおいても影響の程度が季節によって変動していることが確認できた。また、年積算値との相関係数は、「延べ床面積」「給湯機種別」「温水床暖房システム」「エアコン使用台数」で高い値を示した。
- 3) 年積算電力消費量に及ぼす影響要因を検討するため、「延べ床面積」「構造」「給湯機種別」「蓄熱設備」「エアコン使用台数」「世帯人数」「世帯主年齢」の7つの変数を用いて数量化理論第Ⅰ類による解析を行った結果、0.798の重相関係数が得られ、「延べ床面積」「給湯機種別」において高い偏相関係数を示し、特に、全電化住宅における給湯機種別は、電力消費量の多寡の大きな要因となっていることが確認できた。一方、「蓄熱設備」や「エアコン使用台数」といった設備特性のアイテムも比較的高い偏相関係数がみられた。
- 4) 月積算電力消費量を従属変数として数量化理論第Ⅰ類を適用した結果、重相関係数は0.7～0.8の間で推移し、偏相関係数は冬季では「延べ床面積」「蓄熱設備」「世帯人数」が、中間期では「給湯機種別」が高くなっており、夏季は「世帯主年齢」が大きくなる傾向が得られた。世帯特性の各変数における偏相関係数も比較的高いことから、建物特性のみならず世帯構成や世帯年齢など居住者のライフステージが影響を及ぼしていることが推察された。これより、それぞれの特徴が反映されることにより、各要因の影響の程度は季節によって変動していることが確認できた。

【第4章 注釈】

注 4-1) 一次エネルギー換算は、経済産業省資源エネルギー庁の資料である「2005年度以降適用する標準発熱量の検討結果と改訂値について」の「3. 2005年度標準発熱量表(改訂結果一覧)」に基づいて算出している。

注 4-2) 「鉄骨造」「RC造」「木造とRC造の複合構造」を「非木造」として集計している。

注 4-3) 属性調査では「省エネルギー対策等級」についても尋ねており、14件（木造住宅：8件、非木造住宅：6件）の回答が得られた。木造住宅の等級は「3級」が2件、「2級」が3件、評価なしが3件である一方、非木造住宅は「4級」が4件、「3級」が2件と、後者において高断熱・高気密な住宅が多い傾向がみられた。

注 4-4) 世帯主年齢と世帯所得の関係⁴⁷⁾において年齢分類別に世帯数が最も多くなる所得に着目すると、「30～34歳」では「400～499万円(20.9%)」、「35～39歳」では「500～599万円(16.3%)」、「40～44歳」では「600～699万円(12.8%)」、「45～49歳」「50～54歳」「55～59歳」では「1,000～1,249万円(各10.9%, 12.9%, 12.4%)」となっている。このように59歳までは世帯主年齢の上昇に伴う世帯所得の増加傾向が認められる。しかしながら、「60～64歳」と「65～69歳」の世帯所得をみると「100～499万円」が共に半数以上を占めており、70歳以上になるとさらに所得が低下する傾向がみられる。世帯主が60歳以上になると退職などを機に、低所得側に移行するものと思われる。なお、エネルギー消費に及ぼす影響の一因として「所得」が挙げられ、この点については、既往の研究でも指摘されていることから、本研究においてもアンケート票の作成の際、質問項目に含めることを検討したが、非常にデリケートな質問であることから、アンケート票全体に対する回答が拒否される可能性が高まると判断し、今回のアンケート票の中からはあえて除いている。

【第4章 参考文献】

- 4-1) 長谷川善明, 井上 隆: 全国規模アンケートによる住宅内エネルギー消費の実態に関する研究－世帯特性の影響と世帯間のばらつきに関する考察 その1－, 日本建築学会環境系論文集, No.583, pp.23-28, 2004.9
- 4-2) 森 敦子, 森山正和, 漆原 慎: 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, 日本建築学会環境系論文集, No. 565, pp.99-106, 2003.3
- 4-3) 日本建築学会: 日本の住宅におけるエネルギー消費, 社団法人 日本建築学会, 2006.10 (第1版第1刷)
- 4-4) 吉野 博, 長谷川兼一: 東北地方を中心とした高断熱高気密住宅のエネルギー消費量に関する実態調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp.79-80, 1997.9
- 4-5) 井上 隆, 水谷 傑, 田中俊彦: 全国規模アンケートによる住宅内エネルギー消費の実態に関する研究－影響を及ぼす要因に関する分析 その2－, 日本建築学会環境系論文集, No.606, pp.75-80, 2006.8
- 4-6) 田中昭雄, 長澤敦司, 柳 美樹, 山下ゆかり, 伊藤浩吉: 住宅エネルギー消費と世帯属性・地域性の要因分析－遺伝的アルゴリズムによる未知データの最尤推定－, エネルギー経済 32(2), pp.60-76, 2006.04
- 4-7) 独立行政法人統計センター: 政府統計の総合窓口 (e-Stat) －平成14年就業構造基本調査(全国編)－世帯分布による就業構造表, 表番号178, <http://www.nstac.go.jp/>, 2012.2.10 参照

第 5 章 給湯電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討

- 5. 1 はじめに
- 5. 2 電力消費量の測定結果
- 5. 3 電力消費量に影響を及ぼす要因の検討
- 5. 4 数量化理論第 I 類を適用した電力消費量の影響要因に関する分析
- 5. 5 小結

第5章 給湯電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討

5. 1 はじめに

前章では、住宅全体の電力消費量について検討したが、消費される電力量は様々な設備機器の使用用途（例えば、給湯や冷暖房）によって違うことから、その消費量の多寡に及ぼす影響要因も自ずと異なってくることが予想される。そこで全電力消費量を、給水を沸き上げるために消費される電力量の「給湯用途」、夏季の冷房と冬季の暖房のための「冷暖房用途」、各種家電機器や照明器具などのための「その他用途」の3用途に分類し、本章から第7章にかけてそれぞれについて仔細に検討を行う。まず本章では、給湯用途に着目する。

熱源にガスを併用している一般的な住宅では、給水の沸き上げに「ガス瞬間湯沸かし器」などを使用しており、必要となるお湯はその時点で沸き上げるが、全電化住宅では、深夜に沸き上げたお湯を貯湯槽に蓄えておき、日中における風呂・洗面・台所などに給湯を利用する「電気給湯機」によって賄われている。電化住宅の居住者の視点に立てば、安全性や利便性といった特長に加え、日中における電灯単価と比較して半分以下となる安価な深夜電力⁵⁻¹⁾を利用できる料金体系に魅力がある。その一方で、日中に使用している電力を夜間に移行する、いわゆる「ピークシフト」を可能にするため、電力供給コストの低減ならびにピーク時の電力消費量の抑制を通じて、CO₂排出量の削減に資するものと考えられる⁵⁻²⁾。これまでの「電気給湯機」としては、電気ヒータ式の「電気温水器」が一般的であったが、近年はヒートポンプ式の高効率給湯機である「CO₂HP 給湯機」が普及しつつある⁵⁻³⁾。統計資料⁵⁻⁴⁾にある各機器の国内出荷台数における最も古い記録をみると、電気温水器は1990年で247[千台]、CO₂HP 給湯機は2003年で73[千台]となっており、出荷年数を考慮するとストック台数は前者の方が多く、後者は比較的新しい機器であるといえる。ただし、最新の2007年時のデータを比較すると、前者が230[千台]である一方で後者が399[千台]となっており、近年におけるCO₂HP 給湯機の普及拡大が著しいことから、今後の給湯エネルギー消費量の削減が期待されている。

そこで本章では、2008年10月から2009年9月までの1年間の住宅内における給湯系統の電力消費量に基づき、電化住宅における給湯エネルギー消費の実態を把握するとともに、建物・設備・世帯特性といった住宅属性と電力消費量の関係について検討したうえで、数量化理論第I類を適用することで給湯用途に及ぼす影響要因を明らかにすることを目的とする。

5. 2 電力消費量の測定結果

本節では給湯用途の電力消費傾向を把握するため、年・月単位それぞれでまとめた結果を示す。なお、機器種別により消費量に大きな違いがあることが予想されるため、電気温水器とCO₂HP 給湯機各設置世帯に分けた集計結果を示す。

5. 2. 1 年積算電力消費量

給湯用途消費量と冷暖房・その他用途を加えた住宅全体の消費量の年積算値の平均値を図5-2-1(1)に、また、その統計値を表5-2-1に示す。

電気温水器による消費量は約5,200 kWh/(世帯・年)、CO₂HP 給湯機は約2,100 kWh/(世帯・年)で、前者が後者の2.5倍近くとなる。また、全電力消費量に占める割合も、前者が47.6%とほぼ半分を占めるのに対し、後者は24.4%と概ね1/4と低く、前者は後者の約2倍となる^{注5-1)}。

図 5-2-1 (2) に示す年積算値に占める給湯用途割合の度数分布においても、電気温水器では 50% を超える世帯が半数近くを占める。一方で、CO₂HP 給湯機は『20%～』が半数以上であり、給湯機器の効率の違いが大きく反映されている。貯湯時に熱損失が発生し、さらに加熱時の効率が低い電気温水器では、全電力消費量に占める給湯用途の割合が大となっている。一方、投入電力量以上の熱量が得られる CO₂HP 給湯機では、貯湯時の放熱はあるものの 1/3 を下回っている。

図 5-2-1 (3) に年積算値の度数分布を示す。電気温水器では『5,000kWh～』、CO₂HP 給湯機で『2,000kWh～』が最多となり、上述した平均値と対応している。また、後者より前者の分布範囲が広く、統計値で示した消費量の最小値と最大値を比較すると、電気温水器では後者が前者の約 4.1 倍、CO₂HP 給湯機で約 3.2 倍となり、変動係数と併せて考えても、電気温水器の方が世帯間の較差が大きいといえる。

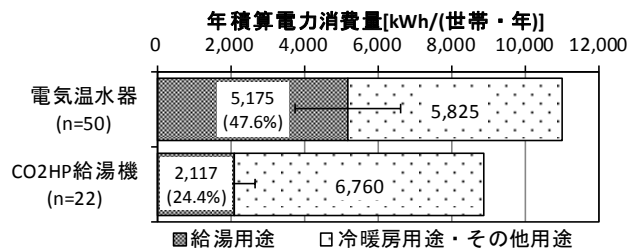


図 5-2-1 (1) 全電力消費量に占める給湯用途の構成割合

表 5-2-1 年積算電力消費量の統計値

	電気温水器	CO ₂ HP 給湯機
平均値	5,175.21	2,117.46
標準偏差	1,438.29	524.08
変動係数	0.28	0.25
最小値	2,132.52	964.20
最大値	8,792.96	3,072.37
度数	50	22

変動係数・度数を除いて単位は [kWh]

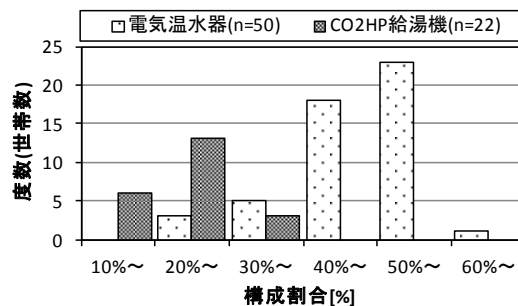


図 5-2-1 (2) 年積算値に占める給湯用途の割合の度数分布

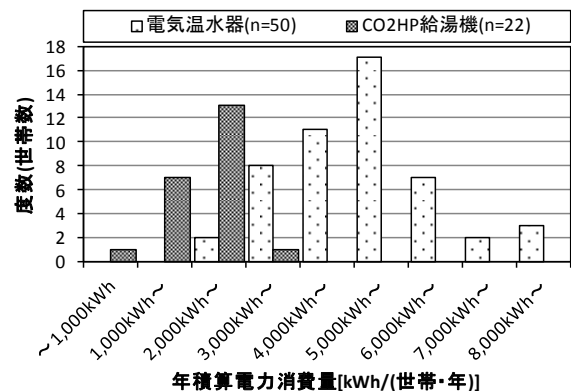


図 5-2-1 (3) 給湯電力消費量の度数分布

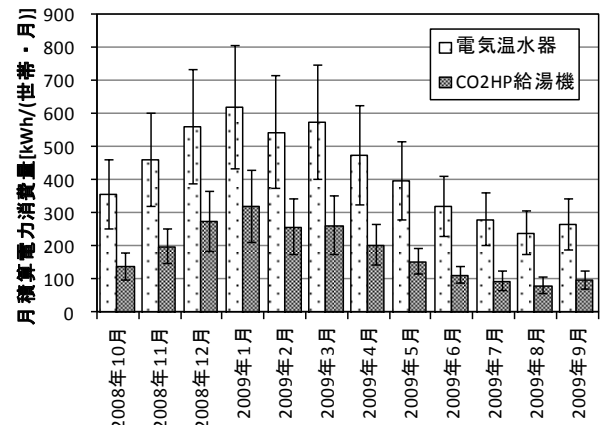
5. 2. 2 月積算電力消費量

電力消費量の月変動を図 5-2-2 に、月積算値の統計値を表 5-2-2 に示す。

給湯システムの電力消費量は、給水温度が低下し、湯の使われ方においても浴槽への湯張り回数が増え、使用湯量が増加する冬期に大となり、夏期に小となる傾向が、電気温水器、CO₂HP 給湯機に共通して認められる。

電気温水器では、1月の消費量が概ね 620 kWh/(世帯・月)であるのに対し、8月の消費量は約 240 kWh/(世帯・月)であり、最多月は、最少月の 2 倍以上の消費量となっている。CO₂HP 給湯機でも電気温水器と同様に、1月に最多、8月に最少となるが、前者の値が約 320 kWh/(世帯・月)であるのに対し、後者の値は 100 kWh/(世帯・月)を下回っており、最多月の消費量は、

最少月の3倍以上となる。CO₂HP 給湯機の場合、上述した季節の違いに加え、冬期は外気温度の低下による機器効率の低下が影響しているものと推察される⁵⁻⁵⁾。なお、月積算値で表記しているため、いずれの機種においても他の月より日数が少ない2月が3月より小となっている。日平均値でみるなら、電気温水器では2月が19.5kWh/(世帯・日)、3月が18.5kWh/(世帯・日)となり、同様にCO₂HP 給湯機ではそれぞれ9.2kWh/(世帯・日)、8.5kWh/(世帯・日)と、いずれも2月の方が大となることから、冬季から夏季に向けての遞減傾向が確認できる。



(図中のエラーバーは、標準偏差を示す)

図 5-2-2 電力消費量の月変動

表 5-2-2 月積算電力消費量の統計値

	電気温水器						CO ₂ HP給湯機					
	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	度数	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	度数
2008年10月	356.72	105.62	0.30	91.63	605.15	55	139.23	40.45	0.29	59.76	230.70	27
2008年11月	460.31	141.04	0.31	137.57	815.51	63	198.86	51.29	0.26	62.75	311.18	31
2008年12月	561.71	173.71	0.31	190.99	948.67	60	276.10	90.61	0.33	78.19	603.21	32
2009年1月	618.94	184.82	0.30	215.40	1094.82	58	321.29	109.61	0.34	106.72	773.37	31
2009年2月	544.64	168.86	0.31	180.93	955.84	59	257.51	84.94	0.33	137.05	600.84	30
2009年3月	573.36	172.62	0.30	244.07	1005.03	60	264.14	88.61	0.34	143.45	634.71	30
2009年4月	473.77	149.19	0.31	170.32	865.49	55	203.03	60.46	0.30	105.12	435.25	30
2009年5月	396.33	119.39	0.30	155.90	700.21	58	154.35	38.83	0.25	71.64	225.42	32
2009年6月	320.96	91.00	0.28	150.84	550.46	58	113.40	27.07	0.24	57.13	156.09	28
2009年7月	281.01	80.45	0.29	145.78	472.16	57	95.47	31.47	0.33	42.27	164.10	28
2009年8月	240.74	67.91	0.28	111.19	397.06	56	81.07	26.00	0.32	36.54	142.98	27
2009年9月	266.89	76.71	0.29	130.60	443.21	58	98.81	27.69	0.28	44.70	147.28	28

変動係数・度数を除いて単位は[kWh]

5. 3 電力消費量に影響を及ぼす要因の検討

5. 3. 1 データセット

給湯用途における分析用データベースを整備する。前章同様、第3章で示した建物特性、設備特性、世帯特性といった住宅属性の項目を電力消費量の影響要因として捉え、表 5-3-1(1)に示す 20 アイテムを選定した。ただし、前章と異なり、給湯電力消費量に大きな影響を及ぼすことが予想されるアイテムとして居住者の入浴行動である「夏期湯張り回数」「冬期湯張り回数」の2つを追加する一方で、給湯用途に直接関係しない「全館空調システム」「蓄熱設備」「エアコン使用台数」「暖房機器使用台数」の4つを検討対象から除外している。各アイテムは、単純集計結果に基づいて、可能な限りサンプル数に偏りが生じないように、2～5のカテゴリーを有するカテゴリカル変数に変換している。新たに加えたアイテムのうち、「夏期湯張り回数」は世帯によって大きく異なる傾向にあるため3カテゴリーに、多くの世帯が『7回/週以上』と回答した「冬期湯張り回数」は2カテゴリーのダミー変数としている^{注5-2)}。

従属変数は、年積算値ならびに月積算値の電力消費量データを適用する。分析用データベースの記述統計量を表 5-3-1(2)にまとめる。なお、電力消費量は kWh 単位で示している。

表 5-3-1(1) 説明変数として使用するアイテム

特性	アイテム	カテゴリー	各カテゴリーの度数					度数計
建物特性	竣工年	2003年以前(1) / 2004.2005年(2) / 2006年以降(3)	24	33	31			88
	延べ床面積	100㎡未満(1)/100～120㎡(2)/120～140㎡(3)/140～160㎡(4)/160㎡以上(5)	10	28	28	19	8	93
	構造	木造(0) / 非木造(1)	65	24				89
	二世帯住宅	二世帯ではない(0) / 二世帯である(1)	66	7				73
設備特性	給湯機種別	電気温水器(0) / CO ₂ HP給湯機(1)	64	33				97
	温水床暖房システム	未導入(0) / 導入(1)	75	2				77
	家電機器使用台数	11台以下(1) / 12台(2) / 13台(3) / 14台以上(4)	16	14	15	26		71
世帯特性	男性人数	1人以下(1) / 2人(2) / 3人以上(3)	41	27	19			87
	女性人数	1人(1) / 2人(2) / 3人以上(3)	33	37	17			87
	世帯内男性比(※)	0.5未満(1) / 0.5(2) / 0.5超(3)	30	33	24			87
	世帯人数	2人以下(2) / 3人(3) / 4人(4) / 5人以上(5)	17	23	36	21		97
	世帯主年齢	39歳以下(1) / 40歳代(2) / 50歳以上(3)	34	36	18			88
	長子年齢	子供なし(0) / 6歳未満(1) / 6～11歳(2) / 12歳以上(3)	17	11	32	27		87
	成人人数	2人以下(2) / 3人以上(3)	79	8				87
	子供人数	0人(0) / 1人(1) / 2人(2) / 3人以上(3)	17	18	36	16		87
	就学者人数	0人(0) / 1人(1) / 2人以上(2)	33	28	26			87
	給与所得者人数	0人(0) / 1人(1) / 2人以上(2)	9	59	19			87
	妻の職業	給与所得者・自営業(1) / 主婦(職あり)(2) / 主婦(職なし)(3)	14	25	35			74
	夏期湯張り回数	7回/週以上(1) / 1～6回/週(2) / ほとんどはらない(3)	36	16	20			72
	冬期湯張り回数	7回/週以上(0) / 6回/週以下(1)	55	17				72
	ライフスタイル							

※：世帯内男性比＝男性人数／世帯人数

表 5-3-1(2) 記述統計量

	アイテム	平均値	標準偏差	変動係数	中央値	最小値	最大値	度数
従属変数	年積算電力消費量	4,240.898	1,876.383	0.442	4,193.854	964.197	8,792.955	72
	10月電力消費量	285.106	136.150	0.478	286.224	59.761	605.153	82
	11月電力消費量	374.087	171.407	0.458	366.220	62.750	815.510	94
	12月電力消費量	462.369	202.654	0.438	421.650	78.188	948.668	92
	1月電力消費量	514.194	216.865	0.422	492.170	106.721	1,094.821	82
	2月電力消費量	447.855	199.504	0.445	427.251	137.054	955.838	89
	3月電力消費量	470.288	209.280	0.445	441.473	143.452	1,005.030	90
	4月電力消費量	378.219	180.303	0.477	357.030	105.123	865.494	85
	5月電力消費量	310.291	152.384	0.491	299.690	71.635	700.213	90
	6月電力消費量	253.386	123.925	0.489	255.735	57.125	550.460	86
	7月電力消費量	219.889	111.032	0.505	219.544	42.274	472.157	85
	8月電力消費量	188.801	94.720	0.502	188.116	36.543	397.055	83
	9月電力消費量	212.166	102.303	0.482	212.449	44.699	443.213	86
説明変数	建物特性							
	竣工年	2.080	0.791	0.380	2.000	1	3	88
	延べ床面積	2.860	1.129	0.395	3.000	1	5	93
	構造	0.270	0.446	1.655	0.000	0	1	89
	二世帯住宅	0.096	0.296	3.092	0.000	0	1	73
	設備特性							
	給湯機種別	0.340	0.476	1.400	0.000	0	1	97
	温水床暖房システム	0.026	0.160	6.164	0.000	0	1	77
	家電機器使用台数	2.718	1.185	0.436	3.000	1	4	71
	世帯特性							
	男性人数	1.747	0.796	0.455	2.000	1	3	87
	女性人数	1.816	0.740	0.407	2.000	1	3	87
	世帯内男性比	1.931	0.789	0.409	2.000	1	3	87
	世帯人数	3.629	1.014	0.279	4.000	2	5	97
	世帯主年齢	1.818	0.751	0.413	2.000	1	3	88
	長子年齢	1.793	1.091	0.608	2.000	0	3	87
	成人人数	2.092	0.291	0.139	2.000	2	3	87
	子供人数	1.586	1.006	0.634	2.000	0	3	87
	就学者人数	0.920	0.824	0.896	1.000	0	2	87
	給与所得者人数	1.115	0.559	0.501	1.000	0	2	87
	妻の職業	2.284	0.768	0.336	2.000	1	3	74
	ライフスタイル							
	夏期湯張り回数	1.778	0.859	0.483	1.500	1	3	72
	冬期湯張り回数	0.236	0.428	1.811	0.000	0	1	72

5. 3. 2 住宅属性と電力消費量の関連

本項では、電力消費量に影響を及ぼすと考えられる要因として、前項で示した各アイテムと電力消費量の関連について検討する。まず、両者の関係を概括するため、表 5-3-2 に相関係数をまとめる。

相関係数が絶対値で 0.3 を超えるアイテムは「給湯機種別」のみであり、通年 0.6 を大きく上回っている。これは前節の電力消費量の測定結果からも、CO₂HP 給湯機における消費量が少なくなることを表している。また、「竣工年」は、年積算値では絶対値で 0.2 未満を示したが、月別では全てにおいて 0.2 以上になっている。それほど強い関係にあるとはいえないが、「長子年齢」の 12 月から 4 月にかけても、0.2 を超えることから、使用湯量が増える冬期において、世帯のライフステージが消費量の多寡に影響を及ぼす可能性が示唆される。他方、「延べ床面積」「女性人数」は通年 0.1 未満と、電力消費量との関連は低いものと考えられる。

表 5-3-2 電力消費量との相関

特性	アイテム	年間	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
建物特性	竣工年	-0.189	-0.246	-0.214	-0.214	-0.249	-0.248	-0.254	-0.268	-0.281	-0.297	-0.262	-0.234	-0.248
	延べ床面積	0.029	-0.003	0.021	0.026	0.061	0.062	0.082	0.083	0.033	0.049	-0.007	-0.042	-0.025
	構造	0.133	0.144	0.094	0.081	0.047	0.061	0.064	0.081	0.089	0.133	0.058	0.038	0.130
	二世帯住宅	0.019	0.063	0.006	-0.005	0.059	-0.031	-0.036	-0.016	0.019	0.032	0.099	0.105	0.062
設備特性	給湯機種別	-0.756	-0.755	-0.721	-0.675	-0.733	-0.684	-0.700	-0.722	-0.764	-0.789	-0.790	-0.795	-0.774
	温水床暖房システム	0.228	0.087	0.190	0.198	0.249	0.184	0.181	0.172	0.096	0.067	0.147	0.108	0.065
	家電機器使用台数	0.014	0.050	0.060	0.041	0.021	0.042	0.075	0.080	0.065	0.091	0.079	0.133	0.110
世帯特性	男性人数	0.091	0.151	0.058	0.062	0.074	0.085	0.063	0.069	0.083	0.124	0.112	0.012	0.077
	女性人数	-0.007	-0.030	0.045	0.061	0.060	0.092	0.089	0.067	0.031	-0.031	0.006	-0.006	0.005
	世帯内男性比	0.062	0.113	0.026	0.042	0.027	0.039	0.027	0.032	0.037	0.093	0.075	0.018	0.042
	世帯人数	0.086	0.102	0.091	0.102	0.113	0.152	0.136	0.120	0.100	0.080	0.064	-0.033	0.060
	世帯主年齢	0.023	-0.031	0.035	0.045	0.044	-0.038	0.002	0.031	0.025	0.064	0.090	0.161	0.012
	長子年齢	0.125	0.126	0.197	0.225	0.224	0.228	0.242	0.226	0.189	0.128	0.146	0.044	0.094
	成人人数	0.050	0.026	0.103	0.130	0.134	0.023	0.059	0.069	0.054	-0.014	-0.009	0.054	0.011
	子供人数	0.071	0.089	0.091	0.111	0.112	0.168	0.151	0.125	0.098	0.080	0.064	-0.055	0.051
	就学者人数	0.095	0.094	0.118	0.132	0.136	0.192	0.184	0.178	0.147	0.139	0.168	0.038	0.113
	給与所得者人数	0.120	0.154	0.188	0.202	0.200	0.190	0.191	0.163	0.129	0.026	0.089	0.043	0.019
	妻の職業	-0.079	-0.108	-0.142	-0.150	-0.147	-0.094	-0.117	-0.141	-0.103	-0.022	-0.034	-0.071	0.001
	夏期湯張り回数	0.133	0.152	0.122	0.155	0.249	0.162	0.144	0.163	0.188	0.123	0.123	0.169	0.105
	冬期湯張り回数	-0.123	-0.093	-0.100	-0.105	-0.049	-0.176	-0.160	-0.180	-0.075	-0.079	-0.095	-0.067	-0.136

：≥0.3 ：≤-0.3

5. 3. 3 住宅属性による電力消費量の差異

続いて、表 5-3-2 で検討した各アイテムによる、年ならびに各月の電力消費量の差異について、分散分析により検討した結果を表 5-3-3 に示す。なお、表には検定有意のアイテムのみをまとめ、結果が有意で 3 カテゴリー以上の場合は、多重比較検定結果も併せて示している。また、前項での結果も踏まえ、主要アイテムについては、カテゴリー別の年積算電力消費量を全体の平均値とともに図 5-3-3 に示す。

年間と各月のいずれかにおいて、10%水準の有意差がみられたのは 20 アイテム中 6 アイテムにとどまる。年積算電力消費量において有意差が認められるのは、「給湯機種別」「温水床暖房システム」のみであり、後者については 10%水準の有意差であることから、顕著な違いとはいえない。「給湯機種別」は通年 1%水準の有意差がみられ、年間では大きな違いがみられなかった「温水床暖房システム」は、電力消費量が最大となる 1 月において 5%水準の有意差がみられる。これは、床暖房に使用する湯量の増加などによるものと考えられる。「温水床暖房システム」の年積算値をみるなら、未導入世帯が約 4,000kWh/(世帯・年)であるのに対し、導入世

帯はサンプル数が1ではあるものの約7,200kWh/(世帯・年)と非常に多くなることがわかる。

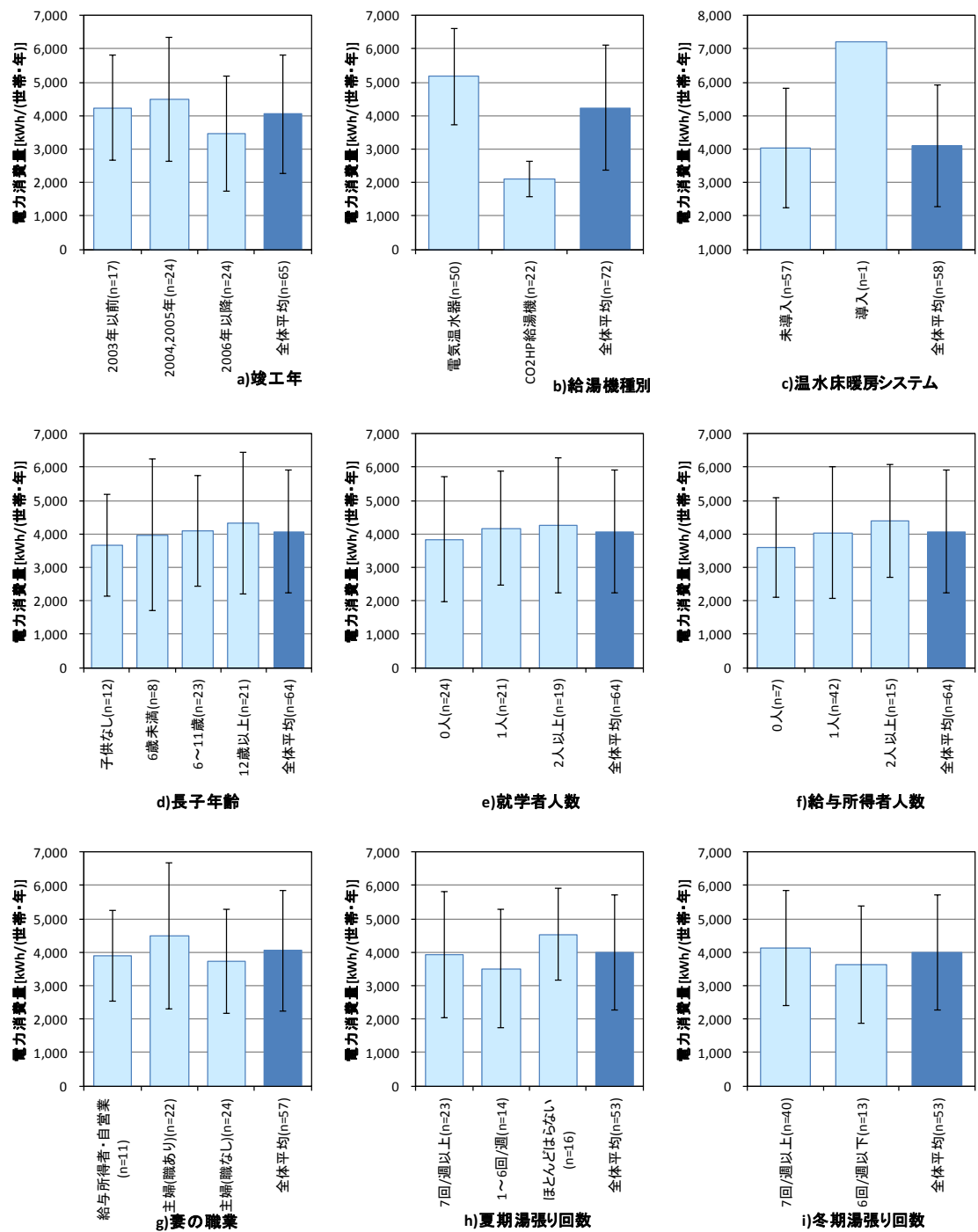
また、「竣工年」は2～7月にかけて、「夏期湯張り回数」では1月と3月においてそれぞれ5%水準の有意差が認められ、多重比較検定結果から前者では『2006年以降』と他のカテゴリー間において、後者では『1～6回/週』と『ほとんど張らない』の間で差異があることがわかる。給湯機は住宅新築時に併せて設置されることが多いため、「竣工年」は機器の新旧を表しているといえる。よって、消費量が大となる冬期において機器性能の差が顕著となるものと思われる。一方、「夏期湯張り回数」については、夏期ではなく冬期に差異が大となり、その差も湯張り回数最多と最少の両カテゴリー間ではないため、傾向が不明瞭なものとなっている。世帯特性である「世帯主年齢」は、7月で10%水準の弱い有意差がみられ、『39歳以下』と『40歳代』の間で差異が大となる。

以上より、相関係数と分散分析結果を併せてみるなら、給湯用途では給湯機器の種別の違いが電力消費量の多寡に非常に大きな影響を及ぼし、建物や世帯特性の影響はそれよりも小となるものと考えられる。また、アイテムによっては、影響の程度が季節によって変動することが確認できる。

表 5-3-3 分散分析結果

アイテム	カテゴリー1	カテゴリー2	年間	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
竣工年	分散分析結果:			*	*	*	*	**	**	**	**	**	**	*	*
多重比較	2003年以前	2004, 2005年					*	*	*	*	**	**	*		*
	2004, 2005年	2006年以降						**	**	*		**	*		
	給湯機種別	電気温水器	CO ₂ HP給湯機	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	温水床暖房システム	未導入	導入	*			*	**							
世帯主年齢	分散分析結果:												*		
多重比較	39歳以下	40歳代											**		
	50歳以上														
	40歳代	50歳以上													
	妻の職業	分散分析結果:				*			*						
多重比較	給与所得者・自営業	主婦(職あり)													
	主婦(職なし)														
	主婦(職あり)	主婦(職なし)			*				**						
	夏期湯張り回数	分散分析結果:					**	*	**	*	*				
多重比較	7回/週以上	1～6回/週					*								
	1～6回/週	ほとんど張らない						*	**	**	**				
		ほとんど張らない					*	**	**	**	**				

***:1%水準で有意, **:5%水準で有意, *:10%水準で有意



(図中のエラーバーは、標準偏差を示す)

図 5-3-3 各アイテムにおけるカテゴリー別の年積算給湯電力消費量

5. 4 数量化理論第Ⅰ類を適用した電力消費量の影響要因に関する分析

本節では、これまで検討してきた住宅属性の各アイテムを用い、相互の関連を考慮した上で、電力消費量に及ぼすそれぞれの影響程度を把握するために、数量化理論第Ⅰ類を適用する。

5. 4. 1 検討モデルの構築

(1) 住宅属性アイテム間の関連

前述したアンケート調査項目間の相互関連を把握するため、各アイテム間の相関係数についてまとめた結果を表5-4-1に示す。なお、前章でも同様の検討を実施しているが、5.3.1項で述べたように、本章における検討対象アイテムを若干変更しているため、本項で再度整理する。

前章同様、13のペアで相関係数が0.5以上となり、いずれも世帯特性の「世帯人数」や「子供人数」といった「人数」に関するアイテム間である。新たに追加した湯張り回数を見ると、「世帯人数」「女性人数」「子供人数」のそれぞれと「冬期湯張り回数」で弱い相関関係がみられ、人数の増加に伴い湯張り回数が増える傾向がうかがえる。

表5-4-1 相関係数行列

特性	アイテム	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
建物特性	1. 竣工年	1.000	-0.133	-0.060	0.132	0.263	0.093	-0.083	-0.081	0.028	-0.125
	2. 延べ床面積	-0.133	1.000	0.163	-0.139	0.212	0.314	0.346	0.193	0.020	0.165
	3. 構造	-0.060	0.163	1.000	-0.078	-0.058	-0.103	0.134	0.165	-0.090	0.185
	4. 二世帯住宅	0.132	-0.139	-0.078	1.000	-0.057	0.248	0.039	0.121	0.063	-0.025
設備特性	5. 給湯機種別	0.263	0.212	-0.058	-0.057	1.000	0.061	0.083	0.048	0.149	-0.029
	6. 温水床暖房システム	0.093	0.314	-0.103	0.248	0.061	1.000	-0.041	0.048	0.262	-0.089
	7. 家電機器使用台数	-0.083	0.346	0.134	0.039	0.083	-0.041	1.000	0.158	-0.063	0.169
世帯特性	8. 男性人数	-0.081	0.193	0.165	0.121	0.048	0.048	0.158	1.000	-0.198	0.787
	9. 女性人数	0.028	0.020	-0.090	0.063	0.149	0.262	-0.063	-0.198	1.000	-0.659
	10. 世帯内男性比	-0.125	0.165	0.185	-0.025	-0.029	-0.089	0.169	0.787	-0.659	1.000
	11. 世帯人数	-0.058	0.216	0.118	0.126	0.178	0.219	0.051	0.675	0.532	0.182
	12. 世帯主年齢	-0.076	0.175	-0.022	0.115	-0.018	-0.064	0.243	-0.194	-0.311	0.056
	13. 長子年齢	-0.020	0.192	-0.048	0.095	0.116	0.185	0.104	0.408	0.414	0.064
	14. 成人人数	0.120	0.070	-0.018	0.330	0.104	0.232	0.350	0.001	0.134	-0.073
	15. 子供人数	-0.090	0.166	0.127	0.040	0.155	0.146	0.019	0.667	0.506	0.198
	16. 就学者人数	-0.079	0.194	-0.002	0.023	0.071	0.220	-0.106	0.465	0.414	0.099
	17. 給与所得者人数	-0.075	-0.034	-0.174	0.001	-0.020	0.112	0.017	0.092	0.164	-0.008
ライフスタイル	18. 妻の職業	-0.062	-0.123	0.025	-0.176	-0.004	-0.171	-0.004	0.118	-0.021	0.108
	19. 夏期湯張り回数	-0.125	-0.014	-0.038	0.020	-0.235	0.058	0.005	-0.002	0.019	0.029
	20. 冬期湯張り回数	-0.089	0.145	-0.094	0.069	-0.025	0.128	-0.039	-0.054	-0.321	0.161

特性	アイテム	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
建物特性	1. 竣工年	-0.058	-0.076	-0.020	0.120	-0.090	-0.079	-0.075	-0.062	-0.125	-0.089
	2. 延べ床面積	0.216	0.175	0.192	0.070	0.166	0.194	-0.034	-0.123	-0.014	0.145
	3. 構造	0.118	-0.022	-0.048	-0.018	0.127	-0.002	-0.174	0.025	-0.038	-0.094
	4. 二世帯住宅	0.126	0.115	0.095	0.330	0.040	0.023	0.001	-0.176	0.020	0.069
設備特性	5. 給湯機種別	0.178	-0.018	0.116	0.104	0.155	0.071	-0.020	-0.004	-0.235	-0.025
	6. 温水床暖房システム	0.219	-0.064	0.185	0.232	0.146	0.220	0.112	-0.171	0.058	0.128
	7. 家電機器使用台数	0.051	0.243	0.104	0.350	0.019	-0.106	0.017	-0.004	0.005	-0.039
世帯特性	8. 男性人数	0.675	-0.194	0.408	0.001	0.667	0.465	0.092	0.118	-0.002	-0.054
	9. 女性人数	0.532	-0.311	0.414	0.134	0.506	0.414	0.164	-0.021	0.019	-0.321
	10. 世帯内男性比	0.182	0.056	0.064	-0.073	0.198	0.099	-0.008	0.108	0.029	0.161
	11. 世帯人数	1.000	-0.394	0.674	0.044	0.989	0.718	0.221	0.040	-0.058	-0.317
	12. 世帯主年齢	-0.394	1.000	0.024	0.343	-0.392	-0.211	-0.197	-0.118	-0.047	0.093
	13. 長子年齢	0.674	0.024	1.000	0.318	0.673	0.706	0.307	-0.078	0.001	-0.288
	14. 成人人数	0.044	0.343	0.318	1.000	-0.027	-0.163	0.221	-0.120	-0.003	0.018
	15. 子供人数	0.989	-0.392	0.673	-0.027	1.000	0.716	0.210	0.070	-0.055	-0.342
	16. 就学者人数	0.718	-0.211	0.706	-0.163	0.716	1.000	0.071	0.003	0.102	-0.251
	17. 給与所得者人数	0.221	-0.197	0.307	0.221	0.210	0.071	1.000	-0.697	0.036	-0.186
ライフスタイル	18. 妻の職業	0.040	-0.118	-0.078	-0.120	0.070	0.003	-0.697	1.000	-0.194	-0.028
	19. 夏期湯張り回数	-0.058	-0.047	0.001	-0.003	-0.055	0.102	0.036	-0.194	1.000	0.375
	20. 冬期湯張り回数	-0.317	0.093	-0.288	0.018	-0.342	-0.251	-0.186	-0.028	0.375	1.000

負の相関が高い ← 相関が低い → 正の相関が高い

(2) 給湯電力消費量における検討モデル

これまでの検討内容を踏まえ、数量化理論第Ⅰ類を適用するモデルを構築する。

説明変数は表 5-3-2 で示した各アイテムと年積算電力消費量の相関係数ならびに分散分析の結果を踏まえて選定する。まず、前述の(1)での検討結果から多重共線性の問題を考慮しつつ、前章同様、基本的なモデルとして建物・設備・世帯の各特性のアイテムの中から、「竣工年」「給湯機種別」「温水床暖房システム」「長子年齢」「給与所得者人数」の 5 つを説明変数とした【model2-1】を構築する。さらに、本章で追加した居住者のライフスタイルを表す「夏期湯張り回数」「冬期湯張り回数」の 2 つの変数を加えた【model2-2】を構築し、それぞれについて分析を行う。

【model2-1】：「竣工年」「給湯機種別」「温水床暖房システム」「長子年齢」「給与所得者人数」

【model2-2】：「竣工年」「給湯機種別」「温水床暖房システム」「長子年齢」「給与所得者人数」「夏期湯張り回数」「冬期湯張り回数」

5. 4. 2 電力消費量の影響要因の検討

(1) 年積算電力消費量による検討

年積算電力消費量を従属変数とした、【model2-1】【model2-2】それぞれの分析結果を図 5-4-2(1)に示す。

◆【model2-1】の解析結果

【model2-1】の重相関係数は 0.815 であり、決定係数から 5 変数によって各世帯の年積算値の違いの約 66%を説明できる。

偏相関係数の値をみるなら、「給湯機種別」が 0.782 と最も高く、次いで「竣工年」「温水床暖房システム」「長子年齢」「給与所得者人数」と続くが、全て 0.4 未満の値をとり、「給湯機種別」と比較するなら、消費量への影響に顕著な差はないといえる。

カテゴリースコアをみるなら、「給湯機種別」では、『電気温水器』と『CO₂HP 給湯機』で約 2,700 kWh/(世帯・年)の大きな差があることがわかる。「温水床暖房システム」では、床暖房にも利用している世帯の方が、「長子年齢」では、長子の年齢が高い方が、「給与所得者人数」は多い方が、それぞれ消費量が多くなっており、前述した単相関の結果と同様の傾向を示す。また、「竣工年」から『2006 年以降』の新しい機器においては、給湯機種別にかかわらず消費量が抑えられるものと考えられる。

◆【model2-2】の解析結果

次に【model2-2】では、重相関係数が 0.852 であり、7 変数によって各世帯の年積算値の違いの約 73%を説明できることがわかる。

偏相関係数は【model2-1】同様、「給湯機種別」が 0.806 と最も高く、「温水床暖房システム」についても 0.446 と比較的高くなっており、その他の変数についてはいずれも 0.3 未満と低い。

カテゴリースコアに着目すると、【model2-1】で検討した 5 つの変数は大局的にはほぼ同様の傾向にあるものの、「竣工年」の『2003 年以前』が正值となり、新しい機器ほど消費量が抑

えられる傾向が【model2-1】より認められる。一方で、「給与所得者人数」の『0人』が正值となるほか、長子の年齢増加に伴う消費量漸増傾向は多少不明瞭になっている。【model2-2】で追加した湯張り回数については、夏期・冬期のいずれにおいても回数が多い世帯ほど消費量が多くなる。ただし、両者の偏相関係数を比較するなら、年積算電力消費量に対しては「冬期湯張り回数」の方が強い影響要因であるといえる。

以上の結果より、給湯電力消費量には、電気温水器かCO₂HP給湯器かの機器種別が最も強く影響し、次いで消費量が多い冬期における湯張り回数、さらに、家族のなかで1人で入浴する人数と関連すると考えられる長子年齢や給与所得者人数の世帯特性が影響することがわかる。また、床暖房では利用する世帯が極めて少ないため参考程度の結果であるが、利用の有無で大きな差異の発生が予想される。

model	重相関係数	アイテム	カテゴリー	度数	カテゴリースコア	電力消費量[kWh/年]					レンジ	偏相関係数
model 2-1	0.815	竣工年	2003年以前	16	-195.8						829.8	0.338
			2004, 2005年	21	481.2							
			2006年以降	20	-348.6							
		給湯機種別	電気温水器	39	862.9						2,732.6	0.782
			CO ₂ HP給湯機	18	-1,869.6							
		温水床暖房システム	未導入	56	-43.0						2,448.4	0.294
			導入	1	2,405.4							
		長子年齢	子供なし	10	-352.8						656.4	0.214
			6歳未満	7	-111.2							
			6~11歳	22	-52.7							
			12歳以上	18	303.6							
		給与所得者人数	0人	6	-22.7						142.4	0.060
			1人	37	-36.4							
			2人以上	14	106.0							
model 2-2	0.852	竣工年	2003年以前	12	21.1						392.8	0.174
			2004, 2005年	16	194.7							
			2006年以降	17	-198.1							
		給湯機種別	電気温水器	29	964.5						2,712.6	0.806
			CO ₂ HP給湯機	16	-1,748.1							
		温水床暖房システム	未導入	44	-70.7						3,179.4	0.446
			導入	1	3,108.8							
		長子年齢	子供なし	9	-396.3						803.4	0.221
			6歳未満	4	407.1							
			6~11歳	17	44.6							
			12歳以上	15	78.7							
		給与所得者人数	0人	5	46.0						346.4	0.168
			1人	28	-109.7							
			2人以上	12	236.7							
		夏期湯張り回数	7回/週以上	20	75.1						224.5	0.109
			1~6回/週	10	73.8							
			ほとんど張らない	15	-149.4							
		冬期湯張り回数	7回/週以上	34	140.3						573.9	0.253
			6回/週以下	11	-433.6							

図 5-4-2(1) 数量化理論第Ⅰ類による分析結果

(2) 月積算電力消費量による検討

前節では、各変数が電力消費量に及ぼす影響が季節によって異なることを示した。そこで、月積算電力消費量を従属変数とし、年積算値での検討において重相関係数がより高かった

【model2-2】で使用した7つの説明変数を用いて数量化理論第I類を適用することで、各変数が月積算電力消費量に及ぼす影響について検討する。

図 5-4-2(2)に重相関係数と偏相関係数、表 5-4-2 にカテゴリースコアとレンジの月変動を示す。重相関係数は 0.8 前後で推移し、各月とも7変数により電力消費量のある程度予測できるといえる。

偏相関係数に着目すると、各月とも「給湯機種別」が 0.7 以上と、重相関係数とそれほど変わらない高い値を示す。特に、CO₂HP 給湯機の機器効率が向上する夏期で顕著となる。また、「温水床暖房システム」はサンプル数が極めて少ないため参考程度の考察に留まるが、給湯を温水式床暖房に利用している世帯は、カテゴリースコアから特に床暖房を稼働させる冬期に高いものの、通年多消費傾向にあり、レンジも大となる。

同様に、「竣工年」も3月をピークとする冬期に高くなる傾向にある。表 5-3-3 で示した分散分析結果から、『2006 年以降』とその他のカテゴリーで有意差が認められたことを考えると、機器種別を問わず新しい機器の方が効率や性能が向上するため、外気温や水温が低くなり、給湯負荷が増大する冬期に影響が大になるものと考えられる。

世帯特性の「長子年齢」では、長子が6歳以上になる世帯において、世帯あたりの入浴回数が多くなることが予想され、一人あたりの使用湯量が多くなる冬期（5-6,5-7）において偏相関係数が高くなったものと思われる。また、「給与所得者人数」は、11月から1月にかけて0.2程度と若干高くなるものの、他の月は0.1前後の値に留まる。カテゴリースコアをみると、主に夫婦が共働きの世帯である『2人以上』で消費量が大となることがわかる。これは、夫婦がとも

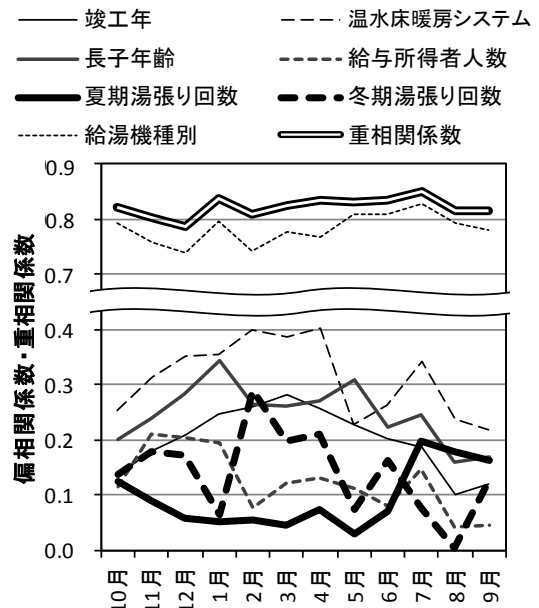


図 5-4-2(2) 重相関係数と偏相関係数の月変動

表 5-4-2 カテゴリースコア・レンジ一覧表

アイテム	カテゴリ	10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月	
		度数	数	度数	数	度数	数	度数	数	度数	数	度数	数	度数	数	度数	数	度数	数	度数	数	度数	数	度数	数
竣工年	2003年以前	12	9.730	15	-9.914	15	-16.635	15	-20.370	15	2.545	14	7.986	14	13.765	15	0.488	15	8.489	14	-0.280	14	-2.451	15	4.644
	2004, 2005年	20	6.840	21	23.225	20	34.831	17	40.204	19	36.862	20	36.621	18	24.126	20	22.287	16	13.839	17	13.899	17	7.858	20	5.681
	2006年以降	19	-13.245	22	-15.410	22	-20.322	19	-19.891	22	-33.570	22	-38.374	21	-29.856	21	-21.574	22	-15.853	20	-11.619	19	-5.225	18	-10.183
	レンジ	23	0.075	28	63.855	55	154.154	60	674.574	70	432.732	74	996.596	53	486.860	53	486.860	29	69.252	25	51.517	13	10.083	13	15.864
給湯機種別	電気温水器	31	83.767	37	87.655	35	107.522	31	118.466	36	96.639	36	102.870	33	93.094	34	89.904	35	66.886	33	65.499	32	59.933	34	60.808
	CO ₂ HP給湯機	20	-129.839	21	-154.441	22	-171.058	20	-183.622	20	-173.950	20	-185.166	20	-153.605	22	-138.942	18	-130.056	18	-120.081	18	-106.548	19	-108.814
温水床暖房システム	導入	49	-3.993	57	-4.404	55	-9.857	50	-6.336	54	-9.350	54	-9.276	51	-9.059	54	-3.677	51	-3.486	49	-4.242	48	-2.948	51	-2.883
	導入	2	97.829	1	251.041	2	238.078	1	316.804	2	252.441	2	250.438	2	205.516	2	99.283	2	88.897	2	106.372	2	70.711	2	68.426
長子年齢	子供なし	11	-30.581	11	-43.556	11	-61.516	10	-68.530	11	-62.334	11	-56.624	11	-50.084	10	-52.592	9	-36.316	9	-32.154	10	-11.896	10	-13.307
	6歳未満	5	8.597	6	-23.421	5	-40.093	5	-51.109	6	-19.250	6	-24.986	6	-22.066	5	-29.542	5	-9.626	5	-12.540	4	-3.013	5	-21.072
	6-11歳	19	3.621	24	9.499	23	9.885	19	14.581	21	24.440	21	15.225	19	20.913	22	16.277	21	11.530	20	3.549	20	-4.663	21	1.807
	12歳以上	16	14.037	17	23.040	18	36.099	17	39.048	18	15.997	18	25.137	17	16.809	18	19.171	18	7.614	17	16.854	16	14.017	17	11.794
給与所得者人数	0人	44.618	66.596	87.615	107.577	86.774	81.761	70.977	71.764	47.646	49.608	25.913	32.865												
	1人	32	-5.001	39	-12.527	38	-15.246	33	-15.934	36	-6.420	36	-9.129	33	-9.714	36	-7.087	34	-3.567	33	-6.006	32	-1.238	34	1.261
夏期湯張り回数	7回/週以上	13	14.659	13	37.574	13	42.569	12	34.274	14	12.354	14	22.350	14	16.296	14	11.272	14	2.897	12	4.908	12	4.154	13	0.624
	1-6回/週	19	750	50.101	57.814	50.207	18.774	31.479	26.010	23.303	19.707	29.226	5.858	9.754											
冬期湯張り回数	7回/週以上	25	5.924	31	5.478	29	0.797	24	2.812	28	-3.917	29	3.443	28	-1.003	30	0.824	27	2.794	24	13.619	26	5.192	28	3.709
	6-11回/週	11	7.856	12	5.415	12	10.651	12	-11.829	12	-4.577	11	-11.688	10	-12.361	11	-5.508	11	3.414	12	-6.861	9	13.237	9	17.458
レンジ	12回以上	15	-15.635	15	-15.654	16	-9.432	15	4.965	16	10.112	16	1.781	15	10.112	15	2.392	15	-7.533	15	-16.302	15	-16.941	16	-16.312
	レンジ	23	0.075	28	63.855	55	154.154	60	674.574	70	432.732	74	996.596	53	486.860	53	486.860	29	69.252	25	51.517	13	10.083	13	15.864

に給与所得者の場合、それぞれが職業に合わせたライフスタイルを送ることが予想されるため、妻の職業が主婦である場合と比較して、居住者がまとめて入浴するなどの行動がしづらいこと、また、「給与所得者人数」が多い世帯は、世帯収入の面から給湯に対する省エネ意識が低くなることなどが関連して、使用湯量が多い冬期に「給与所得者人数」の少ない世帯との差が顕著となったものと推察される。

「夏期湯張り回数」は、7月から9月の夏期において0.2弱と他の月と比べ高くなる。「冬期湯張り回数」は、1月を除く11月から4月の冬期を主とした月において0.2前後と高い値を示している。表5-3-3の分散分析結果において、「夏期湯張り回数」は不明瞭な傾向にあったが、数量化理論第Ⅰ類による分析では、複数の説明変数による検討によって、各季節の入浴形態における使用湯量の多寡が反映された結果となっている。なお、「冬期湯張り回数」の1月における偏相関係数は0.1を下回るものの、カテゴリースコアは年間や他の月と同様の傾向がみられる。1月の影響度が低下する理由としては、年末年始の長期休暇によって、在・不在世帯間で消費量に大きな違いが生じたことなどが考えられる。

5. 5 小結

本章では、2008年10月から2009年9月までの1年間に於いて得られた測定データに基づき、給湯電力消費量と調査対象住宅の属性の関連およびそれら属性が消費量に及ぼす影響について検討を行った。得られた知見を以下にまとめる。

- 1) 年積算電力消費量の世帯平均値は、電気温水器設置世帯で5,200kWh/(世帯・年)、CO₂HP給湯機設置世帯で2,100kWh/(世帯・年)であり、前者が後者の約2.5倍となる。また、月積算電力消費量は機器種別に関わらず1月で最大（電気温水器：620kWh/(世帯・月)、CO₂HP給湯機：320kWh/(世帯・月)、8月で最小（電気温水器：240kWh/(世帯・月)、CO₂HP給湯機：80kWh/(世帯・月)）となるが、全ての月において電気温水器がCO₂HP給湯機を上回り、夏期において両者の差が拡大する傾向にあることから、機器効率の差が反映されたものとする。
- 2) 住宅属性の各アイテム別に年間ならびに月積算電力消費量との相関係数を求めた結果、一年を通して「給湯機種別」の値が高く、消費量の差異を分散分析で検討した結果、1%水準の有意差が認められた。その他のアイテムでは「給湯機種別」ほど高い影響要因となり得るアイテムはみられなかったが、影響の程度が季節によって変動していることが確認できた。
- 3) 年積算電力消費量に及ぼす影響要因を検討するため、「竣工年」「給湯機種別」「温水床暖房システム」「長子年齢」「給与所得者人数」「夏期湯張り回数」「冬期湯張り回数」の7変数を用いて数量化理論第Ⅰ類による解析を行った結果、0.852の重相関係数が得られた。また、「給湯機種別」「温水床暖房システム」において高い偏相関係数を示していることから、電化住宅における給湯機の種別や給湯の使用法は電力消費量の多寡に影響を及ぼす大きな要因となっていることが確認できた。一方、世帯特性の「長子年齢」や「冬期湯張り回数」における偏相関係数も比較的高いことから、設備特性のみならず世帯構成や年齢など居住者のライフステージやライフスタイルが影響を及ぼしていると推察された。
- 4) 月積算電力消費量を従属変数として数量化理論第Ⅰ類を適用した結果、重相関係数は一年を通して0.8前後で推移しており、偏相関係数は夏期では「給湯機種別」「夏期湯張り回数」が、

冬期は「竣工年」「温水床暖房システム」「長子年齢」「給与所得者人数」「冬期湯張り回数」がそれぞれ高くなる傾向がみられた。給湯機器の効率や湯の使用状況、また、居住者の生活行動は季節に応じて変化するため、それぞれの変数における特徴が反映されることにより、各要因の影響は季節によって変動していることが確認できた。

【第5章 注釈】

- 注 5-1) 電気温水器設置世帯と CO₂HP 給湯機設置世帯における「冷暖房用途・その他用途」の消費量を比較すると後者の方が 1,000kWh/(世帯・年)近く前者を上回っている。これは、後者の建物・世帯規模を示す「延べ床面積」「世帯人数」の平均がそれぞれ約 133 m², 3.9 人と、前者の約 122 m², 3.5 人を上回ることから、後者は比較的規模が大となる世帯が含まれていることによるものと思われる。
- 注 5-2) 電力消費量との関連分析を実施するにあたり、各アイテムのカテゴリにおけるサンプルの偏りをなくするため、「冬期湯張り回数」の『1～6 回/週』と『ほとんど張らない』を『6 回/週以下』に集約している。なお、「湯張り回数」は、「第二回」でのみ設けた設問項目であり、2012 年時のライフスタイルを反映させた回答であるが、各世帯において既に習慣となっている行為と考え、経年による大きな変化がないものとして、2008 年 10 月～2009 年 9 月の消費量データにおける要因分析に用いている。

【第5章 参考文献】

- 5-1) ㈱住環境計画研究所 編：2009 家庭用エネルギーハンドブック，固有単位量当たり，財団法人 省エネルギーセンター，p.20，2009.2（第1版第1刷）
- 5-2) 資源エネルギー庁：エネルギー白書 2012，第3部 第4章 第3節 負荷平準化対策，2012
- 5-3) 一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センターホームページ：エコキュート，
<http://www.hptcj.or.jp/individual/tabid/149/Default.aspx>，2013.5.9 参照
- 5-4) ㈱住環境計画研究所 編：2009 家庭用エネルギーハンドブック，機器別国内出荷台数，財団法人 省エネルギーセンター，p.180，2009.2（第1版第1刷）
- 5-5) 北山広樹，村川三郎，濱田靖弘，高田 宏，鍋島美奈子，三村拓矢：住宅における CO₂ ヒートポンプ式給湯機の稼働実態と性能評価に関する研究－第1報 実使用に基づく CO₂ ヒートポンプ式給湯機の性能評価－，空気調和・衛生工学会論文集，No.169，pp.1-11，2011.4
- 5-6) 空気調和・衛生工学会 編：給排水衛生設備計画設計の実務の知識（改訂3版），株式会社オーム社，p.81，2011.6（改訂3版第2刷）
- 5-7) 村川三郎，西名大作，越川康夫，高田 宏，森脇雄二，西胤暢夫，橋本俊二：単身・独身寮における住戸別給湯負荷の実態とその解析，空気調和・衛生工学会論文集，No.77，pp.31-41，2000.4
- 5-8) 安藤元気，村川三郎，西名大作，田中貴宏，折本和彦，石田正樹：広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究－その8 給湯機器の消費パターンと稼働特性－，日本建築学会中国支部研究報告集，No.35，pp.353-356，2012.3
- 5-9) 安藤元気，村川三郎，西名大作，石田正樹：広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究－第6報 給湯機器の消費傾向と稼働特性－，空気調和・衛生工学会学術講演論文集，2012，pp.465-468，2012.9
- 5-10) 中国電力株式会社：添付資料 別紙 電気給湯機契約口数・電化住宅採用戸数の推移，
<http://www.energia.co.jp/press/11/p111027-1.html>，2013.5.10 参照

第6章 冷暖房電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討

- 6. 1 はじめに
- 6. 2 電力消費量の用途分解
- 6. 3 電力消費量の測定結果
- 6. 4 電力消費量に影響を及ぼす要因の検討
- 6. 5 数量化理論第Ⅰ類を適用した電力消費量の影響要因に関する分析
- 6. 6 小結

第6章 冷暖房電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討

6. 1 はじめに

「給湯用途」「冷暖房用途」「その他用途」の3用途に大別される家庭用エネルギー消費量のうち、前章では「給湯用途」に着目して分析を行った。そこで、本章では「冷暖房用途」を取り上げ、「給湯用途」と同様に子細な検討を行う。

調査対象住宅における冷暖房機器の設置状況については第3章で示したが、再度、簡単に整理すると、全館空調システムを導入している世帯は5件で、これらはエアコン^{注6-1)}を設置していない。暖房のみに寄与する蓄熱設備や温水床暖房システムは、それぞれ10件、2件の導入にとどまり、多くの世帯においてエアコンが使用されている。統計資料⁶⁻¹⁾によれば、中国・四国地方のルームエアコン（冷房専用・冷暖房兼用共）の2008年における世帯普及率は95.2%であり、東海地方(97.5%)、近畿地方(96.3%)に次いで高いことから、本研究の調査対象住宅のみならず、エアコンは温暖な地域における冷暖房機器の主力であると考えられる。（一方、北海道・東北地方の同年における普及率は54.4%、北陸・甲信越は85.0%と寒冷地での普及率は低い。）エアコンのストック効率⁶⁻²⁾をみると、2007年の暖房COPは4.26、冷房COPは3.85と1980年（暖房COP：1.70、冷房COP：2.08）に比べて格段に向上していることから、近年のエアコンが冷暖房エネルギー消費量削減に寄与していると考えられる。（なお、3.4.3項でも述べたように、本研究の調査対象住宅に設置されているリビングエアコンのCOPも比較的高いことを確認している。）

その一方で、電力消費量の機器別内訳に関しては、「電気冷蔵庫」「照明器具」「テレビ」と年中使用される機器に次いで、冷暖房機器である「エアコン」の消費量の割合が多いことが示されている⁶⁻³⁾。このことは、今後、家庭内のエネルギー消費量の削減・省エネルギーを考えていくうえで、冷暖房用途に対する有効な対策立案の重要性を示唆している。

そこで本章では、住宅内の各種系統別の電力消費量をもとに、様々な用途の混合した系統から冷暖房用途の抽出を試み、住宅内の電力消費量のうち、特に冷暖房用途に着目し、温暖地に所在する電化住宅における冷暖房電力消費実態を把握するとともに、住宅の建物特性や居住者の世帯特性、所有している冷暖房機器の特性と消費量の関連について検討したうえで、数量化理論第I類を適用することで、冷暖房用途に及ぼす影響要因を明らかにすることを目的とする。

6. 2 電力消費量の用途分解

各世帯の電力消費量は、系統別に測定されてはいるものの、住宅全体の電力消費量から10系統分の電力消費量を除いた系統（以降では、その他系統と称する）や室別の系統^{注6-2)}については、冷暖房とその他用途の双方が含まれているため、世帯全体の冷暖房電力消費量を光熱費管理支援システムによる測定データから直接的に把握することは困難である。このため、検討の予備的段階として、これら系統の電力消費量から、冷暖房電力消費量の分離・推計を行う。

6. 2. 1 対象系統の選定

例えば、表6-2-1に示される機器保有状況が回答として得られた世帯の場合、系統4とその他系統に、一般の家電機器と冷暖房機器の両方が含まれていることから、冷暖房用途とその他用途の分離が必要であり、用途分解の対象となる。なお、アンケート調査に無回答または機器

保有状況が未記入の世帯については、年間の電力消費量の変動状況から、夏期または冬期に増加傾向がみられる系統^{注6-3)}を対象として選定した。図6-2-1に用途分解の対象系統を、全ての対象住宅について集計した結果を示す。約半数をその他系統が占め、室別系統ではリビングが最も多い。また、対象系統の全電力消費量に占める割合は、30%以下が約9割であり、全電力消費量にこれら系統が及ぼす影響は相対的に小さい。

6. 2. 2 用途分解手法

ある系統の冬期の1日の変動状況を例に用途分解の概念を図6-2-2に示す。図中の「中間期」と「中間期+ $n\sigma$ 」は、ほとんど冷暖房が使用されない10月と5月の各時間帯における電力消費量の平均値と、その平均値に標準偏差の n 倍を加えた値をそれぞれ示す。

冬期のある日のある時間帯の測定値が、同時時間帯の「中間期+ $n\sigma$ 」の値を超過する場合は暖房が使用されているとみなし、その際の暖房用電力消費量を（冬期のある日のある時間帯の値）－（同時時間帯の「中間期」の値）とした。冷房用電力消費量についても同様な方法を適用することとし、冷房期間を6月～9月、暖房期間を11月～4月とした。

ここで、 n の決定にあたっては、エアコン系統と、冷暖房機器を含まない室別系統もしくはその他系統の双方が測定されている世帯を6件選定し、両系統を合算した仮想の系統を生成し、複数の n 値について上述の方法を適用して冷暖房電力消費量を求め、実際の値と比較することにより、適切な n 値の探索を行った。その結果、推計値と実測値の差を最小化する n 値として、夏期 $n=2$ 、冬期 $n=3$ をそれぞれ選定した。

表 6-2-1 保有家電機器情報の例

系統番号	系統名	機器1	機器2	機器3
系統1	ダイニング-その他	冷蔵庫	オーブンレンジ	
系統2	キッチン-その他	デスクトップパソコン	プリンター	電気スタンド
系統3	食器洗い乾燥機	食器洗い乾燥機		
系統4	リビング-その他	電気ファンヒーター	テレビ	ビデオ(DVD)
系統5	洗濯機	洗濯機		
系統6	電子レンジ	オーブンレンジ		
系統7	リビング-エアコン	冷暖房エアコン		
系統8	風呂-その他	浴室乾燥機		
系統9	電気温水器	電気温水器		
系統10	IHクッキングヒーター	IHクッキングヒーター		
その他	その他	電気ファンヒーター	加湿器	照明
		電気カーペット	24時間換気システム	ホームベーカリー

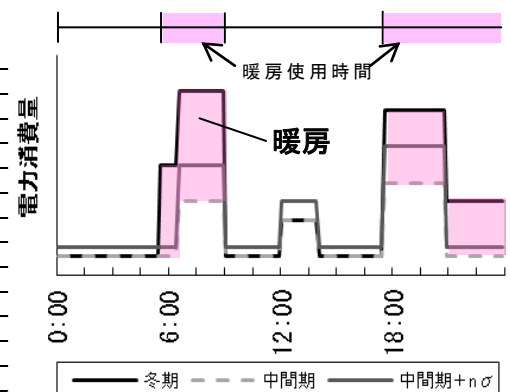


図 6-2-2 用途分解概念図

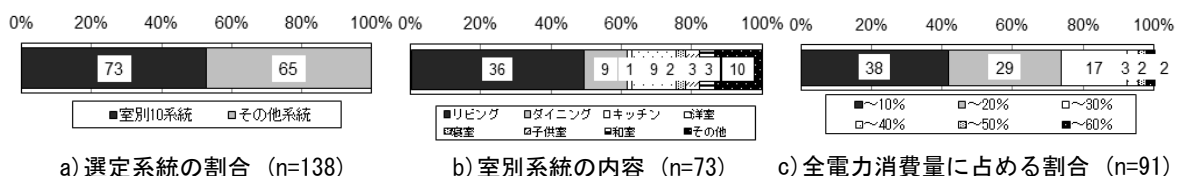


図 6-2-1 保有家電機器情報

6. 2. 3 従来の用途分解手法と本研究手法の比較

一般に、建物エネルギー消費量の用途分解（空調用エネルギー消費量の抽出）では、月別データに基づき、エネルギー消費量の最低の月、もしくは空調を行っていない月の平均値を算出し、他の月のエネルギー消費量からその値を差し引いて空調用エネルギー消費量を求めることが多い。そこで、ここでは上述した従来法と本研究で用いた手法（以降、提案法）の抽出結果を比較・検討することで、精度検証を行う。なお、従来法の抽出方法として、ここでは5月と10月を冷暖房を行っていない月とみなし、両月の平均値を基準値としている。

表6-2-3にn値の決定に用いた世帯6件について、各月の冷暖房月積算電力消費量の実測値、従来法と提案法それぞれの推計値、並びに、各月の推計値から実測値を引いた誤差の絶対値を冬期と夏期それぞれで積算した値を示す。また、図6-2-3に6世帯のうち2世帯を例として、各月の月積算電力消費量の推計値と実測値の誤差を従来法・提案法別に示す。

月ごとの結果から、従来法による値のほうが実測値により近い月もみられるものの、全般には提案法による精度が高い結果となっている。また、誤差の絶対値の積算値では、提案法が従来法を概ね下回っていることから、各月の誤差のばらつきも従来法に比べ提案法は小さいことがわかる。図6-2-3の結果からも、従来法では、月によって誤差に大きなばらつきが認められるが、提案法ではばらつきは小さく^{注6-4)}、冷暖房電力消費量が安定して分離できているといえる。

表 6-2-3 従来法と本研究採用法の月推計値と
冬期・夏期の誤差の絶対値和

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	誤差の絶対値和
世帯1	実測値	0.0	0.0	57.1	136.9	77.1	45.5	0.0	0.0	3.4	4.8	20.1	1.7
	従来法		10.5	69.7	149.4	83.7	51.3	1.1		2.1	4.9	18.6	0.4
	本研究		4.7	63.2	146.9	83.8	50.1	4.3		5.9	7.3	21.6	3.6
世帯2	実測値	0.0	27.5	83.9	223.8	114.2	86.7	8.7	0.0	10.2	46.7	68.0	15.5
	従来法		28.3	80.5	234.8	107.3	83.3	0.0		0.0	67.9	99.0	10.2
	本研究		30.7	81.9	230.0	121.0	78.3	9.6		14.6	56.8	82.4	18.8
世帯3	実測値	2.8	40.0	70.2	92.9	75.3	71.7	32.9	2.9	1.9	42.0	92.4	27.5
	従来法		47.3	66.1	105.7	64.1	71.0	29.8		0.0	38.2	101.2	26.4
	本研究		35.3	64.6	87.8	72.9	70.6	32.2		4.2	45.2	103.3	32.6
世帯4	実測値	0.4	80.0	174.0	207.1	160.5	144.4	26.8	1.2	9.2	32.9	75.3	26.9
	従来法		72.0	179.7	187.0	138.1	151.0	14.5		4.4	39.9	87.7	21.6
	本研究		66.2	164.9	219.9	155.6	133.3	25.5		21.9	45.6	77.1	28.4
世帯5	実測値	7.6	78.5	183.9	275.8	153.6	119.6	26.3	7.3	42.9	94.3	125.3	68.2
	従来法		87.6	208.4	296.9	145.7	135.3	20.8		23.3	92.2	111.1	63.5
	本研究		86.0	204.0	297.8	161.5	126.3	25.8		24.5	67.6	99.3	50.9
世帯6	実測値	0.0	54.5	134.7	163.2	117.9	89.0	16.0	0.0	15.9	58.3	67.7	39.5
	従来法		54.4	156.7	186.9	120.8	110.1	19.5		24.1	75.1	9.2	48.0
	本研究		53.6	137.0	171.2	119.2	90.9	16.4		25.1	63.5	73.5	45.6

※誤差の絶対値和：各期間（冬期・夏期）の各月ごとの「推計値－実測値」(＝「誤差」)の積算値

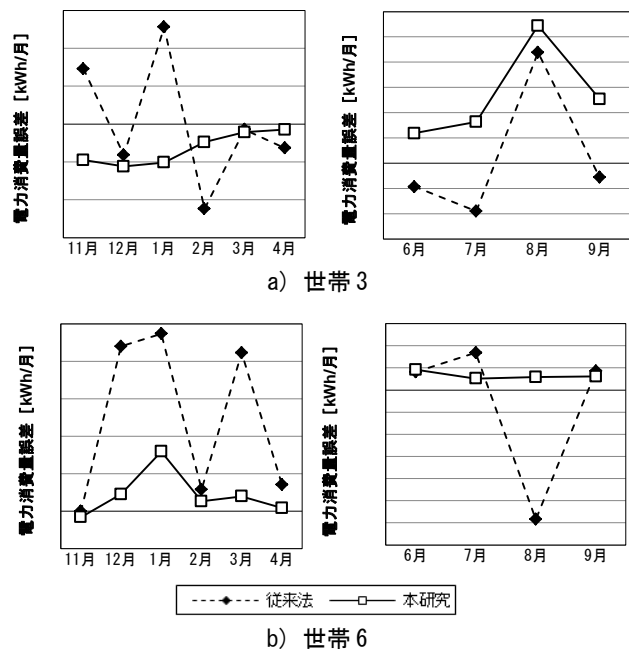


図 6-2-3 従来法と提案法の推計誤差の比較

6. 2. 4 日電力消費量における実測値と推計値の誤差の検討

図 6-2-4 に、n 値の決定に用いた 6 世帯のうち 2 世帯について、日電力消費量の実測値と提案法による推計値の関係を例として示す。図中に示した原点を通過する回帰直線の傾きに注目するなら、世帯 3 の夏期において冷房用電力消費量がやや過大になっているものの、他は概ね $y=x$ の回帰式と同等といえ、また、回帰式の決定係数の値も、いずれも 0.95 以上と極めて高い値となっている。

6. 2. 5 冷暖房用途の抽出結果

以上の結果から、提案法による冷暖房電力消費量の推定の妥当性が確認できる。冬期・夏期および月レベルでの推計値は、従来法に比べ提案法はより大きな精度の向上は得られなかったものの、本手法を用いることで、日・時間レベルでの消費量の変動を検討することが可能となり、これは本研究における成果の一つであるといえる。

なお、用途分解によって抽出された冷暖房電力消費量が、その用途分解対象システムの電力消費量に占める割合を、サンプル数の多い「その他系統」と「リビング」、それら以外の系統の 3 種に分けて集計した結果を図 6-2-5 に示す。

いずれも『～10%』と『～20%』の系統が過半数を占め、特に「その他系統」では約 90% と高く、抽出された冷暖房電力消費量は、それ程大きな割合を占めていないことが確認できる。また、6.2.1 項の対象系統の全電力消費量に占める割合も考慮すると、抽出された冷暖房電力消費量が住宅全体の電力消費量に及ぼす影響はごくわずかであることがわかる。

6. 3 電力消費量の測定結果

本節では、前節で示した提案法による用途分解によって抽出した冷暖房用途の電力消費量と、冷暖房機器が単独で計測されている系統^{注 6-5)}の電力消費量を合算した、各住宅の冷暖房電力消費量について、消費傾向や世帯間での差異、暖房用途と冷房用途の消費量の関連について検討する。なお、以降は、2008 年 10 月から 2009 年 9 月までの 1 年間のうち、暖房用途では暖房期間（11～4 月）内で欠測のない 80 世帯を、冷房用途では冷房期間（6～9 月）内で欠測のない 75 世帯をそれぞれの電力消費量の検討対象とし^{注 6-6)}、さらに、1 年を通して欠測のない 57 世帯を暖房・冷房期間と中間期を合わせた年間の冷暖房電力消費量の検討対象として扱う^{注 6-7)}。

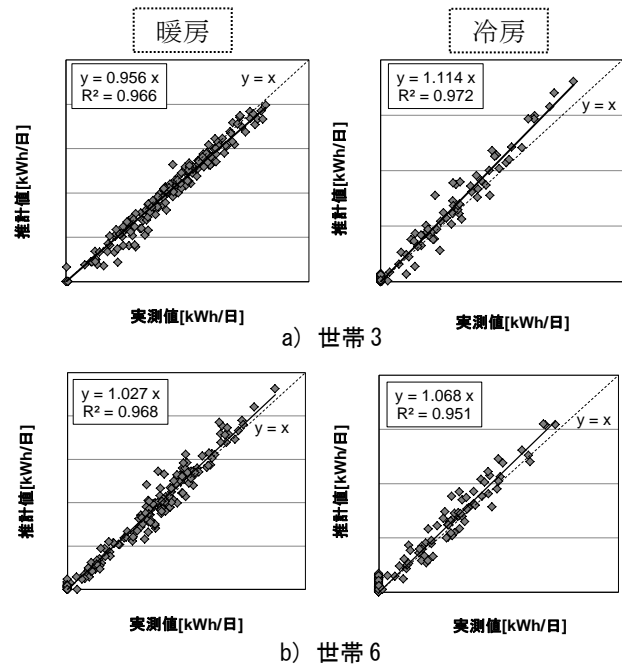


図 6-2-4 日電力消費量の誤差の検討

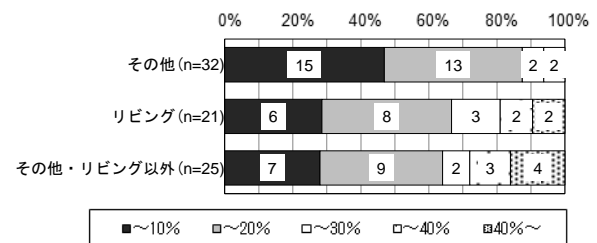


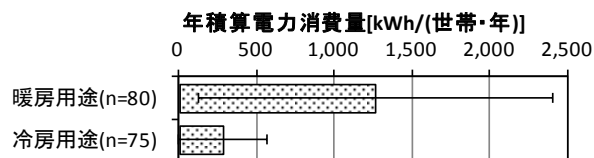
図 6-2-5 用途分解系統に占める抽出冷暖房用途の割合

6. 3. 1 年積算電力消費量

(1) 暖房用途と冷房用途の電力消費量

はじめに、暖房用途ならびに冷房用途の年積算値を図 6-3-1 (1) に、年間を通して欠測のない 57 世帯のデータに基づいた、年積算電力消費量に占める冷暖房電力消費量の構成割合を図 6-3-1 (2) に示す。対象住宅の年積算電力消費量の世帯平均値は約 10,228 kWh/(世帯・年) (二次エネルギー換算値: 36.8GJ/(世帯・年)) であり, そのうち, 冷暖房電力消費量は 1,551 kWh/(世帯・年) で全体の約 15% にあたる。冷暖房電力消費量の中で, 暖房用途として使用される消費量は 1,276 kWh/(世帯・年) であり, 冷房用途は 258 kWh/(世帯・年) と暖房用途の 1/5 程度で非常に少ない値となっている。既往文献^{6-4), 6-5)}において示されている, 広島市および広島県の用途別エネルギー消費量での, 年積算エネルギー消費量に占める冷暖房用途の割合は, いずれもおおよそ 20~25% であるのに対し, 本研究で対象としている広島県の全電化住宅では, それらより少ないことがわかる。これには, 冷暖房にガス・灯油熱源機器を使用せず, 主としてエアコンによって賄われていることが一因として考えられる。

次に, 各世帯の年積算電力消費量に占める冷暖房用途の割合の度数分布を図 6-3-1 (3) に示す。「10%～」に 19 件, 次いで「5%～」に 17 件と, 冷暖房用途の割合が年積算値の 5~15% 程度の世帯が多いことがわかる。前述の世帯平均値においては, 年積算値に占める冷暖房用途の割合は 15% 程度であったが, 世帯ごとにみると, 5% 未満や 20% 以上になる世帯も数件みられ, 各世帯の冷暖房の使用状況の大きな違いがうかがえる。ただし, 35% 以上の 6 世帯のうち 1 世帯を除いては, 全館空調システムもしくは蓄熱設備といった大容量冷暖房設備を導入している



(図中のエラーバーは「標準偏差」を示す)

図 6-3-1 (1) 年積算電力消費量

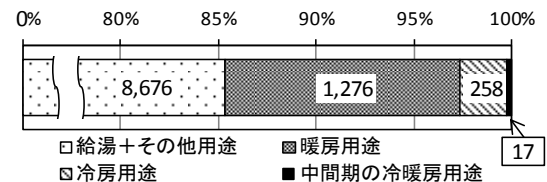


図 6-3-1 (2) 年積算電力消費量に占める冷暖房用途の構成割合

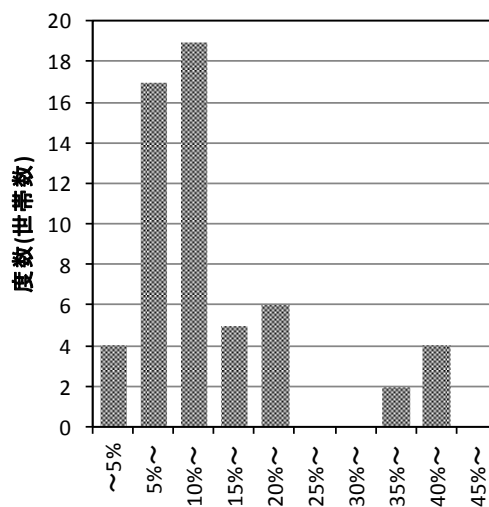


図 6-3-1 (3) 年積算値に占める冷暖房用途の割合の度数分布

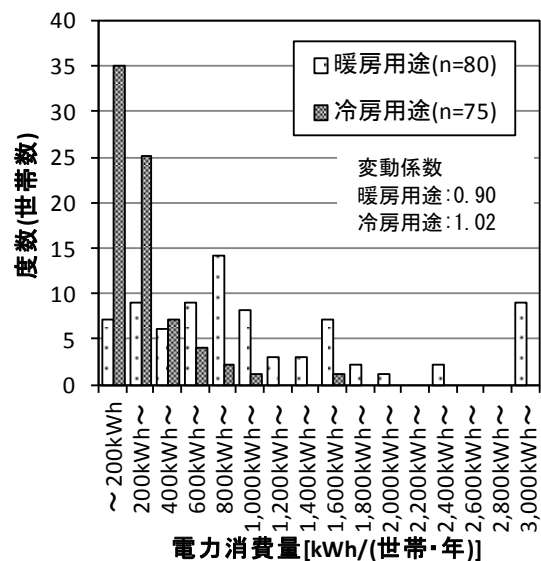


図 6-3-1 (4) 暖房・冷房電力消費量の度数分布

世帯である。

暖房用途と冷房用途それぞれの電力消費量の度数分布を図 6-3-1 (4) に示す。暖房用途では、「800kWh～」前後の世帯がやや多いものの、世帯間で非常に大きなばらつきが認められる。これに対して冷房用途では、600 kWh/(世帯・年)以上の比較的大電力を消費している世帯もみられるものの、全体的に 400 kWh/(世帯・年)未満に集中している。しかし、冷房電力消費量は、前述したように、暖房電力消費量の 1/5 程度で相対的に小さい値であるため、消費量の大小の影響を取り除いた変動係数を比較するなら、暖房用途では 0.90、冷房用途では 1.02 と、冷房電力消費量のほうが世帯間のばらつきが大きいことが確認できる。

(2) 暖房と冷房電力消費量の関連

ここでは、暖房用途と冷房用途の電力消費量の関係について、両データに欠測のない 67 世帯を対象に検討する。全国各地のデータに基づいて両者の関連をみた場合、外気温の違いなどの地域差から、負の相関となることが予想されるが、本研究のように地域を限定した場合は、冷暖房を頻繁に使用する世帯や節約を意識しあまり冷暖房を使用しない世帯など、個々の世帯のライフスタイルの違いから、正の相関がみられることが推測される。

各世帯の暖房用途と冷房用途の電力消費量の関係を図 6-3-1 (5) に示す。回帰直線からは正の相関がうかがえるものの、決定係数は 0.2551 と低い値を示しており、両用途間において明確な相関関係があるとはいえない。これより、それぞれの電力消費量に影響を及ぼす要因に違いがある可能性が示唆される。

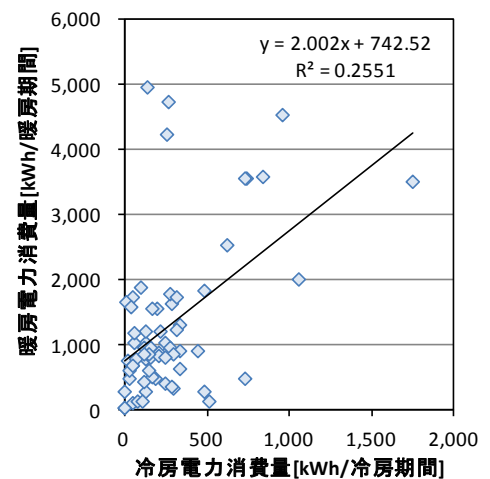


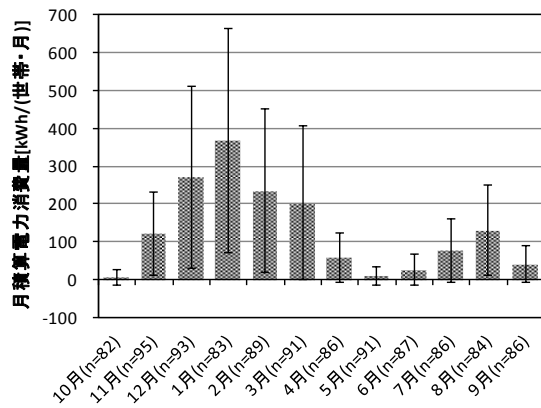
図 6-3-1 (5) 暖房と冷房電力消費量の関係

6. 3. 2 月積算電力消費量

月積算電力消費量の世帯平均値を図 6-3-2 (1) に、冷暖房用途が各月の全電力消費量に占める割合を図 6-3-2 (2) に示す。

冷暖房用途は、冬期の 11～4 月にかけて暖房使用による増加、夏期の 7～9 月に冷房使用による増加がそれぞれ認められ、中間期の 10 月と 5 月はほとんど使用されていないことがわかる。冬期の世帯平均値における最大暖房電力消費量は、1 月で約 367kWh/(世帯・月)であり、同月における全電力消費量に対する割合は 28%である。夏期に関しては、最大冷房電力消費量は、8 月で約 131 kWh/(世帯・月)であり、同月の全電力消費量に対する割合は約 19%と、冬期に比べ 9%低い値にとどまる。また、標準偏差に着目すると、冬期の特に 1 月において大きな値を示す。

このように、暖房・冷房の消費量の増大が考えられる 1 月や 8 月においても、冷暖房電力消費量の全電力消費量に占める割合は 20～30%程度であり、全体の 1/3 に満たない。本研究で対象としている、すべてのエネルギーを電力で賄う全電化住宅では、一般住宅と比較して冷暖房用途の消費量が非常に小さいことが確認できる。



(図中のエラーバーは「標準偏差」を示す)

図 6-3-2(1) 月積算電力消費量

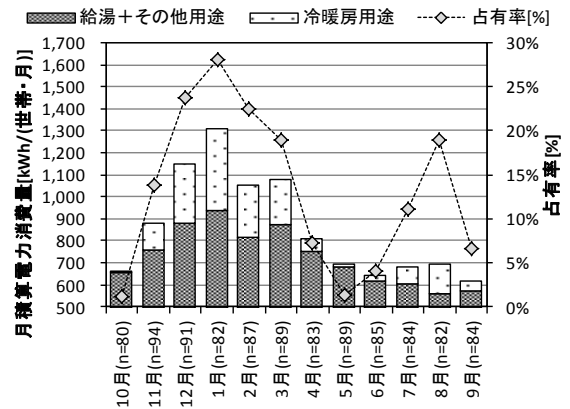


図 6-3-2(2) 用途別電力消費量の月変動

6. 4 電力消費量に影響を及ぼす要因の検討

6. 4. 1 データセット

ここでは、冷暖房用途における分析用データベースを整備する。これまで検討してきた用途と同様に、建物特性、設備特性、世帯特性といった住宅属性の項目を電力消費量の影響要因として捉え、表 6-4-1(1)に示す 23 アイテムを選定した。本章では、第 4 章の全電力消費量で検討した 22 アイテムに冷暖房電力消費量に影響を及ぼすことが予想されるアイテムとして、エアコンとそれ以外の暖房機器を併用しているかについて尋ねた「その他暖房機器併用」を追加している。各アイテムは、単純集計結果に基づいて、可能な限りサンプル数に偏りが生じないように、2～5 のカテゴリーを有するカテゴリカル変数に変換している。

従属変数は、暖房と冷房の各期間における電力消費量ならびに月変動についての検討のために各月における冷暖房電力消費量データを適用する。分析用データベースの記述統計量を表 6-4-1(2)にまとめる。なお、電力消費量は kWh 単位で示している。

表 6-4-1(1) 説明変数として使用するアイテム

特性	アイテム	カテゴリー	各カテゴリーの度数				度数計
建物特性	竣工年	2003年以前(1) / 2004, 2005年(2) / 2006年以降(3)	24	33	31		88
	延べ床面積	100㎡未満(1) / 100~120㎡(2) / 120~140㎡(3) / 140~160㎡(4) / 160㎡以上(5)	10	28	28	19	85
	構造	木造(0) / 非木造(1)	65	24			89
	二世帯住宅	二世帯ではない(0) / 二世帯である(1)	66	7			73
設備特性	給湯機種別	電気温水器(0) / CO ₂ HP給湯機(1)	64	33			97
	温水床暖房システム	未導入(0) / 導入(1)	75	2			77
	全館空調システム	未導入(0) / 導入(1)	92	5			97
	蓄熱設備	未導入(0) / 導入(1)	87	10			97
	エアコン使用台数	1台以下(1) / 2台(2) / 3台(3) / 4台(4) / 5台以上(5)	10	13	22	10	55
	暖房機器使用台数	0台(0) / 1台(1) / 2台(2) / 3台以上(3)	14	21	18	17	70
	家電機器使用台数	11台以下(1) / 12台(2) / 13台(3) / 14台以上(4)	16	14	15	26	71
世帯特性	男性人数	1人以下(1) / 2人(2) / 3人以上(3)	41	27	19		87
	女性人数	1人(1) / 2人(2) / 3人以上(3)	33	37	17		87
	世帯内男性比	0.5未満(1) / 0.5(2) / 0.5超(3)	30	33	24		87
	世帯人数	2人以下(2) / 3人(3) / 4人(4) / 5人以上(5)	17	23	36	21	97
	世帯主年齢	39歳以下(1) / 40歳代(2) / 50歳以上(3)	34	36	18		88
	長子年齢	子供なし(0) / 6歳未満(1) / 6~11歳(2) / 12歳以上(3)	17	11	32	27	87
	成人人数	2人以下(2) / 3人以上(3)	79	8			87
	子供人数	0人(0) / 1人(1) / 2人(2) / 3人以上(3)	17	18	36	16	87
	就学者人数	0人(0) / 1人(1) / 2人以上(2)	33	28	26		87
	給与所得者人数	0人(0) / 1人(1) / 2人以上(2)	9	59	19		87
	妻の職業	給与所得者・自営業(1) / 主婦(職あり)(2) / 主婦(職なし)(3)	14	25	35		74
	その他暖房機器併用	併用しない・所有なし(0) / 併用あり(1)	30	41			71

表 6-4-1(2) 記述統計量

	アイテム	平均値	標準偏差	変動係数	中央値	最小値	最大値	度数
従属変数	電力消費量							
	冬期電力消費量	1,267.108	1,139.182	0.899	897.221	26.851	4,961.564	80
	夏期電力消費量	279.786	284.356	1.016	214.072	0.000	1,751.738	75
	10月電力消費量	7.248	20.312	2.802	1.536	0.000	136.575	82
	11月電力消費量	121.318	108.624	0.895	83.387	0.000	514.030	95
	12月電力消費量	269.958	241.669	0.895	186.190	0.000	1,287.112	93
	1月電力消費量	367.237	296.727	0.808	285.983	5.267	1,345.452	83
	2月電力消費量	233.807	216.195	0.925	167.390	4.633	969.810	89
	3月電力消費量	201.897	203.058	1.006	141.617	1.340	1,004.931	91
	4月電力消費量	57.119	64.980	1.138	33.091	0.000	357.032	86
	5月電力消費量	9.438	25.917	2.746	1.137	0.000	159.562	91
	6月電力消費量	25.184	41.690	1.655	13.349	0.000	268.690	87
	7月電力消費量	75.736	83.523	1.103	56.006	0.000	469.621	86
説明変数	建物特性							
	竣工年	2.080	0.791	0.380	2.000	1	3	88
	延べ床面積	2.860	1.129	0.395	3.000	1	5	93
	構造	0.270	0.446	1.655	0.000	0	1	89
	二世帯住宅	0.096	0.296	3.092	0.000	0	1	73
	設備特性							
	給湯機種別	0.340	0.476	1.400	0.000	0	1	97
	温水床暖房システム	0.026	0.160	6.164	0.000	0	1	77
	全館空調システム	0.052	0.222	4.312	0.000	0	1	97
	蓄熱設備	0.103	0.306	2.965	0.000	0	1	97
	エアコン使用台数	3.178	1.358	0.427	3.000	1	5	73
	暖房機器使用台数	1.543	1.073	0.695	1.500	0	3	70
	家電機器使用台数	2.718	1.185	0.436	3.000	1	4	71
	世帯特性							
	男性人数	1.747	0.796	0.455	2.000	1	3	87
	女性人数	1.816	0.740	0.407	2.000	1	3	87
	世帯内男性比	1.931	0.789	0.409	2.000	1	3	87
	世帯人数	3.629	1.014	0.279	4.000	2	5	97
	世帯主年齢	1.818	0.751	0.413	2.000	1	3	88
	長子年齢	1.793	1.091	0.608	2.000	0	3	87
	成人人数	2.092	0.291	0.139	2.000	2	3	87
	子供人数	1.586	1.006	0.634	2.000	0	3	87
	就学者人数	0.920	0.824	0.896	1.000	0	2	87
	給与所得者人数	1.115	0.559	0.501	1.000	0	2	87
	妻の職業	2.284	0.768	0.336	2.000	1	3	74
	その他暖房機器併用	0.577	0.497	0.861	1.000	0	1	71

6. 4. 2 住宅属性と電力消費量の関連

本項では、電力消費量の影響要因を抽出するにあたり、基礎的検討となるアイテムごとの単相関分析を行う。住宅属性の各アイテムと電力消費量との相関係数についてまとめた結果を表 6-4-2 に示す。

暖房用途では相関係数が絶対値で 0.3 以上のアイテムとして「全館空調システム」「蓄熱設備」「暖房機器使用台数」が挙げられ、特に「全館空調システム」は冷房期間も含め、一年を通して電力消費量との相関が高いアイテムである。「全館空調システム」は、第 4 章の全電力消費量において高い相関がみられなかったが、それは冷暖房用途が全電力に占める割合が比較的小さいことによるものと考えられる。また、「蓄熱設備」と「暖房機器使用台数」は、冷房用途では相関係数が低く、月積算値をみても、冬期のみ高くなる傾向にあることが確認できる。これは、それぞれが「暖房」のために稼働させる機器であるためと推察される。

その他に相関係数が高くなるアイテムはみられず、新たに検討対象として追加した「その他暖房機器併用」も一年を通して低い値を示している。

表 6-4-2 電力消費量との相関

特性	アイテム	暖房	冷房	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
世帯属性	竣工年	0.085	0.017	-0.169	0.088	0.122	0.092	0.065	0.027	-0.036	-0.084	0.047	0.007	-0.011	-0.043
	延べ床面積	0.212	0.139	0.091	0.204	0.185	0.173	0.212	0.228	0.174	0.057	0.014	0.124	0.200	0.192
	構造	-0.132	-0.001	-0.054	-0.068	-0.123	-0.106	-0.134	-0.108	-0.101	-0.079	0.057	-0.006	-0.026	0.023
世帯構成	二世帯住宅	-0.113	0.002	-0.104	-0.144	-0.066	-0.041	-0.087	-0.113	-0.172	-0.117	-0.038	-0.010	0.049	-0.031
	給湯機種別	0.210	-0.101	0.164	0.256	0.215	0.148	0.210	0.212	0.239	0.150	-0.143	-0.083	-0.018	-0.003
	温水床暖房システム	0.132	0.098	-0.063	0.063	0.055	0.192	0.037	0.001	-0.093	-0.063	-0.010	0.057	0.151	0.102
	全館空調システム	0.461	0.619	0.934	0.513	0.412	0.463	0.437	0.416	0.490	0.895	0.528	0.569	0.659	0.686
	蓄熱設備	0.459	-0.043	-0.081	0.407	0.453	0.375	0.464	0.484	0.387	-0.056	-0.048	-0.059	0.016	-0.044
	エアコン使用台数	-0.087	-0.124	-0.352	-0.120	-0.054	-0.128	-0.046	-0.019	-0.077	-0.358	-0.222	-0.166	-0.108	-0.210
	暖房機器使用台数	-0.422	-0.123	-0.068	-0.333	-0.375	-0.492	-0.375	-0.368	-0.239	-0.173	-0.074	-0.160	-0.171	-0.195
世帯世帯	家電機器使用台数	-0.033	0.166	0.098	-0.003	0.014	0.011	-0.009	-0.031	-0.024	0.152	0.069	0.135	0.251	0.232
	男性人数	0.147	0.078	0.019	0.164	0.143	0.147	0.134	0.128	0.086	-0.015	-0.011	0.106	0.129	0.162
	女性人数	0.100	-0.037	-0.069	0.070	0.147	0.139	0.071	0.042	-0.020	-0.036	-0.110	-0.058	0.015	-0.024
	世帯内男性比	0.032	0.089	0.046	0.043	-0.002	0.017	0.039	0.032	0.023	-0.001	0.046	0.141	0.105	0.136
	世帯人数	0.122	-0.023	-0.035	0.147	0.143	0.149	0.088	0.081	0.057	-0.047	-0.122	0.004	0.048	0.065
	世帯主年齢	-0.037	0.162	0.081	-0.045	-0.032	-0.021	0.009	-0.003	-0.025	0.067	0.045	0.092	0.171	0.138
	長子年齢	0.072	0.044	-0.044	0.083	0.087	0.095	0.054	0.034	0.051	-0.054	-0.109	0.020	0.091	0.121
	成人人数	0.111	-0.024	-0.018	0.054	0.138	0.156	0.116	0.074	0.017	-0.094	-0.093	-0.096	0.023	0.009
	子供人数	0.133	-0.007	-0.026	0.156	0.152	0.160	0.096	0.090	0.058	-0.034	-0.104	0.026	0.054	0.092
	就学者人数	0.093	0.085	0.006	0.131	0.117	0.099	0.080	0.079	0.030	-0.020	-0.081	0.086	0.134	0.115
	給与所得者人数	-0.076	-0.157	-0.032	-0.063	-0.077	-0.035	-0.084	-0.110	-0.079	-0.110	-0.224	-0.117	-0.094	-0.106
	妻の職業	0.138	0.103	-0.029	0.052	0.124	0.064	0.105	0.160	0.116	0.091	0.115	0.068	0.065	0.163
	その他暖房機器併用	0.048	-0.109	0.022	0.010	0.016	-0.098	0.054	0.088	0.176	-0.124	-0.131	-0.111	-0.120	-0.146

：≥0.3 ：≤-0.3

6. 4. 3 住宅属性による電力消費量の差異

前項に引き続き、電力消費量に影響を及ぼすと考えられるアイテムと電力消費量の関連について分析する。本項では、住宅属性の各アイテムによる、暖房・冷房の両期間、ならびに各月の電力消費量の差異について分散分析により検討する。検定有意となったアイテムの分散分析結果を表 6-4-3 に示す。なお、分散分析結果が有意な場合の多重比較検定結果も併せて示す。また、各アイテムにおけるカテゴリー別の暖房電力消費量を図 6-4-3(1)に、冷房電力消費量を図 6-4-3(2)に示す。

暖房用途において 5%水準の有意差は「延べ床面積」「全館空調システム」「蓄熱設備」「暖房機器使用台数」の 4 アイテムで認められる。各月の分散分析結果をみても、一年を通して 1%水準で有意となる「全館空調システム」を除く 3 つは、11～3 月にかけて 5%水準の有意差が

認められ、季節による差異が顕著なアイテムといえる。10%水準の有意差がみられた「給湯機種別」は、1月を除く暖房期間において5%水準の有意差となり、図示していないが、同期間内においては『CO₂HP 給湯機』設置世帯の暖房電力消費量が『電気温水器』設置世帯を上回っている。

図6-4-3(1)をみると、「延べ床面積」は『140～160 m²』を除くと、面積の拡大に伴い、消費量が増える傾向にある。『160 m²以上』は2,300kWh/(世帯・暖房期間)超と『100 m²未満』の約5倍にもものぼる。「全館空調システム」は導入している世帯が約3,500kWh/(世帯・暖房期間)と導入していない世帯(約1,100kWh/(世帯・暖房期間))の3倍以上になる。同様に「蓄熱設備」でも、導入世帯(約2,700kWh/(世帯・暖房期間))が未導入世帯(約1,100kWh/(世帯・暖房期間))を大きく上回る。「暖房機器使用台数」は台数の増加に伴って、消費量が減少する傾向にあり、『0台』の約2,400kWh/(世帯・暖房期間)は『3台以上』の670kWh/(世帯・暖房期間)の約3.6倍になる。

一方、冷房期間では、「全館空調システム」「エアコン使用台数」「世帯主年齢」の3アイテムにおいて5%水準の有意差が確認できる。このうち、「全館空調システム」は上述のとおり全ての月において1%水準の有意差となることから、冷暖房用途において大きな影響要因であると考えられる。また、各月ごとにみると、7～9月においてのみ5%水準で有意である「世帯主年齢」に比べ、「エアコン使用台数」は中間期においても有意差がみられる。

冷房用途の電力消費量を比較するなら、「全館空調システム」導入世帯は1,000kWh/(世帯・冷房期間)と未導入世帯の240kWh/(世帯・冷房期間)の4倍程度になる。ただし、導入世帯の標準偏差を暖房用途と比べると、相対的に大きくなっていることから、機器の使い方については、世帯によって大きく異なることが予想される。「エアコン使用台数」をみると、『1台以下』が約600kWh/(世帯・冷房期間)と最大で、次に『5台以上』が約370kWh/(世帯・冷房期間)と続き、2～4台はそれぞれ200kWh/(世帯・冷房期間)前後と大きな違いはみられない。『1台以下』は標準偏差が大きいですが、これは「全館空調システム」導入世帯が含まれているためであると推察される。「世帯主年齢」は全電力消費量と同様に『40歳代』が400kWh/(世帯・冷房期間)と最も大きく、200kWh/(世帯・冷房期間)前後である『39歳以下』『50歳以上』の2倍近くになっている。

また、冷房用途において10%水準の弱い有意差にある「世帯内男性比」は8月において5%水準の有意差がみられる。男性比が『0.5』となる世帯が約400kWh/(世帯・冷房期間)と『0.5未満』の2倍程度大となる。

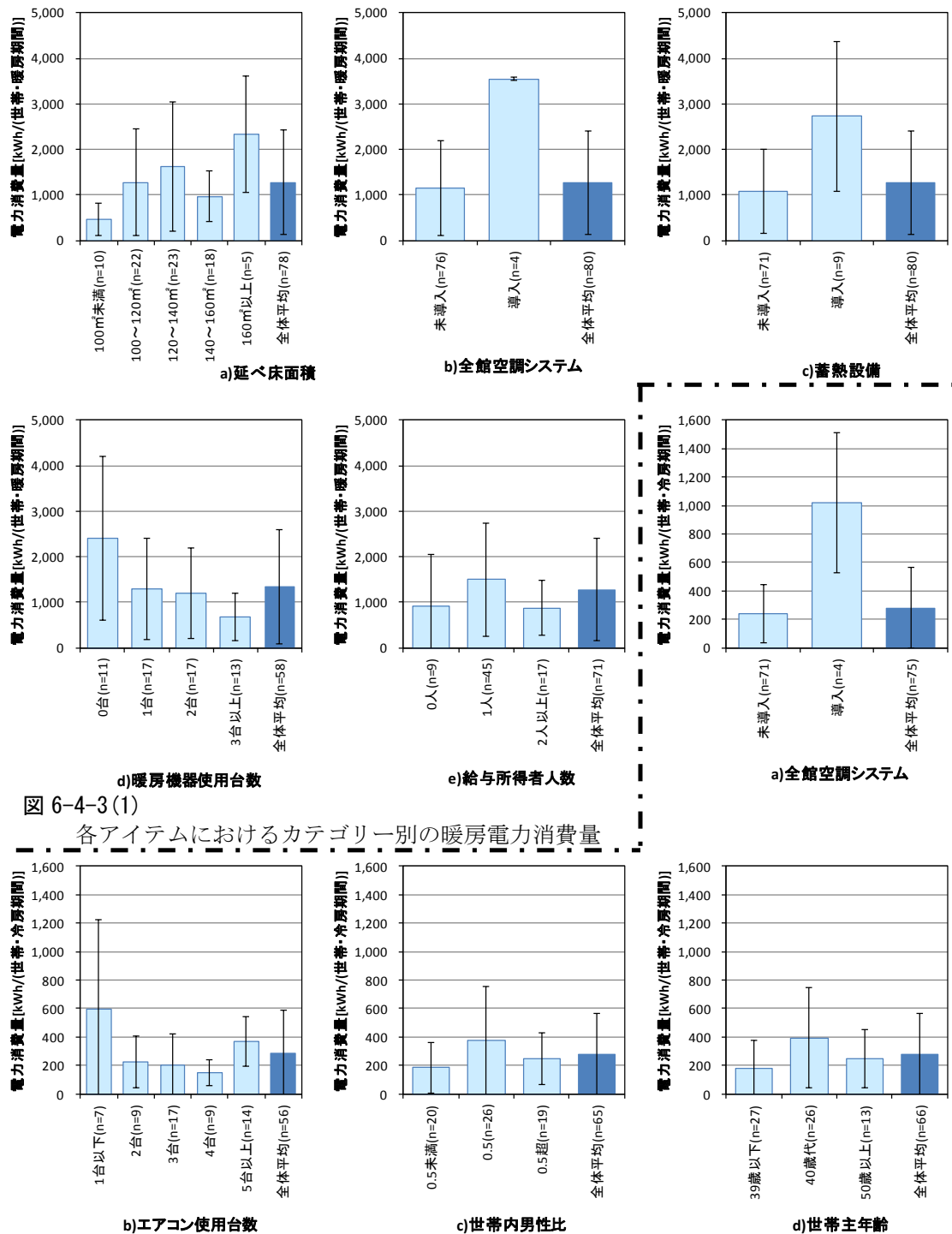
全体的な傾向として、世帯特性で有意となるアイテムは少なく、設備特性のアイテムにおいて有意となっている。

表 6-4-3 分散分析結果

アイテム	カテゴリー1	カテゴリー2	暖房	冷房	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
延べ床面積			分散分析結果：													
多重比較	100㎡未満	100～120㎡	**			**	**	**	**	**	*	*			*	*
		120～140㎡	**			**	**		*	*	*					
		140～160㎡														
	100～120㎡	160㎡以上	**			**	**	**	**	**						*
		120～140㎡														
		140～160㎡														
	160㎡以上															
120～140㎡	140～160㎡															
160㎡以上																
140～160㎡	160㎡以上							*								
給湯機種別	電気温水器	CO ₂ HP給湯機	*			**	**		**	**	**					
全館空調システム	未導入	導入	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
蓄熱設備	未導入	導入	***			***	***	***	***	***	***					
エアコン使用台数			分散分析結果：													
多重比較	1台以下	2台		*	***	*							***	**	*	***
		3台		*	***	*							***		***	***
		4台		*	***								***	*	***	***
		5台以上			***								***	*	*	***
		2台														
	3台	3台														
		4台														
		5台以上														
	4台	4台														
		5台以上														
	暖房機器使用台数			分散分析結果：												
多重比較	0台	1台	*			**	**	***	*	*						
		2台	**				**	***	**	**						
		3台以上	***			***	**	***	***	***						
	1台	2台														
		3台以上														
		2台														
男性人数			分散分析結果：													
多重比較	1人以下	2人														*
		3人以上														*
	2人	3人以上														
世帯内男性比			分散分析結果：													
多重比較	0.5未満	0.5	*										*	*	**	*
		0.5超											*	*	**	*
	0.5	0.5超														
世帯主年齢			分散分析結果：													
多重比較	39歳以下	40歳代	**											**	***	***
		50歳以上	**											**	***	***
	40歳代	50歳以上														*
給与所得者人数			分散分析結果：													
多重比較	0人	1人				*		*								
		2人以上														
	1人	2人以上														

***:1%水準で有意。 **:5%水準で有意。 *:10%水準で有意。

***:1%水準で有意, **:5%水準で有意, *:10%水準で有意



(図中のエラーバーは、標準偏差を示す)

図 6-4-3(2) 各アイテムにおけるカテゴリー別の冷房電力消費量

6. 5 数量化理論第Ⅰ類を適用した電力消費量の影響要因に関する分析

6. 5. 1 検討モデルの構築

(1) 住宅属性項目間の関連

アイテム間の関連の概括，ならびに後述する検討モデルの構築において，多重共線性を回避するアイテムを抽出することを目的として，4.4.1項でも同様に住宅属性項目間の関連について検討を実施しているが，本項では，新たに検討対象アイテムに追加した「その他暖房機器併用」を加えて，再度整理した相関係数行列を表6-5-1に示す。

新たに追加した「その他暖房機器併用」と高い相関関係にあるアイテムはみられない。

表 6-5-1 相関係数行列

特性	アイテム	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
建物特性	1. 竣工年	1.000	-0.133	-0.060	0.132	0.263	0.093	-0.150	0.146	0.046	-0.106	-0.083
	2. 延べ床面積	-0.133	1.000	0.163	-0.139	0.212	0.314	0.115	0.198	0.409	-0.169	0.346
	3. 構造	-0.060	0.163	1.000	-0.078	-0.058	-0.103	-0.148	-0.056	0.089	0.038	0.134
	4. 二世帯住宅	0.132	-0.139	-0.078	1.000	-0.057	0.248	-0.088	0.006	0.061	0.054	0.039
設備特性	5. 給湯機種別	0.263	0.212	-0.058	-0.057	1.000	0.061	0.128	0.186	0.067	-0.057	0.083
	6. 温水床暖房システム	0.093	0.314	-0.103	0.248	0.061	1.000	-0.043	0.180	0.114	-0.264	-0.041
	7. 全館空調システム	-0.150	0.115	-0.148	-0.088	0.128	-0.043	1.000	-0.079	-0.438	-0.141	0.159
	8. 蓄熱設備	0.146	0.198	-0.056	0.006	0.186	0.180	-0.079	1.000	0.272	-0.225	-0.053
世帯特性	9. エアコン使用台数	0.046	0.409	0.089	0.061	0.067	0.114	-0.438	0.272	1.000	0.144	0.178
	10. 暖房機器使用台数	-0.106	-0.169	0.038	0.054	-0.057	-0.264	-0.141	-0.225	0.144	1.000	0.020
	11. 家電機器使用台数	-0.083	0.346	0.134	0.039	0.083	-0.041	0.159	-0.053	0.178	0.020	1.000
	12. 男性人数	-0.081	0.193	0.165	0.121	0.048	0.048	0.017	0.161	0.005	-0.030	0.158
世帯特性	13. 女性人数	0.028	0.020	-0.090	0.063	0.149	0.262	-0.005	0.041	-0.004	0.008	-0.063
	14. 世帯内男性比	-0.125	0.165	0.185	-0.025	-0.029	-0.089	0.022	0.078	-0.027	-0.050	0.169
	15. 世帯人数	-0.058	0.216	0.118	0.126	0.178	0.219	-0.007	0.091	-0.048	-0.011	0.051
	16. 世帯主年齢	-0.076	0.175	-0.022	0.115	-0.018	-0.064	0.125	0.039	0.183	-0.132	0.243
世帯特性	17. 長子年齢	-0.020	0.192	-0.048	0.095	0.116	0.185	-0.044	0.036	0.247	-0.013	0.104
	18. 成人人数	0.120	0.070	-0.018	0.330	0.104	0.232	-0.079	0.135	0.152	-0.189	0.350
	19. 子供人数	-0.090	0.166	0.127	0.040	0.155	0.146	0.003	0.077	-0.062	-0.011	0.019
	20. 就学者人数	-0.079	0.194	-0.002	0.023	0.071	0.220	0.024	0.079	0.122	0.064	-0.106
世帯特性	21. 給与所得者人数	-0.075	-0.034	-0.174	0.001	-0.020	0.112	-0.051	-0.139	0.042	-0.164	0.017
	22. 妻の職業	-0.062	-0.123	0.025	-0.176	-0.004	-0.171	0.041	-0.030	-0.197	0.138	-0.004
	23. その他暖房機器併用	-0.182	0.096	0.105	-0.195	-0.001	-0.218	-0.162	0.100	0.220	0.369	-0.104

特性	アイテム	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
建物特性	1. 竣工年	-0.081	0.028	-0.125	-0.058	-0.076	-0.020	0.120	-0.090	-0.079	-0.075	-0.062
	2. 延べ床面積	0.193	0.020	0.165	0.216	0.175	0.192	0.070	0.166	0.194	-0.034	-0.123
	3. 構造	0.165	-0.090	0.185	0.118	-0.022	-0.048	-0.018	0.127	-0.002	-0.174	0.025
	4. 二世帯住宅	0.121	0.063	-0.025	0.126	0.115	0.095	0.330	0.040	0.023	0.001	-0.176
設備特性	5. 給湯機種別	0.048	0.149	-0.029	0.178	-0.018	0.116	0.104	0.155	0.071	-0.020	-0.004
	6. 温水床暖房システム	0.048	0.262	-0.089	0.219	-0.064	0.185	0.232	0.146	0.220	0.112	-0.171
	7. 全館空調システム	0.017	-0.005	0.022	-0.007	0.125	-0.044	-0.079	0.003	0.024	-0.051	0.041
	8. 蓄熱設備	0.161	0.041	0.078	0.091	0.039	0.036	0.135	0.077	0.079	-0.139	-0.030
世帯特性	9. エアコン使用台数	0.005	-0.004	-0.027	-0.048	0.183	0.247	0.152	-0.062	0.122	0.042	-0.197
	10. 暖房機器使用台数	-0.030	0.008	-0.050	-0.011	-0.132	-0.013	-0.189	-0.011	0.064	-0.164	0.138
	11. 家電機器使用台数	0.158	-0.063	0.169	0.051	0.243	0.104	0.350	0.019	-0.106	0.017	-0.004
	12. 男性人数	1.000	-0.198	0.787	0.675	-0.194	0.408	0.001	0.667	0.465	0.092	0.118
世帯特性	13. 女性人数	-0.198	1.000	-0.659	0.532	-0.311	0.414	0.134	0.506	0.414	0.164	-0.021
	14. 世帯内男性比	0.787	-0.659	1.000	0.182	0.056	0.064	-0.073	0.198	0.099	-0.008	0.108
	15. 世帯人数	0.675	0.532	0.182	1.000	-0.394	0.674	0.044	0.989	0.718	0.221	0.040
	16. 世帯主年齢	-0.194	-0.311	0.056	-0.394	1.000	0.024	0.343	-0.392	-0.211	-0.197	-0.118
世帯特性	17. 長子年齢	0.408	0.414	0.064	0.674	0.024	1.000	0.318	0.673	0.706	0.307	-0.078
	18. 成人人数	0.001	0.134	-0.073	0.044	0.343	0.318	1.000	-0.027	-0.163	0.221	-0.120
	19. 子供人数	0.667	0.506	0.198	0.989	-0.392	0.673	-0.027	1.000	0.716	0.210	0.070
	20. 就学者人数	0.465	0.414	0.099	0.718	-0.211	0.706	-0.163	0.716	1.000	0.071	0.003
世帯特性	21. 給与所得者人数	0.092	0.164	-0.008	0.221	-0.197	0.307	0.221	0.210	0.071	1.000	-0.697
	22. 妻の職業	0.118	-0.021	0.108	0.040	-0.118	-0.078	-0.120	0.070	0.003	-0.697	1.000
	23. その他暖房機器併用	0.244	-0.047	0.167	0.153	-0.125	0.105	-0.242	0.162	0.223	-0.092	0.107

負の相関が高い
相関が低い
→ 正の相関が高い

(2) 冷暖房電力消費量における検討モデル

これまでの検討内容を踏まえ、数量化理論第Ⅰ類を適用するモデルを構築する。前節での検討の結果、冷暖房消費量に影響を及ぼすと考えられるアイテムは季節によって異なる傾向を確認したため、以降は暖房・冷房のそれぞれの期間において分析を進める。

説明変数は各アイテムと電力消費量との相関係数ならびに分散分析の結果を踏まえ、建物特性から「延べ床面積」「構造」を、設備特性から「全館空調システム」「蓄熱設備」「エアコン使用台数」「暖房機器使用台数」を、世帯特性から「男性人数」「妻の職業」を選定する。

【model3-1(暖房用途)】【model3-2(冷房用途)】

:「延べ床面積」「構造」「全館空調システム」「蓄熱設備」「エアコン使用台数」
「暖房機器使用台数」「男性人数」「妻の職業」

従属変数は暖房期間と冷房期間のそれぞれにおける積算電力消費量（つまり、暖房電力消費量と冷房電力消費量）であり、各要因の影響度を各期間で比較するため、いずれのモデルも同じ説明変数を採用する。

6. 5. 2 電力消費量の影響要因の検討

住宅属性の各アイテムが冷暖房電力消費量に及ぼす影響の程度を把握するために、数量化理論第Ⅰ類を適用した結果を図6-5-2(1)に示す。

(1) 暖房用途における解析結果

暖房電力消費量の結果では、重相関係数は0.856と全電力消費量の結果と比較しても高く、決定係数から8つの変数によって各住宅の暖房用電力消費量の73%を説明できる。

偏相関係数に着目すると、設備特性である「全館空調システム」「蓄熱設備」「エアコン使用台数」「暖房機器使用台数」において0.37以上の値を示し、これらの要因の影響が大きいといえる。それぞれのカテゴリースコアをみるなら、「全館空調システム」「蓄熱設備」は、導入世帯が未導入世帯の消費量を大きく上回り、「エアコン使用台数」は、使用する台数が多くなるに従い消費量も増加する傾向がうかがえる。比較的温暖な気候である広島県では、「全館空調システム」や「蓄熱設備」といった大容量冷暖房機器を設置している世帯は少ないものの、これらの世帯における消費量は設置していない世帯に比べ、レンジから前者では約3,000kWh/(世帯・暖房期間)、後者については約1,600kWh/(世帯・暖房期間)も多くなる。また、調査対象住宅は全電化住宅であり、主たる冷暖房機器がエアコンであるため、使用される台数が消費量の増加に直接的に影響する結果になっている。6.4.2項での相関分析では「エアコン使用台数」と電力消費量の関係は弱く、符号も負であったが、これは電力消費量の多い「全館空調システム」導入世帯がエアコンを使用していないためであると考えられる。本項では、数量化理論第Ⅰ類を適用し、他の変数（ここでは「全館空調システム」）を統制することで、「エアコン使用台数」が暖房用途に寄与していることが明らかとなった。一方、「暖房機器使用台数」のカテゴリースコアに着目すると、台数の増加に伴い消費量が減少している。前述の結果と併せてみるなら、エアコンを主として、その他の暖房機器を補助的に利用している世帯は、両者を併用することで節電を図っていると予想されるため、「暖房機器使用台数」が少ない世帯では、エアコンの稼

働率が高く、稼働時間も長くなることから、消費量が多くなったものと推察される。

上記以外の変数における偏相関係数をみると、「妻の職業」が0.32と比較的高い一方、「延べ床面積」「構造」「男性人数」は0.3未満と大きな影響要因とはいえない。「妻の職業」のカテゴリースコアをみると、『主婦(職なし)』が『主婦(職あり)』よりも500kWh/(世帯・暖房期間)程度多くなる。これは、『主婦(職なし)』が『給与所得者・自営業』や『主婦(職あり)』と比較して、日中に在宅している時間が長いことと関連していると思われる。

model	重相関係数	アイテム	カテゴリー	度数	カテゴリースコア	電力消費量[kWh/暖房期間]						レンジ	偏相関係数
model 3-1	0.856	延べ床面積	100㎡未満	6	-173.8							491.2	0.281
			100～120㎡	13	172.0								
			120～140㎡	13	150.0								
			140～160㎡	11	-319.1								
			160㎡以上	3	122.5								
		構造	木造	34	-55.9							214.4	0.132
			非木造	12	158.5								
		全館空調システム	未導入	42	-263.2							3,026.5	0.725
			導入	4	2,763.3						2763		
		蓄熱設備	未導入	39	-242.8							1,595.3	0.600
			導入	7	1,352.6						1353		
		エアコン使用台数	1台以下	8	-549.8							1,203.4	0.378
			2台	8	-44.5								
			3台	15	-24.8								
			4台	5	653.6								
			5台以上	10	185.9								
		暖房機器使用台数	0台	9	493.6							912.9	0.375
			1台	16	4.7								
			2台	13	-89.5								
			3台以上	8	-419.3								
		男性人数	1人以下	21	-90.4							218.4	0.120
			2人	15	41.2								
			3人以上	10	128.0								
		妻の職業	給与所得者・自営業	10	-131.6							502.3	0.320
			主婦(職あり)	17	-228.6								
			主婦(職なし)	19	273.7								

(a) 暖房用途【model 3-1】

図 6-5-2(1) 数量化理論第 I 類による分析結果

(2) 冷房用途における解析結果

冷房電力消費量では、重相関係数が 0.860 と暖房用途とほぼ同程度の値を示す。

偏相関係数は暖房用途と同様に「全館空調システム」「エアコン使用台数」「暖房機器使用台数」の 3 つの変数に加え、「男性人数」において 0.3 を超えており、特に「全館空調システム」の値が 0.837 と非常に高くなる。

カテゴリースコアに着目すると、「全館空調システム」と「エアコン使用台数」は暖房用途と同じ傾向にある。また「男性人数」は、人数の増加に伴い消費量が多くなる傾向がうかがえ、レンジから『3人以上』は『1人以下』よりも約 150kWh/(世帯・冷房期間)多い。

一方で、「暖房機器使用台数」の偏相関係数は 0.4 弱と比較的高くなるものの、冷房期間を対象としているため、暖房用途とは異なり、明確な傾向がみられない。

model	重相関係数	アイテム	カテゴリー	度数	カテゴリースコア	電力消費量[kWh/冷房期間]	レンジ	偏相関係数
model 3-2	0.860	延べ床面積	100㎡未満	5	40.8		81.5	0.151
			100～120㎡	10	-10.1			
			120～140㎡	13	28.0			
			140～160㎡	11	-23.9			
			160㎡以上	5	-40.7			
		構造	木造	30	-4.6		14.6	0.038
			非木造	14	9.9			
		全館空調システム	未導入	40	-89.7		986.5	0.837
			導入	4	896.8			
		蓄熱設備	未導入	38	21.1		155.0	0.274
			導入	6	-133.9			
		エアコン使用台数	1台以下	7	-241.9		480.9	0.583
			2台	7	10.3			
			3台	14	-71.9			
			4台	5	-0.3			
			5台以上	11	239.0			
		暖房機器使用台数	0台	10	61.3		166.7	0.382
			1台	15	-83.1			
			2台	11	83.5			
			3台以上	8	-35.6			
		男性人数	1人以下	18	-70.1		149.1	0.316
			2人	16	29.5			
			3人以上	10	79.0			
		妻の職業	給与所得者・自営業	11	-6.7		84.3	0.214
			主婦(職あり)	15	-43.7			
			主婦(職なし)	18	40.5			

(b) 冷房用途【model 3-2】

図 6-5-2(1) 数量化理論第 I 類による分析結果

(3) 暖房と冷房の影響要因の比較

暖房用途と冷房用途における影響要因の違いを検討するため、前述の分析結果における各説明変数の偏相関係数を両用途間で比較した結果を図 6-5-2(2)に示す。

まず、暖房用途が冷房用途より大きくなる変数は、「延べ床面積」「構造」「蓄熱設備」「妻の職業」が挙げられる。このなかで、0.1 未満の差にとどまる「構造」ならびにカテゴリースコアの傾向が同様であった「妻の職業」を除く 2 変数に着目すると、まず、「延べ床面積」の偏相関係数が高い暖房用途では、『140～160 ㎡』のカテゴリーを除いてみるなら、大局的には床面積の増大により消費量の増加傾向がみられる。しかしながら、冷房用途では必ずしも明確な傾向はみられない。これは、各室（個別の空間）で冷暖房の行われる頻度が高くなると思われる夜間において、冬季は暖房負荷が大、夏季は冷房負荷が小となるため、わずかではあるが前

者で値が大きくなったものと推測される。また、「蓄熱設備」は、機器を稼働させる冬季において偏相関係数が高く、使用されていない夏季ではその半分以下にとどまることがわかる。

続いて、冷房用途が暖房用途より大きくなる変数は、「全館空調システム」「エアコン使用台数」「男性人数」が挙げられる。「エアコン使用台数」が冷房用途において顕著に高くなっているが、これは夏季に稼働しない「蓄熱設備」を導入している世帯が、冷房に主としてエアコンを使用していることが予想され、これらの世帯による影響が加わったことによるものと思われる。また、「男性人数」は、居室における室温の快適域には性差があり、一般的に夏季では男性の方が低いことが指摘されている⁶⁰⁾ことから、男性の人数の増加による影響が夏季において強く現れたと考えられる。

なお、「暖房機器使用台数」は両用途ともほぼ同程度の影響力を示しているが、前述のとおり、各カテゴリと電力消費量との間に明確な相関関係がみられた暖房用途とは異なり、冷房用途は使用台数と消費量の間に相関性がみられない。

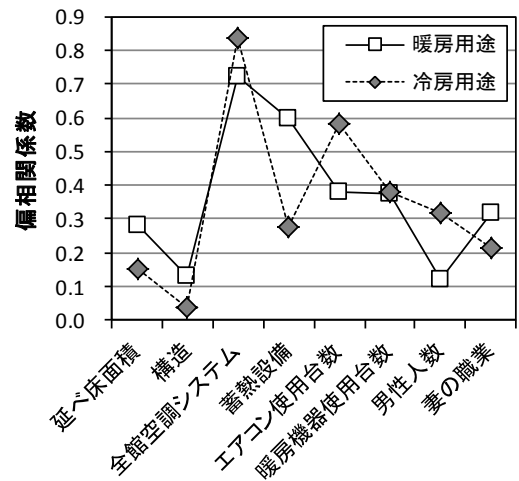


図 6-5-2(2) 各説明変数の偏相関係数

6. 6 小結

本章では、2008 年 10 月から 2009 年 9 月までの 1 年間に於いて得られた測定データに基づき、冷暖房電力消費量と建物・世帯・機器特性の関連およびその影響について検討を行った。その結果、得られた知見について以下に示す。

- 1) 用途の混在する系統について、用途分解手法を検討し、冷暖房電力消費量の用途分解を行った。従来の用途分解手法との精度の比較、日電力消費量の推計値と実測値の誤差の検討から、本研究で採用した用途分解手法は、冷暖房電力消費量について概ね妥当な推定が行われていることを確認した。
- 2) 年積算電力消費量に占める冷暖房電力消費量の世帯平均値は、暖房用途が 1,276 kWh/(世帯・年)で全体の 12.5%であり、冷房用途は 258 kWh/(世帯・年)と前者の 1/5 程度で年積算値に占める割合も 2.5%と非常に少ない。また、暖房用途と冷房用途の電力消費量の関係では、決定係数が約 0.26 と、両用途間であまり関連がみられないことから、それぞれの電力消費量に影響を及ぼす要因に違いがある可能性が示唆された。
- 3) 影響要因であると考えられる各アイテムと暖房・冷房用途の電力消費量との関連について、分散分析によって検討した結果、冷房用途での「エアコン使用台数」、暖房用途における「延べ床面積」「蓄熱設備」「暖房機器使用台数」、そして両用途での「全館空調システム」において、カテゴリ間で比較的大きな差異がみられた。また、これらの結果から、同じ特性でも暖房と冷房で電力消費量に与える影響が異なることが確認できた。
- 4) 暖房・冷房の各用途の電力消費量に及ぼす影響要因を検討し、それぞれを比較するため、「延べ床面積」「構造」「全館空調システム」「蓄熱設備」「エアコン使用台数」「暖房機器使用台数」「男性人数」「妻の職業」の各用途で共通した 8 変数を用いて数量化理論第 I 類による分析

を行った。その結果、暖房用途では「蓄熱設備」が、冷房用途では「エアコン使用台数」が、両用途を通して「全館空調システム」の偏相関係数がそれぞれ高く、これらの要因の影響が大きいことを示した。また、各説明変数の偏相関係数を暖房と冷房で比較すると、「蓄熱設備」「エアコン使用台数」「男性人数」において値に大きな違いがみられ、暖房用途と冷房用途では電力消費量に与える影響要因が異なることを示した。

本章では、時間レベルでの独自の用途分解手法を用いて、冷暖房とその他の用途の双方が含まれる系統から、冷暖房電力消費量の抽出を試みた。今後、エネルギーの見える化が浸透し、HEMS等の計測機器が住宅に多く普及することが見込まれるが、本研究で提案した方法は、このような住宅のエネルギー消費量がグロスで測定される場合に特に有用であると考えられる。

【第6章 注釈】

注 6-1) ここでのエアコンとは、一般的な住宅で使用される家庭用ルームエアコンディショナーを指す。

2012年9月に実施した第二回属性調査から、対象住宅で使用されているエアコンは2000年以降に発売された、比較的新しくCOPの高い機種が多いことを確認している。

注 6-2) 「室別の系統」とは、リビングや寝室等の各室のコンセントに接続されている複数の家電機器の電力消費量を測定している系統のことである。

注 6-3) 日電力消費量の年間変動を確認し、冬期(11～4月)と夏期(6～9月)に電力消費量が突出しており、かつ、日電力消費量と、気象庁から発表される気象情報における日平均外気温との関連について検討し、気温変化による変動がみられた系統を対象とした。

注 6-4) 世帯3の夏期では提案法の誤差が若干大きい、同世帯は他の世帯に比べ、居住者の在宅率が高く、電力消費量について、日による違いの大きい19～23時の時間帯において、10・5月の電力消費量の平均値に対して標準偏差 σ の値が非常に小さいため、実際には冷房が使用されていないものの、10・5月の平均値+2 σ を電力消費量が上回る場合が多くなり、冷房電力消費量が過大に推計されたものと考えられる。すなわち、提案法では冷暖房や給湯電力消費量を除いたその他の電力消費量の変動傾向が年間を通して一様であると仮定しているため、このような結果が得られると考えられ、提案法の適用にあたって配慮すべき点といえる。

注 6-5) 冷暖房機器のエアコンに関しては、多くの世帯で単独系統(一つの系統にエアコン1台が計測されている状態)として電力消費量が計測されているため、各世帯の冷暖房電力消費量は、用途分解によって抽出された冷暖房用途とそれら単独系統の電力消費量を合算して求めた。

注 6-6) 中間期(10・5月)は冷暖房電力消費量がごく僅かであるため除外している。

注 6-7) 用途分解の対象系統は、中間期(5月・10月)に冷暖房が使用されないものとみなし、用途分解で分離された各月の冷暖房電力消費量のうち、5月と10月の消費量は0として置き換えている。ただし、冷暖房電力消費量には、エアコンなどの単独の系統で測定されているものもあるため、5月と10月にもわずかではあるが冷暖房の使用が認められる。

【第6章 参考文献】

6-1) ㈱住環境計画研究所 編：2009 家庭用エネルギーハンドブック、機器別世帯普及率、財団法人 省エネルギーセンター、pp.162-177、2009.2(第1版第1刷)

6-2) ㈱住環境計画研究所 編：2009 家庭用エネルギーハンドブック、機器別ストック効率の推移、財団

法人 省エネルギーセンター, p.234, 2009.2 (第1版第1刷)

- 6-3) 資源エネルギー庁：平成22年度省エネルギー政策分析調査事業，家庭におけるエネルギー消費実態について，2011.2
- 6-4) 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，No.510, pp.77-83, 1998.8
- 6-5) 三浦秀一，外岡豊：日本の住宅における地域別エネルギー需要構造とその増加要因に関する研究，日本建築学会計画系論文集，No.562, pp.105-112, 2002.12
- 6-6) 安岡絢子，久保博子，磯田憲生：夏季の冷房使用による冷えの性差に関する研究，日本建築学会学術講演梗概集，D-2, pp.513-514, 2010.7
- 6-7) 安藤元気，村川三郎，西名大作，松永裕介：世帯全体の電力消費に及ぼす影響要因の分析－広島市の全電化住宅を対象とした電力消費量の影響要因に関する研究－，日本建築学会計画系論文集，No.675, pp.409-416, 2012.5
- 6-8) 松永裕介，村川三郎，西名大作，折本和彦，池田優美：広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究 その2 用途分解と年間電力消費量，日本建築学会中国支部研究報告集，No.33, pp."405-1"- "405-4", 2010.3
- 6-9) 石田正樹，村川三郎，西名大作，田中貴宏，折本和彦，安藤元気，松永裕介：広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究 その6 冷暖房用途の影響要因，日本建築学会中国支部研究報告集，No.35, pp.345-348, 2012.3

第 7 章 その他電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討

- 7. 1 はじめに
- 7. 2 電力消費量の測定結果
- 7. 3 電力消費量に影響を及ぼす要因の検討
- 7. 4 数量化理論第 I 類を適用した電力消費量の影響要因に関する分析
- 7. 5 小結

第7章 その他電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討

7. 1 はじめに

第4章では、全電力消費量について、また、第5章では給湯、第6章では冷暖房の各用途の電力消費量を把握し、その影響要因について検討した。そこで本章では、全電力消費量から給湯用途と冷暖房用途を差し引いた電力消費量を「その他用途」として、これまでの用途と同様に検討を行う。

その他用途はコンセントにつながれている各種家電機器や照明器具など多数の設備機器の電力消費量によって構成されている。一般的にガスを熱源として使用している住宅では、調理用機器としてガスコンロが主流であると考えられるが、第3章で述べた各世帯で使用されている家電機器の内訳によれば、電化住宅では、全ての世帯においてIHクッキングヒーターが設置されていることが特徴であるといえる。しかしながら、その他の機器については一般的な住宅で使用されているものとさほど変わらないことから、給湯用途や冷暖房用途と比較して、電化住宅におけるその他用途は一般住宅と同様の傾向を示すことが予想される。

そこで、本章では、その他電力消費量に影響を及ぼすと考えられる複数のアイテムを選定し、これらの関連について整理したうえで、各アイテムによる影響の程度を把握するため、その他電力消費量の年積算値ならびに月積算値を従属変数とした数量化理論第I類を適用することで影響要因を抽出し、影響度の月変動について考察することを目的とする。

なお、上述したように、その他用途は様々な家電機器のグロスデータであるため、その消費量の変動要因について仔細に検討する場合は、機器ごとの要因分析が望ましいと考えられる。しかしながら、本研究では全電力消費量を計測している系統を除く10系統のうち、家電機器を単独で計測している系統については電力消費量の実態について把握することができるが、対象とする家電機器を共通して計測している世帯が少ないため、おのずとデータのサンプル数も少なくなる。本研究は統計的手法による要因分析を目的としていることから、少サンプルでは分析が困難となり、また、検討対象となる家電機器が限定されるため、ここでは、これらを合算した「その他用途」を対象として分析を進める。機器ごとの詳細な電力消費実態については既往研究^{7-1),7-2)}を参照されたい。

7. 2 電力消費量の測定結果

本節では、2008年10月から2009年9月までの1年間のデータに基づき、全電力消費量から給湯用途と前章で示した用途分解手法によって抽出した冷暖房用途の電力消費量を差し引いた、その他用途の電力消費量について整理する。

7. 2. 1 年積算電力消費量

本項では6.3.1項で示した年間を通して欠測のない57世帯における集計結果を示す。

はじめに、その他用途の年積算電力消費量を図7-2-1(1)に、年積算値に占める各用途の構成割合を図7-2-1(2)に示す。

対象住宅における世帯全体の年積算電力消費量の平均値10,228kWh/(世帯・年)(二次エネルギー換算値:36.8GJ/(世帯・年))のうち、その他電力消費量は4,530kWh/(世帯・年)(標準偏差:1,342kWh/(世帯・年))で全体の約44%を占めており、給湯・冷暖房用途と比較しても大

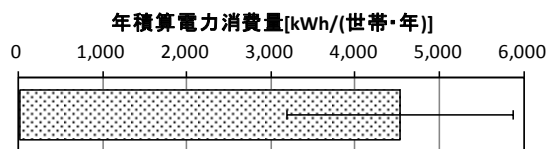
きい。既往文献^{7-3),7-4)}において示されている「その他用途(照明・コンセント)」が年積算エネルギー消費量に占める割合は、広島県(2000年)で5割弱、広島市(1990年代)で4割強となっており、また別の統計資料⁷⁻⁵⁾でも中国地方(2007年)において「その他用途(照明・家電その他)」が占める割合は45.3%であることから、本研究で対象としている広島県の全電化住宅での結果とほぼ対応しているといえる。ただし、この統計資料⁷⁻⁵⁾によれば、一般的な住宅における消費量が18,325MJ/(世帯・年)であるのに対して、本研究は16,308MJ/(世帯・年)(二次エネルギー換算値)と1割程度少なくなっている。

次に、各世帯の年積算電力消費量に占めるその他用途の割合の度数分布を図7-2-1(3)に示す。

「30%～」が19件、次いで「40%～」が17件、「50%～」が13件と、これら3つのカテゴリーで約86%を占め、その他用途の割合が年積算値の30～60%の世帯が多いといえる。その一方、「～30%」といった占有率が低い世帯や「70%～」と非常に高くなる世帯もそれぞれ2件ずつみられる。

続いて、その他の電力消費量の度数分布を図7-2-1(4)に示す。

全体の約42%が「4,000kWh～」に該当し、「3,000kWh～」までを合わせると全体の7割超を占めている。図7-2-1(3)と同様に、「～3,000kWh」といった少ない世帯や「7,000kWh～」といった多い世帯もみられ、世帯間でのばらつきが認められるが、変動係数をみるなら、その他用途は0.30と、給湯用途(0.46)や冷暖房用途(0.83)と比較して低く、世帯間の差異は小さいといえる。



(図中のエラーバーは「標準偏差」を示す)

図 7-2-1(1) 年積算電力消費量

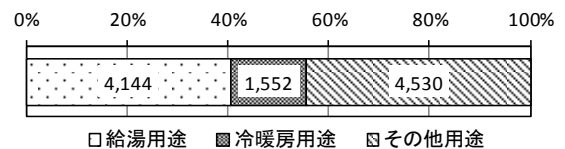


図 7-2-1(2) 年積算電力消費量に占めるその他用途の構成割合

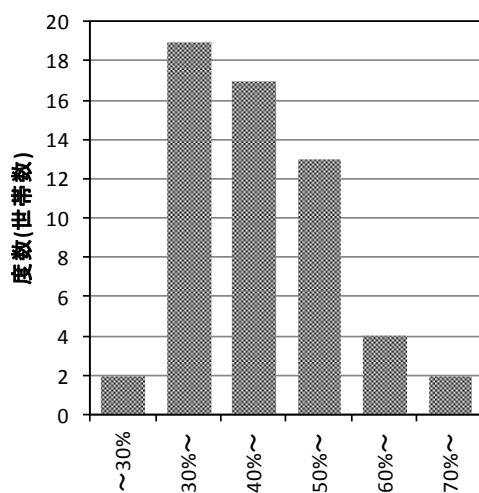


図 7-2-1(3) 年積算値に占めるその他用途の割合の度数分布

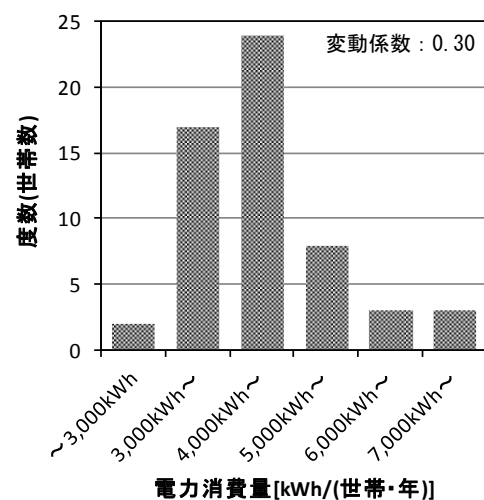


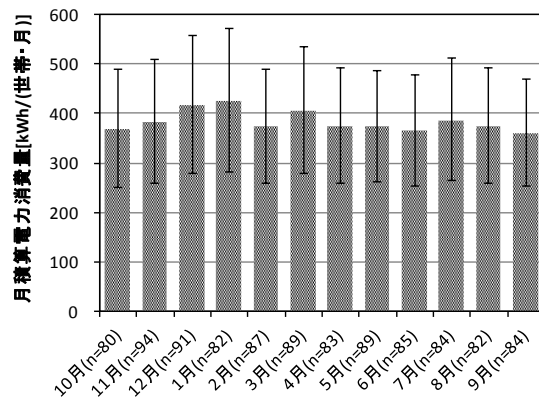
図 7-2-1(4) その他電力消費量の度数分布

7. 2. 2 月積算電力消費量

図 7-2-2(1)に、月積算電力消費量の世帯平均値を、図 7-2-2(2)にその用途が各月の全電力消費量に占める割合（占有率）を示す。

給湯用途や冷暖房用途のように外気温の変化に大きく左右されることがないと予想されるため、年間を通して 360～430kWh/(世帯・月)と安定的に推移している。最大月は 1 月で 427kWh(世帯・月)、最小月は 9 月の 362kWh(世帯・月)となり、前者は後者の約 1.2 倍になる。月内の日数が少ない 2 月を除く 12～3 月にかけて 400kWh/(世帯・月)を超えることから、冬期に若干の増加傾向がみられる。また、夏季の 7 月もわずかに増加している。冬季については、外気温の低下に伴う給水温度の低下によって、調理用機器などにおける昇温に必要な電力消費量の増加や、日照時間の短縮による照明点灯時間の延長などが、夏季については、外気温の上昇に伴って冷蔵庫の消費量が增大したことが要因として考えられる。しかしながら、これらを考慮してもこれまでの給湯・冷暖房用途と比較して月変動は小さいといえる。

その用途の占有率の月変動をみると、冬期に低下し、夏期に上昇する傾向が顕著である。これは、冬期における暖房用途の全電力に占める割合が増大するためであり、消費量が最大となる 1 月をみると、各用途が全体の 1/3 ずつを占めている。一方で、暖房消費量が低下する中間期や夏期では、水温の上昇などの理由により、給湯消費量も低下するため、その用途が 6 割近くを占めることになる。このように、本研究で対象としている全電化住宅では、冷暖房用途の消費量が非常に小さくなることから、相対的にその用途の割合が大きくなることを確認できる。



(図中のエラーバーは「標準偏差」を示す)

図 7-2-2(1) 月積算電力消費量

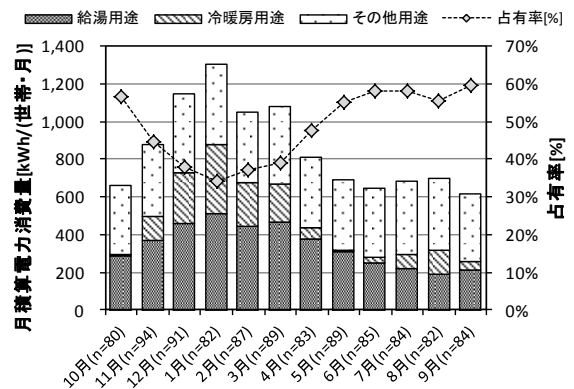


図 7-2-2(2) 用途別電力消費量の月変動

7. 3 電力消費量に影響を及ぼす要因の検討

7. 3. 1 データセット

ここでは、数量化理論第 I 類を適用するにあたり、分析用データベースを整備する。

第 4 章の 4.3.1 項で整備した住宅属性 22 アイテムのうち、本章では、冷暖房機器である「温水床暖房システム」「全館空調システム」「蓄熱設備」「エアコン使用台数」「暖房機器使用台数」の 5 アイテムを除外し、新たに家電機器・照明機器の使い方などのライフスタイルに関するア

アイテムとして「食洗機の乾燥機能使用」「オープン機能の使用」「洗濯機の使用頻度」「洗濯機の乾燥機能使用」「LEDの使用」の5つを追加することで、計22アイテムを選定した。これらの詳細について表7-3-1(1)に示す。

これまで同様、各アイテムは、単純集計結果に基づいて、可能な限りサンプル数に偏りが生じないように、カテゴリカル変数に変換しているが、新たに追加した5アイテムはいずれもダミー変数としている。従属変数は、年積算値ならびに月積算値の電力消費量データを適用する。分析用データベースの記述統計量を表7-3-1(2)にまとめる。なお、電力消費量はkWh単位で示している。

表7-3-1(1) 説明変数として使用するアイテム

特性	アイテム	カテゴリー	各カテゴリーの度数				度数計
竣工特性	竣工年	2003年以前(1) / 2004, 2005年(2) / 2006年以降(3)	24	33	31		88
	延べ床面積	100㎡未満(1) / 100～120㎡(2) / 120～140㎡(3) / 140～160㎡(4) / 160㎡以上(5)	10	28	28	19	85
	構造	木造(0) / 非木造(1)	65	24			89
設備特性	二世帯住宅	二世帯ではない(0) / 二世帯である(1)	66	7			73
	給湯機種別	電気温水器(0) / CO ₂ HP給湯機(1)	64	33			97
世帯特性	家電機器使用台数	11台以下(1) / 12台(2) / 13台(3) / 14台以上(4)	16	14	15	26	71
	男性人数	1人以下(1) / 2人(2) / 3人以上(3)	41	27	19		87
	女性人数	1人(1) / 2人(2) / 3人以上(3)	33	37	17		87
	世帯内男性比	0.5未満(1) / 0.5(2) / 0.5超(3)	30	33	24		87
	世帯人数	2人以下(2) / 3人(3) / 4人(4) / 5人以上(5)	17	23	36	21	97
	世帯主年齢	39歳以下(1) / 40歳代(2) / 50歳以上(3)	34	36	18		88
	長子年齢	子供なし(0) / 6歳未満(1) / 6～11歳(2) / 12歳以上(3)	17	11	32	27	87
	成人人数	2人以下(2) / 3人以上(3)	79	8			87
	子供人数	0人(0) / 1人(1) / 2人(2) / 3人以上(3)	17	18	36	16	87
	就学者人数	0人(0) / 1人(1) / 2人以上(2)	33	28	26		87
	給与所得者人数	0人(0) / 1人(1) / 2人以上(2)	9	59	19		87
	妻の職業	給与所得者・自営業(1) / 主婦(職あり)(2) / 主婦(職なし)(3)	14	25	35		74
ライフスタイル	食洗機の乾燥機能使用	使用していない(0) / 使用している(1)	11	57			68
	オープン機能の使用	使用していない(0) / 使用している(1)	27	45			72
	洗濯機の使用頻度	6回/週以下(0) / 7回/週以上(1)	20	53			73
	洗濯機の乾燥機能使用	使用していない(0) / 使用している(1)	56	17			73
	LEDの使用	使用していない(0) / 使用している(1)	38	35			73

表7-3-1(2) 記述統計量

	アイテム	平均値	標準偏差	変動係数	中央値	最小値	最大値	度数
従属変数	年積算電力消費量	4,529.620	1,342.096	0.296	4,327.001	1,944.348	9,630.473	57
	10月電力消費量	369.900	118.606	0.321	360.435	93.935	793.862	80
	11月電力消費量	384.251	125.437	0.326	363.744	85.426	843.462	94
	12月電力消費量	418.630	139.774	0.334	400.773	91.002	871.646	91
	1月電力消費量	426.606	145.601	0.341	387.907	89.839	908.230	82
	2月電力消費量	373.478	115.758	0.310	354.207	84.915	738.728	87
	3月電力消費量	407.134	128.740	0.316	390.779	89.285	830.863	89
	4月電力消費量	376.163	116.141	0.309	360.719	87.334	733.868	83
	5月電力消費量	374.693	113.318	0.302	364.580	90.934	771.003	89
	6月電力消費量	365.291	112.799	0.309	344.120	160.894	773.164	85
	7月電力消費量	387.424	124.058	0.320	367.673	95.145	790.569	84
	8月電力消費量	374.631	116.531	0.311	364.744	97.007	796.871	82
	9月電力消費量	361.997	107.429	0.297	346.030	91.825	778.207	84
説明変数	竣工年	2.080	0.791	0.380	2.000	1	3	88
	延べ床面積	2.860	1.129	0.395	3.000	1	5	93
	構造	0.270	0.446	1.655	0.000	0	1	89
	二世帯住宅	0.096	0.296	3.092	0.000	0	1	73
	給湯機種別	0.340	0.476	1.400	0.000	0	1	97
	家電機器使用台数	2.718	1.185	0.436	3.000	1	4	71
	男性人数	1.747	0.796	0.455	2.000	1	3	87
	女性人数	1.816	0.740	0.407	2.000	1	3	87
	世帯内男性比	1.931	0.789	0.409	2.000	1	3	87
	世帯人数	3.629	1.014	0.279	4.000	2	5	97
	世帯主年齢	1.818	0.751	0.413	2.000	1	3	88
	長子年齢	1.793	1.091	0.608	2.000	0	3	87
	成人人数	2.092	0.291	0.139	2.000	2	3	87
	子供人数	1.586	1.006	0.634	2.000	0	3	87
	就学者人数	0.920	0.824	0.896	1.000	0	2	87
	給与所得者人数	1.115	0.559	0.501	1.000	0	2	87
ライフスタイル	妻の職業	2.284	0.768	0.336	2.000	1	3	74
	食洗機の乾燥機能使用	0.838	0.371	0.443	1.000	0	1	68
	オープン機能の使用	0.625	0.488	0.780	1.000	0	1	72
	洗濯機の使用頻度	0.726	0.449	0.619	1.000	0	1	73
	洗濯機の乾燥機能使用	0.233	0.426	1.828	0.000	0	1	73
	LEDの使用	0.479	0.503	1.049	0.000	0	1	73

7. 3. 2 住宅属性と電力消費量の関連

本項では、電力消費量の影響要因を抽出するにあたり、基礎的検討となるアイテムごとの相関分析を行う。表 7-3-1 (1) で示した 22 アイテムと電力消費量との相関係数についてまとめた結果を表 7-3-2 に示す。

一年を通して 0.3 以上の比較的高い相関係数を示すのは、「延べ床面積」のみであり、正の相関であることから、床面積の大となる世帯において消費量が増加する傾向にあるといえる。

その他のアイテムにおいて年間の相関係数が 0.3 以上となるのは、「食洗機の乾燥機能使用」のみであり、一年の中では 12 月と 1 月において高くなっている。符号が正であることから、食洗機の乾燥機能を使用する世帯の電力消費量は多く、季節別にみれば、特に冬季において顕著となる。

年間では相関係数が低かったものの、月ごとの検討では比較的高くなるアイテムとして「家電機器使用台数」「世帯人数」があり、台数や人数が増えると消費量も増加することがわかる。

なお、「給与所得者人数」は消費量と高い相関関係にあるとはいえないものの、一年を通して符号が負であることから、人数が多いほどその他電力消費量が少なくなる傾向がうかがえる。これは、日中における居住者の在宅時間と関連しているものと推測される。

表 7-3-2 電力消費量との相関

特性	アイテム	年間	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
建物属性	竣工年	0.250	0.187	0.088	0.053	0.077	0.098	0.055	0.033	0.056	0.095	0.084	0.071	0.121
	延べ床面積	0.460	0.463	0.483	0.414	0.364	0.376	0.436	0.452	0.496	0.441	0.466	0.443	0.541
	構造	0.193	0.120	0.216	0.243	0.282	0.212	0.245	0.208	0.165	0.229	0.194	0.147	0.159
	二世帯住宅	0.135	0.042	0.025	0.003	0.161	0.046	0.071	0.034	0.074	0.082	0.088	0.115	0.055
設備属性	給湯機種別	0.148	0.161	0.188	0.174	0.121	0.179	0.134	0.122	0.149	0.079	0.114	0.069	0.184
	家電機器使用台数	0.291	0.403	0.372	0.379	0.324	0.279	0.341	0.322	0.361	0.278	0.317	0.320	0.295
世帯属性	男性人数	0.125	0.202	0.293	0.264	0.293	0.234	0.192	0.187	0.225	0.160	0.231	0.147	0.287
	女性人数	0.127	0.153	0.123	0.170	0.130	0.159	0.176	0.141	0.104	0.154	0.197	0.139	0.154
	世帯内男性比	0.030	0.100	0.163	0.130	0.156	0.117	0.062	0.096	0.125	-0.012	0.071	0.065	0.118
	世帯人数	0.166	0.263	0.355	0.361	0.385	0.347	0.315	0.284	0.284	0.273	0.351	0.228	0.349
	世帯主年齢	0.046	0.040	0.007	-0.056	-0.095	-0.120	-0.078	0.004	0.001	-0.035	-0.044	0.093	0.013
	長子年齢	0.162	0.309	0.338	0.311	0.247	0.263	0.253	0.272	0.272	0.190	0.280	0.251	0.356
	成人人数	0.241	0.243	0.140	0.117	0.071	0.048	0.116	0.107	0.099	0.057	0.109	0.162	0.151
	子供人数	0.047	0.210	0.304	0.315	0.327	0.291	0.261	0.216	0.209	0.191	0.271	0.137	0.275
	就学者人数	0.214	0.323	0.346	0.295	0.273	0.265	0.260	0.277	0.294	0.293	0.353	0.296	0.427
	給与所得者人数	-0.283	-0.018	-0.093	-0.122	-0.099	-0.144	-0.151	-0.147	-0.163	-0.313	-0.188	-0.178	-0.159
	妻の職業	0.122	-0.024	0.029	0.141	0.035	0.118	0.120	0.146	0.114	0.182	0.146	0.052	0.091
ライフスタイル	食洗機の乾燥機能使用	0.395	0.147	0.261	0.343	0.310	0.287	0.295	0.290	0.249	0.273	0.259	0.228	0.268
	オーブン機能の使用	0.268	0.342	0.239	0.182	0.169	0.170	0.154	0.258	0.278	0.312	0.295	0.262	0.256
	洗濯機の使用頻度	0.085	0.027	0.091	0.154	0.175	0.101	0.059	0.061	0.051	0.119	0.150	0.103	0.163
	洗濯機の乾燥機能使用	0.048	-0.091	-0.020	0.010	0.024	0.027	-0.071	-0.051	0.004	0.039	0.038	0.050	0.059
	LEDの使用	0.092	0.012	0.004	0.014	0.022	-0.036	0.044	0.000	0.033	0.058	-0.006	0.019	0.065

：≥0.3 ：≤-0.3

7. 3. 3 住宅属性による電力消費量の差異

前項に引き続き、電力消費量に影響を及ぼすと考えられるアイテムと電力消費量の関連について分析する。住宅属性などの 22 アイテムによる、年ならびに各月の電力消費量の差異について検討した分散分析結果を表 7-3-3 に示す。なお、分散分析結果が有意な場合の多重比較検定結果も併せて示し、有意差がみられなかったアイテムについては掲載を割愛している。また、各アイテムにおけるカテゴリー別の年積算電力消費量を図 7-3-3 に示す。

年積算値で 5%水準の有意差となっているのは「延べ床面積」「世帯人数」「食洗機の乾燥機能使用」の 3 項目にとどまる。前項で示したように、面積や人数の増加に伴い、消費量が増える傾向にあり、食洗機の乾燥機能を使用している世帯の消費量が多いといえる。「延べ床面積」

は『100 m²未満 (約 3,700kWh/(世帯・年))』『100～120 m² (約 4,200kWh/(世帯・年))』『120～140 m² (約 4,200kWh/(世帯・年))』と『160 m²以上 (約 6,200kWh/(世帯・年))』の間で差異があり、「世帯人数」については、『5人以上 (約 5,400kWh/(世帯・年))』とその他のカテゴリー (約 4,200kWh/(世帯・年)) において違いがみられる。

年積算値では違いはないものの、いずれかの月において 5%水準の有意差となっているアイテムが多くみられる。例えば、3以上の月において有意差が認められる項目に着目すると、「構造」「家電機器使用台数」「男性人数」「世帯主年齢」「長子年齢」「子供人数」「就学者人数」「オープン機能の使用」の8項目が挙げられる。

「構造」は冬期においてその差が拡大する傾向にあり、年積算値の電力消費量で比較するならば、5,000kWh/(世帯・年)程度の『非木造』が、4,400kWh/(世帯・年)の『木造』を上回る。「家電機器使用台数」では、春や秋において有意となる傾向にあり、『11台以下 (約 4,100kWh/(世帯・年))』と『14台以上 (約 4,900kWh/(世帯・年))』の間で差異がみられる。

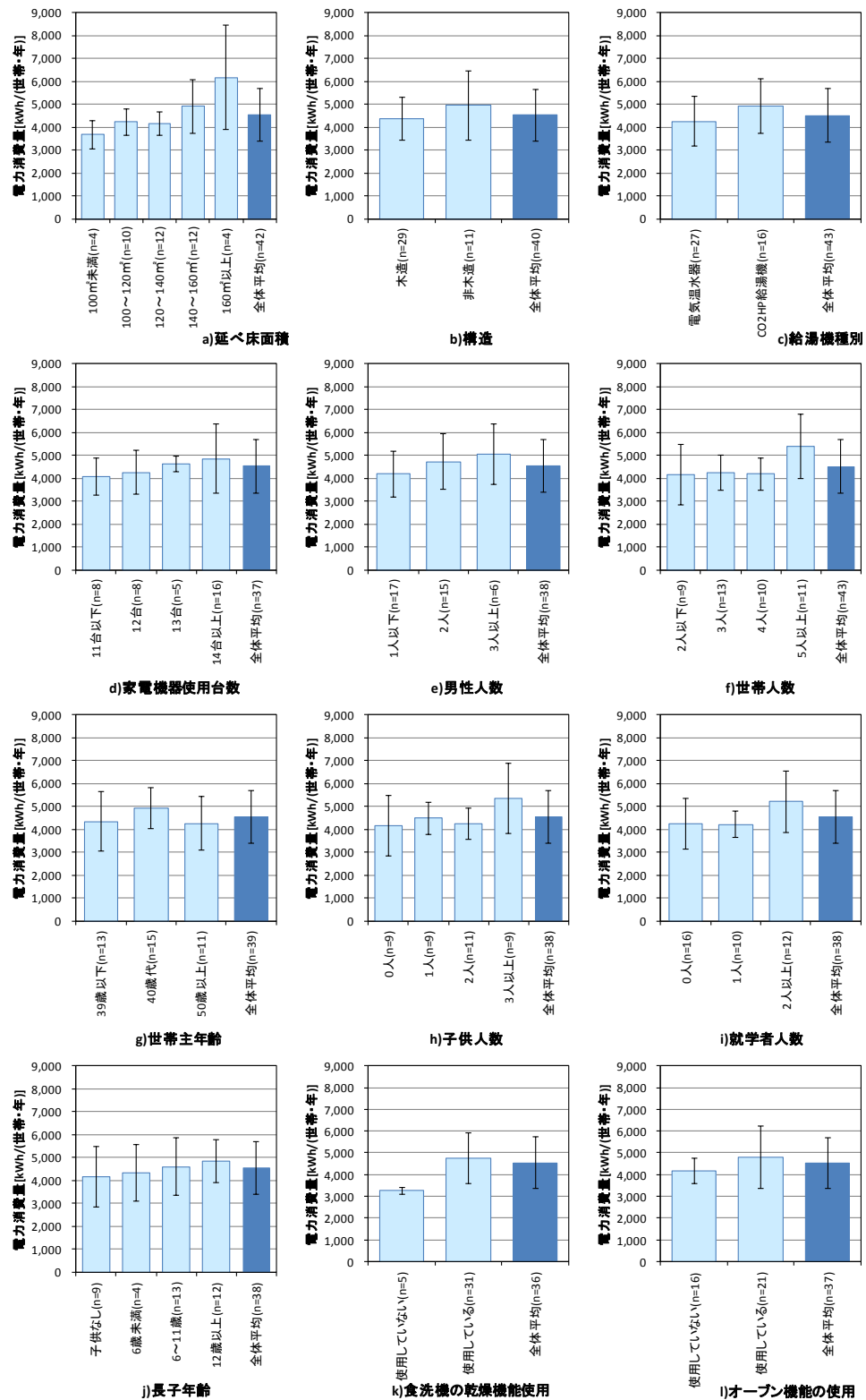
また、「男性人数」「子供人数」「就学者人数」といった人数に関するアイテムでは、人数の最小と最大カテゴリー間で有意な差が認められる。それぞれの項目について、年積算電力消費量で比較するならば、「男性人数」は『1人以下 (約 4,200kWh/(世帯・年))』と『3人以上 (約 5,100kWh/(世帯・年))』の間で、「子供人数」は『0人 (約 4,200kWh/(世帯・年))』と『3人以上 (約 5,400kWh/(世帯・年))』の間で、「就学者人数」は『0人 (約 4,200kWh/(世帯・年))』と『2人以上 (約 5,200kWh/(世帯・年))』の間といずれにおいても人数が多いカテゴリーの消費量が多い。

また、「オープン機能の使用」は、11～4月の冬期を除く期間において 10%水準の有意差がみられ、年積算値で比較するならば、『使用している (4,800kWh/(世帯・年))』世帯が、『使用していない (4,200kWh/(世帯・年))』世帯を 600 kWh/(世帯・年)程度上回る。

表 7-3-3 分散分析結果

アイテム	カテゴリー1	カテゴリー2	年間	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
延べ床面積	分散分析結果：		***	***	***	***	**	**	***	***	***	***	***	***	***
多重比較	100㎡未満	100～120㎡													
		120～140㎡													
		140～160㎡		*	**			*	*	**	**		**		**
	100～120㎡	160㎡以上	**	***	**	**	**	**	***	***	***	***	***	***	***
		120～140㎡			*										*
		140～160㎡													
	120～140㎡	160㎡以上	**	***	**	*	**		**	**	***	***	**	**	***
		140～160㎡	**	***	**	*	*		**	**	***	***	*	*	**
		160㎡以上									*				
構造	木造	非木造			**	**	**	**	**	*			*		
給湯機種別	電気温水器	CO ₂ HP給湯機	*		**										
家電機器使用台数	分散分析結果：			**	*	**	*		*	*	**			*	
多重比較	11台以下	12台													
		13台													
	12台	14台以上		**	**	**	*		**	*	**			*	
		13台													
男性人数	12台	14台以上		**											
		13台													
女性人数	13台	14台以上													
		14台以上													
世帯内男性比	1人	2人													
		3人以上													
世帯内女性比	2人	3人以上													
		3人以上													
世帯人数	0.5未満	0.5													
		0.5超			*										
世帯主年齢	0.5	0.5超													
		0.5超													
多重比較	2人以下	3人	**	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
		4人													
	3人	5人以上	*	**	***	***	***	***	***	***	***	***	***	*	***
		4人													
世帯主年齢	4人	5人以上	*	**	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
		5人以上													
多重比較	39歳以下	40歳代			*	**	**	**							
		50歳以上													
	40歳代	50歳以上			*	**	**	***							
		50歳以上													
多重比較	長子年齢	6歳未満	*	**	**	**	**	*	*	*				*	***
		6～11歳													
	6歳未満	12歳以上		*	**	**		**	*	*					**
		6～11歳													
成人人数	2人以下	3人以上													
		3人以上													
多重比較	0人	1人	*		***	**	**	**	*			*	*		**
		2人													
	1人	3人以上			***	***	**	***	*			**	*		**
		2人													
就学者人数	2人	3人以上			*										
		3人以上													
多重比較	0人	1人	*	**	**	**	**	**	**	**	**	***	***	*	***
		2人以上													
	1人	2人以上	*	**	**	**	**	**	**	**	**	***	***	**	***
		2人以上										*	*		**
多重比較	0人	1人													
		2人以上													
	1人	2人以上										**			
		2人以上													
食洗機の乾燥機能使用	使用していない	使用している	***		**	***	**	**	**	**	*	**	**	*	*
オーブン機能の使用	使用していない	使用している		**							**	**	**	*	*
洗濯機の使用頻度	6回/週以下	7回/週以上													

***:1%水準で有意, **:5%水準で有意, *:10%水準で有意



(図中のエラーバーは、標準偏差を示す)

図 7-3-3 各項目におけるカテゴリー別の年積算その他電力消費量

7. 4 数量化理論第Ⅰ類を適用した電力消費量の影響要因に関する分析

7. 4. 1 検討モデルの構築

(1) 住宅属性項目間の関連

これまで検討してきた全てのアイテムはカテゴリカル変数ではあるが、アイテム間の関連を概括すること、また、後述においてモデルを構築する際、多重共線性を回避する項目を抽出することを目的として、相関係数行列を表7-4-1に示す。なお、建物特性・設備特性・世帯特性の住宅属性のアイテム間の相関係数については、第4章から第6章までに示した結果と同じではあるが、検討対象として新たに追加した5つのアイテムと併せてここで再掲する。

住宅属性とライフスタイルとの関連についてみると、「洗濯機の使用頻度」との間に高い相関がみられる。相関係数が0.5以上のアイテムに着目すると、「世帯人数」「子供人数」が該当し、いずれも正の相関関係であることから、世帯内の人数が多い世帯ほど洗濯機を使用する頻度(つまり、洗濯する回数)が多いといえる。

表 7-4-1 相関係数行列

特性	アイテム	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
建物特性	1. 竣工年	1.000	-0.133	-0.060	0.132	0.263	-0.083	-0.081	0.028	-0.125	-0.058	-0.076
	2. 延べ床面積	-0.133	1.000	0.163	-0.139	0.212	0.346	0.193	0.020	0.165	0.216	0.175
	3. 構造	-0.060	0.163	1.000	-0.078	-0.058	0.134	0.165	-0.090	0.185	0.118	-0.022
	4. 二世帯住宅	0.132	-0.139	-0.078	1.000	-0.057	0.039	0.121	0.063	-0.025	0.126	0.115
設備特性	5. 給湯機種別	0.263	0.212	-0.058	-0.057	1.000	0.083	0.048	0.149	-0.029	0.178	-0.018
	6. 家電機器使用台数	-0.083	0.346	0.134	0.039	0.083	1.000	0.158	-0.063	0.169	0.051	0.243
世帯特性	7. 男性人数	-0.081	0.193	0.165	0.121	0.048	0.158	1.000	-0.198	0.787	0.675	-0.194
	8. 女性人数	0.028	0.020	-0.090	0.063	0.149	-0.063	-0.198	1.000	-0.659	0.532	-0.311
	9. 世帯内男性比	-0.125	0.165	0.185	-0.025	-0.029	0.169	0.787	-0.659	1.000	0.182	0.056
	10. 世帯人数	-0.058	0.216	0.118	0.126	0.178	0.051	0.675	0.532	0.182	1.000	-0.394
	11. 世帯主年齢	-0.076	0.175	-0.022	0.115	-0.018	0.243	-0.194	-0.311	0.056	-0.394	1.000
	12. 長子年齢	-0.020	0.192	-0.048	0.095	0.116	0.104	0.408	0.414	0.064	0.674	0.024
	13. 成人人数	0.120	0.070	-0.018	0.330	0.104	0.350	0.001	0.134	-0.073	0.044	0.343
	14. 子供人数	-0.090	0.166	0.127	0.040	0.155	0.019	0.667	0.506	0.198	0.989	-0.392
	15. 就学者人数	-0.079	0.194	-0.002	0.023	0.071	-0.106	0.465	0.414	0.099	0.718	-0.211
	16. 給与所得者人数	-0.075	-0.034	-0.174	0.001	-0.020	0.017	0.092	0.164	-0.008	0.221	-0.197
ライフスタイル	17. 妻の職業	-0.062	-0.123	0.025	-0.176	-0.004	-0.004	0.118	-0.021	0.108	0.040	-0.118
	18. 食洗機の乾燥機能使用	0.032	0.049	0.173	0.124	0.181	0.111	-0.009	0.273	-0.169	0.189	-0.025
	19. オープン機能の使用	0.059	0.204	-0.083	-0.036	-0.170	0.052	0.151	0.067	0.068	0.165	-0.016
	20. 洗濯機の使用頻度	-0.032	-0.072	0.209	0.096	0.025	-0.070	0.356	0.316	0.016	0.508	-0.183
	21. 洗濯機の乾燥機能使用	0.088	0.012	-0.014	-0.069	0.115	-0.287	-0.052	0.197	-0.111	0.087	-0.080
	22. LEDの使用	-0.064	0.095	-0.040	0.153	0.003	-0.034	0.011	-0.013	-0.045	-0.029	-0.100

特性	アイテム	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
建物特性	1. 竣工年	-0.020	0.120	-0.090	-0.079	-0.075	-0.062	0.032	0.059	-0.032	0.088	-0.064
	2. 延べ床面積	0.192	0.070	0.166	0.194	-0.034	-0.123	0.049	0.204	-0.072	0.012	0.095
	3. 構造	-0.048	-0.018	0.127	-0.002	-0.174	0.025	0.173	-0.083	0.209	-0.014	-0.040
	4. 二世帯住宅	0.095	0.330	0.040	0.023	0.001	-0.176	0.124	-0.036	0.096	-0.069	0.153
設備特性	5. 給湯機種別	0.116	0.104	0.155	0.071	-0.020	-0.004	0.181	-0.170	0.025	0.119	0.003
	6. 家電機器使用台数	0.104	0.350	0.019	-0.106	0.017	-0.004	0.111	0.052	-0.070	-0.287	-0.034
世帯特性	7. 男性人数	0.408	0.001	0.667	0.465	0.092	0.118	-0.009	0.151	0.356	-0.052	0.011
	8. 女性人数	0.414	0.134	0.506	0.414	0.164	-0.021	0.273	0.067	0.316	0.197	-0.013
	9. 世帯内男性比	0.064	-0.073	0.198	0.099	-0.008	0.108	-0.169	0.068	0.016	-0.111	-0.045
	10. 世帯人数	0.674	0.044	0.989	0.718	0.221	0.040	0.189	0.165	0.508	0.087	-0.029
	11. 世帯主年齢	0.024	0.343	-0.392	-0.211	-0.197	-0.118	-0.025	-0.016	-0.183	-0.080	-0.100
	12. 長子年齢	1.000	0.318	0.673	0.706	0.307	-0.078	0.176	0.256	0.345	-0.034	-0.193
	13. 成人人数	0.318	1.000	-0.027	-0.163	0.221	-0.120	0.166	-0.003	-0.086	-0.200	-0.153
	14. 子供人数	0.673	-0.027	1.000	0.716	0.210	0.070	0.190	0.176	0.509	0.096	-0.042
	15. 就学者人数	0.706	-0.163	0.716	1.000	0.071	0.003	0.025	0.213	0.463	0.119	0.030
	16. 給与所得者人数	0.307	0.221	0.210	0.071	1.000	-0.697	-0.170	0.089	0.038	-0.082	-0.183
ライフスタイル	17. 妻の職業	-0.078	-0.120	0.070	0.003	-0.697	1.000	0.258	-0.062	-0.012	0.106	0.042
	18. 食洗機の乾燥機能使用	0.176	0.166	0.190	0.025	-0.170	0.258	1.000	-0.157	0.171	0.150	0.094
	19. オープン機能の使用	0.256	-0.003	0.176	0.213	0.089	-0.062	-0.157	1.000	0.122	0.138	-0.108
	20. 洗濯機の使用頻度	0.345	-0.086	0.509	0.463	0.038	-0.012	0.171	0.122	1.000	0.048	0.098
	21. 洗濯機の乾燥機能使用	-0.034	-0.200	0.096	0.119	-0.082	0.106	0.150	0.138	0.048	1.000	-0.075
	22. LEDの使用	-0.193	-0.153	-0.042	0.030	-0.183	0.042	0.094	-0.108	0.098	-0.075	1.000

負の相関が高いー 相関が低い ー正の相関が高い

(2) その他電力消費量における検討モデル

これまでの検討内容を踏まえ、数量化理論第Ⅰ類に適用するモデルを構築する。説明変数は前節での検討結果を踏まえ選定する。具体的には、年積算電力消費量での分散分析結果で5%水準の有意差が認められた「延べ床面積」「世帯人数」「食洗機の乾燥機能使用」の3アイテムと、月積算電力消費量において5%水準の有意差が3ヶ月以上みられた「構造」「家電機器使用台数」「子供人数」「就学者人数」「オープン機能の使用」の5アイテムの計8アイテムを採用した。ただし、前述の相関係数が0.5以上となる組み合わせのアイテムをモデルに組み込む場合は、多重共線性を回避するため、別モデルによる検討を行う。そこで、「世帯人数」と相関が高い「子供人数」と「就学者人数」については、「世帯人数」に替えてそれぞれのモデルによって検討する。構築したモデルを以下に示す。

【model4-1】：「延べ床面積」「構造」「家電機器使用台数」「世帯人数」
「食洗機の乾燥機能使用」「オープン機能の使用」

【model4-2】：「延べ床面積」「構造」「家電機器使用台数」「子供人数」
「食洗機の乾燥機能使用」「オープン機能の使用」

【model4-3】：「延べ床面積」「構造」「家電機器使用台数」「就学者人数」
「食洗機の乾燥機能使用」「オープン機能の使用」

7. 4. 2 電力消費量の影響要因の検討

本項では、これまでの結果を踏まえて電力消費量の影響要因を検討するために、数量化理論第Ⅰ類を適用した結果を示し、各要因による影響の程度について考察する。

(1) 年積算電力消費量による検討

まず、年積算電力消費量を従属変数として、前項にて構築した各モデルの説明変数がその他電力消費量に及ぼす影響の程度を把握するために、数量化理論第Ⅰ類を適用した分析結果を図7-4-2(1)に示す。

重相関係数は全モデルにおいて0.83以上となり、決定係数から6項目によって各住宅における年積算電力消費量の違いを、最も高い【model4-1】で約75%、最も低い【model4-2】でも約69%を説明できる。

偏相関係数をみると、いずれのモデルも「延べ床面積」が最大となり、次に「食洗機の乾燥機能使用」「世帯人数／子供人数／就学者人数」「家電機器使用台数」「オープン機能の使用」「構造」と続く。「構造」の偏相関係数は、最も大きい値を示した【model4-2】でも0.1強と非常に小さいことから、表7-3-3の分散分析結果同様、年積算値に対しては影響を及ぼさないものと考えられる。

カテゴリースコアをみると、「延べ床面積」ではサンプルが少ない『100㎡未満』を除くと、大局的には面積の拡大に伴い、消費量が増加する傾向が読み取れる。これは、各部屋において使用される家電製品ならびに照明による電力消費が多くなることと関連しているものと推測される。

「家電機器使用台数」および人数に関するアイテムから、使用している家電機器の台数ならびに機器を使用する人数の増加が、電力消費量の多寡に直結するものと思われる。特に、重相関係数が最も高い【model4-1】における「世帯人数」の偏相関係数は0.6超で、レンジも

1,300kWh/(世帯・年)と大きな影響要因といえる。

家電製品の機能の使用に関するアイテムである「食洗機の乾燥機能使用」「オープン機能の使用」については、いずれも使用している世帯の消費が多く、特に偏相関係数が大となる前者において、『使用しない』と回答した世帯の消費が大きく低減されている。食洗機の乾燥はヒーターによるため、使用することで消費量の増大につながるものと考えられる^{注7-1)}。一方、オープン機能は、電子レンジの出力とさほど変わらないため^{注7-2)}、食洗機における乾燥機能の使用の有無まで大きな影響要因とはならなかったものと思われる。

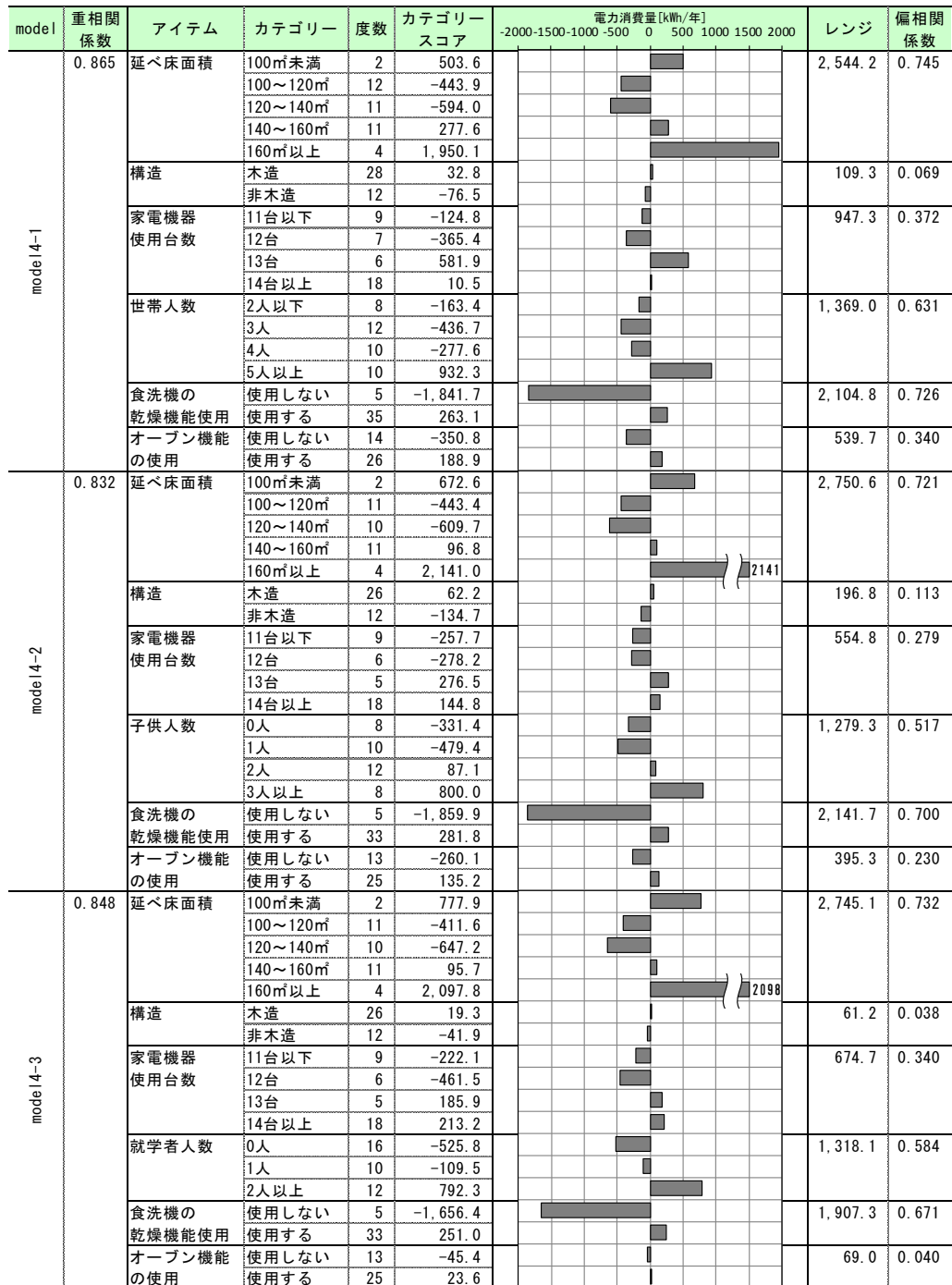


図 7-4-2(1) 数量化理論第Ⅰ類による分析結果

(2) 月積算電力消費量

ここでは、季節による影響度の変動について検討するため、月積算電力消費量を従属変数とし、(1)年積算値による検討においてモデル適合度がより高かった【model4-1】の説明変数を適用した【model4-1(1)】と、これに7.3.3項の分散分析において多くの月で5%水準の有意差がみられた「世帯主年齢」を加えた【model4-1(2)】に数量化理論第Ⅰ類を適用し、各変数が月積算電力消費量に及ぼす影響について検討する。図7-4-2(2)に重相関係数と偏相関係数、表7-4-2にカテゴリースコアとレンジの月変動を示す。

重相関係数は両モデルとも概ね0.7前後の間で推移しており、両者でさほど変わらないことから、「世帯主年齢」を加えることによってモデルが改善されたとはいえず、各月とも【model4-1】で使用された6変数だけで電力消費量のある程度予測できるといえる。

偏相関係数に着目すると、「延べ床面積」が年間を通して0.5前後と高い。ただし、冬期は影響度が若干低下し、特に2月については「世帯人数」と同程度になる。冬期は気温や水温の低下に伴い、その他用途に占めるIHクッキングヒーターや電子レンジ、温水洗浄便座などの消費割合が照明に係る消費に比べて高くなることが予想されるため、照明面積と関連のある「延べ床面積」の影響が若干低下したものと考えられる。

次に偏相関係数が大きくなるのは「世帯人数」で、一年を通して0.4前後で推移しており、季節による大きな変動はみられない。「家電機器使用台数」は、サンプル数が少ない10月を除けば、両モデルとも0.2～0.3の範囲で変動している。また「食洗機の乾燥機能使用」は、両モデルとも0.3前後となっているが、【model4-1(2)】では8月において0.2を下回る。これは最暑月であるため、乾燥機能を必要としないことによるものと予想される。

「オープン機能の使用」の【model4-1(1)】では、4～7月にかけて0.2超となり、その他の月と比較して高くなる。これと比較して【model4-1(2)】は、年間を通して若干低くなるものの、ほぼ同様の傾向を示している。

これとは逆に、「構造」は冬期の偏相関係数が0.1～0.2程度と若干高くなるが、最大月でも0.2程度であることを考えると、年積算値同様、「構造」は大きな影響要因とはいえない。

また、【model4-1(2)】で新たに投入した「世帯主年齢」の偏相関係数は0.2前後となり、「構造」や「オープン機能の使用」に比べて高くなる月もみられる。カテゴリースコアをみると、第4章での全電力消費量の結果とほぼ同様の傾向を示しており、「40歳代」において消費量が多くなっている。

以上より、年間を通して「延べ床面積」「世帯人数」の影響が大きく、これらより「家電機器使用台数」「食洗機の乾燥機能使用」は若干小さくなること、また年積算値での検討では影響の小さかった「オープン機能の使用」は夏期に、「構造」は冬期において若干高くなることを確認した。

表 7-4-2 カテゴリースコア・レンジ一覧表 (上: model4-1(1), 下: model4-1(2))

アイテム	カテゴリー	10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月	
		度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア
延べ床面積	100㎡未満	3	109.817	3	45.050	3	58.547	3	64.536	3	41.199	3	29.589	2	-24.283	3	-18.730	3	-3.272	3	5.766	3	12.078	3	-4.318
	100～120㎡	17	-32.886	20	-46.591	18	-36.154	16	-36.143	19	-36.644	18	-44.066	17	-44.156	19	-46.458	19	-37.686	17	-34.187	13	-32.428	15	-54.518
	120～140㎡	15	-51.655	19	-29.468	20	-24.704	18	-23.887	18	-11.671	19	-30.986	17	-11.566	18	0.809	18	-14.140	19	-18.599	20	-18.843	18	-13.139
	140～160㎡	13	27.673	14	20.785	13	2.314	13	-9.157	14	13.911	14	21.598	14	14.275	13	2.811	13	13.291	13	11.729	14	3.733	14	19.781
	160㎡以上	7	123.474	7	152.225	7	134.160	7	133.385	5	117.592	6	165.136	6	132.664	7	126.828	5	161.518	6	127.463	6	118.319	7	112.900
構造	木造	39	-9.470	46	-4.017	44	-7.218	42	-13.326	44	-4.926	44	-7.037	41	-6.524	44	-3.308	41	-1.457	41	-5.906	40	-3.238	41	0.959
	非木造	14	-20.810	17	10.869	17	18.683	15	37.311	15	14.449	16	19.352	15	17.831	16	9.098	17	3.515	17	14.245	16	-8.094	16	-2.458
家電機器 使用台数	レンジ	28.280		14.886		25.901		50.637		19.375		26.389		24.355		12.406		4.972		20.151		11.332		3.418	
	11台以下	9	-6.014	12	-16.700	12	-32.213	11	-37.069	12	-22.732	12	-28.191	10	-32.020	11	-23.737	12	-2.485	12	-15.779	11	-27.246	11	-10.051
	12台	11	-52.814	13	-24.711	13	-25.301	13	-22.711	13	-27.140	12	-23.261	12	-27.452	12	-30.674	11	-20.011	12	-32.587	12	-17.844	10	-17.257
	13台	10	7.799	13	11.489	11	15.590	11	37.273	12	30.381	12	30.650	11	32.527	12	17.972	11	35.713	11	41.249	10	36.340	12	16.838
	14台以上	23	24.221	25	14.892	25	21.759	22	13.318	22	11.865	24	10.401	23	12.688	25	16.541	24	-5.954	23	5.506	23	6.541	24	3.379
世帯人数	レンジ	77.035		39.603		53.972		74.342		57.521		58.841		64.547		48.646		55.723		73.836		63.586		34.093	
	2人以下	9	-47.540	11	-71.701	11	-83.075	11	-69.977	11	-79.075	11	-76.926	10	-52.200	10	-45.638	9	-39.067	10	-56.033	11	-41.957	11	-42.779
	3人	15	-4.440	17	-17.162	16	-32.523	14	-42.434	17	-22.414	17	-22.272	16	-25.984	16	-20.983	17	-34.115	16	-40.759	15	-30.690	14	-28.351
	4人	16	-14.543	21	18.889	20	37.187	19	20.598	20	29.221	19	20.103	18	23.463	21	12.411	19	11.528	19	12.885	17	12.904	18	5.713
	5人以上	13	55.934	14	48.692	14	87.033	13	14.837	11	60.585	13	50.220	12	42.950	13	40.853	13	54.810	13	74.420	13	64.500	14	54.618
食洗機の 乾燥機能 使用	レンジ	103.474		120.393		140.107		144.914		139.660		127.146		95.150		86.522		93.877		130.453		106.457		97.396	
	使用していない	6	-85.413	9	-69.170	8	-93.832	8	-86.817	9	-65.088	9	-68.165	7	-83.619	8	-72.444	9	-63.912	9	-63.947	8	-59.142	8	-79.780
	使用している	47	10.904	54	11.528	53	14.163	49	14.174	50	11.716	51	12.029	49	11.946	52	11.145	49	14.861	49	11.745	48	9.857	49	13.025
	オープン機能の使用	レンジ	95.317		80.699		107.995		100.991		76.804		80.194		95.564		83.589		95.773		75.683		68.999		92.806
	使用していない	19	-24.008	23	-18.091	23	-12.917	22	-23.396	22	-14.535	22	-7.120	22	-22.759	24	-27.266	22	-32.895	22	-30.458	22	-19.170	21	-17.908
オープン 機能の使用	使用している	34	13.416	40	10.402	38	7.818	35	14.706	37	8.642	38	4.122	34	14.727	36	18.178	36	20.103	36	16.613	34	12.404	36	10.447
	レンジ	37.423		28.494		20.735		38.103		23.177		11.242		37.486		45.444		52.998		49.071		31.575		28.355	

アイテム	カテゴリー	10月		11月		12月		1月		2月		3月		4月		5月		6月		7月		8月		9月	
		度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア	度数	カテゴリスコア
延べ床面積	100㎡未満	1	94.779	3	50.011	3	66.245	3	80.237	3	82.824	3	34.110	2	-12.013	3	-18.581	3	0.098	3	8.603	3	11.889	3	-0.449
	100～120㎡	16	-28.305	19	-33.795	17	-21.961	15	-20.428	18	-24.274	17	-37.865	16	-31.753	18	-32.106	18	-33.585	16	-29.266	12	-14.423	14	-46.199
	120～140㎡	15	-50.743	19	-33.269	20	-29.862	18	-27.180	18	-16.244	19	-34.328	17	-12.509	18	-2.314	18	-16.917	19	-20.774	20	-19.771	18	-18.126
	140～160㎡	13	22.385	14	17.220	13	-10.406	13	-25.710	14	1.811	14	15.222	14	-0.592	13	8.786	13	6.475	14	-11.653	14	13.760		
	160㎡以上	7	118.320	7	146.160	7	129.588	7	127.026	5	109.101	6	163.415	6	125.501	7	119.565	5	158.902	6	125.497	6	115.995	7	111.681
構造	木造	38	6.868	45	-5.692	43	-9.452	41	-15.798	43	-5.960	43	-7.434	40	-8.008	43	-5.797	40	-1.858	40	-6.535	39	0.978	40	-1.167
	非木造	14	-18.641	17	15.067	17	23.909	15	43.181	15	17.084	16	19.978	15	21.354	16	15.580	17	4.371	17	15.378	16	-2.385	16	2.918
家電機器 使用台数	レンジ	25.508		20.759		33.361		58.878		27.411		29.361		29.361		21.378		6.228		21.913		3.263		4.086	
	11台以下	9	-4.480	12	-13.021	12	-27.939	11	-36.001	12	-22.673	12	-28.338	10	-24.057	11	-16.895	12	-2.652	12	-14.893	11	-12.863	11	-3.164
	12台	10	-51.485	12	-29.414	12	-28.443	12	-28.584	12	-32.030	11	-24.262	11	-33.407	11	-36.238	10	-21.420	11	-34.177	11	-27.526	9	-28.858
	13台	10	4.878	13	4.184	11	5.694	11	23.809	12	19.993	12	25.052	11	25.662	12	12.781	11	31.274	11	36.085	10	30.872	12	15.804
	14台以上	23	22.017	25	18.193	25	24.558	22	21.687	22	18.932	24	12.763	23	14.164	25	17.244	24	-4.083	23	6.088	23	5.894	24	4.370
世帯人数	レンジ	73.502		47.606		53.000		59.810		52.023		53.390		59.069		53.482		52.694		70.262		58.398		44.681	
	2人以下	9	-50.691	11	-68.374	11	-73.794	11	-67.782	11	-88.474	11	-70.203	10	-52.503	10	-44.648	9	-34.919	10	-53.423	11	-45.921	11	-36.031
	3人	14	-7.456	16	-19.948	15	-33.268	13	-45.563	16	-22.862	16	-21.556	15	-28.789	15	-22.808	16	-34.228	15	-41.674	14	-33.649	13	-29.812
	4人	16	-13.745	21	21.221	20	30.518	19	20.329	20	28.478	19	29.222	18	33.557	21	12.711	19	10.832	19	12.311	17	5.235	18	3.844
	5人以上	13	60.039	14	44.689	14	50.028	13	64.743	11	49.949	13	45.762	12	44.403	13	40.128	13	50.471	13	71.187	13	68.757	14	51.051
世帯主年齢	レンジ	110.730		113.063		123.822		122.525		118.422		118.965		96.906		84.776		85.390		124.610		115.280		87.082	
	39歳以下	19	-7.425	23	-23.491	21	-24.005	19	-27.458	21	-19.268	21	-9.732	21	-22.127	23	-22.793	22	-7.271	21	-9.604	19	-36.249	20	-16.153
	40歳代	20	-2.309	24	25.640	25	28.970	23	38.913	22	34.167	23	15.565	20	20.158	21	23.924	21	13.332	22	12.552	23	23.830	24	18.824
	50歳以上	13	14.404	15	-5.004	14	-15.723	14	-26.663	15	-23.137	15	-10.241	14	4.394	15	1.455	14	-8.572	14	-5.319	13	10.817	12	-10.726
	レンジ	21.829		49.130		52.975		66.371		57.305		25.805		42.285		46.718		26.104		22.156		60.079		34.977	
食洗機の 乾燥機能 使用	使用していない	6	-87.138	9	-59.045	8	-84.342	8	-73.892	9	-52.993	9	-62.633	7	-69.623	8	-57.735	9	-76.611	9	-59.698	8	-41.680	8	-67.151
	使用している	46	11.366	53	10.027	52	12.976	48	12.515	49	9.733	50	11.274	48	10.153	51	9.056	48	14.365	48	11.193	47	7.095	48	11.192
	オープン機能の使用	レンジ	98.504		69.071		97.318		86.208		69.726		73.906		79.776		66.791		90.976		70.891		48.774		78.342
エアコン	使用していない	19	-25.665	23	-10.609	23	-5.871	22	-13.014	22	-6.236	22	-3.234	22	-19.234	24	-22.305	22	-29.690	22	-27.032	22	-10.002	21	-13.249
	使用している	33	14.379	39	26.876	36	8.424	38	8.585	37	17.165	37	17.165	35	13.858	35	13.858	35	13.858	35	13.858	35	13.858	35	13.858
エアコン の使用	レンジ	40.444		16.866		9.521		21.434		10.051		5.157		32.056		37.599		48.352		44.444		16.669		21.198	

7. 5 小結

本章では、2008年10月から2009年9月までの1年間において得られた測定データに基づき、その他電力消費量について整理し、建物・世帯・設備特性やライフスタイルとの関連を示したうえでその影響の程度について検討を行った。その結果、得られた知見について以下に示す。

- 1) 年積算電力消費量に占めるその他電力消費量の世帯平均値は、4,530kWh/(世帯・年)で全体の44%を占めており、年積算値における世帯間の差異は給湯・冷暖房用途と比較して小さいことを確認した。月積算電力消費量は400kWh/(世帯・月)前後で推移しており、最大月は1月(427kWh(世帯・月))、最小月は9月(362kWh(世帯・月))に現れ、冬期において若干の増加傾向が認められた。その他用途の占有率の月変動をみると、冬期に低下し、夏期に上昇する傾向が顕著であった。消費量が最大となる1月では、給湯・冷暖房・その他の各用途が全体の1/3ずつを占めていたが、中間期や夏期では、その他用途が6割近くにのぼる実態にあることを把握した。
- 2) 影響要因であると考えられる各アイテムとその他用途の電力消費量との関連について、一年を通して比較的高い相関係数を示すのは、「延べ床面積」のみとなった。また、分散分析によって検討した結果、年積算値で5%水準の有意差となったのは「延べ床面積」「世帯人数」「食洗機の乾燥機能使用」の3つにとどまり、「構造」「家電機器使用台数」「男性人数」「世帯主年齢」「長子年齢」「子供人数」「就学者人数」「オープン機能の使用」の8アイテムについては、3以上の月において5%水準の有意差が認められた。
- 3) その他用途の年積算電力消費量に及ぼす影響要因を検討するため、「延べ床面積」「構造」「家電機器使用台数」「世帯人数／子供人数／就学者人数」「食洗機の乾燥機能使用」「オープン機能の使用」の8変数を用いて3つのモデルを構築し、数量化理論第Ⅰ類による分析を行った。その結果、全モデルにおいて重相関係数が0.83以上となり、年積算電力消費量の各住宅における違いの約69～75%を説明できることを示した。また、偏相関係数から、「延べ床面積」の影響度が最も大きく、次に「食洗機の乾燥機能使用」「世帯人数／子供人数／就学者人数」「家電機器使用台数」となり、モデルによっては「オープン機能の使用」や「構造」は影響を及ぼしていない結果となった。
- 4) 同様に、月積算電力消費量に影響を及ぼす影響要因について数量化理論第Ⅰ類を適用して検討した結果、年間を通して「延べ床面積」「世帯人数」の影響が大きく、これらより「家電機器使用台数」「食洗機の乾燥機能使用」は若干小さくなること、また、年積算値での検討では影響の小さかった「オープン機能の使用」は夏期に、「構造」は冬期において若干高くなっており、アイテムによっては各要因の影響の程度が月によって変動していることを確認した。

【第7章 注釈】

注 7-1) カタログ値記載の消費電力⁷⁻⁶⁾をみると、モーターが65Wと低消費であるのに対して、ヒーターは1,100Wと非常に大きい。

注 7-2) カタログ値記載の消費電力⁷⁻⁷⁾をみると、電子レンジが1.38kW、オープンが1.40kWとほぼ同じ出力となっている。

【第7章 参考文献】

- 7-1) 池田優美, 村川三郎, 西名大作, 田中貴宏, 折本和彦, 松永裕介: 広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究 その3 主要家電機器の電力消費量, 日本建築学会中国支部研究報告集, No.33, ”406-1”-“406-4”, 2010.3
- 7-2) 西名大作, 村川三郎, 折本和彦, 松永裕介: 広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究 (第3報) 家電機器別電力消費量の特性, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp.657-660, 2010.9
- 7-3) 三浦秀一, 外岡豊: 日本の住宅における地域別エネルギー需要構造とその増加要因に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No.562, pp.105-112, 2002.12
- 7-4) 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, No.510, pp.77-83, 1998.8
- 7-5) ㈱住環境計画研究所 編: 2009 家庭用エネルギーハンドブック, 家庭用用途別エネルギー消費原単位の推移, 財団法人 省エネルギーセンター, p.45, 2009.2 (第1版第1刷)
- 7-6) Panasonic ホームページ: 食器洗い機/食器乾燥器 NP-TR6,
<http://ctlg.panasonic.jp/product/spec.do?pg=06&hb=NP-TR6>, 2013.8.21 参照
- 7-7) Panasonic ホームページ: スチームオープンレンジ NE-BS1000,
<http://ctlg.panasonic.jp/product/spec.do?pg=06&hb=NE-BS1000>, 2013.8.21 参照

第8章 世帯間変動要因と世帯内変化要因による同時要因分析

- 8. 1 はじめに
- 8. 2 マルチレベルモデルの有用性
- 8. 3 データセット
- 8. 4 3年間の電力消費量の測定結果
- 8. 5 電力消費量の多寡を説明する要因の選定
- 8. 6 ヌルモデル
- 8. 7 検討モデルの構築
- 8. 8 最終モデルにおける分析結果
- 8. 9 分析結果の用途間比較
- 8. 10 小結

第8章 世帯間変動要因と世帯内変化要因による同時要因分析

8.1 はじめに

これまでの第4章から第7章にかけて、電力消費量の影響を及ぼす要因分析として数量化理論第I類を適用することで、各用途における影響要因を抽出し、その影響度が月や季節によって変動することを示した。各要因の影響力が月によって変化する理由としては、主に季節によって使用される機器の違いや季節に合わせたライフスタイルの変化、また気候条件で変化する機器の特性が挙げられる。

以上の点を考慮すると、電力消費量の月変動は外気温度（ここでは、月平均外気温）によって説明できる可能性が示唆される。これまで、筆者ら⁸⁻¹⁾も、エネルギー消費量が外気温の影響を受けていることを指摘しており、エネルギー消費量を年度で比較する際に、外気温の影響を除外する必要性について言及している。このことから、要因分析を行う際、構築するモデルで「外気温度」による統制を図ることによって、より適正な分析を行うことができるものと考えられる。

また、調査対象住宅の建物特性や世帯特性などを影響要因として捉えた第4章での検討では、それぞれの要因に対して各住宅で一つの値を割り当てたデータセットにより分析しているが、第3章で示したように実際は家族人数や使用している家電機器の数などが増減しており、この変動が電力消費量に及ぼしている可能性も考えられる。つまり、複数世帯の経時変化を考慮して要因分析を行う場合、世帯規模の違いによる影響なのか、それとも、外気温やその世帯が変化したことによる影響なのかを分けて考え、それぞれについて評価する必要がある。

消費量データの多くは、同一世帯に対して複数回の測定や調査によって得られた時系列データ（反復測定データ）であるが、例えば、100世帯ごとの12ヶ月間に亘って得られた1200サンプルの月積算値に、従来の一般線形モデル^{注8-1)}を適用して消費量の予測を行う場合、世帯内のデータに相関が生じるため、統計的検定における「独立性の仮定^{注8-2)}」が満たされなくなる。このことから、世帯間の消費量の差異に影響を及ぼす要因については、例えば、井上ら⁸⁻²⁾のように年レベル（12ヶ月間の積算）のデータで検討を行うか、第4章から第7章で示したように月レベルのデータでは月ごとに分析を行う必要があり、さらに、世帯内の消費量の変化に着目する場合は、世帯ごとに検討する必要がある。しかしながら、年レベルを対象としてデータを集約化した場合、月レベルの情報を活用できず、また、その変化について検討できない。他方、月レベルでは検討する水準（ここでは、月の数）だけモデルが生じるため、ある時点もしくは短期のデータではさほど問題とならないが、長期測定データを対象とした分析では取り扱いや考察が煩雑となる。以上のことから、これまでの一般線形モデルによる分析では、双方を考慮したより詳細な影響要因に関する検討が困難であった。

そこで本研究では、これら諸問題に対応できる統計解析手法として「マルチレベルモデル」を適用することで、「世帯間の変動」と「世帯内の変化」による影響度のそれぞれを同時に扱い、適切な統計的有意性により検討することを目的とする。対象とするデータは、広島地域の電化住宅を対象とした2008年10月からの3年間の実測に基づいた電力消費量であり、消費量に影響を及ぼすことが予想されるアイテムによって、「月積算電力消費量」を予測するモデルを構築し、影響要因の抽出を行う。

8. 2 マルチレベルモデルの有用性

マルチレベルモデル(multi-level models)とは、階層的に異なった水準のデータを扱う計量モデルの総称であり、個人とその集まりといった階層データのほか、パネルデータのような同一個人の反復測定データに対して適用する分析手法である。このため、階層線形モデル(hierarchical linear model)、個体成長モデル(individual growth model)、ランダム係数モデル(random coefficient model)、線形混合モデル(linear mixed model)など様々な名称で呼ばれているが、いずれも固定効果^{注8-3)}と変量効果^{注8-3)}の混ざった「混合モデル(mixed model)」のひとつであるといえる。

Ita Kreft ら⁸⁻³⁾がまとめているように、固定効果と変量効果が区別された混合モデルはEisenhart⁸⁻⁴⁾の論文によって誕生し、さらに、マルチレベルモデルの一つであるランダム係数モデルは、1940年代後半における計量経済学において、Wald⁸⁻⁵⁾やRubin⁸⁻⁶⁾によって提唱されている。これ以降、多くの研究者によって混合モデルにおける様々な統計的解析手法が検討され、より理論的な発展を遂げて今日に至る。このように、統計的理論が発展する一方で、解析手法の適用そのものは遅れをとっており、未だ広く普及しているとは言い難い。この理由としては、理論的に複雑な計算を要することから、最尤推定値の計算を可能にした1970年頃の計算機革命を待たねばならなかったこと、また、これら解析手法の具体的な解説書がなかったことなどが挙げられる。

このようななか、近年になり多くの解説書が出版され、我が国においても様々な領域の論文において、マルチレベルモデルを適用している研究事例が見受けられるようになった。

例えば、社会学の分野では、筒井ら⁸⁻⁷⁾が、個人レベルの「家事分担比率」と、国レベルの「国ごとの性別分業意識の平均値」といった異なる階層の説明変数を用いて、個人の「家事分担に関する不公平感」への寄与について分析することで、国レベルで性平等意識が高い国では、家事分担の実際の不公平が妻の不公平感につながる度合いが高いことを示している。上野⁸⁻⁸⁾は、「ソーシャルキャピタル^{注8-4)}」について、個人レベルの「信頼」「地域への愛着」「性別」「年齢」などの要素と、コミュニティレベルの「平均的なソーシャルキャピタル水準」「地域特性」などの要素がどのように関わっているのかについて、マルチレベルモデルにより分析し、ソーシャルキャピタルによる地域のパフォーマンス向上には、個人の信頼や地域への愛着を増すように行動へ介入ができれば、大きな改善が期待できる可能性があることを示している。また、小林ら⁸⁻⁹⁾は、日本における農地の分布を規定する要因として市町村と県という2つのレベルを対象にする際、集計単位が異なると、変数間の相関が大きく変化する「集計化の誤謬」の問題を、マルチレベルモデルを用いることによって回避することで、その影響要因について明らかにしている。

教育学の分野における研究では、村澤⁸⁻¹⁰⁾が異なる学部（集団レベル）に所属する学生（個人レベル）による「教養教育の充実度」が、「大学教育の投資値頃感」に及ぼす影響について検討することで、もともと大学教育への投資値頃感が高い学部では、天井効果が働き、教養教育の充実度で高い評価を得ても、それが大学教育への投資値頃感には反映されにくくなっていることを示している。川口⁸⁻¹¹⁾、山田⁸⁻¹²⁾は、児童の成績（国語・算数）に影響を及ぼす要因について検討する際、「学校の効果（集団レベル）」と「学校以外の影響（個人レベル）」を可能な限り分離することで、学校による効果や家庭の経済・文化的環境との関連について明らかにしている。

一方、建築学の分野では、瀧澤ら⁸⁻¹³⁾が賃貸事務所ビルに入居するテナント（つまり、テナントレベルが賃貸事務所ビルレベルにネストするデータ）における月ごとの一次エネルギー消費量の原単位の推定モデルの構築に、マルチレベルモデル（論文では「線形混合モデル」と呼称されている）を用いているが、同分野の研究において、瀧澤ら以外の適用事例はない。その他にも、医学・疫学や心理学といったあらゆる分野の研究においてマルチレベルモデルの適用が試みられているが、Judith D. Singer ら⁸⁻¹⁴⁾が言及しているとおり、世界的に見ても、このような研究例は依然として少ないといえる。

上述において紹介した論文はいずれも「個」と「集団」といった異なるレベルが混在する階層データを用いて、それぞれのレベルの要因が検討対象となる従属変数に及ぼす影響について分析している点で共通しているが、解説書^{8-15),8-16)}の事例にもあるように、複数の被験者に対して心拍数を経時的に測定するなかで、ある薬の投与が心拍数の変化に及ぼす影響度や、入試形態が異なる複数の学生におけるストレスの経時変化に影響を及ぼす要因（「夏休み」など）とその程度について検討する場合など、反復測定データにもマルチレベルモデルを適用することができる。同様に、本研究で扱うデータも、複数の世帯を対象に経時的に計測された電力消費量（ここでは、月積算値）であることから、反復測定データといえる。（もしくは、世帯ごとに各月の電力消費量がネストされた階層データであるとも考えられる。）よって、本章で目的とする「世帯間の変動（世帯レベル）」と「世帯内の変化（月レベル）」のそれぞれの影響要因について適切に検討するために、両者を区別したデータセットを構築し、マルチレベルモデルを適用する必要がある。

階層データは、高い水準にネストされた低い水準の観測値によって構成される。水準が2つの場合、低い水準の観測値は第1水準（以降、Level-1。上述した例では「世帯内の変化（月レベル）」に対応）にあり、高い水準にある観測値は第2水準（以降、Level-2。上述した例では「世帯間の変動（世帯レベル）」に対応）にある。マルチレベルモデルでは、Level-1のモデルの切片や回帰係数をLevel-2の説明変数で回帰することで、標本間の独立性の問題を回避する。この手法を適用することで、異なるレベルが混在するデータにおけるLevel-2（世帯間）とLevel-1（世帯内）のそれぞれの要因による効果（影響力）を区別し、その大きさについて適切に検討することが可能となる。

以上のように、統計解析に用いられる都道府県ごとにまとめられた統計データや、本研究のようにある対象を経時的に計測した測定データの多くは階層性があるため、異なる階層にあるアイテムを同時に扱うような分析を実施する場合、前述した「独立性の仮定」を担保するためにも、それぞれの水準(Level)を分けて考えなければ、それぞれにおける影響要因を適切に抽出し、検討することができない。しかしながら、これまでの応用統計学の書籍には、上述した内容が解説されてこなかったため、データの階層性を考慮せず、例えば、重回帰分析といった従来から用いられている手法をそのまま適用するといった間違った認識のもとで分析が行われている例もみられ、これらを適切に分析できるマルチレベルモデルが有用であると考えられる。

8.3 データセット

本章でのマルチレベルモデルによる分析に使用するデータセットについて概括する。

対象住宅は、システムが設置された戸建ての電化住宅 98 件のうち、データに不備が見られた 1 件を除く 97 件である。したがって、全 3,492 (97 世帯×36 ヶ月[2008 年 10 月～2011 年

9月) サンプルが分析対象データとなる。

従属変数は「月積算電力消費量」であり、第4章から第7章と同様に用途ごとに検討するが、これまでの検討結果により、電化住宅における給湯電力消費量の多寡は、給湯機種別によって大きく異なっていることがわかっているため、より洗練されたデータによって要因分析を行うことを目的として、電気温水器設置世帯のみを対象とした給湯用途の分析を追加する^{注8-5)}。また、本章で扱う3年間の測定データ(以降、3年間データ)のうち、2010年4月以降については測定精度が100Whに低下したため、第6章で示した用途分解手法の適用が困難となる。したがって3年間データでの検討では、「冷暖房用途」と「その他用途」を合わせて考える。ただし、影響要因が異なる可能性が考えられる暖房と冷房については、11月から4月までの暖房期間と6月から9月までの冷房期間に分けて検討する。(その際、10月と5月の中間期は除外する。)さらに、用途分解が可能なシステム設置1年目のデータ(以降、1年目データ)を用いて、3年間データ同様、暖房・冷房期間に分けた「暖房用途」「冷房用途」と「その他用途」のそれぞれについて検討する。以上を整理すると、従属変数は、3年間データを対象とした「全電力消費量」「給湯電力消費量」「給湯電力消費量(電気温水器)」「暖房その他電力消費量」「冷房その他電力消費量」の5つに、1年目データを適用した「暖房電力消費量」「冷房電力消費量」「その他電力消費量」の3つを加えた8つの用途について検討する。

第4章から第7章にかけての要因分析では、説明変数として各用途に応じた住宅属性やライフスタイルなどの20~23のアイテムを使用することより検討したが、本章ではこれらに加え、居住者の意識や行動が及ぼす影響などについてより多角的に検討するため、主にアンケート調査項目から95のアイテムを選定している。

また、前節でも述べたように、データ構造は図8-3-1に示すような、月レベルのデータ(Level-1)が世帯レベル(Level-2)にネストする二層構造を想定しており、後者が世帯内で変動のないアイテムである一方で、「第二回」の属性調査結果から、各世帯内で月によって値が変化するアイテムは前者となる。次節以降では、上述したデータについて、マルチレベルモデルが適用可能なフォーマット形式として作成したデータセットによる集計・分析結果を示す^{注8-6)}。

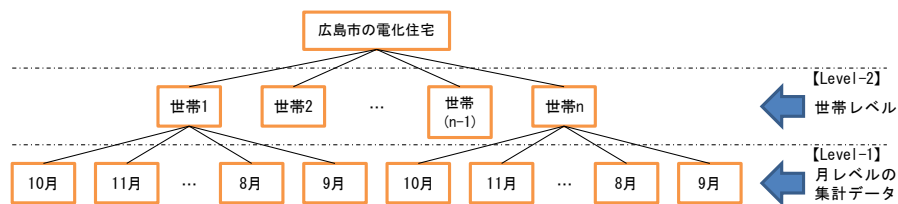


図8-3-1 データの階層構造

8.4 3年間の電力消費量の測定結果

2008年10月から2009年9月までの1年間の測定データについては、前章までにおいて用途ごとに整理したが、本章では、2008年10月からの3年間の月積算電力消費量を従属変数として用いるため、ここでは、2009年10月からの追加した2年間の計測データを合わせた3年間データについてまとめる。なお、本研究では、システムの設置を起点としているため、2008年10月から2009年9月までを「1年目」、2009年10月から2010年9月までを「2年目」、2010年10月から2011年9月までを「3年目」としている。

8. 4. 1 全電力消費量

3年間にわたる世帯全体の月積算電力消費量の記述統計量を表 8-4-1 に示す^{注 8-7)}。

全電力消費量における 3 年間の平均月積算値は約 900kWh/(世帯・月) (標準偏差:約 372kWh/(世帯・月), n:2808) となり, 各月によってサンプル数が異なるため, 単純比較はできないが, 年度で比較するなら, 1 年目が少なくなる傾向にある。また, 3 年間共通して, 1 月の消費量が最大となるが, 最少月は 1 年目と 3 年目が 9 月に, 2 年目が 6 月に現れ, 年度によって若干異なっている。ただし, いずれの年においても 6 月と 9 月の消費量が少ないことから, 全電力消費量は夏期のはじめとおわりにおいて最も低くなるといえる。

表 8-4-1 全電力消費量の記述統計量

全電力	1 年目 (2008 年～2009 年)						2 年目 (2009 年～2010 年)						3 年目 (2010 年～2011 年)					
	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	度数	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	度数	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	度数
10月	662.6	188.6	0.285	311.6	1,320.1	81	701.0	204.8	0.292	323.6	1,346.7	82	696.5	197.6	0.284	346.6	1,276.7	61
11月	880.2	256.3	0.291	293.4	1,675.5	94	880.9	256.6	0.291	334.4	1,563.8	81	885.9	274.5	0.310	396.4	1,843.0	60
12月	1,152.6	368.1	0.319	356.5	2,281.5	91	1,160.0	373.2	0.322	394.0	2,043.2	79	1,186.3	384.3	0.324	380.8	2,345.6	78
1月	1,284.1	412.2	0.319	395.9	2,655.9	88	1,305.6	445.8	0.341	394.5	2,529.1	78	1,424.6	456.4	0.320	453.8	2,742.9	85
2月	1,065.4	325.0	0.305	334.6	1,821.0	87	1,102.0	360.0	0.327	344.5	2,095.8	78	1,171.4	362.7	0.310	376.7	2,214.9	85
3月	1,082.5	326.9	0.302	361.5	1,923.2	88	1,126.8	357.8	0.318	346.6	2,085.6	74	1,207.4	361.7	0.300	381.4	2,361.9	83
4月	810.8	239.0	0.295	311.8	1,423.1	83	932.7	284.6	0.305	326.0	1,788.8	72	885.9	257.4	0.291	313.9	1,753.4	83
5月	695.7	203.9	0.293	300.7	1,318.6	88	751.3	241.1	0.321	312.9	1,379.4	66	727.8	215.9	0.297	301.2	1,296.1	85
6月	646.2	196.7	0.304	274.6	1,278.1	84	678.6	197.8	0.291	360.5	1,272.6	56	666.3	200.2	0.300	285.0	1,210.5	84
7月	686.1	221.3	0.323	295.9	1,374.8	83	751.8	226.7	0.302	413.8	1,408.9	56	700.3	220.5	0.315	315.6	1,431.9	82
8月	698.8	240.2	0.344	326.1	1,545.4	81	819.6	282.0	0.344	451.1	1,708.3	57	703.4	215.7	0.307	351.9	1,404.6	79
9月	616.4	181.9	0.295	291.7	1,290.9	84	684.9	204.4	0.298	358.8	1,388.7	54	654.1	192.8	0.295	305.9	1,258.5	78

8. 4. 2 給湯電力消費量

3年間にわたる給湯用途の月積算電力消費量の記述統計量を表 8-4-2(1) に, また電気温水器設置世帯のみの集計値を表 8-4-2(2) に示す。

給湯用途における 3 年間の平均月積算値は約 357kWh/(世帯・月) (標準偏差:約 207kWh/(世帯・月), n:2808) となり, このうち電気温水器を設置している世帯のみを抽出すると, 約 442kWh/(世帯・月) (標準偏差:約 194kWh/(世帯・月), n:1885) となる。給湯電力消費量は 3 年間を通して 1 月が最大, 8 月が最少となる。

表 8-4-2(1) 給湯電力消費量の記述統計量

給湯	1 年目 (2008 年～2009 年)						2 年目 (2009 年～2010 年)						3 年目 (2010 年～2011 年)					
	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	度数	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	度数	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	度数
10月	286.6	136.3	0.476	59.8	605.2	81	303.4	142.6	0.470	68.9	645.0	82	284.2	134.9	0.475	66.9	642.8	61
11月	374.1	171.4	0.458	62.8	815.5	94	376.7	178.8	0.475	99.9	939.9	81	373.8	171.6	0.459	104.3	912.2	60
12月	460.8	203.2	0.441	78.2	948.7	91	464.0	215.9	0.465	146.2	1,063.4	79	479.8	216.1	0.450	67.5	1,132.9	78
1月	512.3	215.2	0.420	106.7	1,094.8	88	514.6	240.8	0.468	176.8	1,210.4	78	547.9	227.9	0.416	79.1	1,220.5	85
2月	449.2	199.1	0.443	137.1	955.8	87	455.4	217.3	0.477	125.9	1,069.2	78	477.8	206.5	0.431	64.6	1,055.3	85
3月	470.5	210.0	0.446	143.5	1,005.0	88	477.7	230.3	0.482	130.1	1,104.0	74	507.5	219.7	0.433	68.7	1,147.1	83
4月	378.9	181.9	0.480	105.1	865.5	83	424.2	214.4	0.505	99.5	1,012.0	72	420.1	196.6	0.468	54.4	963.0	83
5月	312.5	153.4	0.491	71.6	700.2	88	353.4	183.8	0.520	67.7	796.3	66	332.4	163.4	0.492	38.7	757.1	85
6月	256.0	124.2	0.485	57.1	550.5	84	265.9	135.0	0.508	61.5	558.6	56	267.9	135.9	0.507	29.6	646.1	84
7月	221.4	111.9	0.505	42.3	472.2	83	214.9	110.9	0.515	44.6	426.7	56	210.5	104.4	0.496	29.1	456.9	82
8月	190.9	94.9	0.497	36.5	397.1	81	170.5	87.8	0.515	27.5	369.4	57	187.2	93.0	0.497	29.1	433.0	79
9月	214.5	102.3	0.477	44.7	443.2	84	195.4	96.2	0.493	36.3	389.5	54	221.0	102.4	0.463	28.1	510.5	78

表 8-4-2(2) 電気温水器設置世帯における給湯電力消費量の記述統計量

給湯 (電温※)	1 年目 (2008 年～2009 年)						2 年目 (2009 年～2010 年)						3 年目 (2010 年～2011 年)					
	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	度数	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	度数	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	度数
10月	356.7	105.6	0.296	91.6	605.2	55	377.2	108.8	0.288	174.9	645.0	56	365.3	96.3	0.264	166.3	642.8	39
11月	460.3	141.0	0.306	137.6	815.5	63	465.1	147.4	0.317	193.1	939.9	55	471.4	136.8	0.290	196.9	912.2	38
12月	561.7	173.7	0.309	191.0	948.7	60	565.2	192.2	0.340	181.5	1,063.4	53	586.5	182.7	0.311	246.2	1,132.9	52
1月	618.9	184.8	0.299	215.4	1,094.8	58	633.1	214.2	0.338	247.9	1,210.4	51	652.2	195.8	0.300	260.1	1,220.5	58
2月	550.9	163.3	0.296	223.1	955.8	58	563.4	184.3	0.327	226.1	1,069.2	52	575.1	173.5	0.302	227.0	1,055.3	58
3月	578.2	169.9	0.294	244.1	1,005.0	59	593.0	189.1	0.319	236.7	1,104.0	50	610.6	183.7	0.301	248.4	1,147.1	57
4月	477.7	147.7	0.309	170.3	865.5	54	543.5	166.6	0.306	214.2	1,012.0	47	518.6	159.6	0.308	220.5	963.0	56
5月	399.8	117.5	0.294	155.9	700.2	57	452.8	141.4	0.312	198.6	796.3	44	417.9	127.6	0.305	188.7	757.1	57
6月	323.8	89.1	0.275	150.8	550.5	57	337.8	99.6	0.295	144.8	558.6	38	339.2	102.6	0.302	149.6	646.1	57
7月	283.4	79.1	0.279	145.8	472.2	56	278.4	77.1	0.277	125.4	426.7	37	263.5	77.3	0.294	112.6	456.9	57
8月	242.8	66.8	0.275	111.2	397.1	55	221.5	56.4	0.255	134.4	369.4	38	233.6	69.2	0.296	103.8	433.0	55
9月	269.2	75.4	0.280	130.6	443.2	57	250.3	63.9	0.255	146.6	389.5	36	271.2	75.5	0.279	125.4	510.5	55

※: 電温とは, 電気温水器設置世帯のことを指す

8. 4. 3 冷暖房用途とその他用途の電力消費量

3年間にわたる冷暖房用途とその他用途の月積算電力消費量の記述統計量を表8-4-3に示す。

全電力から給湯用途を差し引いた冷暖房その他用途の平均月積算値は約 546kWh/(世帯・月) (標準偏差:約 260kWh/(世帯・月), n:2843^{注8-8)} となる。3年間を通して、1月の消費量が最大となるのに対して、最少月は1年目と2年目が10月に、3年目が5月に現れ、年度によって若干異なるものの、中間期において消費量が少なくなることがわかる。また、年度で比較するなら、2年目の夏期と3年目の冬期において特に大となる。

最後に、表8-4-1～表8-4-3の各用途における電力消費量の月変動を図8-4-3にまとめる。

10～6月までは、いずれの年においても給湯用途が全電力消費量の4～5割弱を占めるが、7～9月は3割程度まで低下する。12～2月といった厳寒期では暖房用途の占める割合が増加するものの、給湯負荷ならびに使用湯量も同様に増えることから、依然として給湯用途が4割と多くを占めている。

表 8-4-3 冷暖房その他電力消費量の記述統計量

冷暖房 その他	1年目(2008年～2009年)						2年目(2009年～2010年)						3年目(2010年～2011年)					
	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	度数	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	度数	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	度数
10月	376.0	119.5	0.318	97.3	794.8	81	400.3	133.0	0.332	96.7	817.6	83	415.5	126.1	0.303	184.8	787.2	62
11月	508.2	184.3	0.363	92.4	1,034.9	95	506.7	176.1	0.347	99.0	971.1	82	516.8	202.3	0.392	207.0	1,198.1	61
12月	694.4	302.2	0.435	105.5	1,658.0	92	699.0	288.7	0.413	135.0	1,465.1	80	711.3	307.4	0.432	134.6	1,548.3	79
1月	785.3	341.6	0.435	134.7	1,730.6	89	794.0	353.8	0.446	127.1	1,783.2	79	881.0	384.2	0.436	193.7	1,998.9	86
2月	619.3	261.2	0.422	105.6	1,348.6	88	650.1	281.4	0.433	115.7	1,534.0	79	697.2	293.1	0.420	149.7	1,495.7	86
3月	614.8	255.9	0.416	117.4	1,462.3	89	651.5	265.8	0.408	103.6	1,526.6	75	703.1	292.0	0.415	133.0	1,509.1	84
4月	434.6	142.6	0.328	94.4	766.8	84	511.3	172.3	0.337	101.2	1,037.7	73	468.8	165.7	0.353	93.4	910.7	84
5月	385.9	122.1	0.316	93.0	774.5	89	401.3	120.5	0.300	99.9	808.8	67	398.1	126.4	0.317	95.9	822.7	86
6月	392.7	131.9	0.336	176.3	944.3	85	415.3	123.0	0.296	178.8	807.4	57	400.9	138.2	0.345	100.4	880.0	85
7月	466.4	167.9	0.360	109.6	1,043.5	84	539.1	172.9	0.321	276.0	1,023.9	57	493.9	182.3	0.369	137.2	1,076.1	83
8月	509.0	196.7	0.386	146.0	1,196.4	82	651.6	242.8	0.373	262.5	1,404.3	58	519.3	186.7	0.360	187.0	1,056.6	80
9月	403.5	132.9	0.329	105.7	892.6	85	491.9	157.9	0.321	246.5	1,027.7	55	435.5	152.2	0.349	122.6	890.3	79

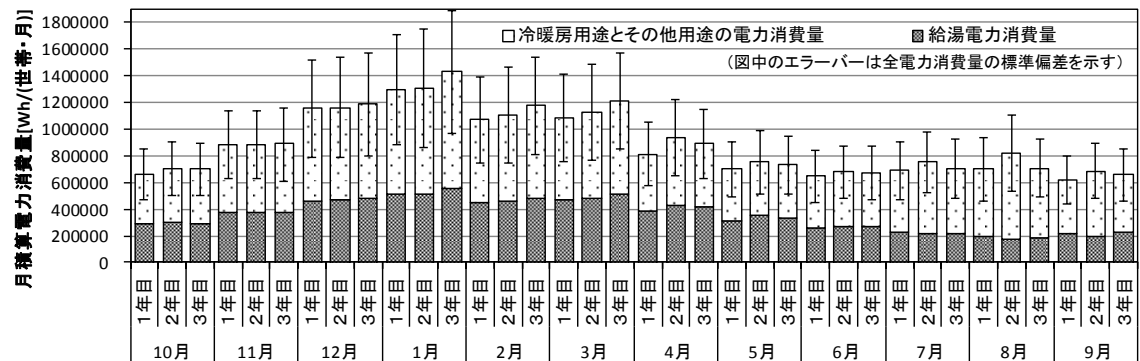


図 8-4-3 電力消費量の月変動

8. 5 電力消費量の多寡を説明する要因の選定

本節では、8.3節で述べた電力消費量の多寡を説明できると予想される 95 アイテムの記述統計量についてまとめたうえで、電力消費量との関連について整理する。

8. 5. 1 記述統計量

説明変数として利用する 95 アイテムの統計量を表 8-5-1(1)に示す。

アイテムは統制変数^{注8-9)}として選定した「各月の日数」と「月平均外気温」の 2 つのアイテムを除くと、3.2節で示した「竣工年」や「延べ床面積」など【建物特性】、3.4節で示した「給湯機種別」や「家電機器使用台数」などの【設備特性】、3.5節で示した入浴時における「湯張

り回数」などの【ライフスタイル】、3.3節で示した「世帯人数」や「世帯主年齢」などの【世帯特性】がある。ここまでは、前章までの検討でも用いてきたアイテムが多くなっている。本章ではさらに、3.6節と3.8節で示した居住者の「環境問題への関心」や自宅における「普段の光熱費感覚」などの【意識・行動】、3.7節で示した環境に配慮した取り組みへの実行の有無についての【環境に対する取り組み】と、低負荷型ライフスタイルとなる節約行為の実行度についての【節約行為の実行度】を加えており、説明変数は7つに大別されたアイテムによって構成されている。

また、第4章から第7章での数量化理論第Ⅰ類を適用した分析では、対象データが1年間であったことに加え、従属変数である電力消費量のレベル（年積算値、暖房期間積算値、冷房期間積算値、月積算値のそれぞれ）ごとに分析を行うため、説明変数として使用する各アイテムは、各世帯で一つの値を用いていた。しかしながら、本章では各世帯における3年間の電力消費量の変化への影響要因についても検討できるように、各説明変数についても経時変化を考慮してデータセットを構築している。経時変化が考慮された項目とそうではない項目については、アンケート調査項目を対象に3.9節で整理したが、ここでは、本章で検討する95のアイテムを対象として再度、表8-5-1(2)にまとめる。

【建物特性】【環境に対する取り組み】【節約行為の実行度】は全てのアイテムが月変動のない世帯レベル(Level-2)の変数（世帯ごとに共通した値となる変数）である一方、【世帯特性】の全てのアイテム、ならびに【設備特性】【意識・行動】のうちそれぞれ5アイテムと【ライフスタイル】の「湯張り回数」が、世帯内における月変動を考慮した月レベル(Level-1)の変数としている。このように、説明変数には異なる階層（レベル）のアイテムが混在しており、世帯レベルの変数が「世帯間の変動」に、また月レベルの変数が「世帯内の（月の）変化」に及ぼす影響度について、それぞれ検討できるように整理している。ただし、世帯間の変動がない（全世帯で共通の値を用いているため）【統制変数】の「各月の日数」「月平均外気温度」を除く月レベル(Level-1)のアイテムについては、世帯内

の変化とともに世帯間の変動も内在しているため、予めそれぞれを分離したデータセットを構築したうえで、解析を実施する。よって、8.8節の分析結果において、月レベル(Level-1)の変数は、世帯レベル(Level-2)にも結果が算出され、これにより、経時変化した場合の影響度と同時に、世帯による違いの影響度についても検討できる。

表 8-5-1(2) レベル別アイテム一覧

①世帯レベル(Level-2)のみのアイテム			②月レベルのみのアイテム		
分類	アイテム	分類	アイテム	分類	アイテム
建物特性	3. 竣工年	63. 節約行為の実行度01	1. 各月の日数	世帯特性	14. エアコン使用台数
	4. 延べ床面積	64. 節約行為の実行度02	2. 月平均外気温度		15. 暖房機器使用台数
	5. 部屋数	65. 節約行為の実行度03			17. 家電機器使用台数
	6. 構造	66. 節約行為の実行度04			18. 冷蔵庫の買い替え
	7. 二世帯住宅	67. 節約行為の実行度05			19. 洗濯機の買い替え
	8. 店舗事務所併設住宅	68. 節約行為の実行度06			
	9. 省エネルギー対策等級	69. 節約行為の実行度07			20. 湯張り回数
	10. 給湯機種別	70. 節約行為の実行度08			
	11. 温水床暖房システム	71. 節約行為の実行度09			26. 男性人数
設備特性	12. 全館空調システム	72. 節約行為の実行度10		ライフスタイル	27. 女性人数
	13. 蓄熱設備	73. 節約行為の実行度11			28. 世帯内男性比
	16. その他暖房機器の併用	74. 節約行為の実行度12			29. 世帯人数
	21. 食洗機の乾燥機能使用	75. 節約行為の実行度13			30. 成人人数
ライフスタイル	22. オープン機能の使用	76. 節約行為の実行度14			31. 子供人数
	23. 洗濯機の使用頻度	77. 節約行為の実行度15			32. 世帯主年齢
	24. 洗濯機の乾燥機能使用	78. 節約行為の実行度16			33. 長子年齢
	25. LEDの使用	79. 節約行為の実行度17			34. 給与所得者人数
意識・行動	36. 環境問題への関心	80. 節約行為の実行度18		世帯特性	35. 就学者人数
	37. 家族間の会話	81. 節約行為の実行度19			42. 開発終了後節電意識の変化
	38. 普段の光熱費感覚	82. 節約行為の実行度20			43. 開発終了後節電行動の実践
	39. 光熱費削減努力	83. 節約行為の実行度21			44. 震災直後節電意識の向上
	40. 設置直後節電意識の向上	84. 節約行為の実行度22			45. 震災直後節電行動の実践
	41. 設置直後節電行動の実践	85. 節約行為の実行度23			46. 行動特点の変化
	47. 環境に対する取組み01	86. 節約行為の実行度24		環境・世帯	
	48. 環境に対する取組み02	87. 節約行為の実行度25			
	49. 環境に対する取組み03	88. 節約行為の実行度26			
	50. 環境に対する取組み04	89. 節約行為の実行度27			
	51. 環境に対する取組み05	90. 節約行為の実行度28			
	52. 環境に対する取組み06	91. 節約行為の実行度29			
	53. 環境に対する取組み07	92. 節約行為の実行度30			
	54. 環境に対する取組み08	93. 節約行為の実行度31			
	55. 環境に対する取組み09	94. 節約行為の実行度32			
	56. 環境に対する取組み10	95. 節約行為の実行度33			
	57. 環境に対する取組み11				
	58. 環境に対する取組み12				
	59. 環境に対する取組み13				
	60. 環境に対する取組み14				
	61. 環境に対する取組み15				
	62. 環境に対する取組み16				

凡例

- 統制変数
- 建物特性
- 設備特性
- ライフスタイル
- 世帯特性
- 意識・行動
- 環境に対する取り組み
- 節約行為の実行度

表 8-5-1(1) アイテムの記述統計量

分類	アイテム	Level	平均値	標準偏差	最小値	最大値	総本数	備考
建物特性	1. 各月の日数	1	30.417	0.862	28.0	31.0	3492	1. 3. 5. 7. 8. 10. 12月・31日 / 4. 6. 9. 11月・30日 / 2月・28日
	2. 月平均外気温	1	16.347	8.144	2.9	30.3	3492	広島地方気象台において計測された気象庁公開データによる月平均値
	3. 竣工年	2	2004.773	1.763	2001.0	2008.0	3168	対象住宅の竣工年
	4. 延べ床面積	2	127.456	27.379	84.8	275.0	3348	対象住宅の延べ床面積
	5. 部屋数	2	5.025	1.169	2.0	9.0	2844	対象住宅における浴室、台所、トイレ、玄関を除いた部屋数
	6. 構造	2	0.270	0.444	0.0	1.0	3204	ダミー（木造:0/非木造:1）
	7. 世帯住宅	2	0.096	0.294	0.0	1.0	2628	ダミー（一世帯:0/二世帯:1）
	8. 店舗兼用併設住宅	2	0.027	0.163	0.0	1.0	2628	ダミー（非併設:0/併設:1）
	9. 省エネルギー対策等級	2	2.429	1.451	0.0	4.0	504	対象住宅の省エネルギー対策等級
設備特性	10. 給湯機種別	2	0.340	0.474	0.0	1.0	3492	ダミー（電気温水器:0/CO ₂ HP給湯機:1）
	11. 湯水床暖房システム	2	0.026	0.159	0.0	1.0	2772	ダミー（未導入:0/導入:1）
	12. 全館空調システム	2	0.052	0.221	0.0	1.0	3492	ダミー（未導入:0/導入:1）
	13. 蓄熱設備	2	0.103	0.304	0.0	1.0	3492	ダミー（未導入:0/導入:1）
	14. エアコン使用台数	1	3.299	1.787	0.0	9.0	2628	使用しているエアコンの台数
	15. 暖房機器使用台数	1	1.757	1.469	0.0	6.0	2520	使用しているエアコンを除く暖房機器（ファンヒーターやこたつ等）の台数
	16. その他暖房機器の併用	2	0.577	0.494	0.0	1.0	2556	ダミー（エアコンとその他補助暖房機器を併用していない:0/併用している:1）
	17. 家電機器使用台数	1	13.415	2.987	9.0	25.0	2556	使用している主な家電機器（冷蔵庫やIHクッキングヒーター等の19種類）の台数
	18. 冷蔵庫の買い替え	1	0.073	0.261	0.0	1.0	2402	ダミー（なし:0/あり:1）
ライフスタイル	19. 洗濯機の買い替え	1	0.108	0.310	0.0	1.0	2428	ダミー（なし:0/あり:1）
	20. 湯張り回数（※1）	1	1.677	1.746	1.0	5.0	2592	1:7回/週以上、2:5～6回/週程度、3:3～4回/週程度、4:1～2回/週程度、5:ほとんど湯を張らない
	21. 食洗機の乾燥機能使用	2	0.838	0.368	0.0	1.0	2446	ダミー（所有していない/使用していない:0/使用している:1）
	22. オート機能の使用	2	0.825	0.489	0.0	1.0	2592	ダミー（使用していない/使用している:1）
	23. 洗濯機の使用頻度	2	1.466	0.829	1.0	4.0	2628	1:7回/週以上、2:5～6回/週程度、3:3～4回/週程度、4:1～2回/週程度、5:ほとんど使用しない
	24. 洗濯機の乾燥機能使用	2	0.233	0.423	0.0	1.0	2628	ダミー（使用していない:0/使用している:1）
	25. LEDの使用	2	0.479	0.500	0.0	1.0	2628	ダミー（使用していない:0/使用している:1）
	26. 男性人数	1	1.731	0.901	0.0	4.0	3102	世帯内における男性人数
	27. 女性人数	1	1.628	0.817	0.0	4.0	3132	世帯内における女性人数
世帯特性	28. 世帯内男性比	1	0.476	0.170	0.0	0.8	3102	世帯内における男性人数の割合（=男性人数/世帯人数）
	29. 世帯人数	1	3.567	1.105	1.0	6.0	3204	世帯内における男性人数の割合（=男性人数/世帯人数）
	30. 成人人数	1	2.055	0.343	1.0	4.0	3102	世帯内に同居している成人の世帯を構成する人数
	31. 成人人数	1	1.585	1.036	0.0	3.0	3132	世帯内における成人の人数
	32. 世帯主年齢	1	45.542	11.219	29.0	82.0	3158	世帯主の子供の人数
	33. 長子年齢	1	11.987	6.913	0.0	44.0	2411	世帯主の子供の年齢
	34. 給与所得者人数	1	1.083	0.579	0.0	3.0	3042	世帯内における給与所得者・自営業者の人数
	35. 就学者人数	1	1.134	0.983	0.0	3.0	3132	世帯内における就学者（小学生から大学生まで）の人数
意識・行動	36. 環境問題への関心	2	2.211	0.675	1.0	3.0	2736	1:非常に関心がある、2:関心がある、3:やや関心がある、4:あまり関心はない、5:関心はない
	37. 家族間の会話	2	2.763	0.666	1.0	5.0	2736	1:よく話す、2:話す、3:時々話す、4:あまり話さない、5:全く話さない
	38. 普段の光熱費感覚	2	2.627	0.949	0.0	5.0	2700	1:多い、2:やや多い、3:普通、4:やや少ない、5:少ない
	39. 光熱費削減努力	2	2.521	0.664	1.0	4.0	2628	1:非常に努めている、2:努めている、3:やや努めている、4:あまり努めていない、5:努めていない
	40. 節電意識の向上	2	0.452	0.498	0.0	1.0	2628	ダミー（非常に高まった:0/高まった:1/非常に低かった:0/低かった:1）
	41. 節電意識の向上	2	0.347	0.476	0.0	1.0	2592	ダミー（非常に高まった:0/高まった:1/非常に低かった:0/低かった:1）
	42. 節電意識の向上	1	-0.053	0.488	-1.0	1.0	3060	1. 0、-1、1、2、高まった側、1/3、高まった側、0/4、5、下がった側、-1
	43. 節電意識の向上	1	0.076	0.266	0.0	1.0	3060	ダミー（非常に高まった:0/高まった:1/非常に低かった:0/低かった:1）
	44. 節電意識の向上	1	0.065	0.246	0.0	1.0	3342	ダミー（非常に高まった:0/高まった:1/非常に低かった:0/低かった:1）
環境に対する取り組み(※3)	45. 節電意識の向上	1	0.043	0.205	0.0	1.0	3348	ダミー（非常に高まった:0/高まった:1/非常に低かった:0/低かった:1）
	46. 行動指針の変化	1	0.027	0.040	0.0	4.0	2628	※2
	47. 環境に対する取り組み01	2	0.895	0.307	0.0	1.0	2736	01. 油を下水に流さないようにしている
	48. 環境に対する取り組み02	2	0.539	0.499	0.0	1.0	2736	02. 洗剤、シャンプー等を必要量以上に使用しないようにしている
	49. 環境に対する取り組み03	2	0.895	0.307	0.0	1.0	2736	03. 生ゴミ等を下水に流さないようにしている
	50. 環境に対する取り組み04	2	0.013	0.114	0.0	1.0	2736	04. 雨水を貯めて利用している
	51. 環境に対する取り組み05	2	0.816	0.388	0.0	1.0	2736	05. 蛇口使用時にこまめに止めるなど、水を節約している
	52. 環境に対する取り組み06	2	0.750	0.433	0.0	1.0	2736	06. 風呂の残り湯など、水を再利用している
	53. 環境に対する取り組み07	2	0.289	0.454	0.0	1.0	2736	07. シヤワと風呂を併用しないようにしている
環境に対する取り組み(※4)	54. 環境に対する取り組み08	2	0.289	0.454	0.0	1.0	2736	08. ゴミを分別して出している
	55. 環境に対する取り組み09	2	1.000	0.000	1.0	1.0	2736	09. ゴミを分別して出している
	56. 環境に対する取り組み10	2	0.118	0.323	0.0	1.0	2736	10. 生ゴミを堆肥にしている
	57. 環境に対する取り組み11	2	0.724	0.447	0.0	1.0	2736	11. リサイクルを目的としたゴミ回収に協力している
	58. 環境に対する取り組み12	2	0.184	0.388	0.0	1.0	2736	12. 再生素材の製品を利用している
	59. 環境に対する取り組み13	2	0.803	0.398	0.0	1.0	2736	13. 省エネルギー型の電化製品を購入するようにしている
	60. 環境に対する取り組み14	2	0.316	0.465	0.0	1.0	2736	14. 環境に害の少ないものを購入するようにしている
	61. 環境に対する取り組み15	2	0.711	0.454	0.0	1.0	2736	15. 買い物の際には買い物袋を持参している
	62. 環境に対する取り組み16	2	0.145	0.352	0.0	1.0	2736	16. なるべく自転車や公共交通機関を使い、自動車を使わないようにしている
節約行為の実行度(※4)	63. 節約行為の実行度01	2	1.808	0.696	1.0	4.0	2628	01. 冷蔵庫、冷凍庫の温度を調節する
	64. 節約行為の実行度02	2	1.849	0.989	1.0	4.0	2628	02. 冷蔵庫、冷凍庫の温度を調節する
	65. 節約行為の実行度03	2	1.811	0.729	1.0	4.0	2664	03. 冷蔵庫、冷凍庫の温度を調節する
	66. 節約行為の実行度04	2	2.213	0.838	1.0	4.0	2700	04. 冷蔵庫、冷凍庫の温度を調節する
	67. 節約行為の実行度05	2	2.440	1.181	1.0	4.0	2700	05. 冷蔵庫、冷凍庫の温度を調節する
	68. 節約行為の実行度06	2	2.107	0.810	1.0	4.0	2700	06. 冷蔵庫、冷凍庫の温度を調節する
	69. 節約行為の実行度07	2	2.640	0.874	1.0	4.0	2700	07. 調理、下ごしらえは電子レンジを活用する
	70. 節約行為の実行度08	2	1.921	0.757	1.0	4.0	2736	08. 調理、下ごしらえは電子レンジを活用する
	71. 節約行為の実行度09	2	2.716	1.157	1.0	4.0	2664	09. 冷蔵庫、冷凍庫の温度を調節する
	72. 節約行為の実行度10	2	2.120	0.864	1.0	4.0	2700	10. 冷蔵庫、冷凍庫の温度を調節する
	73. 節約行為の実行度11	2	2.316	0.935	1.0	4.0	2736	11. 冷蔵庫、冷凍庫の温度を調節する
	74. 節約行為の実行度12	2	1.520	0.772	1.0	4.0	2700	12. 冷蔵庫、冷凍庫の温度を調節する
	75. 節約行為の実行度13	2	1.353	0.681	1.0	4.0	2448	13. 冷蔵庫、冷凍庫の温度を調節する
	76. 節約行為の実行度14	2	2.969	1.118	1.0	4.0	2304	14. 食洗機、乾燥機、食器乾燥機
	77. 節約行為の実行度15	2	1.612	1.007	1.0	4.0	2412	15. 食洗機、乾燥機、食器乾燥機
	78. 節約行為の実行度16	2	2.311	1.052	1.0	4.0	2664	16. 炊事、食器洗いの際の湯温を低くする
	79. 節約行為の実行度17	2	2.041	0.993	1.0	4.0	2664	17. 炊事、食器洗いの際の湯温を低くする
	80. 節約行為の実行度18	2	2.080	1.017	1.0	4.0	2700	18. 風呂、洗面、トイレの時間を合わせて入浴している
	81. 節約行為の実行度19	2	2.108	1.021	1.0	4.0	2664	19. 風呂、洗面、トイレの時間を合わせて入浴している
	82. 節約行為の実行度20	2	1.240	0.746	1.0	4.0	2700	20. 風呂、洗面、トイレの時間を合わせて入浴している
	83. 節約行為の実行度21	2	1.987	0.887	1.0	4.0	2700	21. 洗面、お湯の使用時間を短くする
	84. 節約行為の実行度22	2	2.093	0.982	1.0	4.0	2700	22. 洗面、お湯の使用時間を短くする
	85. 節約行為の実行度23	2	3.189	1.036	1.0	4.0	2664	23. 洗面、お湯の使用時間を短くする
	86. 節約行為の実行度24	2	1.853	1.151	1.0	4.0	2700	24. 温水洗浄便座の使用しないときはフタを閉める
	87. 節約行為の実行度25	2	1.693	1.095	1.0	4.0	2700	25. 温水洗浄便座の使用しないときはフタを閉める
	88. 節約行為の実行度26	2	1.413	0.732	1.0	4.0	2700	26. 洗濯機、乾燥機、食器乾燥機
	89. 節約行為の実行度27	2	1.747	1.190	1.0	4.0	2700	27. 洗濯機、乾燥機、食器乾燥機
	90. 節約行為の実行度28	2	2.342	1.173	1.0	4.0	2628	28. 洗濯機、乾燥機、食器乾燥機
	91. 節約行為の実行度29	2	2.573	1.256	1.0	4.0	2700	29. テレビ、使わないときは主電源を切る
	92. 節約行為の実行度30	2	2.689	0.929	1.0	4.0	2664	30. レコーダー、使用時間を短くする
	93. 節約行為の実行度31	2	2.240	1.220	1.0	4.0	2700	31. パソコン、省エネモードにする
	94. 節約行為の実行度32	2	1.237	0.582	1.0	4.0	2736	32. 照明、使用していない部屋の照明は消す
	95. 節約行為の実行度33	2	1.560	0.883	1.0	4.0	2700	33. 照明、使用していない部屋の照明は消す

※1:「湯張り回数」は、夏期と冬期における回数を尋ねており、それぞれを夏期(6月～9月)とそれ以外の期間(月)に当てはめている

※2:3つの変数事象における居住者の節約行動の実行度について、「1」非常に実践した「2」実践した「3」やや実践した「4」あまり行なわなかった

※3:「環境に対する取り組み」の16項目は、「している」「していない」「0」としたダミー変数に置き換えている

※4:「節約行為の実行度」の33項目は、実行度を「1」している「2」ややしている「3」あまりしていない「4」していないの4段階尺度でたずねている

8. 5. 2 電力消費量との関連

本項では、マルチレベルモデルを適用する前に、まず従属変数である電力消費量と説明変数として使用するアイテムの相関関係について示すことで影響要因に関する予察を行う。

(1) 外気温度

家庭におけるエネルギー消費量は、外気温による影響を強く受けることが知られており(8-17,8-18)、本研究においても従属変数となる電力消費量の月変動を説明する大きな要因となることが予想される。よって、次節以降においてより最適なモデルを構築するため、電力消費量の分析対象期間である2008年10月から2011年9月までの3年間における各月の平均外気温と電力消費量の関係を用途別に図8-5-2のa)~d)に、用途分解適用後の1年目データについては図8-5-2のe),f)に示す。

a)全電力消費量ならびにd)冷暖房用途とその他用途の電力消費量では、気温の上昇と下降に伴い消費量が増加する傾向にあり、二次曲線の関係が強い。これは主に、e)に示す夏季の冷房や冷蔵庫による消費と冬季の暖房や照明による消費の増大によるものと思われる。ただし、夏季と冬季を比較すると、後者の消費量が大きくなっている。

他方、b)ならびにc)の給湯電力消費量は、気温の上昇に伴い消費量が減少する直線関係が強くなっており、後者においてより顕著となっている。これは、水温の上昇によって、湯の沸き上げに必要な熱量が減少するためであると考えられる。なお、図中には二次曲線によって近似した式を示しているが、直線回帰による説明力 (b): $R^2=0.2881$, c): $R^2=0.4643$)と差異はみられなかった。

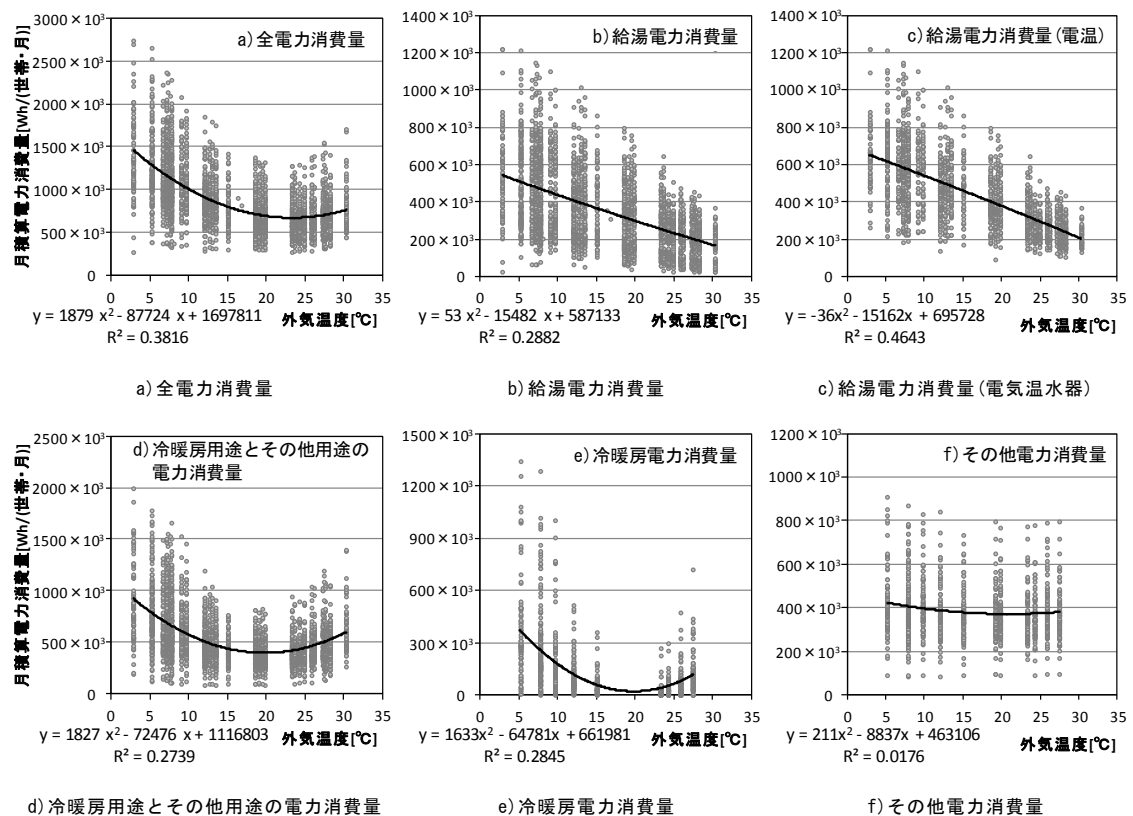


図8-5-2 電力消費量と外気温度の関連

また、f)その他電力消費量は、外気温が 20℃超において消費量が最少となる二次関係が若干みられるが、一年を通して 400kWh/(世帯・月)前後となっており、決定係数も 0.02 と非常に低いことから、単相関関係のみをみれば外気温の影響を受けているとは言い難い。

(2) アンケート調査項目

説明変数として使用する 95 アイテムのうち、統制変数である「各月の日数」「月平均外気温度」を除く 93 のアンケート調査項目と月積算電力消費量の関係において、相関係数の絶対値が高い上位 5 アイテムについて用途別に表 8-5-2 に示す。なお、本項以降は、8.3 節で述べた従属変数の用途ごとに示す。つまり、冷暖房用途とその他用途の電力消費量を、暖房期間（11～4 月）の「暖房その他電力消費量」と冷房期間（6～9 月）の「冷房その他電力消費量」に分けて検討する。また、暖房用途、冷房用途、その他用途については、第 6 章・第 7 章でも同様の検討を行っているが、ここでは、本章で作成したデータセットにおいて算出した値を示す。

3 年間データの a)～e)のうち、給湯電力消費量を除くいずれの用途も「普段の光熱費感覚」が最大となり、自宅の普段の光熱費が多いと感じている世帯の電力消費が実際に多くなっている。また、共通して「延べ床面積」が挙がり、建物規模が大となる世帯の消費が増加するといえる。一方、給湯用途では、「給湯機種別」が絶対値で約 0.6 と非常に大きいことから、大きな影響要因として考えられ、CO₂HP 給湯機において消費が抑えられることがわかる。また、b)と c)に共通して「湯張り回数」が挙がっており、いずれも負の相関関係にあるが、これは表 8-5-1(1)で示したように、毎日湯を張っている月に「1」を、ほとんど湯を張らない月に「5」を割り当てているためであり、このことから、湯張り回数が少ない月の消費量が低いといえる。

1 年目データの f)と g)では、いずれも「全館空調システム」が最大となっており、その他用途が混在している d),e)とは異なる傾向を示している。一方、h)では、「エアコン使用台数」において相関係数が最大となり、「温水床暖房システム」も 5 番目となることから、冷暖房用途に関連するアイテムにおいて相関係数が高くなっている。また、3 年間データと同様に、いずれの用途でも「普段の光熱費感覚」が挙がっている。

h)を除く全ての用途において、5 番目に挙げたアイテムでも、相関係数が 0.3 未満と低くなることから、電力消費量の多寡は、ある一要因によって説明されるわけではなく、複数の要因が複雑に関連しあっているものと予想される。

表 8-5-2 電力消費量と各アイテムの相関係数

順位	a) 全電力消費量		b) 給湯電力消費量		c) 給湯電力消費量(電温※)		d) 暖房その他電力消費量	
	アイテム	相関係数	アイテム	相関係数	アイテム	相関係数	アイテム	相関係数
1	普段の光熱費感覚	-0.355	給湯機種別	-0.586	湯張り回数	-0.404	普段の光熱費感覚	-0.429
2	世帯人数	0.253	湯張り回数	-0.260	世帯人数	0.263	延べ床面積	0.355
3	節約行為の実行度26	0.237	オープン機能の使用	0.209	エアコン使用台数	0.256	世帯人数	0.346
4	温水床暖房システム	0.233	節約行為の実行度09	0.197	食洗機の乾燥機能使用	0.229	蓄熱設備	0.335
5	延べ床面積	0.229	竣工年	-0.191	節約行為の実行度33	-0.222	男性人数	0.282

※：電温とは、電気温水器設置世帯のことを指す

順位	e) 冷房その他電力消費量		f) 暖房電力消費量		g) 冷房電力消費量		h) その他電力消費量	
	アイテム	相関係数	アイテム	相関係数	アイテム	相関係数	アイテム	相関係数
1	普段の光熱費感覚	-0.441	全館空調システム	0.368	全館空調システム	0.520	エアコン使用台数	0.519
2	延べ床面積	0.398	蓄熱設備	0.363	普段の光熱費感覚	-0.248	普段の光熱費感覚	-0.486
3	温水床暖房システム	0.350	暖房機器使用台数	-0.315	節約行為の実行度02	0.244	延べ床面積	0.466
4	家電機器使用台数	0.315	普段の光熱費感覚	-0.263	節約行為の実行度27	0.202	家電機器使用台数	0.416
5	部屋数	0.296	環境に対する取組み15	-0.242	オープン機能の使用	0.195	温水床暖房システム	0.411

8. 6 ヌルモデル

マルチレベルモデルによる要因分析に入る前に、ランダム切片モデル^{注8-10)}の一つであるヌルモデルによる分析結果を示すことで、本章におけるデータセットへのマルチレベルモデル適用可否の判断について示す。

ヌルモデルとは、従属変数のみを含み、切片以外には何の説明変数も含まないモデルのことで、本論文の場合、切片は各世帯の平均的な電力消費量を表している。また、ヌルモデルを検討することによって、全ての誤差を Level-1 と Level-2 の誤差に分解し、それぞれの分散から級内相関 (ICC) ^{注8-11)}を算出することができる。この値が大きいほど、グループ内 (本論文では世帯内) の共通性が大きく、グループ間 (本論文では世帯間) の変動が大きいといえ、本論文の場合では、世帯レベルのアイテムが電力消費量に与える影響が大きいと解釈できる。

ヌルモデルの結果を用途別に表 8-6-1 に示す^{注8-12)}。

級内相関が 0.5 未満となる a),c),g)は、各月の変動が世帯変動よりも大きく、それ以外の各用途は、0.5 を超えることから世帯変動が月変動よりも大きいといえる。また、デザインエフェクト^{注8-13)}をみると、いずれの用途も 2 を超えている。これより、本章のデータセットが階層データであることから、統計的手法により影響要因を検討する場合、マルチレベルモデルを適用すべきであると判断できる。

表 8-6-1 ヌルモデル

a) 全電力消費量			
固定効果	切片	896361.60	25596.18
変量	残差の分散	7.825E+10	2.124E+09
効果	切片の分散	5.926E+10	9.048E+09
-2LL	逸脱度 (-2×対数尤度)	78674.80	パラメータ
AIC	赤池情報基準	78678.80	度数
BIC	ベイズ情報基準	78690.68	デザイン
ICC	級内相関	0.431	エフェクト

b) 給湯電力消費量			
固定効果	切片	356463.01	16267.78
変量	残差の分散	1.750E+10	4.751E+08
効果	切片の分散	2.447E+10	3.660E+09
-2LL	逸脱度 (-2×対数尤度)	74526.46	パラメータ
AIC	赤池情報基準	74530.46	度数
BIC	ベイズ情報基準	74542.34	デザイン
ICC	級内相関	0.583	エフェクト

c) 給湯電力消費量(電温※)			
固定効果	切片	438100.94	15711.57
変量	残差の分散	2.296E+10	7.610E+08
効果	切片の分散	1.491E+10	2.822E+09
-2LL	逸脱度 (-2×対数尤度)	50487.16	パラメータ
AIC	赤池情報基準	50491.16	度数
BIC	ベイズ情報基準	50502.24	デザイン
ICC	級内相関	0.394	エフェクト

d) 暖房その他電力消費量			
固定効果	切片	633278.60	24944.76
変量	残差の分散	2.752E+10	1.044E+09
効果	切片の分散	5.780E+10	8.650E+09
-2LL	逸脱度 (-2×対数尤度)	40222.24	パラメータ
AIC	赤池情報基準	40226.24	度数
BIC	ベイズ情報基準	40236.85	デザイン
ICC	級内相関	0.677	エフェクト

e) 冷房その他電力消費量			
固定効果	切片	466146.65	16825.14
変量	残差の分散	8.893E+09	4.458E+08
効果	切片の分散	2.550E+10	3.907E+09
-2LL	逸脱度 (-2×対数尤度)	23200.30	パラメータ
AIC	赤池情報基準	23204.30	度数
BIC	ベイズ情報基準	23213.88	デザイン
ICC	級内相関	0.741	エフェクト

f) 暖房電力消費量			
固定効果	切片	207430.99	18417.64
変量	残差の分散	2.130E+10	1.433E+09
効果	切片の分散	2.846E+10	4.685E+09
-2LL	逸脱度 (-2×対数尤度)	14448.48	パラメータ
AIC	赤池情報基準	14452.48	度数
BIC	ベイズ情報基準	14461.05	デザイン
ICC	級内相関	0.572	エフェクト

g) 冷房電力消費量			
固定効果	切片	67085.49	7494.66
変量	残差の分散	4.090E+09	3.710E+08
効果	切片の分散	4.006E+09	7.732E+08
-2LL	逸脱度 (-2×対数尤度)	8482.51	パラメータ
AIC	赤池情報基準	8486.51	度数
BIC	ベイズ情報基準	8494.13	デザイン
ICC	級内相関	0.495	エフェクト

h) その他電力消費量			
固定効果	切片	387109.63	12296.17
変量	残差の分散	1.811E+09	8.333E+07
効果	切片の分散	1.434E+10	2.106E+09
-2LL	逸脱度 (-2×対数尤度)	25550.40	パラメータ
AIC	赤池情報基準	25554.40	度数
BIC	ベイズ情報基準	25564.30	デザイン
ICC	級内相関	0.888	エフェクト

※：電温とは、電気温水器設置世帯のことを指す

***:1%水準, **:5%水準, *:10%水準

8. 7 検討モデルの構築

本節では、次節で示す分析結果におけるモデルを構築する際に問題となる多重共線性について検討するため、アイテム間の相関係数について整理したうえで、モデルの構築方法と最終モデルの決定方法について述べる。

8. 7. 1 アイテム間の相関係数

説明変数として使用するアイテムのうち、アンケート調査項目間の相関係数で、絶対値が 0.6 以上の組み合わせを表 8-7-1 に示す^{注 8-14)}。

挙げられたアイテムの半数が、【世帯特性】の「人数」に関するものとなっている。いずれも世帯規模の指標となるため、基本的に相互の相関が高くなるといえる。その他の組み合わせをみると、建物規模を表す「延べ床面積」と「部屋数」、世帯のライフステージを表す「世帯主年齢」と「長子年齢」のほか、居住者の意識と行動や環境に対する取り組みと節約行為に関するアイテム間において高くなっている。これらについては、次項における分析のモデリングの際、多重共線性を回避するため、同時にモデルに投入しないよう配慮する必要がある。

表 8-7-1 アイテム間の相関係数

アイテム1	アイテム2	相関係数
延べ床面積	部屋数	0.646
男性人数	世帯内男性比	0.799
男性人数	世帯人数	0.705
男性人数	子供人数	0.666
女性人数	世帯内男性比	-0.638
世帯人数	子供人数	0.960
世帯人数	学生人数	0.780
子供人数	学生人数	0.803
世帯主年齢	長子年齢	0.877
設置直後節電意識の向上	設置直後節電行動の実践	0.639
震災直後節電意識の向上	震災直後節電行動の実践	0.771
環境に対する取り組み06	節約行為の実行度27	-0.854
節約行為の実行度13	節約行為の実行度26	0.815

8. 7. 2 モデルの構築方法

前節で示した 8 用途のヌルモデルのそれぞれに、説明変数を順次投入することによって、用途ごとに最終モデルを構築する。その手順を以下に示す。

<構築手順>

- ①ヌルモデルに統制変数である「月の日数[x_{01ij}]」「月平均外気温（一次項）[x_{02ij}]」を投入する。（ランダム切片モデル^{注 8-10)}）

$$\text{【Level-1】 } y_{ij} = \beta_{00i} + \beta_{01j} \cdot x_{01ij} + \beta_{02j} \cdot x_{02ij} + r_{ij} \quad [r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

$$\text{【Level-2】 } \beta_{00i} = \gamma_{000} + u_{0i} \quad [u_{0i} \sim N(0, \tau_0^2)]$$

- ②「月平均外気温（一次項）[x_{02ij}]」に変量効果を導入する。

（以降は、ランダム係数モデル^{注 8-15)}）

$$\text{【Level-1】 } y_{ij} = \beta_{00i} + \beta_{01j} \cdot x_{01ij} + \beta_{02i} \cdot x_{02ij} + r_{ij} \quad [r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

$$\text{【Level-2】 } \beta_{00i} = \gamma_{000} + u_{0i} \quad [u_{0i} \sim N(0, \tau_0^2)]$$

$$\beta_{02i} = \gamma_{100} + u_{1i} \quad [u_{1i} \sim N(0, \tau_1^2)]$$

- ③「月平均外気温（二次項）[x_{02ij}^2]」をモデルに投入する。

$$\text{【Level-1】 } y_{ij} = \beta_{00i} + \beta_{01j} \cdot x_{01ij} + \beta_{02i} \cdot x_{02ij} + \beta_{02j} \cdot x_{02ij}^2 + r_{ij} \quad [r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

$$\text{【Level-2】 } \beta_{00i} = \gamma_{000} + u_{0i} \quad [u_{0i} \sim N(0, \tau_0^2)]$$

$$\beta_{02i} = \gamma_{100} + u_{1i} \quad [u_{1i} \sim N(0, \tau_1^2)]$$

④「月平均外気温（二次項） $[x_{02ij}^2]$ 」に变量効果を導入する。

$$\text{【Level-1】 } y_{ij} = \beta_{00i} + \beta_{01j} \cdot x_{01ij} + \beta_{02i} \cdot x_{02ij} + \beta_{02i} \cdot x_{02ij}^2 + r_{ij} \quad [r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

$$\text{【Level-2】 } \beta_{00i} = \gamma_{000} + u_{0j} \quad [u_{0j} \sim N(0, \tau_0^2)]$$

$$\beta_{02i} = \gamma_{100} + u_{1j} \quad [u_{1j} \sim N(0, \tau_1^2)]$$

$$\beta_{02i} = \gamma_{200} + u_{2j} \quad [u_{2j} \sim N(0, \tau_2^2)]$$

⑤統制変数以外のアイテムを各レベルに応じて、有意確率 10%水準を基準として、一つずつ投入・除外を試行的に繰り返し^{注8-16)}、最終モデルを決定する。

◆④に世帯レベル(Level-2)のアイテムを投入した場合

$$\text{【Level-1】 } y_{ij} = \beta_{00i} + \beta_{01j} \cdot x_{01ij} + \beta_{02i} \cdot x_{02ij} + \beta_{02i} \cdot x_{02ij}^2 + r_{ij} \quad [r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

$$\text{【Level-2】 } \beta_{00i} = \gamma_{000} + \gamma_{0\bullet\bullet} \cdot x_{\bullet\bullet i} + u_{0j} \quad [u_{0j} \sim N(0, \tau_0^2)]$$

$$\beta_{02i} = \gamma_{100} + u_{1j} \quad [u_{1j} \sim N(0, \tau_1^2)]$$

$$\beta_{02i} = \gamma_{200} + u_{2j} \quad [u_{2j} \sim N(0, \tau_2^2)]$$

◆④に月レベル(Level-1)のアイテムを投入した場合

$$\text{【Level-1】 } y_{ij} = \beta_{00i} + \beta_{01j} \cdot x_{01ij} + \beta_{02i} \cdot x_{02ij} + \beta_{02i} \cdot x_{02ij}^2 + \beta_{\bullet\bullet j} \cdot x_{\bullet\bullet ij} + r_{ij} \quad [r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

$$\text{【Level-2】 } \beta_{00i} = \gamma_{000} + \gamma_{0\bullet\bullet} \cdot x_{\bullet\bullet i} + u_{0j} \quad [u_{0j} \sim N(0, \tau_0^2)]$$

$$\beta_{02i} = \gamma_{100} + u_{1j} \quad [u_{1j} \sim N(0, \tau_1^2)]$$

$$\beta_{02i} = \gamma_{200} + u_{2j} \quad [u_{2j} \sim N(0, \tau_2^2)]$$

==凡例=====

添字の i : 月 (1~12 月) , 添字の j : 世帯

【Level-1】 β_{00j} : 切片

切片以外の $\beta_{\bullet\bullet j}$: j 世帯における i 月の変数 $x_{\bullet\bullet ij}$ に係る偏回帰係数

r_{ij} : 誤差項

【Level-2】 γ_{000} , γ_{100} , γ_{200} : 各式の切片

切片以外の $\gamma_{0\bullet\bullet}$: j 世帯における変数 $x_{\bullet\bullet j}$ に係る偏回帰係数

u_{0j} , u_{1j} , u_{2j} : 各式の誤差項

=====

有意ではなかった固定効果については、一旦モデルから除外するが、最終モデルを確定する際は、再度投入して確認する。また、「暖房その他電力消費量」「冷房その他電力消費量」「暖房電力消費量」「冷房電力消費量」については、それぞれ暖房期間もしくは冷房期間のみを対象としていることから、月平均外気温の一次項と二次項の間に単調増加あるいは単調減少の関係が成り立つことで、多重共線性が生じるため^{注8-17)}、ここではより適合性が良いと判断された二次項のみを投入し、モデルを構築する。なお、上述した手順では、「月平均外気温」の偏回帰係数のみに变量効果を導入しているが、係数ごとに導入するか否かを決めることもできる。しかしながら、变量効果の導入対象変数が増えるに従い、解析結果が複雑となり、その考察も非常に煩雑になることから、本論文では世帯によって電力消費量への影響度が異なると予想される「月平均外気温」のみを対象としている。

8. 7. 3 最終モデルの決定方法

最終モデルは通常、適合度が最も高いと判断されたモデル（最適モデル）を選択する。モデルの適合度は AIC などの情報量基準^{注 8-18)}をもとに判断するが、情報量基準はモデルで検討されるサンプル数に大きく影響を受ける。分析に使用するデータセットは、説明変数として整理したアイテムの欠損箇所がアイテムによって異なっているため、モデルに投入するアイテムによってモデルのサンプル数が変化する。これより、情報量基準の単純比較のみでは最も適合度の高いモデルを選定することが困難となる。また、マルチレベルモデルにおける固定効果と変量効果のそれぞれを推定する方法として、一般的に用いられている REML^{注 8-19)}を適用する場合、前項におけるモデルの構築手順⑤で示した「アイテムの投入・除外」により、固定効果のみが変わるモデル（つまり、変量効果は変わらないモデル）の適合度を比較することができない。これは、REML が最尤法の原理を最小 2 乗残差に当てはめるため、計算過程の最初に固定効果が除外される（つまり、固定効果が推定された後の残差に基づいて、変量効果（分散成分）が計算される）ことによる。以上より、最終モデルは情報量基準に加え、固定効果を考慮できる推定法である ML^{注 8-19)}を併用することで、新たに投入した変数が残差の分散（説明されない誤差分散）を説明することによる変化（減少）量などをもとに判断し、モデルを構築する。ML と REML のいずれの推定法がどの状況において選択されるべきなのかについては、未だ議論が続く不明確な問題であり、解説書にも明示されていない^{8-21), 8-22)}。ただ、REML が上位レベルにおける集団数が少ないデータセットにおいて、時には ML よりも優れていること⁸⁻²¹⁾、また、上述したマルチレベルモデルを適用している既往研究の多くで REML が採択されていること、最近の統計ソフトでは REML がデフォルトとなっていること⁸⁻²²⁾などを勘案し、次節で報告する分析結果は REML によるものとする。

8. 8 最終モデルにおける分析結果

前節で構築した最終モデルの分析結果を用途ごとに示し、影響要因の抽出と考察を行う^{注8-20)}。
なお、各分析結果のモデル式については付録Ⅳに示す。

8. 8. 1 全電力消費量

全電力消費量は、各用途の合計であるため、その影響要因も複雑であると考えられる。前述のとおり、試行錯誤によって最適モデルを構築することから、適正な影響要因の選定と同時に、構築過程については多角的な検討が要求されるものと思われる。そこで、はじめに、世帯のライフステージの指標であり、第4章の数量化理論第Ⅰ類による検討でも影響要因として選定した「世帯主年齢」と、表8-7-1において相関係数が高かった「長子年齢」のそれぞれを別のモデルとして、8.7.2項の構築手順⑤において先行投入し、モデルを構築した。それぞれの最終モデルであるT1-1とT1-2の結果を表8-8-1に示す^{注8-21)}。

両モデルともに17変数が抽出され、そのうち11の変数が共通している。一方、「世帯主年齢」と「長子年齢」を除くと、T1-1では「温水床暖房システム」「湯張り回数」「食洗機の乾燥機能使用」「世帯人数」「環境に対する取組み01」、T1-2では「エアコン使用台数」「男性人数」「成人人数」「環境に対する取組み10」「環境に対する取組み13」の5変数が、それぞれのモデルでのみ選定されている。このうち、両者で世帯規模を表す『人数』に関する変数が抽出されており、これらを含めて考えると、両モデルで選択された説明変数に大きな違いがみられず、上記の手順に沿ったモデルの構築は試行的に行うことで、同様のモデルに収斂していくものと捉えることができることから、両モデルの構築方法に問題はなかったものと考え、本項ではこれらの結果を合わせて考察する。

まず、変量効果に着目すると、両モデルともに切片の分散ならびに月平均外気温の一次項と二次項の分散のいずれも1%水準で有意となっている。解析にはセンタリング処理したデータを用いているため、X軸の外気温は年間の中で温暖な中間期において0となることから、前者の結果は、切片である中間期における平均電力消費量が、各世帯によって異なっていることを示している。同様に、後者の結果からは、電力消費量への外気温の影響度が世帯によって異なっているといえる。また、切片と月平均外気温（一次項）の共分散が1%水準の有意で、かつ符号が負となっていることから、両者の関係が負であること、すなわち電力消費量の平均値が高い世帯の場合、「月平均外気温」と「電力消費量」の関係が弱く、逆に平均値が低い世帯は、両者の関係が強いことを意味している。また、月平均外気温における一次項と二次項の共分散も1%水準有意かつ負の関係にある。これは、「月平均外気温（一次項）」と「電力消費量」の関係が強い世帯ほど、「月平均外気温（二次項）」と「電力消費量」の関係が弱いことを意味していると同時に、「月平均外気温（一次項）」と「電力消費量」の関係が弱い世帯では、「月平均外気温（二次項）」と「電力消費量」の関係が強いことを示している。つまり、「月平均外気温」と「電力消費量」の関係が、一次の回帰直線と二次の回帰曲線のそれぞれに近い世帯が混在しているといえる。このような解析結果は、従来の分析手法では析出できないことから、マルチレベルモデルの有用性のひとつであるといえる。

続いて固定効果のうち、統制変数として投入した「各月の日数」と「月平均外気温」の一次項と二次項をみると、いずれのモデルにおいても、1%水準で有意となっていることから、日数が多い月の消費量が多く、また外気温が高くなる夏期ならびに低くなる冬期に消費が多く、中

間期に少なくなる図 8-5-2 a)のような凹型の関係であるといえる。

次に【建物特性】の「延べ床面積」をみると、T1-1では10%水準ではあるものの、T1-2では1%水準で有意となることから、面積が広い住宅ほど消費が多くなるといえる。

【設備特性】では、月変動のない「給湯機種別」が両モデルにおいて、「温水床暖房システム」はT1-1において抽出され、前者は推定値の符号が負となっていることから、ダミー変数で1を割り当てた『CO₂HP 給湯機』を設置している世帯の消費量が平均で250~270kWh/(世帯・月)程度少なくなり、後者から温水床暖房システム導入世帯の消費が350kWh/(世帯・月)程度多くなるといえる。なお、第4章での数量化理論第I類による分析結果では、電気温水器設置世帯とCO₂HP 給湯機設置世帯の消費量差が月によって変動するものの、平均で200kWh/(世帯・月)程度となっており、上記より若干小さい値にとどまる。一方、「エアコン使用台数」「暖房機器使用台数」「家電機器使用台数」「冷蔵庫の買い替え」は、いずれもLevel-2では5%水準有意となっておらず、各世帯で使用している機器台数の多少や冷蔵庫の買替えの有無が世帯間の消費量の多寡について説明できる可能性は低いことがわかる。しかしながら、これらアイテムはLevel-1では、「エアコン使用台数」がT1-2で10%水準有意であることを除いて1%水準で有意となることから、世帯内では使用機器台数が増加した月は消費量も増加し、冷蔵庫を買い替えた月以降は、それまでと比較して消費量が減少するといえる。特に、冷蔵庫の消費量は、関東以南の温暖な地域においては全体の1割程度を占めるとされており⁸⁻¹⁸⁾、岡島ら⁸⁻²⁵⁾も消費量削減の可能性を示していることから、買い替えによる効果は大きいものと思われる。しかしながら、ここでの分析結果によるなら、買い替えによる削減量は平均で60kWh/(世帯・月)超と非常に大きな値となることから、機器単独による効果に加え、冷蔵庫の買い替えに伴う他の機器の買い替えや導入、ライフスタイルの変化などの相乗効果も含まれるものと予想される。

【ライフスタイル】では「湯張り回数」「食洗機の乾燥機能使用」が、T1-1のみで抽出されたが、月変動がある前者については、Level-1では有意とならないものの、Level-2では5%水準で有意となり、年間を通して湯張り回数が少ない世帯において消費量が抑えられるものの、世帯内での季節による湯張り回数の変化は大きな影響を及ぼさないものと考えられる。また、後者は1%水準で有意となり、乾燥機能を使用している世帯の消費は平均で180kWh/(世帯・月)程度増と非常に大きくなることわかる。

【世帯特性】に着目すると、世帯の規模を表すアイテムとしてT1-1では「世帯人数」が、T1-2では「男性人数」「成人人数」が抽出されている。Level-2では、後者の「成人人数」が1%水準で有意となっていることから、世帯の構成人数、特に成人人数が多い世帯で消費も多くなることがわかる。また、Level-1では各変数ともに有意となることから、世帯内の人数の増加が、その世帯全体の消費量の増加に寄与するといえる。T1-1の「世帯主年齢^{注8-22)}」は、Level-2の一次項とLevel-1が5%水準で有意となることから、年齢の高い世帯の消費量が多く、また、世帯主が年齢を重ねていくにつれ、その世帯の消費量が増加する傾向にあるといえる。一方、「長子年齢」はLevel-2では有意とはならず、「長子年齢」の高い世帯ほど消費量が多いとはいえないものの、Level-1では5%水準で有意となることから、「世帯主年齢」と同様、長子の成長に伴い、その世帯の消費量は増加するといえる。

続いて、【意識・行動】のうち「普段の光熱費感覚」では、両モデルとも1%水準有意であり、光熱費が多いと感じている世帯で実際に多いことがわかる。3つの変革事象における節電行動の実践度を示す「行動得点の変化」では、両モデルともにLevel-1において1%水準で有意と

なっていることから、各変革事象によって節電行動が実践された月（期間）では消費が抑えられているといえる。

【環境に対する取り組み】では、両モデルに共通して「15」「16」が、加えて T1-1 で「01」が、T1-2 で「10」「13」が抽出されている。このうち「16」以外は消費量削減に寄与するアイテムであり、油を下水に流さないようにすること、生ゴミの堆肥利用、省エネ型電化製品の購入、買い物袋の持参といった取り組みを実践している世帯の消費量が少なくなっている。

第4章では、数量化理論第I類を適用するにあたり、「延べ床面積」「構造」「給湯機種別」「蓄熱設備」「エアコン使用台数」「世帯人数」「世帯主年齢」の7アイテムによりモデルを構築したが、このうち、影響度が年間を通して低かった「構造」ならびに冬期を除く期間で低かった「蓄熱設備」を除く5アイテムが、本項でも影響要因として抽出されている。ただし、世帯内の変化を考慮した「エアコン使用台数（モデル：T1-2）」と「世帯人数（モデル：T1-1）」については、いずれも Level-1 でのみ有意となったことから、世帯間の差異よりも、むしろ世帯内での変化による影響度が強いといえる。また、「世帯主年齢」の『40歳代』における消費量が最大となった第4章の結果に比べて、本項では二次項が有意とならなかったことから、加齢に伴う単調増加傾向が強いと考えられるが、これは本研究が比較的若い世帯を対象としていることも一因として考えられる。

表 8-8-1 全電力消費量の分析結果

モデル：T1-1					
		推定値 [Wh]	標準誤差	有意水準	
固定効果	Level-2 (世帯レベル)	切片	779209.24	21408.14	***
		4. 延べ床面積	1076.04	566.57	*
		10. 給湯機種別	-252452.79	32481.95	***
		11. 温水床暖房システム	345691.36	105904.97	***
		15. 暖房機器使用台数	-19521.55	10960.48	*
		17. 家電機器使用台数	-460.53	6618.91	
		18. 冷蔵庫の買い替え	-87392.18	65905.63	
		20. 湯張り回数	-41525.20	16315.42	**
		21. 食洗機の乾燥機能使用	179348.55	39020.52	***
		29. 世帯人数	12293.04	21885.94	
		32. 世帯主年齢（一次項）	4502.95	2052.72	**
		32. 世帯主年齢（二次項）	-152.26	94.70	
		38. 普段の光熱費感覚	-74763.83	19477.80	***
		46. 行動得点の変化	5937.60	25078.23	
		47. 環境に対する取組み01	-82441.41	47890.07	*
		61. 環境に対する取組み15	-91495.34	33791.32	**
		62. 環境に対する取組み16	161654.55	50961.27	***
		Level-1 (月レベル)	1. 各月の日数	22979.02	2417.48
	2. 月平均外気温（一次項）		-26851.23	1869.97	***
	2. 月平均外気温（二次項）		1791.85	166.72	***
	15. 暖房機器使用台数		76481.78	18233.31	***
	17. 家電機器使用台数		41687.17	8988.32	***
	18. 冷蔵庫の買い替え		-63173.41	11854.15	***
	20. 湯張り回数		1750.68	4748.57	
29. 世帯人数	128739.53		11923.77	***	
32. 世帯主年齢（一次項）	6638.86		2716.34	**	
46. 行動得点の変化	-15796.61		3690.92	***	
変量効果	残差の分散	5.829E+09	2.355E+08	***	
	切片の分散	1.447E+10	4.145E+09	***	
	切片と月平均外気温（一次項）の共分散	-9.676E+08	3.114E+08	***	
	月平均外気温（一次項）の分散	1.542E+08	3.316E+07	***	
	切片と月平均外気温（二次項）の共分散	1.053E+07	2.435E+07		
	月平均外気温における一次項と二次項の共分散	-7.943E+06	2.396E+06	***	
	月平均外気温（二次項）の分散	1.162E+06	2.622E+05	***	
-2LL	逸脱度 (-2×対数尤度)	34557.73	パラメータ	34	
AIC	赤池情報基準	34571.73			
BIC	ベイズ情報基準	34608.14	度数計	1369	

モデル：T1-2						
		推定値 [Wh]	標準誤差	有意水準		
固定効果	Level-2 (世帯レベル)	切片	758979.81	20084.34	***	
		4. 延べ床面積	3823.17	589.53	***	
		10. 給湯機種別	-270282.56	26618.30	***	
		14. エアコン使用台数	-4385.24	7202.81		
		15. 暖房機器使用台数	-17852.85	10851.22		
		17. 家電機器使用台数	3668.70	4503.06		
		18. 冷蔵庫の買い替え	-39131.24	49811.58		
		26. 男性人数	17528.04	15734.74		
		30. 成人人数	83733.97	24859.06	***	
		33. 長子年齢	-561.31	1467.90		
		38. 普段の光熱費感覚	-105295.23	13836.94	***	
		46. 行動得点の変化	73566.58	20246.75	***	
		56. 環境に対する取組み10	-368918.26	43693.72	***	
		59. 環境に対する取組み13	-60601.59	30608.00	*	
		61. 環境に対する取組み15	-82314.89	24718.04	***	
		62. 環境に対する取組み16	370364.01	35638.42	***	
		Level-1 (月レベル)	1. 各月の日数	21367.00	2654.98	***
			2. 月平均外気温（一次項）	-28721.96	2122.83	***
	2. 月平均外気温（二次項）		1784.60	182.96	***	
	14. エアコン使用台数		32244.11	18678.76	*	
	15. 暖房機器使用台数		127829.35	22931.64	***	
	17. 家電機器使用台数		30500.91	10408.68	***	
	18. 冷蔵庫の買い替え		-64469.10	12115.15	***	
	26. 男性人数		91017.75	27122.70	***	
30. 成人人数	67224.39		36750.82	*		
33. 長子年齢	7793.22		3088.77	**		
46. 行動得点の変化	-11739.47	4497.75	***			
変量効果	残差の分散	5.410E+09	2.502E+08	***		
	切片の分散	1.373E+10	4.458E+09	***		
	切片と月平均外気温（一次項）の共分散	-1.064E+09	3.438E+08	***		
	月平均外気温（一次項）の分散	1.624E+08	3.896E+07	***		
	切片と月平均外気温（二次項）の共分散	-6.195E+06	2.603E+07			
	月平均外気温における一次項と二次項の共分散	-7.888E+06	2.705E+06	***		
	月平均外気温（二次項）の分散	1.141E+06	2.893E+05	***		
-2LL	逸脱度 (-2×対数尤度)	26405.13	パラメータ	34		
AIC	赤池情報基準	26419.13				
BIC	ベイズ情報基準	26453.68	度数計	1055		

***:1%水準, **:5%水準, *:10%水準

■：建物特性 ■：設備特性 ■：ライフスタイル ■：世帯特性 ■：意識・行動 ■：環境に対する取り組み

8. 8. 2 給湯電力消費量

(1) 全世帯を対象とした給湯用途

給湯用途における分析結果（モデル：T2）を表 8-8-2(1) に示す。

変量効果をみると、切片の分散ならびに月平均外気温の一次項と二次項の分散がいずれも 5%水準で有意となっていることから、全電力消費量と同様に、中間期の電力消費量と外気温による影響が世帯によって異なるといえる。また、切片と月平均外気温の一次項ならびに二次項の共分散が 1%水準の有意で、かつ符号が負となっていることから、両者の関係が負であることがわかる。これより、電力消費量の平均値が高い世帯は、「電力消費量」と「月平均外気温」との関連が一次項・二次項ともに弱く、逆に平均値が低い世帯は、両者の関連が強いといえる。この傾向は全電力消費量でもみられたが、特に給湯消費量においては、CO₂HP 給湯機が電気温水器よりも消費量が少なく、また冬季において機器効率が低下するため、外気温との関連において特に二次関係が強くなることを示しているものと思われる。

図 8-5-2 b) から、外気温と消費量の関係は直線的であることが予想されたが、固定効果における外気温の二次項が 5%水準で有意となっている。これは、上述のとおり CO₂HP 給湯機設置世帯に対しては、特に二次曲線で推定したほうがモデルの適合度が良くなることによるものと推察される。

【設備特性】では全電力消費量の結果でも抽出された「給湯機種別」に加え「温水床暖房システム」が挙がり、CO₂HP 給湯機を設置している世帯の消費量が小、床暖房に給湯を利用している世帯で大となる。CO₂HP 給湯機導入による削減効果は約 250kWh/(世帯・月)となり、全電力消費量の結果とほぼ対応している。

第5章での数量化理論第Ⅰ類による分析結果では、機器種別による電力消費量の差異が月によって変動するものの、平均で 230kWh/(世帯・月)強となっており、上述した結果とほぼ整合している。前項での全電力消費量では、数量化理論第Ⅰ類による分析結果に基づいた電気温水器に対する CO₂HP 給湯機の消費量削減効果が、マルチレベルモデルによる値より低くなることを示したが、給湯電力消費量による検討では、それぞれの分析手法における結果に整合性があること、また、本節での全電力と給湯用途の削減効果がほぼ同じであることを勘案すると、第4章での数量化理論第Ⅰ類に基づく分析結果における削減効果は過小評価であると考えられる。これは、分析手法の違いに加え、数量化理論第Ⅰ類での検討では対象が限られたアイテムにとどまる一方で、マルチレベルモデルは、統計的に有意な変数のみがモデルに選択

表 8-8-2(1) 給湯電力消費量の分析結果

モデル：T2		推定値[Wh]	標準誤差	有意水準
変量効果	切片	346725.78	11194.04	***
	10. 給湯機種別	-249544.53	19446.20	***
	11. 温水床暖房システム	121240.42	44535.37	**
	20. 湯張り回数	-16050.52	7960.73	*
	29. 世帯人数	-2485.94	6338.67	
	32. 世帯主年齢	1696.45	653.13	**
	34. 給与所得者人数	26181.00	10463.05	**
	41. 設置直後節電行動実践	23467.20	13667.63	*
	44. 震災直後節電意識向上	-228200.44	76315.33	***
	67. 節約行為の実行度05	9409.04	4559.91	**
	69. 節約行為の実行度07	15594.17	7045.79	**
	77. 節約行為の実行度15	-24829.94	5852.78	***
	1. 各月の日数	8648.69	1232.60	***
	2. 月平均外気温(一次項)	-14077.43	611.50	***
変量効果	2. 月平均外気温(二次項)	69.13	29.14	**
	※ 交互作用項	6452.63	1236.33	***
	20. 湯張り回数	-9153.37	1929.50	***
	29. 世帯人数	38118.31	6883.05	***
	32. 世帯主年齢	6049.78	1429.38	***
	44. 震災直後節電意識向上	6766.79	4780.90	***
	残差の分散	1.581E+09	6.268E+07	***
	切片の分散	5.686E+09	1.255E+09	***
	切片と月平均外気温(一次項)の共分散	-2.351E+08	5.896E+07	***
	月平均外気温(一次項)の分散	1.642E+07	3.605E+06	***
	切片と月平均外気温(二次項)の共分散	-7.166E+06	2.580E+06	***
	月平均外気温における一次項と二次項の共分散	8.588E+04	1.219E+05	
	月平均外気温(二次項)の分散	1.564E+04	7.664E+03	**
	-2LL 逸脱度(-2×対数尤度)	33987.90	パラメータ	27
	AIC 赤池情報基準	34001.90	度数計	1418
	BIC ベイズ情報基準	34038.60		

※：Level-1の月平均外気温(一次項)とLevel-2の給湯機種別におけるクロスレベル交互作用

***:1%水準, **:5%水準, *:10%水準

■:設備特性 ■:ライフスタイル ■:世帯特性 ■:意識・行動 ■:節約行為の実行度

されるようにしているため、機器種別の違いによる影響度がより正確に算出されたものと推察される。

また、CO₂HP 給湯機の特性を考慮して投入した、「給湯機種別」と「月平均外気温」の交互作用項が 1%水準で有意となることから、電気温水器に比して CO₂HP 給湯機では気温と消費量の関連がより強くなる傾向がうかがえる。

「湯張り回数」は、Level-2 では 10%水準で、Level-1 では 1%水準でそれぞれ有意であり、年間を通して回数が少ない世帯ほど消費量が小となるとともに、同一世帯内においても回数が減少する夏期において、消費量が小となることがわかる。

【世帯特性】では Level-2 で「世帯主年齢」「給与所得者人数」が 5%水準で有意であり、年齢が高く人数の多い世帯で多消費となる傾向を示す。また、Level-1 の結果から、世帯内においても年齢の上昇、人数の増加が消費量増に寄与しているものと考えられる。

【意識・行動】のうち「設置直後節電行動実践」は、10%水準で有意となり、多消費世帯においてシステム設置直後に節電行動を実行に移している傾向がうかがえる。また、「震災直後節電意識向上」は Level-2 では 1%水準で有意であるが、Level-1 では有意差がみられない。これより、震災を契機として意識が向上したと回答した世帯は 3 年間を通して消費量が少なく、震災前から少消費であるといえ、このため、震災前後で消費量に変化が認められないものと考えられる。

【節約行為の実行度】では、「05」「07」「15」が抽出され、このうち冷房時における扇風機の併用や下ごしらえに電子レンジを活用している世帯で給湯消費量が抑えられる傾向がみられたが、いずれも直接的には給湯に関連しているとはいえないアイテムである。

第 5 章では、数量化理論第 I 類を適用するにあたり、「竣工年」「給湯機種別」「温水床暖房システム」「長子年齢」「給与所得者人数」「夏期湯張り回数」「冬期湯張り回数」の 7 アイテムによりモデルを構築した。このうち、偏相関係数が年間を通して 0.2 前後と低かった「竣工年」ならびに「長子年齢」を除く 5 アイテムが、本項でも影響要因として抽出されているが、「長子年齢」の代わりに相関の高い「世帯主年齢」が抽出されていることを考えると、給湯用途ではほぼ同じ影響要因が抽出されているといえる。ただし、上述したように、「世帯主年齢」は年齢の高い世帯において多消費となるだけでなく、同じ世帯でも経年により消費が拡大する傾向にあることが、本章のマルチレベルモデル分析により新たに明らかになった。

(2) 電気温水器設置世帯における給湯用途

電気温水器設置世帯のみを対象とした給湯用途の分析結果（モデル：T3）を表 8-8-2 (2) に示す。

変数効果をみると、切片の分散ならびに月平均外気温（一次項）の分散がいずれも 1%水準で有意となっていることから、中間期の電力消費量の多少と外気温による影響が世帯によって異なるといえる。また、切片と月平均外気温（一次項）の共分散が 1%水準の有意で、かつ符号が負となっていることから、両者の関係が負である。

固定効果をみると、「月平均外気温」の二次項が有意とはならず、一次項のみがモデルに組み込まれている。これより、電気温水器のみを対象とする場合は、外気温との関連について直線を想定するモデルの方が適合するものと思われる。

前述の(1)で検討したモデル T2 の結果と同じように抽出された変数をみると、【ライフスタイ

ル】の「湯張り回数」,【世帯特性】の「世帯人数」「世帯主年齢」,【意識・行動】の「設置直後節電行動実践」の4つが挙げられ、いずれも(1)で述べた傾向と同様である。ただし、Level-2の「湯張り回数」と「設置直後節電行動実践」が5%水準で有意となり、前者から3年間を通して湯張り回数が少ない世帯の電力消費量が低減され、後者からは消費量が多い世帯において、システム設置直後に節電行動を実践している傾向がモデルT2よりも強まっている。一方、Level-2の「世帯主年齢」が有意でなくなっていることから、電気温水器設置世帯における給湯電力消費量は、必ずしもライフステージの高い世帯の消費量が多いとはいえない。

モデルT3で新たに抽出された変数としては、【建物特性】の「二世帯住宅」、【設備特性】の「家電機器使用台数」、【環境に対する取組み】の「環境に対する取組み13」の3つが挙げられる。Level-2の「二世帯住宅」から、二世帯住宅はそうではない世帯に比べて161kWh/(世帯・月)多くなっており、同じ世帯人数でも世帯内に成人（ここでは世帯主夫婦の親）が多いと消費量が増大するといえる。「家電機器使用台数」は両Levelにおいて5%水準で有意であることから、使用している家電機器台数が多い世帯で多消費となり、世帯内で使用台数が増えた月の消費量も増加する傾向が認められる。これは、家電機器の使用台数の増加が、電力や湯の消費を促す行動に間接的に寄与しているためであると考えられる。また、「環境に対する取組み13」の結果から、省エネルギー型の電化製品を購入している世帯の給湯電力消費量が58kWh/(世帯・月)程度抑えられることがわかる。食器洗い乾燥機など給湯用途に直接関連する機器もあるが、給湯の多くは風呂・洗面で消費される⁸⁻²⁶⁾ことを考えると、使用されている家電機器台数の多少が直接的に給湯電力消費量に影響を及ぼしているとは考えにくい。ただし、保有家電機器の多少が、その世帯の経済状況を表していると考えられるならば、経済的にゆとりのある世帯において給湯消費が多くなるといえる。ただし、省エネ家電の購入を心掛けている世帯では、光熱費についても配慮することで、給湯電力消費量が抑えられたものと推察される。

表 8-8-2(2) 給湯電力消費量（電気温水器）の分析結果

モデル:T3		推定値 [Wh]	標準誤差	有意水準
固定効果	切片	419909.04	17027.19	***
	Level-2(世帯)レベル			
	7. 二世帯住宅	161013.75	45967.69	***
	17. 家電機器使用台数	9750.77	4752.46	**
	20. 湯張り回数	-35125.35	12699.39	***
	29. 世帯人数	-442.74	12389.26	
	32. 世帯主年齢	1252.07	1226.65	
	41. 設置直後節電行動実践	48269.23	20517.67	**
	59. 環境に対する取組み13	-58012.56	26158.25	**
	Level-1(月)レベル			
	1. 各月の日数	9464.18	1609.24	***
	2. 月平均外気温(一次項)	-15716.63	851.26	***
	17. 家電機器使用台数	19630.07	5931.67	***
	20. 湯張り回数	-6646.98	2004.30	***
	29. 世帯人数	47335.70	7997.90	***
	32. 世帯主年齢	7486.38	1650.63	***
変数効果	残差の分散	1.988E+09	9.067E+07	***
	切片の分散	1.008E+10	2.578E+09	***
	切片と月平均外気温の共分散	-4.308E+08	1.148E+08	***
	月平均外気温の分散	2.412E+07	6.092E+06	***
	-2LL 逸脱度(-2×対数尤度)	25108.91	パラメータ	18
AIC 赤池情報基準		25116.91	度数計	1037
BIC ベイズ情報基準		25136.63		

***:1%水準, **:5%水準, *:10%水準

□:建物特性 □:設備特性 □:ライフスタイル
□:世帯特性 □:意識・行動 □:環境に対する取り組み

8. 8. 3 冷暖房用途とその他用途の電力消費量

本項では、冷暖房電力消費量とその他電力消費量における分析結果を示す。前述のとおり、(1)と(2)は両者を合わせた3年間データに基づいており、(3)～(5)は、第6章と第7章と同様に用途分解が可能な2008年10月から2009年9月までの1年目データに基づいて分析した結果である。

(1) 暖房その他用途

暖房その他用途における分析結果（モデル：T4）を表8-8-3(1)に示す。

変量効果をみると、月平均外気温の分散が1%水準で有意となることから、外気温度が消費量に及ぼす影響の程度が世帯によって異なるといえる。

【建物特性】の「竣工年」「部屋数」から、消費量は新しい住宅ほど小、住宅規模が大きいほど大となることがわかる。「竣工年」は住宅の新旧のみならず、家電機器など設備の新旧についても対応しているものと予想され、また、「部屋数」は暖房や照明の対象箇所数を表していると考えられることから、暖房その他用途で有意になったものと推察される。

【設備特性】のうち「家電機器使用台数」のLevel-2は10%水準で有意となり、使用している家電機器台数が多い世帯での多消費傾向がみられるが、Level-1では1%水準で有意であることから、むしろ世帯内で使用台数が増えた月の消費量が増加する傾向が顕著であり、Level-1のみ1%水準で有意となった「暖房機器使用台数」においても、同様の傾向が認められる。「冷蔵庫の買い替え」については、Level-2において1%水準で有意となることから、3年間の中で買い替えが行われ、買い替え後の期間が長い世帯の消費が少なくなるといえる。しかしながら、本モデルは冷蔵庫の消費量が比較的少なく、影響の程度が低くなる暖房期間のみを対象としているため、Level-1の世帯内の変化においては有意差は認められず、買い替え前後での消費量の変化は小さいものと推察される。

「男性人数」に着目すると、両Levelとも有意となり、人数の多い世帯において消費が多く、世帯内においても人数の増加が消費量の増加に寄与しているといえる。

「普段の光熱費感覚」は5%水準で有意となり、全電力消費量と同様に、光熱費が多いと自覚している世帯の消費量は実際に多いことがわかる。これは、暖房機器や家電機器による消費量が増加する暖房期間を対象としているため、居住者の各機器の使い方が消費量に強く反映されることによるものと考えられる。「震災直後節電行動実践」では、Level-2で1%水準有意となり、節電行動を実践したと回答した世帯の消費量は3年間を通して少なく、また、5%水準有意となったLevel-1の結果から、震災以降、節電行動の実践による消費量の

表8-8-3(1) 暖房その他電力消費量の分析結果

モデル:T4		推定値[Wh]	標準誤差	有意水準	
固定効果	切片	491868.15	12395.14	***	
	3.竣工年	-26443.39	5312.85	***	
	5.部屋数	25321.45	9746.41	**	
	15.暖房機器使用台数	-8750.58	5578.80		
	17.家電機器使用台数	7201.41	3516.91	*	
	18.冷蔵庫の買い替え	-185083.73	40611.65	***	
	26.男性人数	77945.54	11554.30	***	
	38.普段の光熱費感覚	-24179.58	10872.89	**	
	45.震災直後節電行動実践	-274504.79	89804.98	***	
	52.環境に対する取組み06	-58021.71	22891.22	**	
	60.環境に対する取組み14	51473.65	18189.51	***	
	61.環境に対する取組み15	-37985.55	17361.44	**	
	73.節約行為の実行度11	39345.22	7673.71	***	
	76.節約行為の実行度14	45182.38	6975.14	***	
	87.節約行為の実行度25	-27075.98	8095.31	***	
	Level-1(月レベル)	1.各月の日数	16749.17	2549.24	***
	2.月平均外気温	2320.53	269.42	***	
	15.暖房機器使用台数	89484.34	21805.65	***	
	17.家電機器使用台数	54902.10	12999.17	***	
	18.冷蔵庫の買い替え	-14375.04	15461.09		
	26.男性人数	44313.31	21509.64	**	
	45.震災直後節電行動実践	-39506.26	18951.27	**	
変量効果	残差の分散	4.461E+09	2.756E+08	***	
	切片の分散	4.631E+09	1.529E+09		
	切片と月平均外気温の共分散	1.130E+08	2.812E+07		
	月平均外気温の分散	2.755E+06	6.470E+05	***	
-2LL	逸脱度(-2×対数尤度)	14963.07	パラメータ	26	
AIC	赤池情報基準	14971.07	度数計	608	
BIC	ベイズ情報基準	14988.56			

***:1%水準, **:5%水準, *:10%水準

□:建物特性 □:設備特性 □:世帯特性 □:意識・行動 □:環境に対する取り組み □:節約行為の実行度

削減が認められる。

【環境に対する取り組み】のうち、「06」「15」は5%水準で有意となることから、水の再利用や買い物袋を持参している世帯の消費は少なく、逆に1%水準で有意となった「14」から、環境に害の少ないものを使用している世帯で消費量が大となることがわかる。また、【節約行為の実行度】では、「11」「14」「25」のいずれも1%水準で有意となることから、冷蔵庫に物を詰め込みすぎないようにしたり、食洗機の設定温度を調整したりすることで消費量が抑えられる一方で、温水洗浄便座の設定温度を季節に合わせて調整している世帯の消費量は大となるといえる。このように、アイテムによっては、実行度が高い世帯の消費量が多くなるといった結果もみられ、分析結果には解釈が困難となるアイテムも抽出されている。

(2) 冷房その他用途

冷房その他用途における分析結果（モデル：T5）を表8-8-3(2)に示す。

変量効果では、月平均外気温の分散が1%水準で有意となることから、外気温度による影響の程度が世帯によって異なる暖房その他用途と同様の傾向がみられる。

固定効果をみると、他の用途と比較して「各月の日数」が有意とならず、モデルに投入されていない。これは、毎日のように冷房を使用する月が冷房期間の中に少なく、また、同じ世帯でも天候などによっては、冷房を連日使用しないためであると考えられる。また、前述のとおり、建物規模は冷暖房や照明の対象箇所数との関連があることから、全電力消費量では「延べ床面積」が、暖房その他電力消費量では「部屋数」が抽出されたが、ここでは建物規模に関するアイテムが選定されていない。これは、サンプル数がより少なくなる冷房期間を対象としていることに加え、冷房その他用途に占める冷房消費量の割合が暖房その他用途に占める暖房消費量に比べて低いこと、さらに夏期は日照時間が長くなることから照明に係る電力消費量が少なくなることによるものと推察される。

【設備特性】の「家電機器使用台数」「冷蔵庫の買い替え」は、両Levelにおいてそれぞれ5%水準、10%水準で有意となり、前者から使用台数が多い世帯で多消費となり、世帯内においても台数が増えた月の消費量が増加する傾向が、また、後者から、冷蔵庫を買い替えた世帯の消費量は少なく、買い替え以降の消費が削減される傾向がそれぞれうかがえる。暖房その他用途の「冷蔵庫の買い替え」では、Level-1において有意差が認められなかったが、冷蔵庫の消費量が增大する冷房期間では、暖房期間よりもサンプル数がさらに減少するにも関わらず有意差がみられたことから、消費量の削減が顕著となったものと考えられる。

【世帯特性】の「世帯人数」「世帯主年齢」はいずれのLevelも有意であることから、世帯人数が多く、世帯主年齢が高い世

表8-8-3(2) 冷房その他電力消費量の分析結果

モデル:T5		推定値[Wh]	標準誤差	有意水準
世帯内変化要因	切片	324388.31	10566.28	***
	17.家電機器使用台数	22401.71	4913.81	***
	18.冷蔵庫の買い替え	-88314.17	50668.41	*
	29.世帯人数	61785.00	12390.22	***
	32.世帯主年齢	2695.05	1289.25	**
	45.震災直後節電行動実践	227964.41	128178.88	*
	60.環境に対する取組み14	116754.48	22189.82	***
	61.環境に対する取組み15	-95879.87	24059.91	***
	74.節約行為の実行度12	-35000.72	14153.80	**
	76.節約行為の実行度14	20423.76	9157.55	**
	88.節約行為の実行度26	53981.74	17934.36	***
	2.月平均外気温	1567.67	169.43	***
	17.家電機器使用台数	23317.78	10551.06	**
	18.冷蔵庫の買い替え	-24380.11	14340.46	*
変量効果	29.世帯人数	63834.62	20978.53	***
	32.世帯主年齢	12060.21	3981.14	***
	45.震災直後節電行動実践	-39325.62	9723.44	***
	残差の分散	2.071E+09	1.688E+08	***
	切片の分散	2.647E+09	1.104E+09	**
	切片と月平均外気温の共分散	-7.576E+06	1.195E+07	
	月平均外気温の分散	1.011E+06	2.571E+05	***
	-2LL 逸脱度(-2×対数尤度)	9216.49	パラメータ	21
	AIC 赤池情報基準	9224.49	度数計	386
	BIC ベイズ情報基準	9240.13		

***:1%水準, **:5%水準, *:10%水準

■:設備特性 □:世帯特性 ■:意識・行動 ■:環境に対する取り組み ■:節約行為の実行度

帯の消費量が多く、世帯内においても、人数の増加、年齢の上昇に伴い増加することがわかる。

「震災直後節電行動実践」の Level-1 は 1%水準で有意となることから、前述した暖房その他用途と同様、節電行動を実践している世帯では、震災後となる 3 年目の夏期は、2 年目までと比較して有意に削減されているといえる。

1%水準で有意となる、【環境に対する取り組み】の「14」「15」は「暖房その他用途」においても抽出され、同様の傾向を示している。【節約行為の実行度】では「12」「14」「26」の 3 つのアイテムが有意となり、このうち食洗機の設定温度の調整と、洗濯のまとめ洗いについては実行度の高い世帯の消費が少なくなる一方で、熱いものは冷ましてから冷蔵庫に入れる世帯の消費量は多くなっており、これまで検討してきた各用途と同様に、解釈が難しいアイテムもみられる。それぞれの節約行為は省エネに寄与するものと考えられるが、居住者のライフスタイルに合わない行為（例えば、夫婦共働きのため調理する頻度が少なく、下ごしらえに電子レンジを活用しない）や省エネ効果がトレードオフの関係にあるような行為（例えば、冬季において洗面で温水を使わない代わりに、常に室温を快適域に保つよう暖房している）については、場合によって増エネになる可能性が示唆されることから、今後詳細な検討を要すものとする。

(3) 暖房用途

暖房用途における分析結果（モデル：F1）を表 8-8-3(3) に示す。

変量効果をみると、暖房その他用途と同様、月平均外気温の分散が 1%水準で有意となることから、外気温が消費量に及ぼす影響の程度が世帯によって異なるといえる。

固定効果をみると、一年間のデータに基づいているため、各アイテムの月変動がほとんどなくなり、Level-1 は「各月の日数」と「月平均外気温」の【統制変数】のみが 5%水準で有意となっている。「月平均外気温」の偏回帰係数は、暖房その他用途とほぼ同程度となっていることから、影響度はその他用途が混在してもさほど変わらないものと考えられる。

【設備特性】では「温水床暖房システム」「全館空調システム」「蓄熱設備」がいずれも 5%水準で有意となっている。これらより、「温水床暖房システム」を導入している世帯の暖房電力消費量が 126kWh/(世帯・月)少なく、「全館空調システム」「蓄熱設備」を導入している世帯はそれぞれ 174kWh/(世帯・月)、88kWh/(世帯・月)程度多くなることがわかる。「温水床暖房システム」で低減された値は、給湯用途において増加した値とほぼ等しくなることから、暖房にかかる消費量としてみた場合、両方で相殺されているものと推察される。

【世帯特性】では「就学者人数」が 5%水準で有意となり、就学者人数が多い世帯の暖房消費が増大する傾向にあることから、家族規模の拡大に加え、子供のライフステージが暖房消費に寄与しているといえる。これは、子供が小学校への入学などを機に、各自の部屋を割り当てられることが多く、これに伴い、エアコンなどの暖房機器を子供自ら使用するようになること

表 8-8-3(3) 暖房電力消費量の分析結果

モデル:F1		推定値 [Wh]	標準誤差	有意水準
世帯内変化要因 (個人・世帯固有)	切片	74119.31	6766.28	***
	11. 温水床暖房システム	-126110.26	51621.35	**
	12. 全館空調システム	174115.24	26632.53	***
	13. 蓄熱設備	88499.22	19413.45	***
	35. 就学者人数	13993.28	6686.51	**
	60. 環境に対する取り組み14	46215.17	14041.75	***
	63. 節約行為の実行度01	20846.24	9186.76	**
	73. 節約行為の実行度11	23041.79	8115.71	***
	76. 節約行為の実行度14	13840.37	6085.78	**
	81. 節約行為の実行度19	-30026.85	7193.78	***
	85. 節約行為の実行度23	18082.75	6562.79	***
	1. 各月の日数	7434.31	2892.12	**
	2. 月平均外気温(二次項)	2234.40	253.05	***
	残差の分散	2.979E+09	2.845E+08	***
	切片の分散	9.902E+08	5.554E+08	*
変量効果	切片と月平均外気温の共分散	5.918E+07	2.165E+07	***
	月平均外気温の分散	3.537E+06	1.165E+06	***
	-2LL 逸脱度(-2×対数尤度)	8253.02	パラメータ数	17
	AIC 赤池情報基準	8261.02	度数計	337
	BIC ベイズ情報基準	8276.15		

***:1%水準, **:5%水準, *:10%水準

■:設備特性 □:世帯特性 ■:環境に対する取り組み ■:節約行為の実行度

と関係しているものと推測される。

続いて、【環境に対する取り組み】のうち、「14」が 1%水準で有意となることから、環境に害の少ないものを使用するようにしている世帯の消費量が多いといえ、【節約行為の実行度】では、「01」「11」「14」「19」「23」が抽出され、このうち冷(暖)房する時間や期間を減らす、冷蔵庫に物を詰め込みすぎない、食洗機の設定温度を調整する、洗面で温水を使わない世帯で暖房消費量が抑えられる傾向がみられる。暖房の使用時間や使用期間の削減は、暖房消費の抑制に直接的に寄与しているものと考えられるが、洗面で温水を使わないといった快適性を損なうライフスタイルにある世帯では、暖房用途でも、省エネ行動をとっている可能性が示唆される。

(4) 冷房用途

冷房用途における分析結果（モデル：F2）を表 8-8-3(4) に示す。

変量効果は暖房用途と同様に、月平均外気温の分散が 1%水準で有意となり、外気温度が消費量に及ぼす影響の程度が世帯によって異なっている。

固定効果の Level-1 は「月平均外気温（二次項）」のみが 1%水準で有意となっている。「各月の日数」は(2)冷房その他用途での検討でも述べた理由により、有意とはならずモデルに組み込まれていない。

【建物特性】では「構造」が 1%水準で有意となり、『非木造』住宅の冷房消費量が『木造』より約 29kWh/(世帯・月)多くなるといえる。

【設備特性】では「全館空調システム」「家電機器使用台数」が 1%水準で有意となり、「全館空調システム」を導入している世帯の消費量が 77kWh/(世帯・月)程度多くなり、家電機器の使用台数が多い世帯の冷房消費が多いことがわかる。

【世帯特性】では「給与所得者人数」が 5%水準で有意となり、偏相関係数の符号が負であることから、人数の増加に伴い、冷房消費が少なくなるといえる。冷房負荷は外気温が高くなる日中に増大するため、「給与所得者人数」が少ない世帯、つまり、昼間在宅者人数が多い世帯において冷房電力消費量が増加するものと思われる。

【節約行為の実行度】では、「09」「10」「14」「22」がいずれも 1%水準で有意となり、これらから、冷蔵庫の設定温度を調整し、ドアの開閉を少なくすること、また食洗機の設定温度を調整する世帯で冷房消費量が抑えられる傾向にある。

第6章では、冷暖房用途における影響要因の抽出とともに、各要因の暖房・冷房における影響度の差異について検討するため、「延べ床面積」「構造」「全館空調システム」「蓄熱設備」「エアコン使用台数」「暖房機器使用台数」「男性人数」「妻の職業」の8アイテムを用いてモデルを構築し、数量化理論第I類を適用した。その結果を踏まえて本項での結果をみると、暖房用途で

表 8-8-3(4) 冷房電力消費量の分析結果

モデル:F2		推定値 [Wh]	標準誤差	有意水準
固定効果	切片	-50540.35	8774.73	***
	6. 構造	28859.42	9636.56	***
	12. 全館空調システム	77028.09	13144.08	***
	17. 家電機器使用台数	5192.46	1841.51	***
	23. 洗濯機の使用頻度	8852.41	5079.34	*
	34. 給与所得者人数	-14916.76	7020.14	**
	71. 節約行為の実行度09	12780.39	3683.32	***
	72. 節約行為の実行度10	13252.71	4778.79	***
	76. 節約行為の実行度14	16156.26	3945.71	***
	84. 節約行為の実行度22	-19102.08	5005.48	***
変量効果	2. 月平均外気温(二次項)	1615.77	220.99	***
	残差の分散	3.485E+08	5.912E+07	***
	切片の分散	2.148E+09	7.693E+08	***
	切片と月平均外気温の共分散	-6.172E+07	1.732E+07	***
	月平均外気温の分散	1.922E+06	4.493E+05	***
-2LL	逸脱度(-2×対数尤度)	3374.20	パラメータ数	15
AIC	赤池情報基準	3382.20	度数計	151
BIC	バイズ情報基準	3393.97		

***:1%水準, **:5%水準, *:10%水準

■:建物特性 ■:設備特性 ■:ライフスタイル ■:世帯特性 ■:節約行為の実行度

は「蓄熱設備」が、冷房用途では「構造」が、また、両用途ともに「全館空調システム」が同様に抽出されている一方で、第6章で検討したその他のアイテムについてはモデルに選択されていない。これは、第6章では各用途の期間積算電力消費量を用いて検討しているため、本章における月積算値での検討結果とは異なるものになったと思われる。

(5) その他用途

その他用途における分析結果（モデル：F3）を表8-8-3(5)に示す。

変量効果に着目すると、全電力消費量と同じように切片の分散ならびに月平均外気温の一次項と二次項の分散のいずれも5%水準で有意となっていることから、その他用途においても各世帯における中間期の平均消費量と外気温による影響度は世帯によって異なっているといえる。また、切片と月平均外気温の一次項ならびに二次項の共分散が1%水準で有意となっている。月平均外気温における一次項と二次項の共分散も1%水準有意かつ負の関係にあることから、「月平均外気温」と「電力消費量」の関係が、一次の回帰直線と二次の回帰曲線のそれぞれに近い世帯が混在しているといえる。

固定効果のうち、統制変数である「各月の日数」と「月平均外気温」の一次項と二次項をみると、いずれのモデルにおいても、1%水準で有意となっていることから、日数が多い月の消費量が多く、また、夏季と冬季に消費量が多くなり、中間期に少なくなる二次曲線の関係であるといえる。8.5.2項での全世帯を対象とした回帰分析結果からは、外気温の影響はほとんど受けないことが予想されたが、外気温に変量効果を導入（つまり、世帯によって影響度が異なることを考慮）上記の結果からも「月平均外気温」がその他電力消費量の影響要因であるといえる。

【建物特性】の「部屋数」は10%水準の有意ではあるが、部屋数が多くなるのに伴い、消費量が拡大する傾向がうかがえる。これは、住宅内の部屋数が増えることによって、各部屋に設置される照明や家電機器が増加することが影響しているものと思われる。

【設備特性】では「エアコン使用台数」が1%水準で有意となっているが、エアコンはその使用用途からも、その他電力消費量には直接的に関係しない。しかしながら、3.4.1項で示したように、全館空調システムを導入している世帯を除くと、約半数の世帯において4台以上のエアコンを使用していることから、それぞれが居間や寝室などの居室に設置されていることが予想されるため、台数の増加に伴い、使用される部屋も増え、それぞれの部屋に設置されている照明などの設備による消費量が多く

表8-8-3(5) その他電力消費量の分析結果

モデル:F3		推定値[Wh]	標準誤差	有意水準
世帯間変動要因	切片	368425.35	8882.77	***
	5. 部屋数	13713.73	6770.73	*
	14. エアコン使用台数	18899.33	3950.03	***
	22. オープン機能の使用	42486.43	11677.76	***
	26. 男性人数	23673.37	9214.50	**
	30. 成人人数	44370.43	16661.15	**
	36. 環境問題への関心	16969.14	8753.50	*
	38. 普段の光熱費感覚	-38299.91	7254.03	***
	48. 環境に対する取組み02	43727.80	11039.29	***
	61. 環境に対する取組み15	-52973.36	12526.29	***
	79. 節約行為の実行度17	-30879.96	6430.05	***
	81. 節約行為の実行度19	23520.19	7378.67	***
	88. 節約行為の実行度26	28905.19	11075.68	**
	92. 節約行為の実行度30	23928.94	7404.26	***
	95. 節約行為の実行度33	-14108.60	7723.92	*
	1. 月内の日数	12755.03	1163.27	***
	2. 月平均外気温(一次項)	-2160.99	366.32	***
	2. 月平均外気温(二次項)	184.19	31.84	***
	14. エアコン使用台数	45647.02	29077.22	
世帯内変動要因	26. 男性人数	108.77	11265.70	
	30. 成人人数	37736.68	13564.90	***
	残差の分散	5.241E+08	3.702E+07	***
	切片の分散	3.866E+09	8.535E+08	***
	切片と月平均外気温(一次項)の共分散	-1.324E+08	3.065E+07	***
	月平均外気温(一次項)の分散	5.952E+06	1.432E+06	***
	切片と月平均外気温(二次項)の共分散	8.193E+06	2.332E+06	***
	月平均外気温における一次項と二次項の共分散	-2.106E+05	9.151E+04	**
	月平均外気温(二次項)の分散	2.081E+04	9.970E+03	**
	-2LL 逸脱度(-2×対数尤度)	12695.75	パラメータ	28
変量効果	AIC 赤池情報基準	12709.75	度数計	559
	BIC ベイズ情報基準	12739.76		

***:1%水準, **:5%水準, *:10%水準

■:建物特性 ■:設備特性 ■:ライフスタイル ■:世帯特性 ■:意識・行動 ■:環境に対する取り組み ■:節約行為の実行度

なったものと考えられる。

【ライフスタイル】の「オープン機能の使用」は 1%水準で有意となり、オープン機能を使用している世帯が 42kWh/(世帯・月)程度多いといえる。第 7 章での数量化理論第 I 類による分析結果では、機能の使用の有無による電力消費量の差異が、月によって変動するものの平均で 25kWh/(世帯・月)程度となっており、上述した結果より若干小さい値にとどまる。

【世帯特性】では「男性人数」「成人人数」が選定され、前者については Level-2 のみ、後者については両 Level において 5%水準で有意となっている。Level-2 の結果から、男性・成人のいずれの人数も多い世帯において消費量が多くなるといえる。また、Level-1 の結果から、世帯内においても、特に「成人人数」の増加が消費量の増大に寄与していると考えられる。

【意識・行動】の「環境問題への関心」は 10%水準の有意ではあるが、関心の低い世帯ほど消費量が多い傾向がうかがえる。一方、「普段の光熱費感覚」は 1%水準で有意となり、(1)暖房その他用途での検討と同様に、居住者の感覚とその他用途における消費量の多寡が対応した結果となっている。

【環境に対する取り組み】の「02」「15」が 1%水準で有意となっており、このうち後者の結果から、買い物の際に買い物袋を持参している世帯の消費量が 53kWh/(世帯・月)程度少なくなっていることがわかる。

【節約行為の実行度】では、「17」「19」「26」「30」が 5%水準で有意となり、このうち風呂のお湯の使用量を減らす、洗濯をまとめ洗いをする、DVD レコーダー類の使用時間を短くするといった節約行為を実施している世帯で消費量が抑えられる。

第 7 章では、数量化理論第 I 類を適用するにあたり、「延べ床面積」「構造」「家電機器使用台数」「世帯人数」「食洗機の乾燥機能使用」「オープン機能の使用」の 6 アイテムによりモデルを構築したが、このうち、本項でのモデルにおいて抽出されたのは「オープン機能の使用」のみとなる。ただし、「延べ床面積」と「世帯人数」のそれぞれと相関の高い「部屋数」と「男性人数」が選択されていることから、その他用途に影響を及ぼす要因のひとつとして建物や世帯の規模の大小が挙げられる。その一方で、Level-2 で抽出された変数の半数以上が、居住者の意識や行動に関するものであることから、多数の家電機器における電力消費量で構成されるその他用途では、日常生活における居住者の機器の使い方や節電行動などが複雑に関連し、影響を及ぼしているものと考えられる。

8. 9 分析結果の用途間比較

前節の分析結果において、用途ごとに抽出されたアイテムを表 8-9-1 にまとめる。

前章までの検討でも示したように、基本的には、全体的に建物・世帯規模が大きく、使用機器の多い世帯において電力消費量が大となり、各世帯においても人数・家電数の増加が、消費量の増加に寄与しているといえる。このなかでも、給湯用途では世帯規模を表す「世帯人数」が、冷暖房用途では「全館空調システム」「蓄熱設備」「暖房機器台数」といった熱源設備が、その他用途では建物規模を表す「部屋数」が主に抽出されており、用途間でその傾向が若干異なっている。その他にも、例えば、給湯用途(T2,T3)では「湯張り回数」が、その他用途が含まれる消費量(T1-1,T1-2,T4,T5)では「家電機器使用台数」「冷蔵庫の買い替え」といった各用途の特徴を反映したアイテムがみられる。世帯規模を表す人数でも、T2、F2 の「給与所得者人数」や F1 の「就学者人数」といった世帯のライフスタイルやライフステージが反映されたア

アイテムが異なる用途によって抽出されている。また、本研究で検討されたモデルでは、人数に関するアイテムとして、「世帯人数」が有意とはならなかった場合でも、「男性人数」が有意となるケースがみられ、「女性人数」の影響よりも強く現れていることから、消費量への影響力には性差がある可能性が示唆される。

上述したアイテムのうち、両 Level において有意となるアイテムがある一方で、Level-2 では有意とはならなかったケースも見受けられる。例えば、全電力消費量(T1-2)の【設備特性】である「エアコン使用台数」「暖房機器使用台数」「家電機器使用台数」「冷蔵庫の買い替え」や、全電力・給湯用途(T1-1,T2,T3)における【世帯特性】の「世帯人数」がそれに該当する。使用されている家電機器の製造年や詳細な性能については把握できていないため、全電力消費量においては、必ずしも使用台数が多い世帯の消費が多く、冷蔵庫などを買い替えた世帯が少なくなるわけではないと考えられる。また、「世帯人数」については対象世帯数が 100 未満であることに加え、3~5 人世帯が多いことから、人数の増加に伴う消費量の漸増傾向が弱まったことなどが理由として考えられる。

「温水床暖房システム」に係る電力消費量は、給湯用途(T2)と暖房用途(F1)の分析結果の固定効果(120kWh/(世帯・月)超)から、それぞれの用途でトレードオフの関係にあるといえる。ただし、全電力消費量(T1-1)で有意となった固定効果(約 350kWh/(世帯・月))では、T2, F1 を大きく超える影響力となったことから、温水床暖房システム導入世帯では、その他用途などにも影響を及ぼしていることが予想されたが、その他用途が関連するモデル(T4,T5,F3)のいずれにおいても有意とはならなかった。今回の分析では、温水床暖房システム導入世帯のサンプル数が非常に少ないことから、全電力消費量に及ぼす効果については精査する必要がある。

また、「全館空調システム」「蓄熱設備」は導入することで、冷暖房電力消費量の増大に寄与しているが、全電力消費量では有意なアイテムとして抽出されていない。これは、第 6 章で示したように、温暖な地域では、全電力に占める冷暖房用途の割合が少ないことによるものと考えられる。

【意識・行動】では、全電力消費量(T1-1,T1-2)とその他用途(T4,F3)において「普段の光熱費感覚」が抽出され、光熱費と電力消費量の多寡との間に対応がみられたことから、居住者は、照明や家電機器における普段の使用状況を把握することで、ある程度の光熱費を予想できているものと考えられる。また、全電力(T1-1,T1-2)では「行動得点の変化」が抽出され、特に消費量が大となる冷暖房その他用途(T4,T5)で「震災直後節電行動実践」が有意となることから、震災直後に節電行動を実践した世帯における電力消費量の削減効果が認められる。一方、給湯用途ではこれらのアイテムは有意となっていないが、これは、居住者の給湯用途に対する認識が実態と乖離しているため、節電意識が低くなっていること⁸⁻²⁷⁾、また、電化住宅における給湯機器が、いずれも貯湯槽を有し、その日に使用した湯量を、自動的に補填するよう機械的に設定されているため、居住者の節電行動だけでは限界があることなどから、削減効果が認められなかったものと考えられる。

【環境に対する取組み】と【節約行為の実行度】をみると、消費量を低減できる要因として、全電力(T1-1,T1-2)、特にその他用途(T4,T5,F3)では「環境に対する取組み 15(買い物袋の持参)」が、冷暖房用途(T4,T5,F1,F2)では「節約行為の実行度 14(食洗機の設定温度の調整)」が、さらに暖房用途(T4,F1)では「節約行為の実行度 11(冷蔵庫に物を詰め込みすぎない)」が抽出されているが、いずれのアイテムも、各用途の消費量を直接的に抑制する行動ではない。また、

各用途で抽出されたアイテムの多くは、実行することにより電力消費量減に寄与するものであるが、逆の傾向を示すものもみられた。例えば、【環境に対する取組み】の「14」「16」は2つ以上のモデルにおいて共通した傾向がみられたことから、環境に害の少ないものを使用している世帯や自動車を使わない世帯の消費量が必ずしも少ないとはいえない。【環境に対する取組み】と【節約行為の実行度】については、世帯内の変化を考慮していないため、上述したアイテムについては、モデルによって偶発的に抽出された可能性も考えられる。ただし、例えば、買い物袋を持参するという節約行為をしている世帯では、節電もしているといった行動の連鎖が考えられ、また、環境に対して低負荷な物の購入や公共交通機関の利用といった行動は基本的に費用負担増となるため、その世帯の所得が影響を及ぼしている可能性も示唆されることから、節約行為などが電力消費量に及ぼす効果については、各世帯のライフスタイルなどが複雑に関連していることが予想され、これら影響を及ぼす構造についてはさらに詳細な検討を要するものと思われる。

8. 10 小結

本章では、2008年10月から2011年9月までの3年間の電力消費量の測定データに対して、階層性を考慮したデータセットを作成し、マルチレベルモデルを適用することで、用途ごとに電力消費量の影響要因について検討した。以下に得られた知見についてまとめる。

表 8-9-1 抽出アイテムの用途間比較

分類	アイテム	レベル (※1)	3年間データ						1年目データ		
			T1-1	T1-2	T2	T3	T4	T5	F1	F2	F3
			全電力		給湯	給湯 (電温)	暖房 その他	冷房 その他	暖房	冷房	その他
建物特性	1. 各月の日数	1	●	●	●	●	●		●		●
	2. 月平均外気温(一次項)	1	●	●	●	●					●
	2. 月平均外気温(二次項)	1	●	●	●		●	●	●	●	●
	3. 竣工年	2					○				
	4. 延べ床面積	2	○	○							
	5. 部屋数	2					○				○
	6. 構造	2								○	
設備特性	7. 二世帯住宅	2				○					
	10. 給湯機種別	2	○	○	○						
	11. 温水床暖房システム	2	○		○				○		
	12. 全館空調システム	2							○	○	
	13. 蓄熱設備	2							○		
	14. エアコン使用台数	1		●							○
	15. 暖房機器使用台数	1	◎	●			●				
ライフスタイル	17. 家電機器使用台数	1	●	●		◎	◎	◎		○	
	18. 冷蔵庫の買い替え	1	●	●			○	◎			
	20. 湯張り回数	1	○		◎	◎					
	21. 食洗機の乾燥機能使用	2	○								
	22. オープン機能の使用	2									○
	23. 洗濯機の使用頻度	2								○	
	26. 男性人数	1		●			◎				○
世帯特性	29. 世帯人数	1	●		●	●		◎			
	30. 成人人数	1		◎							◎
	32. 世帯主年齢	1	◎		◎	●		◎			
	33. 長子年齢	1		●							
	34. 給与所得者人数	1			○					○	
	35. 就学者人数	1							○		
	36. 環境問題への関心	2									○
意識・行動	41. 普段の光熱費感覚	2	○	○			○				○
	44. 設置直後節電行動実践	2			○	○					
	44. 震災直後節電意識向上	1			○						
	45. 震災直後節電行動実践	1					◎	◎			
	46. 行動得点の変化	1	●	◎							
	47. 環境に対する取組み01	2	○								
	48. 環境に対する取組み02	2									○
環境に対する取組み	52. 環境に対する取組み06	2					○				
	56. 環境に対する取組み10	2		○							
	59. 環境に対する取組み13	2		○		○					
	60. 環境に対する取組み14	2					○	○	○		
	61. 環境に対する取組み15	2	○	○			○	○			○
	62. 環境に対する取組み16	2	○	○							
	63. 節約行為の実行度01	2							○		
節約行為の実行度	67. 節約行為の実行度05	2			○						
	69. 節約行為の実行度07	2			○						
	71. 節約行為の実行度09	2								○	
	72. 節約行為の実行度10	2								○	
	73. 節約行為の実行度11	2					○		○		
	74. 節約行為の実行度12	2						○			
	76. 節約行為の実行度14	2					○	○	○	○	
	77. 節約行為の実行度15	2			○						
	79. 節約行為の実行度17	2									○
	81. 節約行為の実行度19	2							○		○
	84. 節約行為の実行度22	2								○	
	85. 節約行為の実行度23	2							○		
	87. 節約行為の実行度25	2					○				
	88. 節約行為の実行度26	2						○			○
	92. 節約行為の実行度30	2									○
	95. 節約行為の実行度33	2									○

※1: Level-1(月レベル) / Level-2(世帯レベル), ※2: ◎: Level-1, 2ともに有意 / ●: Level-1で有意 / ○: Level-2で有意

- 1) マルチレベルモデルによるヌルモデルの結果から、本研究におけるデータセット（階層性のある測定データ）では、世帯ごとのまとまりが強く、世帯間による変動が大きくなるため、マルチレベルモデルを適用する必要があることを示した。
- 2) マルチレベルモデルによる分析結果のうち、全ての月を対象とした全電力消費量と給湯電力消費量の変量効果から、中間期における平均電力消費量（切片）ならびに外気温による影響度（回帰係数）が世帯間で異なることを示した。さらに、切片と外気温の回帰係数（一次項）が負の関連にあったことから、消費量の平均値が高い世帯は両者の関連が弱く、逆に平均値が低い世帯は強くなるといえる。これは、前者の世帯では、外気温にあまり左右されず1年を通して消費量が多く、後者の世帯では季節に応じたライフスタイルを送るため、冬期では消費量が多くなるものの、中間期では少なくなるためと解釈できる。特に給湯用途では、年間を通して消費量が多い電気温水器と機器効率が外気温の影響を強く受ける CO₂HP 給湯機による違いが反映されている可能性も考えられる。また、期間を分けて検討した暖房その他電力消費量ならびに冷房その他電力消費量においても、外気温が電力消費量に及ぼす影響の程度は世帯によって異なることが確認できた。
- 3) マルチレベルモデルによって選定されたアイテムの固定効果より、第4章から第7章においても言及してきた建物・世帯規模の拡大や使用機器台数の増加、およびライフステージの上昇が消費量の増大を招くことが明らかとなった。同時に、これらの要因は世帯内における電力消費量の多寡に対しても同様に影響を及ぼしており、同じ居住者であっても、加齢によって消費量が増していく傾向が認められた。
- 4) 用途ごとの分析結果から各用途の特徴を反映した影響要因が抽出された。例えば、給湯用途では大きな影響要因である「給湯機種別」のほかに、「湯張り回数」が選択され、年間を通して回数の少ない世帯ならびに回数が少なくなる月において消費量の低減がみられた。暖房その他用途では世帯内における電力消費量の変化の要因として「暖房機器使用台数」が抽出され、台数の増加が消費量の増大に寄与しているものと考えられた。一方、冷房その他用途では、10%水準有意ではあるものの、冷蔵庫を買い替えた世帯の消費量が少なく、買い替え以降の消費量がそれまでより削減される傾向にあった。また、全電力ならびに暖房その他用途では、「普段の光熱費感覚」が検定有意となり、光熱費が多いと実感している世帯の消費量が実際に多いことから、居住者が自身の世帯の消費量を感覚的に意識することが、消費量削減の一助となるものと考えられた。
- 5) 全電力消費量で抽出された「行動得点の変化」から、3つの変革事象によって節電行動を実践した月の消費量が少なくなる傾向がみられた。特に、節電行動が反映されやすいと考えられる冷暖房・家電機器や照明器具で構成される暖房その他用途、冷房その他用途の両方において、震災直後に節電行動を実践した世帯の月の消費量が低減したことから、被災地から離れた広島地域においても、節電意識が喚起され実行に移した世帯については有意に削減されたことが明らかとなった。

以上のように、マルチレベルモデルの適用によって、電力消費量における世帯間の差異ならびに世帯内の変化のそれぞれに影響を及ぼす要因を、同一のモデル内で検討することが可能となり、その影響度を定量的に示し、用途ごとに影響要因を明らかにすることができた。しかしながら、本論文では、説明変数として使用するアイテムの多くにアンケート調査項目を使用し

ていることから、未回答世帯による欠損が多く含まれ、投入されるアイテムによって分析対象世帯が変わるため、抽出された要因が用途間において必ずしも整合性がとれた結果とはなっていない。また、3年間の変化を把握するための調査が、2回目の属性調査のみとなることから、月レベルの変数となるアイテムが限定的となり、例えば、環境に対する取組みや節約行為の実行度などについては各年月に対応できていないため、直接的には関連のない用途において抽出され、その影響度について解釈が困難となる場合がみられた。このように、マルチレベルモデルでは、非常に複雑な計算処理を行うため、より精緻なデータセットによって構築されたモデルによる分析が求められる。しかしながら、8.5.2項で示したような一要因の関連分析はもちろん、これまでの研究において多用されてきた重回帰分析や数量化理論第Ⅰ類といった分析手法を用いても、本研究のような影響要因に関する多角的な検討は困難であることから、今後の同種分析におけるマルチレベルモデルの有用性について確認することができたといえる。

【第8章 注釈】

注8-1) 一般線形モデル(Generalized linear model, GLM)は、統計学で用いられる線形モデルの一つで、以下の式で表される。

$$Y = X B + U \quad Y: \text{多変量データ行列}, X: \text{計画行列}, B: \text{予測されるパラメータを含む行列} \\ U: \text{残差 (残差は通常, 多変量正規分布に従う)}$$

一般線形モデルは、分散分析 (ANOVA)、共分散分析 (ANCOVA)、線形回帰、t検定、F検定など様々な統計モデルに組み込まれている。Yの行数が1 (つまり、従属変数が1) であれば、一般線形モデルを重回帰分析にも適用することができる。

注8-2) 統計検定には、様々な仮定が設けてあり、特に、誤差分散に関しては、以下の3つの仮定がある。

- ① 正規性の仮定 (normality)
- ② 等分散性の仮定 (homoscedasticity)
- ③ 独立性の仮定 (independence)

統計検定はランダムサンプリングにより、観測値のみならず、誤差分散も独立である (相関がない) と仮定されていることから、頑健性の低い③の仮定は、①、②よりも重要となる。

注8-3) 固定効果とは、母集団において固定値であるとみなされる値の効果、つまり扱われている要因の各水準は一定の固定された効果を持つとされるものであり、変量効果は、母集団において確率分布に従うとみなされる値の効果、つまり扱われている要因の各水準がランダムに選ばれたものであると想定されるものである。後者は、期待値 0、分散 σ^2 の正規分布に従う。マルチレベルモデルでは切片やある変数の回帰係数に変量効果を導入することで、切片あるいは係数の値を中心にグループ (本研究では世帯) ごとに誤差が分布していると考ええる。

注8-4) ソーシャルキャピタルは、社会関係資本といわれる個人レベルと集団レベルの狭間にある社会関係を概念化したもので、社会的文化資本を基盤とした総合的な地域力や、向社会的な協調的行動の効率性を高める効果などについて論じるもので、その構成要素は、理念的には個人レベルと集団レベルは明確に区分されているものの、現実にはそれぞれの効果を区分することは困難である。

注8-5) CO₂HP 給湯機設置世帯はサンプル数が少ないため、分析の対象から除外した。

注8-6) 実際に分析に使用するデータの構成は、「行×列」のうち、行方向はある世帯に対するある時点の測定値によって定義されている。よって、同一世帯に対するデータは、測定回数 (本研究の場合、36ヶ月分) を縦に積み重ね、さらに世帯の数だけ積み重ねられる。通常、一般線形モデルで使用さ

れるデータセットのように、測定時点(回数)を列方向へ展開した場合、解析ソフトウェアの制約上、マルチレベルモデルによる分析ができない。なお、マルチレベルモデルのデータセットにおいて、列方向は従属変数や説明変数の数だけ拡張される。

注 8-7) 表 8-4-1 から表 8-4-3 に示す全ての用途に共通して、システムトラブルの影響により、2 年目の 5 月から 3 年目の 11 月にかけてサンプル数が 70 を下回っている。

注 8-8) ひとつの世帯において、給湯電力消費量が計測されているにも関わらず、3 年間を通して「0」であったため、「全電力」と「給湯用途」の電力消費量については欠測扱いとしており、他の用途とサンプル数が異なる。

注 8-9) 本論文における統制変数とは、アンケート調査項目以外の要因によって月の変動が説明されると考えられる「各月の日数」と「月平均外気温」の 2 つを指す。前者については、従属変数の電力消費量に月積算値を用いているために各月の日数の多少による影響を、また後者については、大きな影響要因として知られる外気温による影響を統制するものである。

注 8-10) 「ランダム切片モデル」は、切片に変量効果を導入したモデルであり、切片(すなわち、各世帯の平均的な電力消費量)が世帯間で異なると仮定するものである。

注 8-11) 級内相関(ICC)は、切片分散(Level-2 の分散)／全体分散(Level-1 と Level-2 の分散の総和)で算出される。級内相関が認められるデータに一般線形モデルを適用すると、グループ間で変動がある変数については、サンプル数が多く見積もられるため、検定力が上がり、第一種の過誤(type I error)を犯しやすくなる。(この点については、付録Ⅲで検討している)よって、階層性を考慮しつつ、サンプルを有効に活用できる手法としてマルチレベルモデルが必要となる。なお、級内相関が「0」の場合は、これまで多くの研究で行われてきた一般線形モデルによる分析で問題なく、「1」の場合は、グループレベルで集計して分析する必要がある。

注 8-12) 分析に使用したソフトウェアは「IBM SPSS Statistics ver.21」であり、推定方法はデフォルトの「REML^{注 8-19)}」、変量効果の共分散タイプは「無構造」に設定した。

注 8-13) マルチレベルモデルを適用する判断基準として「デザインエフェクト (De sign effect)^{8-19),8-20)}」が用いられる。デザインエフェクトは「 $1+(\text{average group size}-1)*\text{ICC}$ 」で算出され、この値が 2 を超える場合は、データに階層性が認められるため、マルチレベルモデル分析を行う意義が大きくなる。

注 8-14) 「省エネルギー対策等級」との関連においても、「構造」「世帯主年齢」「環境に対する取組み 05」「節約行為の実行度 18」「節約行為の実行度 19」の 5 つのアイテムで、絶対値 0.6 以上の相関関係が認められた。しかしながら、「省エネルギー対策等級」は回答が 11 世帯と極端に少ないため、相関係数の値が参考程度にとどまることと、8.8 節における分析対象アイテムから外していることにより、表 8-7-1 には掲載していない。

注 8-15) 「ランダム係数モデル」は、切片と傾きに変量効果を導入したモデルであり、切片と回帰係数(ここでは外気温が電力消費量に及ぼす影響度)が世帯間で異なると仮定するものである。

注 8-16) 投入するアイテムのうち、世帯レベルのアイテムは 10%水準で有意とならなかった場合はモデルから除外されるが、月レベルのものは、Level-1 と Level-2 のいずれか一方において有意となった場合、いずれの Level においてもモデルに組み込んでいる。これにより、世帯間の変動と世帯内の変化のどちらの影響によるものなのか検討が可能となる。

注 8-17) 「月平均外気温」を 3 年間の平均外気温によってセンタリングをしているため、中間期付近において 0[°C]となり、「月平均外気温」が正値となる夏季ならびに負値となる冬季では、それぞれ一次項と二次項の間に高い相関が生まれ、多重共線性が生じる。

注 8-18) 情報量基準には赤池情報(量)基準(Akaike information criteria : AIC)やベイズ情報(量)基準(Bayesian information criteria : BIC)などのほか、逸脱度(deviance : -2LL) (もしくは、乖離度)があり、いずれも最尤推定の際にデータと特定のパラメータの推定値の組み合わせによって決定される対数尤度関数の値、つまり標本対数尤度(sample log-likelihood)統計量(略して、LL 統計量)に基づいて計算されるものである。これらは、モデルの相対的なあてはまりの良さ(適合度)を比較するための指標として用いられ、値が小さいほど良いと判断される。なお、「きじゅん」の漢字は文献によって「規準」が用いられる場合もあるが、本論文では「基準」として統一的に表記する。

注 8-19) ML (maximum likelihood : 最尤法) や REML (restricted maximum likelihood : 制限付き最尤法) は、マルチレベルモデルにおける推定法のひとつであり、ML は観測値が与えられる確率、すなわち尤度の対数を最大にする未知数の値を求める方法である。一方、REML は分散成分を小さく推定しがちである ML の欠点を解消するために考案された方法であり、固定効果のパラメータの推定値として一般線形モデルの推定値を採用している。

注 8-20) マルチレベルモデルを適用する分析データには、センタリング(中心化)が推奨されている(8-23), 8-24)。一般的に、センタリングにはグループレベル(Level-2)の変数に全体の平均によって行う「グランドセンタリング」と、グループ内における個別レベル(Level-1)の変数にグループごとの平均値で行う「グループセンタリング」の2種類がある。グループセンタリングした説明変数を Level-1 に、またその説明変数の平均値をグランドセンタリングした変数を Level-2 に投入したモデルを検討することで、級内と級間の効果を分離し、その両方について推定することができる。また、傾きに変量効果を導入する場合、センタリングをしない場合とする場合では、切片の分散の意味が異なっているため、結果として Level-2 の従属変数が切片を説明する効果が変わってくる。センタリングをしない場合、切片の分散は $X=0$ 上におけるグループごとの回帰直線の切片の分散となる。一方、センタリングをした場合では、 X が全体平均値上におけるグループごとの回帰直線の切片の分散として定義される。傾きに変量効果を導入しなければ、この2ケースで切片の分散は同じになるが、変量効果を導入する場合、切片の分散が違ふ。一般的に、 $X=0$ は意味を持たない場合が多く、実際の測定値の範囲を逸脱していることも多いため、センタリングをしたほうがよいといえる。そこで本論文では、世帯レベル(Level-2)の変数にはグランドセンタリングを、月レベル(Level-1)の変数にはグループセンタリングを行い、さらに、後者については各世帯の平均値をグランドセンタリングすることで、それぞれのレベルにおける変動について推定できるようにした。

注 8-21) 表 8-8-1~表 8-8-3(5)の分析結果では、注 8-20)で述べたように、月レベル(Level-1)の変数はグループセンタリングに加え、各世帯の平均値をグランドセンタリングすることで、月レベルと世帯レベルのそれぞれにおける変動について推定しているため、表中の固定効果のうち、世帯で共通の変数(つまり、世帯間の変動が考慮されていないため、Level-2 にはなりえない変数)となる「各月の日数」「月平均外気温」を除く月レベルの変数は、世帯レベルにも同じ変数の分析結果が算出される。

注 8-22) 「世帯主年齢」は、第4章での検討において、『40歳代』が『39歳以下』『50歳以上』よりも電力消費量が多くなる傾向にあったことから、曲線関係についても検討できるよう、一次項に加えて二次項についても変数化している。

【第8章 参考文献】

8-1) 安藤元気, 村川三郎, 西名大作, 石田正樹: 電力管理システム導入による居住者の意識行動と消費量削減効果の分析—広島地域の全電化住宅を対象とした電力消費量に関する研究—, 日本建築学会環

- 境系論文集, No.685, pp.299-306, 2013.3
- 8-2) 井上 隆, 水谷 傑, 田中俊彦: 全国規模アンケートによる住宅内エネルギー消費の実態に関する研究—影響を及ぼす要因に関する分析—その 2—, 日本建築学会環境系論文集, No.606, pp.75-80, 2006.8
- 8-3) Ita Kreft and Jan de Leeuw (小野寺孝義 編訳): 基礎から学ぶマルチレベルモデル 入り組んだ文脈から新たな理論を創出するための統計手法 Introducing Multilevel Modeling, ナカニシヤ出版, p.13, 2009.12 (初版第 2 刷)
- 8-4) Eisenhart, C.: The assumptions underlying the analysis of variance, Biometrics, 3, 1-21, 1947
- 8-5) Wald, A.: A note on regressions analysis, Annals of Mathematical Statistics, 18, 586-9, 1947
- 8-6) Rubin, H.: Note on random coefficients. In T. C. Koopmans (ed.), Statistical Inference in Dynamic Economic Models. Wiley, New York, 1950
- 8-7) 筒井淳也, 不破麻紀子: マルチレベル・モデルの考え方と実践 計量社会学ワンステップアップ講座(1), 理論と方法, Vol.23, No.2:pp.139-149, 2008
- 8-8) 上野真也: ソーシャルキャピタルにおけるコミュニティ効果, 熊本大学政策研究, No.2, pp.23-32, 2011.3
- 8-9) 小林慎太郎, 森 義昭, 水野 啓, 西前 出, 星野 敏, 守田秀則: 広域行政圏単位の土地利用変化の分析とその予測モデルの構築, 科学研究費補助金(基盤研究(B)(1))研究成果報告書, 2003.3
- 8-10) 村澤昌崇: 高等教育研究における計量分析手法の応用(その 1) —マルチレベル分析—, 広島大学高等教育研究開発センター 大学論集, 第 37 集, pp.309-327, 2006.3
- 8-11) 川口俊明: マルチレベルモデルを用いた「学校の効果」の分析—「効果的な学校」に社会的不平等の救済はできるのか—, 教育社会学研究第 84 集, pp.165-184, 2009
- 8-12) 山田哲也: 格差を縮小する「学級効果」の探求 —マルチレベルモデルを用いた分析—, ベネッセコーポレーション研究所報, No.52, pp.89-102, 2009.3
- 8-13) 瀧澤重志, 加藤直樹: 線形混合モデルによる東京都内の賃貸事務所ビルに入居するテナントの消費エネルギー原単位の分析, 日本建築学会環境系論文集, No.686, pp.375-384, 2013.4
- 8-14) Judith D. Singer, John B. Willett (菅原ますみ 監訳): 縦断データの分析 I 変化についてのマルチレベルモデリング, 株式会社 朝倉書店, p.v, 2012.9 (初版第 1 刷)
- 8-15) 石村貞夫, 子島 潤, 石村友二郎: SPSS による線形混合モデルとその手順 [第 2 版], 東京図書株式会社, pp.152-281, 2012.9 (第 2 版第 1 刷)
- 8-16) 安藤正人: マルチレベルモデル入門 実習: 継時データ分析, 株式会社ナカニシヤ出版, pp.40-95, 2011.9
- 8-17) 松永裕介, 村川三郎, 西名大作, 末盛 崇: 広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究 その 1 調査概要と夏期・秋期の電力消費量, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第 32 巻, pp. "421-1"- "421-4", 2009.3
- 8-18) 日本建築学会: 日本の住宅におけるエネルギー消費, 社団法人 日本建築学会, 2006.10 (第 1 版第 1 刷)
- 8-19) 宇佐美慧: 階層的なデータ収集デザインにおける 2 群の平均値差の検定・推定のためのサンプルサイズ決定法と数表の作成—検定力および効果量の信頼区間の観点から—, 教育心理学研究, No.59, pp.385-401, 2011
- 8-20) 清水裕士: マルチレベルモデルで何ができるのか (PowerPoint 資料),

www.geocities.jp/simizu706/shimizu2011.pptx, 2013.7.10 参照

- 8-21) Ita Kreft and Jan de Leeuw (小野寺孝義 編訳): 基礎から学ぶマルチレベルモデル 入り組んだ文脈から新たな理論を創出するための統計手法 Introducing Multilevel Modeling, ナカニシヤ出版, p.114, 2009.12 (初版第2刷)
- 8-22) 安藤正人: マルチレベルモデル入門 実習: 継時データ分析, 株式会社ナカニシヤ出版, p.43, 2011.9
- 8-23) Judith D. Singer, John B. Willett (菅原ますみ 監訳): 縦断データの分析 I 変化についてのマルチレベルモデリング, 株式会社朝倉書店, p.29, 2012.9 (初版第1刷)
- 8-24) Ita Kreft, Jan de Leeuw: 基礎から学ぶマルチレベルモデル 入り組んだ文脈から新たな理論を創出するための統計手法, 株式会社ナカニシヤ出版, pp.92-99, 2009.12 (初版第2刷)
- 8-25) 岡島えみこ, 堀 祐治: 住宅設備機器代替による消費エネルギー効果に関する研究—設備の保有状況及び機器効率の推移に関する検討—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp.1315-1316, 2012.9
- 8-26) 空気調和・衛生工学会 編: 給排水衛生設備計画設計の実務の知識, p.83, 2011.6 (改訂3版第2刷)
- 8-27) 環境省: 平成20年版 環境／循環型社会白書, 第2節 暮らしを見直す, 図2-2-14, 2008.6
- 8-28) 岡野亜沙美, 西名大作, 村川三郎, 金田一清香, 安藤元気, 石田正樹, 八杉克志: 広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究 その10 3年間の電力消費量の変化, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第36巻, pp.339-342, 2013.3
- 8-29) 安藤元気, 西名大作, 村川三郎, 金田一清香, 石田正樹, 岡野亜沙美, 八杉克志: 広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究 その13 マルチレベルモデルによる電力消費量の要因分析, 日本建築学会中国支部研究報告集, 第36巻, pp.351-354, 2013.3

第9章 結論



本章では、これまでの各章における内容を総括し、本論文の成果をまとめるとともに、今後の課題について示し、全体の結論とする。

第1章においては、本論文の目的について述べるとともに、本論文に関連する既往の研究について概観したうえで、本論文の位置付けを行い、さらに、本論文の構成を示した。

第2章では、調査対象となる住宅や電力消費量を計測する機器の概要、ならびに調査対象住宅の居住者に行ったアンケート調査の概要についてまとめ、第4章以降で取り扱うデータの測定期間中における気象概況について示した。

第3章では、調査対象住宅の居住者を対象に実施したアンケート調査結果を示した。

調査対象住宅は、2000年以降に竣工した延べ床面積100～140 m²程度で、ペアガラスなど基礎的な断熱が図られている住宅が多く、そのほとんどが木造もしくは軽量鉄骨造であった。また、30～40代の夫婦と子供1～2人の家族構成が主であり、高齢者世帯が少ないことがわかった。設置されている設備機器については、冷暖房機器として冷暖房エアコンが多く、ほとんどの住宅でリビングに設置されており、住宅全体でも3～5台は所有していることが確認できた。給湯機器は、電気温水器が世帯全体の7割弱、CO₂HP給湯器が3割強を占めており、家電機器は、冷蔵庫、IHクッキングヒーター、洗濯機類（洗濯機、洗濯乾燥機のいずれか）が全世帯で、電子レンジ・オーブンレンジ、テレビもほぼ全世帯が所有していた。

各世帯のライフスタイルの中で、季節別の湯張り回数をみると、毎日湯を張っている世帯が冬期では8割近くを占める一方で、夏期は5割程度にとどまり、残りの3割は『ほとんど張らない』と回答していることから、季節によって入浴形態が大きく変わる世帯とそうではない世帯が混在していることがわかった。また、食器洗い乾燥機や洗濯乾燥機の「乾燥機能」や電子レンジの「オーブン機能」といった、電力消費量の拡大が予想される機能については、必ずしも全ての世帯において使用されているわけではないことが明らかとなった。このように、世帯によってライフスタイルに大きな違いがあり、機器の使い方によっても、電力消費量の多寡に大きな影響を及ぼすことが予想された。

節約行為については、その実行度から、現在のライフスタイルの大幅な変更を伴わない実践が容易な行為については実行度が高く、既にしないことが常態化していると予想される行為やライフスタイルの著しい変更を要する行為、快適性を損ねる行為については、実行されにくい傾向にあることがわかった。

また、システム設置や震災といった変革事象によって、多くの居住者は節電意識が高まり、節電行動を実践していることがわかった。

第4章から第7章にかけて、2008年10月から2009年9月までの1年間の測定データに基づいた調査対象世帯の電力消費量を整理し、その実態について把握したうえで、数量化理論第I類を適用することで、その影響要因について分析した。

まず、第4章では、世帯全体の電力消費量について検討を行った。

年積算電力消費量の世帯平均値は、約10,400kWh/(世帯・年)（二次エネルギー換算値：37.3GJ/(世帯・年)）であり、既往の文献値と比較して小さくなった。また、月積算電力消費量は1月で最大（1,300kWh/(世帯・月) [4.65GJ/(世帯・月)]）、9月で最小（620kWh/(世帯・月) [2.21GJ/(世帯・月)]）となり、冬期において文献値を下回り、厳寒月においてその差が拡大する傾向が認められたことから、使用エネルギー種別の違いなどによる影響が反映されたものと予想された。

建物特性・世帯特性・設備特性の各アイテム別に年積算電力消費量の差異を検討した結果、分散分析で有意差が認められたのは「延べ床面積」「給湯機種別」「蓄熱設備」「就学者人数」であり、差異がみられなかったアイテムにおいても影響の程度が季節によって変動していることが確認できた。また、年積算値との相関係数は、「延べ床面積」「給湯機種別」「温水床暖房システム」「エアコン使用台数」で高い値を示した。

年積算電力消費量に及ぼす影響要因を検討するため、「延べ床面積」「構造」「給湯機種別」「蓄熱設備」「エアコン使用台数」「世帯人数」「世帯主年齢」の7つの変数を用いて数量化理論第Ⅰ類による解析を行った結果、0.798の重相関係数が得られ、「延べ床面積」「給湯機種別」において高い偏相関係数を示し、特に、全電化住宅における給湯機種別は、電力消費量の多寡の大きな要因となっていることが確認できた。一方、「蓄熱設備」や「エアコン使用台数」といった設備特性のアイテムも比較的高い偏相関係数がみられた。

月積算電力消費量を従属変数として数量化理論第Ⅰ類を適用した結果、重相関係数は0.7～0.8の間で推移し、偏相関係数は冬期では「延べ床面積」「蓄熱設備」「世帯人数」が、中間期では「給湯機種別」が高くなっており、夏期は「世帯主年齢」が大きくなる傾向が得られた。世帯特性の各変数における偏相関係数も比較的高いことから、建物特性のみならず世帯構成や世帯年齢など居住者のライフステージが影響を及ぼしていることが推察された。これより、それぞれの特徴が反映されることにより、各要因の影響の程度は季節によって変動していることが確認できた。

続いて、第5章では、給湯電力消費量を対象に検討を行った。

年積算電力消費量の世帯平均値は、電気温水器設置世帯で5,200kWh/(世帯・年)、CO₂HP給湯機設置世帯で2,100kWh/(世帯・年)であり、前者が後者の約2.5倍となった。また、月積算電力消費量は機器種別に関わらず1月で最大（電気温水器：620kWh/(世帯・月)、CO₂HP給湯機：320kWh/(世帯・月)、8月で最小（電気温水器：240kWh/(世帯・月)、CO₂HP給湯機：80kWh/(世帯・月)）となるが、全ての月において電気温水器がCO₂HP給湯機を上回り、夏期において両者の差が拡大する傾向にあることから、機器効率の差が反映されたものと考えられた。

住宅属性の各アイテム別に年間ならびに月積算電力消費量との相関係数を求めた結果、一年を通して「給湯機種別」の値が高く、消費量の差異を分散分析で検討した結果、1%水準の有意差が認められた。その他のアイテムでは「給湯機種別」ほど高い影響要因となり得るアイテムはみられなかったが、影響の程度が季節によって変動していることが確認できた。

年積算電力消費量に及ぼす影響要因を検討するため、「竣工年」「給湯機種別」「温水床暖房システム」「長子年齢」「給与所得者人数」「夏期湯張り回数」「冬期湯張り回数」の7変数を用いて数量化理論第Ⅰ類による解析を行った結果、0.852の比較的高い重相関係数が得られた。また、「給湯機種別」「温水床暖房システム」において高い偏相関係数を示していることから、電化住宅における給湯機の種別や給湯の使用方法是電力消費量の多寡に影響を及ぼす大きな要因となっていることが確認できた。一方、世帯特性の「長子年齢」や「冬期湯張り回数」における偏相関係数も比較的高いことから、設備特性のみならず世帯構成や年齢など居住者のライフステージやライフスタイルが影響を及ぼしていると推察された。

月積算電力消費量を従属変数として数量化理論第Ⅰ類を適用した結果、重相関係数は一年を通して0.8前後で推移しており、偏相関係数は夏期では「給湯機種別」「夏期湯張り回数」が、

冬期は「竣工年」「温水床暖房システム」「長子年齢」「給与所得者人数」「冬期湯張り回数」がそれぞれ高くなる傾向がみられた。給湯機器の効率や湯の使用状況、また、居住者の生活行動は季節に応じて変化するため、全電力消費量と同様、それぞれの変数における特徴が反映されることにより、各要因の影響は季節によって変動していることが確認できた。

第6章では、冷暖房電力消費量の検討を行うため、はじめに、用途の混在する系統について、用途分解手法を提案し、冷暖房電力消費量の用途分解を試みた。その後、従来の用途分解手法との精度を比較し、日積算電力消費量の推計値と実測値の誤差の検討から、本研究で採用した用途分解手法が、冷暖房電力消費量について概ね妥当な推定が行われていることを確認した。

年積算電力消費量に占める冷暖房電力消費量の世帯平均値は、暖房用途が 1,276 kWh/(世帯・年)で全体の 12.5%であり、冷房用途は 258 kWh/(世帯・年)と前者の 1/5 程度で年積算値に占める割合も 2.5%と非常に少ないことを把握した。また、暖房用途と冷房用途の電力消費量の関係では、決定係数が約 0.26 と、両用途間であまり関連がみられないことから、それぞれの電力消費量に影響を及ぼす要因に違いがある可能性が示唆された。

影響要因であると考えられる各アイテムと暖房・冷房用途の電力消費量との関連について、分散分析によって検討した結果、冷房用途では「エアコン使用台数」が、暖房用途では「延べ床面積」「蓄熱設備」「暖房機器使用台数」が、そして両用途では「全館空調システム」が、カテゴリー間における差異が比較的大となった。これらの結果から、同じ特性でも暖房と冷房では電力消費量に与える影響が異なることが確認できた。

暖房・冷房の各用途の電力消費量に及ぼす影響要因を検討するため、「延べ床面積」「構造」「全館空調システム」「蓄熱設備」「エアコン使用台数」「暖房機器使用台数」「男性人数」「妻の職業」の8変数を用いて数量化理論第I類による分析を行った。その結果、暖房用途では「蓄熱設備」が、冷房用途では「エアコン使用台数」が、両用途を通して「全館空調システム」の偏相関係数がそれぞれ高く、これらの要因の影響が大きいことを示した。また、各説明変数の偏相関係数を暖房と冷房で比較すると、「蓄熱設備」「エアコン使用台数」「男性人数」で大きな違いがみられ、暖房用途と冷房用途では電力消費量に与える影響要因が異なることを示した。

第7章では、その他電力消費量について検討を行った。

年積算電力消費量に占めるその他電力消費量の世帯平均値は、4,530kWh/(世帯・年)で全体の44%を占めており、年積算値における世帯間の差異は給湯・冷暖房用途と比較して小さいことを確認した。月積算電力消費量は 400kWh/(世帯・月)前後で推移しており、最大月は1月(427kWh(世帯・月))、最小月は9月(362kWh(世帯・月))に現れ、冬期において若干の増加傾向が認められた。その他用途の占有率の月変動をみると、冬期に低下し、夏期に上昇する傾向が顕著であった。消費量が最大となる1月では、給湯・冷暖房・その他の各用途が全体の1/3 ずつを占めていたが、中間期や夏期では、その他用途が6割近くにのぼることを明らかにした。

影響要因であると考えられる各アイテムとその他用途の電力消費量との関連について、一年を通して比較的高い相関係数を示すのは、「延べ床面積」となった。また、分散分析によって検討した結果、年積算値で5%水準の有意差となったのは「延べ床面積」「世帯人数」「食洗機の乾燥機能使用」の3つにとどまり、「構造」「家電機器使用台数」「男性人数」「世帯主年齢」「長子年齢」「子供人数」「就学者人数」「オープン機能の使用」については、3以上の月において5%水準の有意差が認められた。

その他用途の年積算電力消費量に及ぼす影響要因を検討するため、「延べ床面積」「構造」「家電機器使用台数」「世帯人数／子供人数／就学者人数」「食洗機の乾燥機能使用」「オープン機能の使用」の8変数を用いて3つのモデルを構築し、数量化理論第Ⅰ類による分析を行った。その結果、全モデルにおいて0.83以上の重相関係数が得られた。また、偏相関係数から、「延べ床面積」の影響度が最も大きく、次に「食洗機の乾燥機能使用」「世帯人数／子供人数／就学者人数」「家電機器使用台数」となり、モデルによっては「オープン機能の使用」や「構造」はほとんど影響を及ぼしていない結果となった。

同様に、月積算電力消費量に影響を及ぼす影響要因について数量化理論第Ⅰ類を適用して検討した結果、年間を通して「延べ床面積」「世帯人数」の影響が大きく、これらより「家電機器使用台数」「食洗機の乾燥機能使用」は若干小さくなること、また、年積算値での検討では影響の小さかった「オープン機能の使用」は夏期に、「構造」は冬期において若干高くなっており、アイテムによっては各要因の影響の程度が月によって変動していることを確認した。

第8章では、世帯間の違いが電力消費量の多寡に及ぼす影響について検討してきた第4章から第7章までの横断的な概念に、縦断的な概念である各世帯における経時変化が及ぼす影響についても同時に考慮することで、「世帯間の変動」と「世帯内の変化」のそれぞれにおける影響要因を抽出し、その影響度について検討した。具体的には、2008年10月から2011年9月までの3年間にわたる月積算電力消費量の実測データに対して、世帯レベル(Level-2)と月レベル(Level-1)の階層性を考慮したデータセットを作成し、マルチレベルモデルを適用することで、それぞれのレベルにおける電力消費量の影響要因について用途ごとに解析した。

まず、マルチレベルモデルによるヌルモデルの結果から、本研究におけるデータセット（階層性のある測定データ）では、世帯ごとのまとまりが強く、世帯間による変動が大きくなるため、マルチレベルモデルを適用する必要があることを示した。

マルチレベルモデルによる分析結果のうち、全ての月を対象とした全電力消費量と給湯電力消費量の変量効果から、中間期における平均電力消費量（切片）ならびに外気温による影響度（回帰係数）が世帯間で異なることを示した。さらに、切片と外気温の回帰係数（一次項）が負の関連にあったことから、消費量の平均値が高い世帯は両者の関連が弱く、逆に平均値が低い世帯は強くなるといえた。これは、前者の世帯では、外気温にあまり左右されず一年を通して消費量が多く、後者の世帯では季節に応じたライフスタイルを送るため、冬期では消費量が多くなるものの、中間期では少なくなるためと解釈できた。特に給湯用途では、年間を通して消費量が多い電気温水器と機器効率が外気温の影響を強く受けるCO₂HP給湯機による違いが反映されている可能性も考えられた。また、期間を分けて検討した暖房その他電力消費量ならびに冷房その他電力消費量においても、外気温が電力消費量に及ぼす影響の程度は世帯によって異なることが確認できた。

マルチレベルモデルによって選定されたアイテムの固定効果より、第4章から第7章においても言及してきた建物・世帯規模の拡大や使用機器台数の増加、およびライフステージの上昇が消費量の増大を招くことが明らかとなった。同時に、これらの要因は世帯内における電力消費量の多寡に対しても同様に影響を及ぼしており、同じ居住者であっても、加齢によって消費量が増していく傾向が認められた。全電力消費量を対象とした解析結果では、各世帯の経時変化を考慮した「エアコン使用台数」と「世帯人数」において、いずれもLevel-1でのみ有意となったことから、世帯間の差異よりも、むしろ世帯内での変化による影響度が強いことを明ら

かにした。

また、用途ごとの分析結果から各用途の特徴を反映した影響要因が抽出された。例えば、給湯用途では大きな影響要因である「給湯機種別」のほかに、「湯張り回数」が選択され、年間を通して回数の少ない世帯ならびに回数が少なくなる月において消費量の低減がみられた。暖房その他用途では世帯内における電力消費量の変化の要因として「暖房機器使用台数」が抽出され、台数の増加が消費量の増大に寄与しているものと考えられた。一方、冷房その他用途では、外気温が高い夏期のみを対象としたことから、冷蔵庫を買い替えた世帯の消費量が少なく、買い替え以降の消費量がそれまでより削減される傾向にあることが明らかとなった。また、全電力ならびに暖房その他用途では、「普段の光熱費感覚」が検定有意となり、光熱費が多いと実感している世帯の消費量が実際に多いことから、居住者が自身の世帯の消費量を感覚的に意識することが、消費量削減の一助となるものと考えられた。

全電力消費量で抽出された「行動得点の変化」から、3つの変革事象によって節電行動を実践した月の消費量が少なくなる傾向がみられた。特に、節電行動が反映されやすいと考えられる冷暖房・家電機器や照明器具で構成される暖房その他用途、冷房その他用途の両方において、震災直後に節電行動を実践した世帯の月の消費量が低減したことから、被災地から離れた広島地域においても、節電意識が喚起され実行に移した世帯については有意に削減されたことが明らかとなった。

このように、2つの階層レベルにある要因の影響度を同時に検討することで、数量化理論第I類では検討できなかった、マルチレベルモデルならではの結果を示すことができた。

以上で述べてきたように、本論文では、全電化住宅におけるエネルギー消費量の実測データを用いて分析を行い、用途ごとの消費実態を明らかにするとともに、各世帯の住宅属性などの違い（世帯間の変動）がその多寡に及ぼす影響について検討することを目的として、まず、影響を及ぼすと予想されるアイテムと電力消費量の相関分析ならびに分散分析を行い、これらの結果に基づいて構築したモデルによる数量化理論第I類の解析結果を示した。その結果、それぞれの用途の特徴を反映した影響要因が抽出され、いずれの用途においても影響要因やその度合いが季節や月によって変動していることが明らかとなった。これより、月積算電力消費量への影響要因を検討するにあたり、これまで対象としてきた「世帯レベル」とは異なる階層である「月レベル」の経時変化を説明する変数（本論文では月平均外気温など）をモデルに投入し、月変動の統制を図ることによって、全てのデータを対象としたより精緻な解析を1つのモデルによって行うことができる可能性が示唆された。

これを踏まえて、「世帯間の変動」とともに「世帯内の変化」の影響についても同時に検討することを目的として、マルチレベルモデルによる解析結果を用途ごとに示すことで、それぞれにおける影響要因とその影響度を明らかにした。最終モデルに組み込まれた変数の各レベルにおける影響の程度を定量的に示すことで、従来の住宅面積の大小や世帯人数の多少などとともに、家族構成やライフスタイルなどの変化にも対応したモデルを構築することができたものとする。長期にわたる測定データには、たとえ同一世帯であっても、電力消費量の影響要因が変化する場合が多くみられるため、これらを考慮した要因分析を適切に行うためには、本論文で検討した手法が適用できるものとする。

また、マルチレベルモデル分析の中で、給湯用途を除く電力消費量において、震災後の節電

行動による削減効果を示すことができた。同様の検討はこれまでもなされてきたが、その多くは震災後の各月におけるエネルギー消費量を前年同月と比較した内容となっており、本論文のように、世帯人数や外気温度といった主な影響要因を統制しつつ、節電行動による削減効果について言及している例は他にみられないことから、本分析で用いたマルチレベルモデルの有用性を示すと同時に本研究におけるひとつの成果であると考ええる。また、省エネ意識が喚起されるような事象として、例えば、各家庭への HEMS など設備機器の導入を促進するような政策やメディアを通しての節電への呼びかけなどの生起が、省エネに大きな効果をもたらす可能性が示唆されたことから、行政主導のもと、家庭用エネルギー消費についての省エネに関する法律や条例などといった枠組みを整備すると同時に、国民の一人ひとりが節電行動を起こすための動機付けとなるような仕掛けを継続的に設けることも重要といえる。

これらの成果は、従来の統計解析手法を適用した研究における要因分析で使用されている横断データだけでは、エネルギー消費量への影響度の検討に限界があることを示す一方で、要因分析に経時的な検討を導入する必要性を示すことができたと考ええる。ただし、検討対象とする要因自体の電力消費量に及ぼす影響の程度における季節変動に着目する場合は、検討対象期間に限定的になるものの、数量化理論第Ⅰ類による検討が適しているといえる。本論文でマルチレベルモデルを適用する際に構築したモデルでは、月平均外気温などの変数を用いて月変動を説明することで、対象とする全ての月における各要因の平均的な効果の析出にとどまったが、第4章から第7章で示したように、数量化理論第Ⅰ類では横断データを用いて、その断面ごとに分析を行い、これらの結果を並べることで、検討対象要因の影響度の変化を捉えることができる。また、本論文では、アンケートによる属性調査で得られた結果の中から、電力消費量の影響要因として考えられるアイテムを選定し、検討モデルを構築する際に、これらを並列的に扱うことによって、その影響度の検討を行ったが、これら多数の影響要因間における因果構造、ならびに、影響要因を規定する様々な背景要因についてまでは考慮していない。マルチレベルモデル分析では、複数の階層を対象とした膨大かつ精密なデータセットを整備する必要があるが、そのためには、影響要因として考えられる各世帯の基本的な属性のみならず、居住者単位のライフスタイルや経時的に変化する生活行動など多岐にわたるアイテムについて十分に把握できるだけの調査が必須となり、これらが現実的に困難であることを考えると、マルチレベルモデルが簡単に用いられる分析手法であるとは言い難い。さらに、解析結果やその考察も非常に煩雑なものとなることから、扱うデータや研究目的に応じた適切な分析手法を選択する必要があるといえるが、場合によっては本論文のように複数の手法を併用することで、より多角的な検討が可能となるものと考ええる。

将来的には各家庭に HEMS のような消費エネルギーを「見える化」するシステムの普及が予想されるが、スマートグリッドのようなインフラの整備にあたっては、これらを統括する CEMS(Cluster/Community Energy Management System:地域エネルギー管理システム)を導入することによって、電力システムを円滑に運用するとともに、ある一定エリアにおける電力消費量を管理することで、エネルギーを効率的に利用することができる。その際、各世帯の住宅属性などを考慮しつつ、時々刻々と変化する消費量の予測を行うことで、電力の安定的な需給バランスが図れるものと考えられるが、その消費予測に、本論文で構築した理論が援用できるものと考ええる。

しかしながら、本論文では電力会社による月単位の需要予測や居住者による光熱費予測に用

いられるレベルを想定していることから、主に月積算値への影響要因について検討にとどまっております。上述したような、「〇月〇日の〇時における需要予測」に必要な日・時間レベルでの影響要因を検討するには、本論文で示したモデルだけでは不十分である。これについてマルチレベルモデルで検討するためには、モデルをさらに拡張する必要がある。具体的には、月レベルである第1水準(Level-1)の下位に、日レベルの水準を、さらにその下位に時間レベルの水準を設定することで、4階層を持つ新たなデータセットを構築する。さらに、これらの解析には、各レベルの変動を説明できる変数が必須であることから、例えば、日レベルに対しては、平休日の違いや日平均外気温などを、また、時間レベルに対しては、時間ごとの在宅人数や家電機器の稼働率などといった詳細データの整備を要する。また、複数の都市にまたがって各都市における人口増加率などの説明変数を取り込んだモデルを構築するには、世帯レベルである第2水準(Level-2)の上位に都市レベルとなる第3水準(Level-3)を設定することになる。このように、下位レベルのミクロ領域、ならびに上位レベルのマクロ領域へのモデルの拡張により、より仔細な検討ができるものと考えられるが、上述したような分析に使用するデータ量は膨大かつ複雑となることから、現状においては市販されているコンピューターの性能上、演算に多大な時間を要し、マルチレベルモデルによる解析は困難である。しかしながら、将来的には、科学技術の進歩に伴うコンピューターの性能の向上により、上述した解析が可能になるものと思われることから、その一端に本研究の成果を役立てることができるとして、仔細な検討による消費予測モデルの構築については今後に期待する。

著者関連発表論文一覧（各章の対応）

【第4章】全電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討

安藤元気，村川三郎，西名大作，松永裕介

世帯全体の電力消費に及ぼす影響要因の分析

ー広島地域の全電化住宅を対象とした電力消費量に関する研究ー

日本建築学会環境系論文集，No.675，pp.409-416，2012.5

【第5章】給湯電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討

安藤元気，西名大作，村川三郎，金田一清香，石田正樹

戸建て住宅における給湯電力消費量に及ぼす影響要因の分析

ー広島地域の全電化住宅を対象とした電力消費量に関する研究ー

日本建築学会環境系論文集，No.692，pp.799-807，2013.10

【第6章】冷暖房電力消費量に影響を及ぼす要因に関する検討

石田正樹，安藤元気，村川三郎，西名大作

広島地域の全電化住宅を対象とした冷暖房電力消費量の影響要因に関する研究

日本建築学会環境系論文集，No.687，pp.427-435，2013.5

【第8章】世帯間変動要因と世帯内変化要因による同時要因分析

安藤元気，西名大作，村川三郎，金田一清香，石田正樹，八杉克己

マルチレベルモデルを適用した戸建て住宅におけるエネルギー消費量に及ぼす影響要因の分析 ー広島地域の全電化住宅を対象とした電力消費量に関する研究ー

日本建築学会環境系論文集，No.698，pp.383-392，2014.4（印刷中）

【その他参考論文】

安藤元気，西名大作，村川三郎，石田正樹

電力管理システム導入による居住者の意識行動と消費量削減効果の分析

ー広島地域の全電化住宅を対象とした電力消費量に関する研究ー

日本建築学会環境系論文集，No.685，pp.299-306，2013.3

著者関連口頭発表一覧

1. 松永裕介, 村川三郎, 西名大作, 折本和彦, 安藤元気
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その3 エアコン使用パターンの世帯分類
日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東), D-2, pp.1197-1198, 2011.8
2. 安藤元気, 村川三郎, 西名大作, 田中貴宏, 折本和彦, 松永裕介
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その4 光熱費管理支援システムの導入による電力消費量削減効果
日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東), D-2, pp.1199-1200, 2011.8
3. 安藤元気, 村川三郎, 西名大作, 折本和彦, 松永裕介
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
(第4報) 居住者意識と電力消費の関連分析
空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 (名古屋), pp.537-540, 2011.9
4. 石田正樹, 村川三郎, 西名大作, 田中貴宏, 折本和彦, 安藤元気, 松永裕介
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その6 冷暖房用途の影響要因
日本建築学会中国支部研究報告集, 第35巻, pp.345-348, 2012.3
5. 西名大作, 石田正樹, 村川三郎, 田中貴宏, 折本和彦, 安藤元気
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その7 室別エアコンの電力消費と稼働特性
日本建築学会中国支部研究報告集, 第35巻, pp.349-352, 2012.3
6. 安藤元気, 村川三郎, 西名大作, 田中貴宏, 折本和彦, 石田正樹
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その8 給湯機器の消費パターンと稼働特性
日本建築学会中国支部研究報告集, 第35巻, pp.353-356, 2012.3
7. 石田正樹, 村川三郎, 西名大作, 安藤元気, 吉田友一
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その5 室別エアコンの電力消費と稼働特性
日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海), D-2, pp.1309-1310, 2012.9

8. 安藤元気, 村川三郎, 西名大作, 石田正樹
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その6 給湯機器の電力消費と稼働特性
日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), D-2, pp.1311-1312, 2012.9
9. 石田正樹, 村川三郎, 西名大作, 安藤元気
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
(第5報) 冷暖房エアコンの電力消費量と影響要因
空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(札幌), pp.461-464, 2012.9
10. 安藤元気, 村川三郎, 西名大作, 石田正樹
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
(第6報) 給湯機器の消費傾向と稼働特性
空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(札幌), pp.465-468, 2012.9
11. 安藤元気, 西名大作, 村川三郎, 金田一清香, 石田正樹, 岡野亜沙美, 八杉克志
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その9 建物・世帯特性ならびに居住者の意識・行動の変化
日本建築学会中国支部研究報告集, 第36巻, pp.335-338, 2013.3
12. 岡野亜沙美, 西名大作, 村川三郎, 金田一清香, 安藤元気, 石田正樹, 八杉克志
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その10 3年間の電力消費量の変化
日本建築学会中国支部研究報告集, 第36巻, pp.339-342, 2013.3
13. 八杉克志, 西名大作, 村川三郎, 金田一清香, 安藤元気, 石田正樹, 岡野亜沙美
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その11 各種家電機器の電力消費と稼働特性
日本建築学会中国支部研究報告集, 第36巻, pp.343-346, 2013.3
14. 石田正樹, 西名大作, 村川三郎, 金田一清香, 安藤元気, 岡野亜沙美, 八杉克志
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その12 リビングエアコンのエネルギー消費効率
日本建築学会中国支部研究報告集, 第36巻, pp.347-350, 2013.3
15. 安藤元気, 西名大作, 村川三郎, 金田一清香, 石田正樹, 岡野亜沙美, 八杉克志
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その13 マルチレベルモデルによる電力消費量の要因分析
日本建築学会中国支部研究報告集, 第36巻, pp.351-354, 2013.3

16. 八杉克志, 西名大作, 村川三郎, 金田一清香, 安藤元気, 石田正樹
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その7 各種家電機器の電力消費と稼働特性
日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), D-2, pp.1413-1414, 2013.8
17. 石田正樹, 西名大作, 村川三郎, 金田一清香, 安藤元気, 八杉克志
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その8 リビングエアコンの負荷の要因分析
日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), D-2, pp.1415-1416, 2013.8
18. 安藤元気, 西名大作, 村川三郎, 金田一清香, 石田正樹, 八杉克志
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その9 マルチレベルモデルによる電力消費量の要因分析
日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), D-2, pp.1417-1418, 2013.8
19. 八杉克志, 村川三郎, 西名大作, 金田一清香, 佐々木元気, 石田正樹
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
(第7報) 各種家電機器の電力消費と稼働特性
空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(長野), pp.269-272, 2013.9
20. 石田正樹, 村川三郎, 西名大作, 金田一清香, 佐々木元気, 八杉克志
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
(第8報) リビングエアコンの稼働特性
空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(長野), pp.273-276, 2013.9
21. 原康輔, 西名大作, 村川三郎, 金田一清香, 安藤元気, 石田正樹, 八杉克志
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その14 給湯用日電力消費量の影響要因
日本建築学会中国支部研究報告集, 第37巻, pp.269-272, 2014.3
22. 石田正樹, 西名大作, 村川三郎, 金田一清香, 安藤元気, 八杉克志, 原康輔
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その15 実稼働を考慮したリビングエアコンの電力消費特性
日本建築学会中国支部研究報告集, 第37巻, pp.273-276, 2014.3
23. 八杉克志, 西名大作, 村川三郎, 金田一清香, 安藤元気, 石田正樹, 原康輔
広島市の全電化住宅におけるエネルギー消費実態に関する研究
その16 家庭用厨房機器の稼働状況と世帯特性の関連
日本建築学会中国支部研究報告集, 第37巻, pp.277-280, 2014.3

謝 辞

本論文をまとめるにあたり、卒論生配属から修士課程修了まで、懇切丁寧なご指導をいただき、社会人として実務に携わった後に、今回の学位研究について機会を与えてくださり、指導教官として終始熱心にご指導いただきました広島大学大学院工学研究科建築学専攻教授 西名大作先生に感謝の意を表するとともに、心から御礼申し上げます。

本論文を書き上げるにあたり、広島大学工学部名誉教授 村川三郎先生には、研究内容へのアドバイスに加え、語学に関するご指導を賜りました。また、本論文をまとめるに際しては、広島大学大学院工学研究科建築学専攻 杉本俊多教授、平野吉信教授、千代章一郎准教授、田中貴宏准教授にご指導賜りました。そして、同専攻前助教 越川康夫先生にはご助言いただきました。諸先生方に心から感謝申し上げます。

広島大学大学院工学研究科建築学専攻 金田一清香助教には、論文をまとめるにあたり多大な助勢をいただきました。広島大学大学院総合科学研究科 清水裕士助教には、マルチレベルモデルに関する考え方から SPSS の操作法に至るまでご指導いただきました。お二人の先生方に深く感謝申し上げます。

共同研究として中国電力株式会社お客さまサービス本部（ソリューションサービス担当）の担当者であった折本和彦氏、吉田友一氏ならびに尺田周造氏には、実測データ収集・入手ならびにアンケート調査の実施に関してご尽力いただきました。併せて研究方針にご理解とご協力をいただきましたお客さまサービス本部部長をはじめ、共同研究に関わっていただいた方々に深く御礼申し上げます。

また、お互いに刺激・助言し合いながら研究をまとめた建築環境学研究室の後輩諸君と、学位論文研究中に同じテーマに共に取り組んだ平成 25 年度修論生 石田正樹くん、平成 24 年度卒論生 八杉克志くん、岡野亜沙美さん、平成 25 年度卒論生 原康輔くんに厚く御礼申し上げます。本研究テーマの前任者であり、データの整備や用途分解手法などの基礎を築き、私が研究室に戻るまでに様々なご協力をいただいた平成 22 年度修論生 松永裕介くん（現 中国電力株式会社）、平成 22 年度卒論生 山成沙弥さん（現 三建設備工業株式会社）にも御礼申し上げます。

さらに、勉学の機会を与えていただいた中国電力株式会社、とりわけ、研究業へのご理解と応援していただいた管財部門（建築） 熊谷千代志前部長ならびに同 原弘明部長、そして、社会人留学期間中にお世話していただいた人材活性化部門（人権啓発・総括担当）の政光勝典マネージャー、森田寛美副長、藤田恵子専任係長をはじめとする関係各位に御礼申し上げます。

最後に、留学期間中での結婚と研究に理解を示し、応援していただいた両親ならびに義母はじめ妻のご家族、そして常に心身を支え、温かく見守ってくれた妻 れい、長女 初に感謝の意を表します。

本論文の完成と建築環境学研究室での経験が、私の人生の糧となるように、今後とも一層の努力に励んでまいりたいと思います。

平成 26 年 3 月 23 日

I. 第一回属性調査票



世帯属性・住まい方に関する調査票

この調査票では、お宅様の世帯構成や設備機器の所有状況、住まい方についてお尋ねします。
主婦の方、もしくは最も家事をされている方にご記入をお願いいたします。
調査票は9ページで構成され、問1～問5までありますので、順にお答え下さい。

問1. あなたのお住まいについておうかがいします。

1. お住まいの概要についておうかがいします。それぞれの質問について、可能な限りで結構ですのでお答えください。

- ① 敷地面積 () m² ② 延床面積 () m² ③ 建築面積 () m²
- ④ 階數 () 階 ⑤ 築年數(竣工年) () 年 ⑥ 居住年 (年 ヶ月)

⑦ 構造(どれかに○をつけてください)

- 1) 木造 2) 鉄骨造 3) RC (鉄筋コンクリート) 造 4) その他 ()

⑧ 部屋数(浴室、台所、トイレ、玄関は除いてお考えください)

- () 部屋

⑨ 浴室、台所、トイレを除く、リビング、寝室等の主要な居室に設置されている窓ガラスの種類について、下記の中から該当するものを全てに○印をつけてください。

- 1) 単層ガラス (一般的な1枚の板ガラス)
- 2) ペアガラス (2枚の板ガラスを、隙間をあけて重ねたもの)
- 3) トリプルガラス (3枚の板ガラスを、それぞれ隙間をあけて重ねたもの)
- 4) その他 ()

⑩ あなたのお住まいでは、住宅全体を換気する「24時間換気システム」を採用していますか。また、採用されている場合、1日に何時間程度稼働されていますか。

- 1) 採用している () 時間程度
2) 採用していない

⑪ 給湯されている場所(温水の出る蛇口またはシャワーがある場所)は次のうちどこですか。

該当するもの全てに○印をつけてください。

- 1) 浴室 2) 洗面所 3) 台所
- 4) 洗濯機置き場 5) その他 ()

⑫ 給湯機は、給湯のみにご利用されていますか、それとも床暖房にもご利用されていますか。

- 1) 給湯のみに利用 2) 給湯と床暖房に利用

あなたのお住まいの構成を示す平面図、立面図、^{かなばかりず}矩計図、断面詳細図等の図面をお持ちですか。もしお持ちなら、図面の写しをご提供いただけるかどうかについてお答えください。

図面： 1) ある 2) ない

提供： 1) 提供してもよい 2) 提供できない

2. お住まいが全電化住宅になったのはいつからですか。途中でリフォームにより全電化住宅になった場合は、その工事がいつ行われたか、またその時の工事はどのような内容であったのかを例にならってお答えください。なお、工事を何回かに分けて行われた場合には、それぞれについてお答えください。

1) 新築時から

2) リフォーム時から

例 (2003) 年 (内容： 給湯器を CO₂ ヒートポンプに、ガスコンロを IH クッキングヒーターにした)
 () 年 (内容：)
 () 年 (内容：)
 () 年 (内容：)

※ 以下の質問には問1の質問3で「1)新築時から」を選択された方のみお答えください。

「2)リフォーム時から」を選択された方はこの口内の質問はとばして問2にお進みください。

① あなたのお住まいが「住宅性能表示制度」によって評価されている場合、お手持ちの「設計住宅性能評価書」に基づいて、「5.1 温熱環境に関すること」の項目の「省エネルギー対策等級」についてお答えください。

() 等級

② お住まいは「次世代省エネ基準」に適合している住宅かどうかについてお答えください。

1) 適合している 2) 適合していない 3) わからない

③ お住まいは「環境共生住宅」に認定されている住宅かどうかについてお答えください。

1) 認定されている 2) 認定されていない 3) わからない

問2. ご家族の構成についておうかがいします。

あなたのご家族の構成について、お一人につき一列を用いて、例に示すようにご記入ください。(同居人を含む)

「A 家族」の欄には、「世帯主」「妻」「長男」といった続柄^{つづきがら}をご記入ください。

「B 記入者」の欄には、このアンケート調査票を実際にご記入いただいている方について、○印をつけてください。

「E 職業」の欄には、職業を下枠の1～6の中から選び、番号をご記入下さい。

「F 昼間在宅者」の欄には、平日の昼間に在宅していることの多い方について、○印をつけてください。

「G 週休曜日」の欄には、仕事(学校)が休みの曜日をご記入下さい。

「H インターネット」の欄には、普段どのくらいの頻度でインターネットにより光熱費をチェックしているか下枠の①～⑤の中から選び、番号をご記入下さい。

「E 職業」の選択肢

- | | | |
|--------------|-------------------|------------|
| 1. 給与所得者・自営業 | 2. 主婦(職あり、パートを含む) | 3. 主婦(職なし) |
| 4. 学生 | 5. 無職 | 6. その他 |

「H インターネット」の選択肢

- | | | |
|----------|------------|------------|
| ① ほぼ毎日 | ② 3～4日に一度 | ③ 1～2週間に一度 |
| ④ 1ヶ月に一度 | ⑤ ほとんど見ない。 | |

A 家族	例) 世帯主	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
B 記入者	○									
C 性別	男									
D 年齢	40									
E 職業	1									
F 昼間在宅者										
G 週休曜日	水、日									
H インターネット	②									

問3. 各系統内電化製品保有状況についておうかがいします。

1. 「光熱費管理支援システム」により、お宅様の電力消費量は、現在 10 系統に分けて計測されています。

- ・ 設置の際にそれぞれの系統に付けられた名称を「系統名」の欄に記入し、その系統内に含まれる日常的によく使用される主要な電化製品を最大3個まで、例にならって次ページの別表から選択し、「機器番号」の欄にご記入下さい。なお、お持ちの電化製品に該当する選択肢が表中にない場合は、その電化製品の名称を直接「機器番号」の欄にご記入下さい。
- ・ また、併せてそれぞれの電化製品の定格容量(定格出力)もご記入下さい。エアコンについては、冷房能力、暖房能力でも構いませんが、そのことがわかるように、例の A1 のようにご記入下さい。
- ・ 最後に11番目の系統として「その他」がありますが、この欄には、10系統のいずれにも含まれないものの、日常的によく使用される主要な電化製品を最大6個まで、同様に次ページの別表から選択し、ご記入下さい。

系統名	① 機器番号	定格容量	② 機器番号	定格容量	③ 機器番号	定格容量
例. (リビング)	A 1	冷房 2800 暖房 3200 W	A 6	9 5 0 W	F 1	5 8 (3本) W
系統1 ()		W		W		W
系統2 ()		W		W		W
系統3 ()		W		W		W
系統4 ()		W		W		W
系統5 ()		W		W		W
系統6 ()		W		W		W
系統7 ()		W		W		W
系統8 ()		W		W		W
系統9 ()		W		W		W
系統10 ()		W		W		W
系統11(その他) ()		W		W		W
		W		W		W

別表

空調用

- A1) ー冷暖房エアコン
- A2) ー電気冷房専用クーラー
- A3) ー蓄熱暖房
- A4) ー床暖房
- A5) ー電気ファンヒーター
- A6) ー電気ストーブ
- A7) ー電気こたつ
- A8) ー電気カーペット
- A9) ー扇風機
- A10) ー加湿器
- A11) ー除湿器
- A12) ー空気清浄機
- A13) ー換気扇
- A14) ー24時間換気システム
- A15) ーシーリングファン

家事・衛生用

- B1) ー洗濯機
- B2) ー乾燥機
- B3) ー洗濯乾燥機
- B4) ー浴室衣類乾燥機
- B5) ー温水洗浄便座

調理用

- C1) ー冷蔵庫
- C2) ー食器洗浄機
- C3) ー食器乾燥機
- C4) ー食器洗い乾燥機
- C5) ー電気コンロ
- C6) ー電気コンロ
(オーブン・グリル付属)
- C7) ー電子レンジ
- C8) ーオーブンレンジ

A V ・ 情報用

- D1) ーテレビ
- D2) ービデオ(DVD)
- D3) ーパソコン (デスクトップ型)
- D4) ーパソコン (ノート型)
- D5) ープリンター
- D6) ーオーディオ機器

給湯用

- E1) ー電気温水器
- E2) ーCO₂ヒートポンプ給湯器

照明

- F1) ー照明※1
- F2) ー電気スタンド※2

※1・・・ここでの「照明」とは壁や天井に固定して設置してある物を指します。

※2・・・ここでの「電気スタンド」とはフロアスタンド等の移動可能な物を指します。

問 4. 環境意識と節約行為についておうかがいします。

1. お宅様の普段の光熱費はどのように思われますか。

- 1) 多い
- 2) やや多い
- 3) 普通・変わらない
- 4) やや少ない
- 5) 少ない

2. お客様は、地球温暖化などの環境問題に対して関心がありますか。

- 1) 非常に関心がある
- 2) 関心がある
- 3) やや関心がある
- 4) あまり関心はない
- 5) 関心はない

3. お客様のご家族は、地球温暖化などの環境問題について話をすることがありますか。

- | | | |
|------------|-----------|-----------|
| 1) よく話をする | 2) 話をする | 3) 時々話をする |
| 4) あまり話はない | 5) 全く話はない | |

4. 日常生活の各場面①～⑤における環境に対する取り組みとして、現在実行しているもの全てに○印をつけてください。

- ①排水について
 - 1) 油を下水に流さないようにしている
 - 2) 洗剤、シャンプー等を必要量以上に使用しないようにしている
 - 3) 生ゴミ等を下水に流さないようにしている
- ②水利用・給湯について
 - 1) 雨水を貯めて利用している
 - 2) 蛇口使用時にこまめに止めるなど、水を節約している
 - 3) 風呂の残り湯など、水を再利用している
 - 4) シャワーと風呂を併用しないようにしている。
- ③排出されるゴミなどについて
 - 1) ゴミを極力減らすようにしている
 - 2) ゴミを分別して出している
 - 3) 生ゴミを堆肥にしている
 - 4) リサイクルを目的としたゴミ回収に協力している
- ④製品の購入について
 - 1) 再生素材の製品を利用している
 - 2) 省エネルギー型の電化製品を購入するようにしている
 - 3) 環境に害の少ないもの（グリーンマーク、エコマークのついたもの）を使用するようにしている
- ⑤日常行動について
 - 1) 買い物の際には買い物袋を持参している
 - 2) なるべく自転車や公共交通機関を使い、自動車を使わないようにしている

6. 次ページに示す様々な節約行為を、あなたやあなたのご家族は、現在、日常的にどのくらい実行されていますか。

また、今後、将来的にはどのくらい実行されていると思いますか。

次ページに示す欄の1)～4)の中から選択して、実行状況の欄の該当する番号に○印をつけてください。お持ちでない機器については、お答えいただく必要はありません。なお、「現在の実行状況」には、本システムを取り付ける以前の状況でご記入下さい。

現在の実行状況（システム取付以前）

1) している 2) ややしている 3) あまりしていない 4) していない

将来の実行状況（平成21年2月～3月頃）

1) していると思う 2) ややしていると思う 3) あまりしていないと思う 4) していないと思う

分類	機器名称（用途）	低負荷型ライフスタイル	現在の実行状況	将来の実行状況
空調	暖冷房	冷(暖)房する時間や期間を減らす	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		冷(暖)房する部屋の数減らす	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		冷(暖)房の設定温度を高(低)めにする	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		こまめにフィルターを掃除する	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		冷房時に扇風機を併用する	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		なるべく服装で調整する	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
厨房	調理	下ごしらえは電子レンジを活用する	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		段取りよく調理する	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
	冷蔵庫	季節に合わせて設定温度を調整する	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		ドアの開閉を少なく手早くする	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		物を詰め込みすぎないようにする	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		熱いものは常温で冷やしてから入れる	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
	食器洗い乾燥機	まとめて洗う	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		設定温度を調節する	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		標準（節約）コースで洗う	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
給湯 ・ 家事衛生	炊事	食器洗いの際の湯温を低くする	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		洗い物はため洗いをする	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
	風呂	家族が入浴時間を合わせて入浴している	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		風呂のお湯の使用量を減らす	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		入浴後は浴槽にフタをする	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
	洗面	お湯の使用時間を短くする	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		お湯の設定温度を低くする	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		温水を使わない	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
その他	温水洗浄便座	使用しないときはフタを閉める	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		季節に合わせて設定温度を調整する	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
	洗濯機	使用時にまとめ洗いをする	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		風呂の残り湯を使用する	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		軽い汚れは短時間で洗うコースを使用する	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
	テレビ	使わないときは主電源を切る	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
	ビデオ（DVD）	使用時間を短くする	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
	パソコン	省エネモードにする	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
	照明	使用していない部屋の照明は消す	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)
		家族が同じ部屋で団らんする	1) 2) 3) 4)	1) 2) 3) 4)

問5. お客様のご家庭での過去の電力消費量についておうかがいします。

研究では、光熱費管理支援システムを取り付けたことで、電力消費量がどのように変化したかを検証します。

そのためには、光熱費管理支援システム取り付け完了以前の月別電力消費量が必要で、これらの電力消費量を当社データベースから抽出させていただきたいと存じますが、ご同意いただけますでしょうか。

1) 同意する

2) 同意しない

以上で質問は終了です。
ご協力誠にありがとうございました。

Ⅱ．第二回属性調査票



世帯属性・住まい方に関する調査票

この調査票では、お客さまの世帯構成や設備機器の使用状況、住まい方についてお尋ねします。調査票は9ページで構成され、問1～問6までありますので、順にお答え下さい。

また、本調査と同様な調査（以降「**前回の調査**」と表記）を2008年12月頃を実施しておりますが、本調査票ではそちらの結果と比較・反映した問がいくつかありますので、注意してご回答ください。

- ◇ 今回のアンケートでお客さまからいただく情報は、当社と広島大学とが共同実施する研究で使われます。本アンケートの情報は統計的に分類・集約・分析し、お客さま個人を特定できる状態で公表することはありません。
- ◇ 法令等で特に認められた場合を除き、原則としてお客さま本人の事前同意なしに第三者へ提供いたしません。

問 1. ご家族の構成についておうかがいします。

1. あなたのご自宅にお住まいのご家族（同居人も含む、ご家族でもご自宅にお住まいでない方は除きます。）について、お一人につき一列を用いて、記入例に示すようにご記入ください。また、前回の調査（2008年12月頃）以降、ご一緒にお住まいのご家族の人数に変化（家族が増えた・減った）のあった場合は、その増えた・減ったご家族に対して「G.家族人数の増減」の欄に○・×でご回答ください。

なお、前回の調査でご回答いただいている場合は、そのときの結果を表中に予め記載しておりますので、変更のあった部分は斜線等で消し、変更内容を記入欄の空白部分にご記入ください。また、ご家族が増えた場合は新たに「家族7」や「家族8」などの空いている欄にご記入ください。

「E. 職業」の選択肢

- | | | |
|------------------|-------------------|------------|
| 1. 給与所得者・自営業 | 2. 主婦（職あり、パートを含む） | 3. 主婦（職なし） |
| 4. 学生（小・中・高・大学生） | 5. 無職 | 6. その他 |

		記入例	家族1	家族2	家族3	家族4	家族5	家族6	家族7	家族8
A.家族	世帯主, 父, 母, 妻, 子など	子	世帯主	妻	父					
B.記入者※1	記入者⇒○		○							
C.性別	男, 女	男	男	女	男					
D.年齢※2	(2012年9月現在)	2	40	38	75					
E.職業	(「職業」の選択肢欄から番号を選択)	5	1	2	5					
F.昼間 在宅者※3	在宅者⇒○	○								
G.家族人数 の増減	増えた人⇒○ 減った人⇒×	○								
	時期 家族の増減の あった年月	2010年 5月								

※1…「B. 記入者」の欄には、このアンケート調査票を実際にご記入いただいている方について、○印をつけてください。

※2…前回の調査にご回答いただいている場合は、そのときの回答を参考にご家族の現在年齢（2012年9月現在）を表記しております。

※3…平日の昼間に在宅されていることの多い方について、○印をつけてください。

問 2. あなたのお住まい（住宅）についておうかがいします。

1. あなたのお住まいの構造は何ですか？

1) 木造 2) 鉄骨造 3) RC（鉄筋コンクリート）造 4) その他（_____）

2. あなたのお住まいの竣工年はいつですか？（_____年）

3. あなたのお住まいは二世帯住宅ですか？

- 1) 二世帯住宅である 2) 二世帯住宅ではない

4. あなたのお住まいは「店舗」もしくは業務で使用する「事務所」が併設されていますか？

- 1) 併設している 2) 併設していない

5. 前回の調査（2008年12月頃）以降、あなたのお住まいに改築・増築等の変更はありましたか？

- 1) 変更あり 2) 変更なし

6. 前問5. で「1）変更あり」と回答された方におうかがいします。

どのような変更がありましたか？ 変更の内容とその時期について下記の例にならってご記入ください。

また、お住まいを増築された場合は、その増築部分のおよその広さについても同時にお答えください。

記入例：（内容： 2階部分の増築，外壁の断熱改修，1階浴室の改修 など ）
 （時期： 2011年 5月） 増築の場合（広さ： 6 帖[畳]・㎡ ）

記入欄：（内容： _____ ）
 （時期： _____ 年 _____ 月） 増築の場合（広さ： _____ 帖[畳]・㎡ ）

問3. 電化製品の所有・使用状況についておうかがいします。

以下の1. ～3. までに示されている電化製品の各設問にお答えください。

なお、お持ちでない機器については、お答えいただく必要はありません。

1. 冷暖房機器

ご家庭で使用されている冷暖房機器についておうかがいします。

◆全館空調システム

①お住まいには全館空調システム（一つの空調機で家全体を冷暖房する設備）が設置されていますか？

- 1) 設置している 2) 設置していない

◆蓄熱設備

①お住まいには冷暖房用途に使用する蓄熱設備（床暖房・エコアイスなど）が設置されていますか？

- 1) 設置している 2) 設置していない

②前問①で「1）設置している」と回答された方におうかがいします。

お住まいでどのような蓄熱設備を使用されていますか？ 下記の例にならってお答えください。

記入例：（ 床暖房，エコアイス など ） 記入欄：（ _____ ）

◆冷暖房エアコン

①お住まいに設置されているエアコン（冷房専用も含む・全館空調システムは除く）は何台ですか？ （ _____ 台）

②前問①でお答えいただいたすべてのエアコン各々について、冷房専用か冷暖房兼用かを、また、設置されている部屋名、その部屋の用途について下記の選択肢の中からそれぞれ例にならって表中にご記入ください。

また、前回の調査（2008年12月頃）以降に、買換えや新たに増設、もしくは使用しなくなったエアコンがある場合は、変更事項、変更時期についてもお答えください。

部屋名					
1.リビング	2.ダイニング	3.キッチン	4.リビング・ダイニング	5.リビング・ダイニング・キッチン	
6.寝室	7.子供部屋	8.和室	9.客間	10.洋室	11.その他

部屋の用途	
I. ほぼ毎日、家族が集まって食事や団らんをされる部屋	II. ほぼ毎日、主に就寝を目的に私的活動をされる部屋
III. I・II以外で普段使用されている部屋	IV. I・II以外で普段使用されていない部屋

エアコン	冷房専用・ 冷暖房兼用	部屋名	用途	変更事項（変更時期）
記入例	専・ 兼	7	II	<input checked="" type="checkbox"/> 買換え（ 2010 年 7 月） <input type="checkbox"/> 増設（ 年 月） <input type="checkbox"/> 使用停止（ 年 月）
1 台目	専・兼			<input type="checkbox"/> 買換え（ 年 月） <input type="checkbox"/> 増設（ 年 月） <input type="checkbox"/> 使用停止（ 年 月）
2 台目	専・兼			<input type="checkbox"/> 買換え（ 年 月） <input type="checkbox"/> 増設（ 年 月） <input type="checkbox"/> 使用停止（ 年 月）
3 台目	専・兼			<input type="checkbox"/> 買換え（ 年 月） <input type="checkbox"/> 増設（ 年 月） <input type="checkbox"/> 使用停止（ 年 月）
4 台目	専・兼			<input type="checkbox"/> 買換え（ 年 月） <input type="checkbox"/> 増設（ 年 月） <input type="checkbox"/> 使用停止（ 年 月）
5 台目	専・兼			<input type="checkbox"/> 買換え（ 年 月） <input type="checkbox"/> 増設（ 年 月） <input type="checkbox"/> 使用停止（ 年 月）
6 台目	専・兼			<input type="checkbox"/> 買換え（ 年 月） <input type="checkbox"/> 増設（ 年 月） <input type="checkbox"/> 使用停止（ 年 月）

③リビングに設置されているエアコン（リビングエアコン）についておうかがいします。

エアコンが設置されているリビングの広さは何帖〔畳〕ですか？

また、リビングエアコンの型式および定格消費電力※（カタログもしくはエアコン本体に記載）がわかる場合は、

そちらについてもお答えください。 ※定格消費電力は暖房・冷房能力とは異なりますのでご注意ください。

リビング1（ 帖〔畳〕） 型式（ ） 定格消費電力： 暖房（ kW） 冷房（ kW）

リビング2（ 帖〔畳〕） 型式（ ） 定格消費電力： 暖房（ kW） 冷房（ kW）

◆エアコン以外の暖房機器

①エアコン以外の暖房機器についておうかがいします。

下記に示す暖房機器を現在何台使用していますか？

また、前回の調査（2008年12月頃）以降に、これらの暖房機器の使用台数に増加・減少等の変化があった場合は、その時期についてもお答えください。（※所有されているものの普段使用されていない機器に関しては台数に含みません。）

暖房機器	台数	変更事項（変更時期）
例：電気こたつ	2	<input checked="" type="checkbox"/> 台数の増加（ 2010 年 12 月） <input type="checkbox"/> 台数の減少（ 年 月）
電気ファンヒーター		<input type="checkbox"/> 台数の増加（ 年 月） <input type="checkbox"/> 台数の減少（ 年 月）
電気ストーブ		<input type="checkbox"/> 台数の増加（ 年 月） <input type="checkbox"/> 台数の減少（ 年 月）
電気こたつ		<input type="checkbox"/> 台数の増加（ 年 月） <input type="checkbox"/> 台数の減少（ 年 月）
電気カーペット		<input type="checkbox"/> 台数の増加（ 年 月） <input type="checkbox"/> 台数の減少（ 年 月）
その他（ ）		<input type="checkbox"/> 台数の増加（ 年 月） <input type="checkbox"/> 台数の減少（ 年 月）

②前問①で示した暖房機器をリビングエアコンと併用されていますか？

- 1) 併用している 2) 併用していない

2. 給湯機器

①前回の調査（2008年12月頃）以降に、給湯機器の買い換え等の変更はありましたか？

変更のあった場合はその時期についてもお答えください。

- 1) 変更あり（時期：_____年____月） 2) 変更なし

②前問①で「1）変更あり」と回答された方におうかがいします。

変更の内容について、下記の中から該当するものをお選びください。

- 1) 新規に電気温水器を設置した 2) 新規にCO₂ヒートポンプ給湯機（エコキュートなど）を設置した
 3) 電気温水器をCO₂ヒートポンプ給湯機に変更した 4) 貯湯槽の容量を大きくした
 5) その他（_____）

③ご自宅で、入浴時に浴槽に湯をはる回数についておうかがいします。一週間のうち浴槽に何回湯をはりますか？

夏季と冬季についてそれぞれお答えください。（夏季：7～9月頃、冬季：12～2月頃）

- 【夏季】1) 7回/週以上 2) 5～6回/週程度 3) 3～4回/週程度 4) 1～2回/週程度 5) ほとんど湯をはらない
 【冬季】1) 7回/週以上 2) 5～6回/週程度 3) 3～4回/週程度 4) 1～2回/週程度 5) ほとんど湯をはらない

④ご家族の主な入浴時間帯はいつ頃ですか？（複数回答可）

- 1) 8:00 まで 2) 8:00～12:00 3) 12:00～17:00 4) 17:00～20:00 5) 20:00～23:00 6) 23:00 以降

3. その他の家電機器

①あなたのお住まいで使用されている家電機器の台数についておうかがいします。

下記に示す家電機器のうち、あなたのお住まいで使用されている機器は何台ありますか？

また、前回の調査（2008年12月頃）以降に、これらの暖房機器の使用台数に増加・減少等の変化があった場合は、その時期についてもお答えください。（※所有されているものの普段使用されていない機器に関しては台数に含みません。）

機器名称	台数	変更事項（変更時期）	
例：テレビ	3	<input checked="" type="checkbox"/> 台数の増加（2009年9月、2010年6月）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
冷蔵庫		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
食器乾燥機		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
食器洗浄機		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
食器洗い乾燥機		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
IHクッキングヒーター		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
電子レンジ		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
オープンレンジ		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
電気ポット		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
炊飯器		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
洗濯機		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
洗濯乾燥機		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
乾燥機		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
浴室衣類乾燥機		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
温水洗浄便座		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
テレビ		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
HDD、DVD、BRレコーダー		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
DVD、BRプレーヤー		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
デスクトップパソコン		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）
ノートパソコン		<input type="checkbox"/> 台数の増加（_____）	<input type="checkbox"/> 台数の減少（_____）

②前ページの表中に示した、冷蔵庫と洗濯機、洗濯乾燥機についておうかがいします。

前回の調査（2008年12月頃）以降に、これらの機器を買い換えましたか？

買い換えられた場合はその時期についてもお答えください。

- | | | | |
|------------|----------|------------------|-------------|
| ・冷蔵庫 | 1) 買い換えた | （時期：_____年____月） | 2) 買い換えていない |
| ・洗濯機、洗濯乾燥機 | 1) 買い換えた | （時期：_____年____月） | 2) 買い換えていない |

以下の家電機器の使い方についておうかがいします。

◆食器洗い乾燥機（食器洗浄機、食器乾燥機を含む）

①食器洗い乾燥機の使用時間帯はいつ頃ですか？（複数回答可）

- 1) 早朝 2) 朝 3) 昼前 4) 昼過ぎ 5) 夕方 6) 夜間 7) 深夜帯

②乾燥機能を使用されますか？

- 1) 使用する 2) 使用しない 3) 乾燥機能はついていない

◆IH クッキングヒーター

①IH クッキングヒーターの使用時間帯はいつ頃ですか？（複数回答可）

- 1) 早朝 2) 朝 3) 昼前 4) 昼過ぎ 5) 夕方 6) 夜間 7) 深夜帯

◆電子レンジ

①電子レンジの使用時間帯はいつ頃ですか？（複数回答可）

- 1) 早朝 2) 朝 3) 昼前 4) 昼過ぎ 5) 夕方 6) 夜間 7) 深夜帯

②電子レンジを使用される時、オーブン機能を使用されることはありますか？

- 1) 使用する 2) 使用しない・オーブン機能はついていない

◆洗濯機

①洗濯機の使用頻度についておうかがいします。一週間に何回位使用されますか？

- 1) 一週間に 7 回以上 2) 一週間に 5～6 回程度 3) 一週間に 3～4 回程度
4) 一週間に 1～2 回程度 5) ほとんど使用しない

②洗濯機の使用時間帯はいつ頃ですか？（複数回答可）

- 1) 早朝 2) 朝 3) 昼前 4) 昼過ぎ 5) 夕方 6) 夜間 7) 深夜帯

③乾燥機能を使用されますか？

- 1) 使用する 2) 使用しない 3) 乾燥機能はついていない

◆浴室衣類乾燥機

①浴室衣類乾燥機の使用時間帯はいつ頃ですか？（複数回答可）

- 1) 早朝 2) 朝 3) 昼前 4) 昼過ぎ 5) 夕方 6) 夜間 7) 深夜帯

◆照明器具

①現在お住まいの照明に LED 照明を使用されていますか？

- 1) 家全体の照明に LED を使用している 2) 一部の照明に LED を使用している 3) LED 照明は使用していない

問 4. 光熱費管理支援システム設置以降の意識の変化についておうかがいします。

1. 環境に対する意識についておうかがいします。

①あなたは、地球温暖化などの環境問題に対して関心はありますか？

- 1) 非常に関心がある 2) 関心がある 3) やや関心がある 4) あまり関心はない 5) 関心はない

②あなたのご家庭では、地球温暖化などの環境問題について話をすることはありますか？

- 1) よく話をする 2) 話をする 3) 時々話をする 4) あまり話をしない 5) 全く話をしない

2. 光熱費に対する意識についておうかがいします。

①あなたの普段の光熱費はどのように思われますか？

- 1) 多い 2) やや多い 3) 普通・変わらない 4) やや少ない 5) 少ない

②あなたは普段から光熱費削減に努めていますか？

- 1) 非常に努めている 2) 努めている 3) やや努めている 4) あまり努めていない 5) 努めていない

3. 「光熱費管理支援システム」設置直後と現在では、どちらが節電に対する意識が高いですか？

- 1) 「光熱費管理支援システム」設置直後 2) 現在 3) どちらもあまり変わらない

4. 光熱費管理支援システム設置前後での変化についておうかがいします。

①システムの設置直後に、節電に対する意識は高まりましたか？

- 1) 非常に高まった 2) 高まった 3) やや高まった 4) あまり変わらなかった 5) 変わらなかった

②システムの設置直後に、節電するための行動を実践されましたか？

- 1) 非常に実践した 2) 実践した 3) やや実践した 4) あまり行わなかった 5) 行わなかった

③システムの設置によって、電力の使用量は減ったと感じますか？

- 1) 非常に感じる 2) 感じる 3) やや感じる 4) あまり感じない 5) 感じない

5. 光熱費管理支援システム画面の閲覧期間終了前後（2010 年 3 月末）での変化についておうかがいします。

①システム画面閲覧期間終了直後に、節電に対する意識に変化はありましたか？

- 1) 高まった 2) やや高まった 3) 変わらなかった 4) やや下がった 5) 下がった

②システム画面閲覧期間終了直後に、節電するための行動を実践されましたか？

- 1) 非常に実践した 2) 実践した 3) やや実践した 4) あまり行わなかった 5) 行わなかった

③システム画面の閲覧終了によって、電力の使用量に変化があったと感じますか？

- 1) 増えたと感じる 2) やや増えたと感じる 3) 変わらない 4) やや減ったと感じる 5) 減ったと感じる

6. 光熱費管理支援システム設置後（2008年10月頃）から東日本大震災（2011年3月11日）までの間での変化についておうかがいします。

①節電に対する意識の高まるような出来事がありましたか？ あった場合はその時期についてもお答えください。

- 1) 意識の高まるような出来事があった（時期：_____年____月） 2) 特にない

・②～④の問は、前問①で「1) 意識の高まるような出来事があった」と回答された方のみお答えください。

②意識の高まる出来事のあった直後に、節電に対する意識は高まりましたか？

- 1) 非常に高まった 2) 高まった 3) やや高まった 4) あまり変わらなかった 5) 変わらなかった

③意識の高まる出来事のあった直後に、節電するための行動を実践されましたか？

- 1) 非常に実践した 2) 実践した 3) やや実践した 4) あまり行わなかった 5) 行わなかった

④意識の高まる出来事を契機として、電力の使用量は減ったと感じますか？

- 1) 非常に感じる 2) 感じる 3) やや感じる 4) あまり感じない 5) 感じない

⑤「光熱費管理支援システム」の利用頻度に変化はありましたか？

- 1) 出来事以前に比べて、利用頻度が増えた 2) 出来事以前に比べて、利用頻度が減った 3) 以前と変わらない

7. 東日本大震災前後での変化についておうかがいします。

①震災直後に、節電に対する意識は高まりましたか？

- 1) 非常に高まった 2) 高まった 3) やや高まった 4) あまり変わらなかった 5) 変わらなかった

②震災直後に、節電するための行動を実践されましたか？

- 1) 非常に実践した 2) 実践した 3) やや実践した 4) あまり行わなかった 5) 行わなかった

③震災の発生を契機として、電力の使用量は減ったと感じますか？

- 1) 非常に感じる 2) 感じる 3) やや感じる 4) あまり感じない 5) 感じない

問5. 日常的な節約行為についておうかがいします。

1. 次ページの表に示す様々な節約行為を、あなたやあなたのご家族は、現在、日常的にどのくらい実行されていますか

前回の調査でおうかがいしました、これらの節約行為に対する「光熱費管理支援システム」設置以前のあなたのお住まいの実行状況についても表中に記載しておりますので、そちらを参考にしてお答えください。

現在の実行状況

- 1) している 2) ややしている 3) あまりしていない 4) していない

※過去の回答…前回の調査でおうかがいした、これらの節約行為に対する、

「光熱費管理支援システム」設置以前のあなたのお住まいの実行状況を表記しております。

分類	機器名称（用途）	低負荷型ライフスタイル	過去の回答※	現在の実行状況
例	冷暖房	1. 冷(暖)房する時間や期間を減らす	3	① 2) 3) 4)
冷暖房		1. 冷(暖)房する時間や期間を減らす		1) 2) 3) 4)
		2. 冷(暖)房する部屋の数を減らす		1) 2) 3) 4)
		3. 冷(暖)房の設定温度を高(低)めにする		1) 2) 3) 4)
		4. こまめにフィルターを掃除する		1) 2) 3) 4)
		5. 冷房時に扇風機を併用する		1) 2) 3) 4)
		6. なるべく服装で調整する		1) 2) 3) 4)
台所	調理	7. 下ごしらえは電子レンジを活用する		1) 2) 3) 4)
		8. 段取りよく調理する		1) 2) 3) 4)
	冷蔵庫	9. 季節に合わせて設定温度を調整する		1) 2) 3) 4)
		10. ドアの開閉を少なく手早くする		1) 2) 3) 4)
		11. 物を詰め込みすぎないようにする		1) 2) 3) 4)
		12. 熱いものは常温で冷やしてから入れる		1) 2) 3) 4)
	食器洗い乾燥機	13. まとめて洗う		1) 2) 3) 4)
		14. 設定温度を調節する		1) 2) 3) 4)
		15. 標準（節約）コースで洗う		1) 2) 3) 4)
給湯・家事衛生	炊事	16. 食器洗いの際の湯温を低くする		1) 2) 3) 4)
		17. 洗い物のため洗いをする		1) 2) 3) 4)
	風呂	18. 家族が入浴時間を合わせて入浴している		1) 2) 3) 4)
		19. 風呂のお湯の使用量を減らす		1) 2) 3) 4)
		20. 入浴後は浴槽にフタをする		1) 2) 3) 4)
	洗面	21. お湯の使用時間を短くする		1) 2) 3) 4)
		22. お湯の設定温度を低くする		1) 2) 3) 4)
		23. 温水を使わない		1) 2) 3) 4)
その他	温水洗浄便座	24. 使用しないときはフタを閉める		1) 2) 3) 4)
		25. 季節に合わせて設定温度を調整する		1) 2) 3) 4)
	洗濯機	26. 使用時にまとめ洗いをする		1) 2) 3) 4)
		27. 風呂の残り湯を使用する		1) 2) 3) 4)
		28. 軽い汚れは短時間で洗うコースを使用する		1) 2) 3) 4)
	テレビ ビデオ（DVD）	29. 使わないときは主電源を切る		1) 2) 3) 4)
		30. 使用時間を短くする		1) 2) 3) 4)
	パソコン	31. 省エネモードにする		1) 2) 3) 4)
	照明	32. 使用していない部屋の照明は消す		1) 2) 3) 4)
		33. 家族が同じ部屋で団らんする		1) 2) 3) 4)

問6. あなたのご家庭での過去の電力消費量についておうかがいします。

研究では、光熱費管理支援システムを取り付けたことで、電力消費量がどのように変化したかを検証します。

そのためには、光熱費管理支援システム取り付け完了以前および取り付け後の約5年（2007年10月～2012年9月）の月別電力消費量が必要で、これらの電力消費量を当社データベースから抽出させていただきたいと存じますが、ご同意いただけますでしょうか。

提供していただいたデータに関しては本研究の目的以外での使用はございませんので、できる限りご協力の方をよろしく願いいたします。

1) 同意する

2) 同意しない

以上で質問は終了です。
ご協力誠にありがとうございました。

Ⅲ. 重回帰分析結果との比較



Ⅲ. 重回帰分析結果との比較

付録Ⅲでは、適用する手法の違いによる分析結果の差異について検証する。第8章における要因分析の予察として、まず「月積算電力消費量」を予測するモデルを、一般線形モデル（ここでは「重回帰分析」を適用する）により構築し、分析する。そして、同モデルに対してマルチレベルモデルの一つである「ランダム切片モデル」ならびに「ランダム係数モデル」を適用し、各要因の適切な統計的有意性を示す。また、両者の分析結果を比較することで、一般線形モデルによる分析の限界を示す。なお、各用途の影響要因に関する検討・考察は第8章に譲る。

(1) データセット

対象住宅は、本論同様、光熱費管理支援システムが設置された戸建の電化住宅 98 件のうち、データに不備が見られた 1 件を除く 97 件である。したがって、全 3,492 (97 世帯×36 ヶ月 [2008 年 10 月～2011 年 9 月]) サンプルが分析対象データとなる。

従属変数は「月積算電力消費量」であり、全電力消費量、給湯用途、給湯用途（電気温水器）、暖房その他用途、冷房その他用途の 5 種について検討する。また、説明変数は表 8-5-1 (1) で示した 95 の全てのアイテムを含む 101 アイテムを選定している。なお、重回帰分析結果との比較を主眼としていることから、分析に用いるデータセットは、本論とは異なり、全体平均値による中心化のみを行っている。したがって、Level-1 の変数に対して、世帯間変動と世帯内変化のそれぞれを分離したモデルとはなっていないことに留意する必要がある。

(2) 検討モデルの構築

重回帰分析とマルチレベルモデルのそれぞれに適用する検討モデルを以下の手順に従い構築する。

①多重共線性の回避を考慮し、100 ケースの投入モデルを作成

（「世帯規模(人数) 4 ケース」×「ライフステージ(年齢) 2 ケース」×「意識と行動 2 ケース」
×「節約行為実行度 3 ケース」×「湯張り回数の当てはまり 2 ケース」=96 ケース
上記に第二回属性調査項目を除外した 4 ケースを追加した全 100 ケース）

②用途（全電力、給湯、給湯(電気温水器)、暖房その他、冷房その他）ごとに重回帰分析（ステップワイズ法）を実施（計 500 ケースの分析）

各用途の重回帰分析結果を付表Ⅲ-1 (1)～(10)に示す。

③用途ごとに分析結果を集計し、検討モデルを作成

（重回帰分析の結果から、マルチレベルモデル分析と比較するための検討モデルを作成する。

具体的には、投入回数に対して 50%以上の抽出率となったアイテムを対象に、多重共線性の回避を考慮してモデルを構築する）

各用途におけるアイテムの抽出率と検討モデルを付表Ⅲ-2に示す。

(3) 検討モデルの分析結果

構築した各検討モデルを対象に重回帰分析（強制投入法）ならびにマルチレベルモデル分析を実施する。

まず、各用途の重回帰分析結果を付表Ⅲ-3に示す。

5%水準で有意となるアイテムの数に着目すると、全電力消費量の T1-1・T1-2 とともに投入アイテム数 21 に対して 19, 給湯電力消費量の T2-1 では投入数 26 に対して 22, 給湯電力消費量のうち電気温水器のみを対象にした T3-1 では投入数 20 に対して 17, 暖房その他電力消費量の T4-1 では投入数 26 に対して 20, 冷房その他電力消費量では投入数 15 に対して, T5-1・T5-2 で 10, T5-3 で 11 となっている。

続いて、同検討モデルにおけるマルチレベルモデルでの分析結果を付表Ⅲ-4 に示す。ここでの検討では、ランダム切片モデル・ランダム係数モデルのいずれも、本論同様、月平均外気温に変量効果を導入している。なお、重回帰分析における冷房その他電力消費量の T5-1～T5-3 の結果に大きな差異がみられなかったことから、本用途においては T5-1 のみを対象として適用した結果を示す。

前述同様、5%水準で有意となるアイテム数をみると、全電力消費量の T1-1 ではランダム切片モデルで 10, ランダム係数モデルで 9 となり, T1-2 ではいずれも 12 となる。給湯電力消費量の T2-1 ではランダム切片モデルで 9, ランダム係数モデルで 11, 給湯電力消費量のうち電気温水器設置世帯を対象にした T3-1 では前者で 10, 後方で 9, 暖房その他電力消費量の T4-1 では前者で 7, 後方で 5, 冷房その他電力消費量の T5-1 では、前者で 7, 後方で 5 となっている。T1-2 と T2-1 を除き、ランダム切片モデルよりランダム係数モデルでの抽出数が少なくなっていることから、切片のみならず、月平均外気温と電力消費量の関係も世帯間で異なると仮定するモデルにすることによって、検定有意となり抽出される要因の数が減少する傾向にあるといえる。

(4) 比較・検討

上述したそれぞれにおける分析結果を比較・検討する。

いずれの用途においても、重回帰分析の結果と比較して、マルチレベルモデルを適用することによって残差の分散が格段に減少することがわかる。特に、変量効果を切片のみならず、傾きにも導入することで、さらに残差の分散が減少しており、AIC や BIC から、ランダム切片モデルよりランダム係数モデルの適合度が向上しているといえる。

また、上述した 5%水準で有意となったアイテム数をみると、重回帰分析と比較してマルチレベルモデルの結果における抽出数が用途によっては激減している。これは、重回帰分析結果が type I error (第一種の過誤) を犯している可能性を示唆している。また、重回帰分析では推定法に最小二乗法を用いているが、マルチレベルモデルでは REML 法を適用していることも結果が異なった一因として考えられる。

以上より、本研究のように複数世帯を対象とした連続測定データに基づき、世帯内の相関性を考慮せずに作成したデータセットに統計解析手法を適用する場合、従来から多くの研究で用いられている「重回帰分析」では適切な有意検定が行われず、影響要因に関する検討では誤った結論を導く可能性がある。8.1 節で述べたように、上述したデータは統計的検定における「独立性の仮定」が満たされていないため、ここで作成したデータセットに適用する分析手法として「重回帰分析」が不適切であり、「マルチレベルモデル」のような階層性を考慮できる分析手法を適用する必要があるといえる。

付表Ⅲ-1(1) 重回帰分析結果 (ステップワイズ法)

各投入ケースに対する重回帰分析結果①（従属変数：全電力消費量〈A〉）

[illegible]

■: 検討対象外アイテム (多重共線性の回避を考慮) ■: ケース毎に除外したアイテム (多重共線性の回避を考慮) ●: 各ケースにおける分析の結果、抽出されたアイテム (説明変数)

※1:「燃料費調整単価」は、電力の契約単価に燃料費の調整分を考慮した単価として中国電力株が毎月公開している値を適用している

※2: アンケートで尋ねた夏季湯張り回数を、「湯張り回数1」には5~10月に、「湯張り回数2」には7~9月に当てはめてデータを構築している
 ※3: 「意識得点の変化」とは、「①システム設置前後」「②システム閲覧終了前後」「③震災前後」の3断面について以下の得点を加算して算出した

※3:「意識特点の変化」とは、①「システム設置前後」②「システム閲覧終了前後」③「震災前後」の3断面について以下の特点を加算し、①と③は「1」非常に高まった」「2」高まった」「3」やや高まった」「4」あまり変わらなかった」「5」変わらなかった」のそれぞれに+0.5、+1.0、+1.5、+2.0、+2.5をそれぞれ加算し、②は+0.5、+1.0、+1.5、+2.0、+2.5をそれぞれ加算し、①と②と③の合計を3で割った値を「意識特点の変化」として算出した。

※4:「環境に対する取組み(要約)」とは、上表47～62の「環境に対する取組み」16項目の各世帯要約値(各世帯における要約実行度)を用いている。

※5: 上表63~95の「節約行為の実行度」33項目の各世帯平均値(各世帯における平均実行度)を「節約行為の実行度(平均)」とし、

33項目のうち1項目でも欠測がある世帯を除外したものを「節約行為の実行度(平均)2」としている

付表Ⅲ-1(2) 重回帰分析結果 (ステップワイズ法)

各投入ケースに対する重回帰分析結果②（従属変数：全電力消費量〈B〉）

[illegible]

 : 検討対象外アイテム（多重共線性の回避を考慮）
 : ケース毎に除外したアイテム（多重共線性の回避を考慮）
 : 各ケースにおける分析の結果、抽出されたアイテム（説明変数）

※1:「燃料費調整単価」は、電力の契約単価に燃料費の調整分を考慮した単価として中国電力株が毎月公開している値を適用している

※2: アンケートで尋ねた夏季湯張り回数を、「湯張り回数1」には5~10月に、「湯張り回数2」には7~9月に当てはめてデータを構築している
 ※3: 「意識得点の変化」とは、「①システム設置前後」「②システム閲覧終了前後」「③震災前後」の3断面について以下の得点を加算して算出した

①と③は「1)非常に高まった」「2)高まった」「3)やや高まった」「4)あまり変わらなかった」「5)変わらなかった」のそれぞれに+

※4:「環境に対する取組み(平均)」とは、上表47～62の「環境に対する取組み」16項目の各世帯平均値(各世帯における平均実行度)を用いている。

※5: 上表63~95の「節約行為の実行度」33項目の各世帯平均値(各世帯における平均実行度)を「節約行為の実行度(平均)」とし、

33項目のうち1項目でも欠測がある世帯を除外したものを「節約行為の実行度(平均)2」としている。

付表Ⅲ-1(3) 重回帰分析結果 (ステップワイズ法)

各投入ケースに対する重回帰分析結果③（従属変数：給湯電力消費量〈A〉）

[illegible]

■ : 検討対象外アイテム (多重共線性の回避を考慮) ■ : ケース毎に除外したアイテム (多重共線性の回避を考慮) ● : 各ケースにおける分析の結果、抽出されたアイテム (説明変数)

※1:「燃料費調整単価」は、電力の契約単価に燃料費の調整分を考慮した単価として中国電力㈱が毎月公開している値を適用している。

※2: アンケートで尋ねた夏季湯張り回数を、「湯張り回数1」には5〜10月に、「湯張り回数2」には7〜9月に当てはめてデータを構築している

※3:「意識得点の変化」とは、「①システム設置前後」「②システム閲覧終了前後」「③震災前後」の3断面について以下の得点を加算して算定した
①と③は「1)非常に高まった」「2)高まった」「3)やや高まった」「4)あまり変わらなかった」「5)変わらなかった」のそれぞれに+4~0を付与し

※4:「環境に対する取組み(平均)」とは、上表47～62の「環境に対する取組み」16項目の各世帯平均値(各世帯における平均実行度)を用いている。

※5：上表63～95の「節約行為の実行度」33項目の各世帯平均値（各世帯における平均実行度）を「節約行為の実行度（平均）」とし、33項目の各世帯平均値と各世帯平均値を除いた「節約行為の実行度（平均）」とを比較している。

33項目のうち1項目でも欠測がある世帯を除外したものを「節約行為の実行度(平均)2」としている。

付表Ⅲ-1(4) 重回帰分析結果 (ステップワイズ法)

各投入ケースに対する重回帰分析結果④（従属変数：給湯電力消費量〈B〉）

[illegible]

 : 検討対象外アイテム（多重共線性の回避を考慮）
 : ケース毎に除外したアイテム（多重共線性の回避を考慮）
 : 各ケースにおける分析の結果、抽出されたアイテム（説明変数）

※1:「燃料費調整単価」は、電力の契約単価に燃料費の調整分を考慮した単価として中国電力株が毎月公開している値を適用している

※2: アンケートで尋ねた夏季湯張り回数を、「湯張り回数1」には5〜10月に、「湯張り回数2」には7〜9月に当てはめてデータを構築している。

※3:「意識得点の変化」とは、「①システム設置前後」「②システム閲覧終了前後」「③震災前後」の3断面について以下の得点を加算して算定した
①と③は「1)非常に高まった」「2)高まった」「3)やや高まった」「4)あまり変わらなかった」「5)変わらなかった」のそれぞれに+4~0を付与し、

※4:「環境に対する取組み(平均)」とは、上表47～62の「環境に対する取組み」16項目の各世帯平均値(各世帯における平均実行度)を用いている。

※5：上表63～95の「節約行為の実行度」33項目の各世帯平均値（各世帯における平均実行度）を「節約行為の実行度（平均）」とし、

※5: 上表63～95の「節約行為の実行度」33項目の各世帯平均値(各世帯における平均実行度)を「節約行為の実行度(平均)2」としている

付表Ⅲ-1(5) 重回帰分析結果 (ステップワイズ法)

各投入ケースに対する重回帰分析結果⑤（従属変数：電気温水器の給湯電力消費量〈A〉）

[illegible]

■: 検討対象外アイテム (多重共線性の回避を考慮) ■: ケース毎に除外したアイテム (多重共線性の回避を考慮) ●: 各ケースにおける分析の結果、抽出されたアイテム (説明変数)

※1:「燃料費調整単価」は、電力の契約単価に燃料費の調整分を考慮した単価として中国電力社が毎月公開している値を適用している

※2: アンケートで尋ねた夏季湯張り回数を、「湯張り回数1」には5~10月に、「湯張り回数2」には7~9月に当てはめてデータを構築している。

※3:「意識得点の変化」とは、「①システム設置前後」「②システム閲覧終了前後」「③震災前後」の3断面について以下の得点を加算して算定した
①と③は「1)非常に高まった」「2)高まった」「3)やや高まった」「4)あまり変わらなかった」「5)変わらなかった」のそれぞれに+4~0を付与し

②は「1)高まった」「2)やや高まった」「3)変わらなかった」「4)やや下がった」「5)下がった」のそれぞれに+2～-2を付与した。

※5：上表63～95の「節約行為の実行度」33項目の各世帯平均値（各世帯における平均実行度）を「節約行為の実行度（平均）」とし、

※5: 上表63~95の「節約行為の実行度」33項目の各世帯平均値(各世帯における平均実行度)を「節約行為の実行度(平均)1」とし、33項目のうち1項目でも欠測がある世帯を除外したものを「節約行為の実行度(平均)2」としている

付表Ⅲ-1(6) 重回帰分析結果 (ステップワイズ法)

各投入ケースに対する重回帰分析結果⑥（従属変数：電気温水器の給湯電力消費量〈B〉）

[illegible]

 : 検討対象外アイテム（多重共線性の回避を考慮）
 : ケース毎に除外したアイテム（多重共線性の回避を考慮）
 : 各ケースにおける分析の結果、抽出されたアイテム（説明変数）

※1:「燃料費調整単価」は、電力の契約単価に燃料費の調整分を考慮した単価として中国電力株が毎月公開している値を適用している

※2: アンケートで尋ねた夏季湯張り回数を、「湯張り回数1」には5~10月に、「湯張り回数2」には7~9月に当てはめてデータを構築している。

※3:「意識得点の変化」とは、「①システム設置前後」「②システム閲覧終了前後」「③震災前後」の3断面について以下の得点を加算して算定した
①と③は「1)非常に高まった」「2)高まった」「3)やや高まった」「4)あまり変わらなかった」「5)変わらなかった」のそれぞれに+4~0を付与し

②は「1)高まった」「2)やや高まった」「3)変わらなかった」「4)やや下がった」「5)下がった」のそれぞれに+2～-2を付与した。

※5：上表63～95の「節約行為の実行度」33項目の各世帯平均値（各世帯における平均実行度）を「節約行為の実行度（平均）」とし、

※5: 上表63~95の「節約行為の実行度」33項目の各世帯平均値(各世帯における平均実行度)を「節約行為の実行度(平均)1」とし、33項目のうち1項目でも欠測がある世帯を除外したものを「節約行為の実行度(平均)2」としている

付表Ⅲ-1(7) 重回帰分析結果 (ステップワイズ法)

各投入ケースに対する重回帰分析結果⑦（従属変数：暖房その他電力消費量〈A〉）

[illegible]

※1「燃料費調整率」は、電力の契約単価に燃料費の調整分を考慮した単価として、各電力会社が毎月適用している値を適用している。
※2 アンケートに答えた各受電者の月別回数を、「普通月回回数」には10～15月、「普通月回回数」には1～9月間に比べてデータを収集している。
※3 「標準電圧の地点」とは、「①システム設備所在地」「②システム監視所所在地」「③配電所」の3箇所に、1つの箇所に1つの地点を算定して算定した。
①と③は「1」非常に多かった」「2」高かった」「3」やや高かった」「4」あまり変わらない」「5」変わったものの、そのせいで4～6を付した。
②は「1」高かった」「2」やや高かった」「3」変わらない」「4」やや下がった」「5」下がった」のそれぞれに2～5を付した。
※4 ①と②に対する平均値は、2015年4月～2016年3月の2015年度に対する数値から、2016年度の各年度の数値（各年度における平均電圧値）を用いている。
※5 ③と④に対する平均値は、2015年度における平均電圧値と2016年度における平均電圧値の平均値（各年度における平均電圧値）とし、
⑥は2015年度と2016年度における平均電圧値の差の絶対値（平均電圧値の差の絶対値）としている。

付表Ⅲ-1(8) 重回帰分析結果 (ステップワイズ法)

各投入ケースに対する重回帰分析結果⑧（従属変数：暖房その他電力消費量〈B〉）

[illegible]

■ : 検討対象外アイテム (多重共線性の回避を考慮) ■ : ケース毎に除外したアイテム (多重共線性の回避を考慮) ● : 各ケースにおける分析の結果、抽出されたアイテム (説明変数)

※1:「燃料費調整単価」は、電力の契約単価に燃料費の調整分を考慮した単価として中国電力㈱が毎月公開している値を適用している

※2: アンケートで尋ねた夏季湯張り回数を、「湯張り回数1」には5～10月に、「湯張り回数2」には7～9月に当てはめてデータを構築している。

※3:「意識得点の変化」とは、「①システム設置前後」「②システム閲覧終了前後」「③震災前後」の3断面について以下の得点を加算して算定した
①と③は「1)非常に高まった」「2)高まった」「3)やや高まった」「4)あまり変わらなかった」「5)変わらなかった」のそれぞれに+4~0を付与し、

②は「1」高まった」「2」やや高まった」「3」変わらなかった」「4」やや下がった」「5」下がった」のそれぞれに+2～-2を付与した

※4：「環境に対する取組み（平均）」とは、上表47～62の「環境に対する取組み」16項目の各世帯平均値（各世帯における平均実行度）を算出したものである。23項目の各世帯平均値と、各世帯における平均実行度は、「環境に対する取組み（平均）」と「環境に対する取組み（平均）」の2つの項目で示されている。

付表Ⅲ-1(9) 重回帰分析結果(ステップワイズ法)

各投入ケースに対する重回帰分析結果⑨（従属変数：冷房その他電力消費量〈A〉）

[illegible][illegible]

付表Ⅲ-1(10) 重回帰分析結果 (ステップワイズ法)

各投入ケースに対する重回帰分析結果⑩（従属変数：冷房その他電力消費量）

[illegible]

※1:「燃料費調整率」は、電力の契約率に燃料費の調整分を考慮した率値として中国電力が毎月公開している値を適用している

※1:「燃料費調整単価」は、電力の契約単価に燃料費の調整分を考慮した単価として中国電力株が毎月公開している値を適用している

※3:「意識得点の変化」とは、「①システム設置前後」「②システム閲覧終了前後」「③震災前後」の3断面について以下の得点を加算して算定した

②は「1」高まった」「2」やや高まった」「3」変わらなかった」「4」やや下がった」「5」下がった」のそれぞれに+2~-2を付与した

※4:「環境に対する取組み(平均)」とは、上表47～62の「環境に対する取組み」16項目の各世帯平均値(各世帯における平均実行度)を用いている
 ※5:上表63～95の「節約行為の実行度」33項目の各世帯平均値(各世帯における平均実行度)を「節約行為の実行度(平均)」とし、

33項目のうち1項目でも欠測がある世帯を除外したものを「節約行為の実行度(平均)2」としている

付表Ⅲ-2 各用途におけるアイテムの抽出数ならびに抽出率と検討モデルの構築

用途 アイテム	全電力		給湯		給湯(電湯)		暖房その他		冷房その他		投入 回数					
	抽出数	抽出率	検討モデル T1-1 T1-2	抽出数	抽出率	検討モデル T2-1	抽出数	抽出率	検討モデル T3-1 T3-2	抽出数	抽出率	検討モデル T4-1 T4-2 T4-3	抽出数	抽出率	検討モデル T5-1 T5-2 T5-3	
0. 燃料費調整単価	0	0.0%		38	38.0%		47	47.0%		12	12.0%		0	0.0%		100
1. 各月の日数	100	100.0%	○	100	100.0%	○	100	100.0%	○	100	100.0%	○	100	100.0%	○	100
2. 月平均気温	100	100.0%	○	100	100.0%	○	100	100.0%	○	100	100.0%	○	100	100.0%	○	100
3. 竣工年	19	19.0%		54	54.0%	○	42	42.0%		21	21.0%		12	12.0%		100
4. 延べ床面積	76	76.0%	○	84	84.0%	○	30	30.0%		50	50.0%	○	16	16.0%		100
5. 部屋数	0	—		0	—		0	—		0	—		0	—		0
6. 構造	20	20.0%		38	38.0%		6	6.0%		28	28.0%		40	40.0%		100
7. 二世帯住宅	43	44.8%		47	49.0%		2	2.1%		28	29.2%		15	15.6%		96
8. 店舗系事務所併設住宅	7	7.3%		16	16.7%		0	0.0%		40	41.7%		13	13.5%		96
9. 省エネ基準一対策等級	0	—		2	2.1%		0	—		0	—		0	—		0
10. 給湯機種別	81	81.0%	○	100	100.0%	○	0	0.0%		36	36.0%		29	29.0%		100
11. 温水快温房システム	30	30.0%		50	50.0%	○	15	15.0%		71	71.0%	○	86	86.0%	○	100
12. 全館空調システム	80	80.0%	○	33	33.0%		8	8.0%		96	96.0%	○	100	100.0%	○	100
13. 蓄熱設備	81	81.0%	○	67	67.0%	○	31	31.0%		100	100.0%	○	27	27.0%		100
14. エアコン使用台数	30	31.3%		34	35.4%		38	39.6%		36	37.5%		89	92.7%	○	96
15. 暖房機器使用台数	29	30.2%		44	45.8%		44	45.8%		42	43.8%		17	17.7%		96
16. その他暖房機器の併用	32	33.3%		44	45.8%		38	39.6%		60	62.5%	○	16	16.7%		96
17. 家電機器使用台数	38	39.6%		41	42.7%		21	21.9%		84	87.5%	○	10	10.4%		96
18. 冷蔵庫の買い替え	44	45.8%		94	97.9%	○	96	100.0%	○	12	12.5%		46	47.9%		96
19. 洗濯機の買い替え	24	25.0%		32	33.3%		4	4.2%		18	18.8%		6	6.3%		96
20. 湯沸し回数1	1	2.1%		48	100.0%	○	48	100.0%		12	25.0%		10	20.8%		48
20. 湯沸し回数2	48	100.0%	○	48	100.0%	○	48	100.0%	○	12	25.0%		10	20.8%		48
21. 食洗後の乾燥機能使用	29	30.2%		30	31.3%		62	64.6%	○	70	72.9%	○	52	54.2%	○	96
22. オープン機能の使用	34	35.4%		47	49.0%		44	45.8%		38	39.6%		34	35.4%		96
23. 洗濯機の使用頻度	0	—		0	—		0	—		0	—		0	—		0
24. 洗濯機の乾燥機能使用	64	66.7%	○	40	41.7%		52	54.2%	○	54	56.3%	○	90	93.8%	○	96
25. LEDの使用	67	69.8%	○	82	85.4%	○	72	75.0%	○	36	37.5%		10	10.4%		96
26. 男性人数	11	44.0%		14	56.0%	○	6	24.0%		19	76.0%	○	25	100.0%	○	25
27. 女性人数	14	28.0%		22	44.0%		6	12.0%		15	30.0%		17	34.0%		50
28. 世帯内男性比	0	—		0	—		0	—		0	—		0	—		0
29. 世帯人数	9	36.0%		10	40.0%		7	28.0%		10	40.0%		12	48.0%		25
30. 成人人数	46	46.0%		87	87.0%	○	58	58.0%	○	39	39.0%		16	16.0%		100
31. 未成年人数	10	40.0%		7	28.0%		10	40.0%		11	44.0%		16	64.0%	○	25
32. 世帯主年齢	25	52.1%	○	2	2.1%		21	43.8%		14	26.9%		12	25.0%		48
33. 長子年齢	35	67.3%	○	44	84.6%	○	18	34.6%		14	26.9%		14	26.9%		52
34. 給与所得者人数	43	43.0%		32	32.0%		46	46.0%		36	36.0%		23	23.0%		100
35. 就学者人数	3	12.0%		10	40.0%		9	36.0%		4	16.0%		18	72.0%	○	25
36. 環境問題への関心	40	40.0%		47	47.0%		18	18.0%		44	44.0%		14	14.0%		100
37. 家族間の会話	17	17.0%		43	43.0%		21	21.0%		58	58.0%	○	49	49.0%		100
38. 普段の光熱費感覚	100	100.0%	○	48	48.0%		48	48.0%		100	100.0%	○	100	100.0%	○	100
39. 光熱費削減努力	19	19.0%		62	62.0%	○	46	46.0%		25	25.0%		30	30.0%		100
40. 設置直後節電意識の向上	28	58.3%	○	20	41.7%		19	39.6%		18	37.5%		11	22.9%		48
41. 設置直後節電行動の実践	20	41.7%		19	39.6%		7	14.6%		14	28.2%		16	33.3%		48
42. 間接終了後節電意識の変化	4	4.2%		4	4.2%		34	35.4%		0	0.0%		2	2.1%		96
43. 間接終了後節電行動の実践	17	17.7%		2	2.1%		22	22.9%		0	0.0%		0	0.0%		96
44. 震災直後節電意識の向上	13	27.1%		26	54.2%	○	48	100.0%	○	0	0.0%		0	0.0%		48
45. 震災直後節電行動の実践	0	0.0%		11	22.9%		7	14.6%		0	0.0%		0	0.0%		48
46. 行動様式の変化	96	100.0%	○	43	44.8%		87	90.6%	○	74	77.1%	○	96	100.0%	○	96
47. 環境に対する取組み01	56	56.0%	○	21	21.0%		37	37.0%		59	59.0%	○	37	37.0%		100
48. 環境に対する取組み02	26	72.2%	○	2	5.6%		4	11.1%		3	8.3%		0	0.0%		36
49. 環境に対する取組み03	28	28.0%		61	61.0%	○	57	57.0%	○	18	18.0%		28	28.0%		100
50. 環境に対する取組み04	0	0.0%		14	14.0%		12	12.0%		12	12.0%		1	1.0%		100
51. 環境に対する取組み05	37	37.0%		86	86.0%	○	21	21.0%		45	45.0%		24	24.0%		100
52. 環境に対する取組み06	31	48.4%		28	43.8%		37	57.8%		24	37.5%		12	18.8%		64
53. 環境に対する取組み07	33	50.0%		53	53.0%	○	30	30.0%	○	90	90.0%	○	12	12.0%		100
54. 環境に対する取組み08	24	24.0%		47	47.0%		54	54.0%	○	44	44.0%		54	54.0%	○	100
55. 環境に対する取組み09	0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0
56. 環境に対する取組み10	20	20.0%		42	42.0%		32	32.0%		26	26.0%		39	39.0%		100
57. 環境に対する取組み11	59	59.0%	○	56	56.0%	○	28	28.0%		31	31.0%		46	46.0%		100
58. 環境に対する取組み12	52	52.0%	○	43	43.0%		37	37.0%		53	53.0%	○	27	27.0%		100
59. 環境に対する取組み13	52	52.0%	○	65	65.0%	○	58	58.0%	○	45	45.0%		30	30.0%		100
60. 環境に対する取組み14	44	44.0%		50	50.0%	○	11	11.0%		11	11.0%		30	30.0%		100
61. 環境に対する取組み15	30	30.0%		71	71.0%		68	68.0%	○	5	5.0%		29	29.0%		100
62. 環境に対する取組み16	37	37.0%		51	51.0%		54	54.0%	○	58	58.0%	○	47	47.0%		100
63. 節約行為の実行度01	16	44.4%		16	44.4%		19	52.8%	○	19	52.8%	○	2	5.6%		36
64. 節約行為の実行度02	5	13.9%		8	22.2%		4	11.1%		36	100.0%	○	5	16.7%		36
65. 節約行為の実行度03	0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0
66. 節約行為の実行度04	0	0.0%		10	27.8%		0	0.0%		1	2.8%		5	13.9%		36
67. 節約行為の実行度05	8	22.2%		8	22.2%		8	22.2%		3	8.3%		4	11.1%		36
68. 節約行為の実行度06	9	25.0%		15	41.7%		0	0.0%		1	2.8%		5	13.9%		36
69. 節約行為の実行度07	8	22.2%		30	83.3%	○	32	88.9%	○	0	0.0%		8	22.2%		36
70. 節約行為の実行度08	20	55.6%	○	19	52.8%	○	32	88.9%	○	11	30.6%		20	55.6%	○	36
71. 節約行為の実行度09	32	88.9%	○	6	16.7%		3	8.3%		2	5.6%		27	75.0%	○	36
72. 節約行為の実行度10	10	27.8%		1	2.8%		8	22.2%		2	5.6%		10	27.8%		36
73. 節約行為の実行度11	5	13.9%		13	36.1%		0	0.0%		36	100.0%	○	0	0.0%		36
74. 節約行為の実行度12	17	47.2%		9	25.0%		0	0.0%		9	25.0%		5	13.9%		36
75. 節約行為の実行度13	0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0
76. 節約行為の実行度14	1	2.8%		7	19.4%		4	11.1%		4	11.1%		8	22.2%		36
77. 節約行為の実行度15	16	44.4%		10	27.8%		20	55.6%	○	1	2.8%		14	38.9%		36
78. 節約行為の実行度16	5	13.9%		16	44.4%		3	8.3%		4	11.1%		4	11.1%		36
79. 節約行為の実行度17	0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0
80. 節約行為の実行度18	22	61.1%	○	8	22.2%		14	38.9%		24	66.7%	○	18	50.0%	○	36
81. 節約行為の実行度19	8	22.2%		17	47.2%		11	30.6%		5	13.9%		3	8.3%		36
82. 節約行為の実行度20	4	11.1%		14	38.9%		0	0.0%		5	13.9%		1	2.8%		36
83. 節約行為の実行度21	0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0
84. 節約行為の実行度22	3	8.3%		11	30.6%		3	8.3%		18	50.0%	○	20	55.6%	○	36
85. 節約行為の実行度23	12	33.3%		10	27.8%		7	19.4%		12	33.3%		2	5.6%		36
86. 節約行為の実行度24	3	8.3%		10	27.8%		20	55.6%	○	36	100.0%	○	4	11.1%		36
87. 節約行為の実行度25	3	8.3%		12	33.3%		1	2.8%		2	5.6%		9	25.0%		36
88. 節約行為の実行度26	3	8.3%		17	47.2%		1	2.8%		32	88.9%	○	14	38.9%		36
89. 節約行為の実行度27	2	5.6%		13	36.1%		8	22.2%		1	2.8%		14	38.9%		36
90. 節約行為の実行度28	0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0
91. 節約行為の実行度29	1	2.8%		13	36.1%		6	16.7%		1	2.8%		8	22.2%		36
92. 節約行為の実行度30	0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0	0.0%		0
93. 節約行為の実行度31	1	2.8%		4	11.1%		16	4								

付表Ⅲ-3 重回帰分析結果（強制投入法）

従属変数：全電力消費量					
モデル：T1-1	非標準化係数 B	標準化係数 β	有意確率	有意水準	
(定数)	844176.44	5902.63	0.000	***	
1. 各月の日数	34453.68	6222.45	0.083	0.000	***
2. 月平均外気温	-28268.64	-714.73	-0.625	0.000	***
4. 延べ床面積	1736.62	240.24	0.133	0.000	***
10. 給湯機種別	-215548.14	16231.51	-0.279	0.000	***
12. 全館空調システム	198685.76	21704.68	0.160	0.000	***
13. 蓄熱設備	293494.49	18840.86	0.313	0.000	***
20. 湯張り回数2	10719.86	5016.45	0.037	0.033	**
24. 洗濯機の乾燥機能使用	-119711.75	17449.32	-0.132	0.000	***
25. LEDの使用	-80701.53	15003.57	-0.110	0.000	***
32. 世帯主年齢	-2911.18	612.22	-0.089	0.000	***
38. 音段の光熱費感覚	-89661.17	7501.16	-0.216	0.000	***
40. 設置直後節電意識の向上	-78725.70	13928.00	-0.107	0.000	***
46. 行動得点の変化	-51430.23	7114.27	-0.123	0.000	***
47. 環境に対する取組み01	122814.49	21999.34	0.106	0.000	***
48. 環境に対する取組み02	-1592.57	13660.51	-0.002	0.907	
57. 環境に対する取組み11	101726.30	13684.40	0.124	0.000	***
58. 環境に対する取組み12	-117118.55	17781.85	-0.123	0.000	***
59. 環境に対する取組み13	-166879.60	16353.87	-0.182	0.000	***
70. 節約行為の実行度08	-21763.00	9240.23	-0.043	0.019	**
71. 節約行為の実行度09	1043.43	5896.48	0.003	0.860	
80. 節約行為の実行度18	25187.89	7129.58	0.071	0.000	***
残差の分散	4.498E+10	調整済みR2乗	0.663	観測数	1559

従属変数：全電力消費量					
モデル：T1-2	非標準化係数 B	標準化係数 β	有意確率	有意水準	
(定数)	848871.11	7462.84	0.000	***	
1. 各月の日数	32805.98	6729.11	0.076	0.000	***
2. 月平均外気温	-31542.38	-729.35	-0.663	0.000	***
4. 延べ床面積	2730.84	272.54	0.195	0.000	***
10. 給湯機種別	-203716.63	17839.15	-0.257	0.000	***
12. 全館空調システム	200424.16	25186.87	0.156	0.000	***
13. 蓄熱設備	401526.78	21972.55	0.394	0.000	***
20. 湯張り回数2	35590.63	6355.71	0.102	0.000	***
24. 洗濯機の乾燥機能使用	-41541.13	20247.39	-0.044	0.040	**
25. LEDの使用	-121521.16	16500.07	-0.159	0.000	***
33. 長子年齢	1355.94	1237.34	0.020	0.273	
38. 音段の光熱費感覚	-85565.89	8367.89	-0.192	0.000	***
40. 設置直後節電意識の向上	-77342.76	14255.96	-0.101	0.000	***
46. 行動得点の変化	-34333.15	8279.90	-0.075	0.000	***
47. 環境に対する取組み01	87825.08	32697.74	0.054	0.007	**
48. 環境に対する取組み02	59088.54	16380.41	0.075	0.000	***
57. 環境に対する取組み11	200821.09	16941.09	0.220	0.000	***
58. 環境に対する取組み12	-121254.07	21488.66	-0.111	0.000	***
59. 環境に対する取組み13	-249377.24	18877.58	-0.277	0.000	***
70. 節約行為の実行度08	-92941.05	10562.75	-0.185	0.000	***
71. 節約行為の実行度09	3729.16	6175.88	0.012	0.546	
80. 節約行為の実行度18	35418.08	8467.62	0.085	0.000	***
残差の分散	3.914E+10	調整済みR2乗	0.732	観測数	1160

従属変数：給湯電力消費量					
モデル：T2-1	非標準化係数 B	標準化係数 β	有意確率	有意水準	
(定数)	340968.69	2472.84	0.000	***	
1. 各月の日数	6776.11	2300.86	0.031	0.000	***
2. 月平均外気温	-13492.79	-282.26	-0.563	0.000	***
3. 竣工年	-13749.42	2366.78	-0.116	0.000	***
4. 延べ床面積	1558.14	115.72	0.203	0.000	***
10. 給湯機種別	-242674.56	6319.13	-0.610	0.000	***
11. 温水床暖房システム	-10560.70	31130.56	-0.009	0.734	
13. 蓄熱設備	24320.78	8889.88	0.044	0.006	***
18. 冷蔵庫の買い替え	-35523.98	8941.75	-0.053	0.000	***
20. 湯張り回数2	-18212.75	2295.75	-0.102	0.000	***
25. LEDの使用	-98986.83	6163.64	-0.256	0.000	***
26. 男性人数	2183.66	3324.14	0.009	0.511	
30. 成人人数	86241.93	10711.21	0.207	0.000	***
33. 長子年齢	998.19	370.42	0.040	0.007	***
39. 光熱費削減努力	38284.91	5526.43	0.134	0.000	***
44. 震災直後節電意識の向上	20944.35	8169.19	0.030	0.010	**
49. 環境に対する取組み03	5225.25	12125.84	0.009	0.667	
51. 環境に対する取組み05	89521.09	9630.30	0.179	0.000	***
53. 環境に対する取組み07	34519.67	7084.04	0.080	0.000	***
57. 環境に対する取組み11	5962.32	7858.50	0.012	0.411	
59. 環境に対する取組み13	-74328.92	7822.32	-0.165	0.000	***
60. 環境に対する取組み14	40390.76	8180.47	0.095	0.000	***
62. 環境に対する取組み16	-79928.32	8473.26	-0.178	0.000	***
68. 節約行為の実行度07	50058.49	4751.30	0.229	0.000	***
70. 節約行為の実行度08	-36673.88	4523.11	-0.139	0.000	***
94. 節約行為の実行度32	-53545.47	7090.98	-0.149	0.000	***
残差の分散	4.475E+09	調整済みR2乗	0.880	観測数	1131

従属変数：給湯電力消費量（電気温水器）					
モデル：T3-1	非標準化係数 B	標準化係数 β	有意確率	有意水準	
(定数)	415810.48	4004.85	0.000	***	
1. 各月の日数	9425.63	2848.61	0.047	0.001	***
2. 月平均外気温	-15992.17	-373.52	-0.732	0.000	***
18. 冷蔵庫の買い替え	-80036.19	10341.56	-0.122	0.000	***
20. 湯張り回数2	-7110.50	2681.45	-0.046	0.008	***
21. 食洗機の乾燥機能使用	104745.55	9865.67	0.205	0.000	***
24. 洗濯機の乾燥機能使用	-57987.94	11638.05	-0.111	0.000	***
25. LEDの使用	-135501.42	8251.46	-0.373	0.000	***
30. 成人人数	153277.91	7933.07	0.409	0.000	***
44. 震災直後節電意識の向上	48873.82	8924.27	0.094	0.000	***
46. 行動得点の変化	-17702.07	4287.96	-0.071	0.000	***
49. 環境に対する取組み03	100920.29	13510.79	0.189	0.000	***
54. 環境に対する取組み08	40360.75	9935.00	0.079	0.000	***
59. 環境に対する取組み13	-150816.37	10562.89	-0.316	0.000	***
61. 環境に対する取組み15	-89137.11	8603.18	-0.199	0.000	***
62. 環境に対する取組み16	-82959.37	15762.48	-0.097	0.000	***
63. 節約行為の実行度01	-2966.18	5460.85	-0.012	0.587	
69. 節約行為の実行度07	7590.45	5468.36	0.032	0.166	
70. 節約行為の実行度08	-12559.45	7381.34	-0.051	0.089	*
77. 節約行為の実行度15	-17586.95	4013.95	-0.088	0.000	***
86. 節約行為の実行度24	-8347.13	3244.49	-0.051	0.010	**
残差の分散	5.177E+09	調整済みR2乗	0.835	観測数	804

従属変数：暖房その他電力消費量					
モデル：T4-1	非標準化係数 B	標準化係数 β	有意確率	有意水準	
(定数)	313087.03	16361.94	0.000	***	
1. 各月の日数	17461.60	5777.81	0.061	0.003	***
2. 月平均外気温	-38077.60	-1916.99	-0.404	0.000	***
4. 延べ床面積	2975.48	357.97	0.272	0.000	***
11. 温水床暖房システム	-13959.30	56211.13	-0.007	0.804	
12. 全館空調システム	396163.31	30019.77	0.359	0.000	***
13. 蓄熱設備	361068.72	24057.53	0.449	0.000	***
16. その他暖房機器の併用	103630.82	19087.41	0.161	0.000	***
17. 家電機器使用割合	-4271.68	4748.62	-0.032	0.368	
21. 食洗機の乾燥機能使用	138765.63	23235.35	0.160	0.000	***
24. 洗濯機の乾燥機能使用	-159313.08	20977.51	-0.202	0.000	***
26. 男性人数	66361.91	13577.18	0.172	0.000	***
31. 家族間の会話	91730.95	13745.08	0.206	0.000	***
39. 音段の光熱費感覚	-62010.29	14464.19	-0.180	0.000	***
46. 行動得点の変化	-30355.17	8841.58	-0.084	0.000	***
47. 環境に対する取組み01	9703.34	34815.15	0.009	0.781	
53. 環境に対する取組み07	2537.21	21897.65	0.004	0.908	
58. 環境に対する取組み12	53378.35	19784.83	0.068	0.007	***
62. 環境に対する取組み16	-135551.97	25599.44	-0.136	0.000	***
63. 節約行為の実行度01	36619.72	15247.47	0.077	0.017	**
64. 節約行為の実行度02	45729.73	9395.99	0.145	0.000	***
73. 節約行為の実行度11	2307.90	10164.42	0.007	0.820	
80. 節約行為の実行度18	-23179.97	9007.76	-0.076	0.010	**
84. 節約行為の実行度22	47622.55	11378.44	0.140	0.000	***
86. 節約行為の実行度24	-22210.43	7468.05	-0.081	0.003	***
88. 節約行為の実行度26	-21806.72	15403.37	-0.045	0.157	
93. 節約行為の実行度31	-24010.91	7288.32	-0.098	0.001	***
残差の分散	2.830E+10	調整済みR2乗	0.701	観測数	744

従属変数：冷房その他電力消費量					
モデル：T5-1	非標準化係数 B	標準化係数 β	有意確率	有意水準	
(定数)	143555.71	24659.82	0.000	***	
2. 月平均外気温	33201.28	2547.08	0.363	0.000	***
11. 温水床暖房システム	287740.86	42985.97	0.237	0.000	***
12. 全館空調システム	316231.99	25240.81	0.476	0.000	***
14. エアコン使用台数	35031.66	3940.30	0.374	0.000	***
20. 湯張り回数2	593.83	3745.46	0.005	0.874	
21. 食洗機の乾燥機能使用	103932.65	14710.91	0.208	0.000	***
24. 洗濯機の乾燥機能使用	-35827.80	16069.67	-0.073	0.026	**
26. 男性人数	40235.86	8777.91	0.171	0.000	***
38. 音段の光熱費感覚	-49409.75	8222.37	-0.226	0.000	***
46. 行動得点の変化	-20788.26	5873.50	-0.100	0.000	***
54. 環境に対する取組み08	-1331.40	15551.90	-0.003	0.932	
70. 節約行為の実行度08	-3561.71	9201.75	-0.014	0.699	
71. 節約行為の実行度09	32102.41	5832.32	0.191	0.000	***
80. 節約行為の実行度18	1282.25	5452.06	0.007	0.814	
84. 節約行為の実行度22	-14477.30	7706.89	-0.067	0.061	*
残差の分散	1.255E+10	調整済みR2乗	0.657	観測数	472

従属変数：冷房その他電力消費量					
モデル：T5-2	非標準化係数 B	標準化係数 β	有意確率	有意水準	
(定数)	137514.82	25100.89	0.000	***	
2. 月平均外気温	33934.20	2591.25	0.372	0.000	***
11. 温水床暖房システム	328107.40	43297.19	0.270	0.000	***
12. 全館空調システム	305268.34	25624.02	0.459	0.000	***
14. エアコン使用台数	34497.35	4040.21	0.329	0.000	***
20. 湯張り回数2	-2068.58	3778.65	-0.018	0.584	
21. 食洗機の乾燥機能使用	108594.99	15362.16	0.217	0.000	***
24. 洗濯機の乾燥機能使用	-45300.46	16227.29	-0.092	0.005	***
31. 子供人数	11567.39	6721.55	0.064	0.086	*
38. 音段の光熱費感覚	-64537.06	8027.49	-0.296	0.000	***
46. 行動得点の変化	-20230.68	6027.54	-0.098	0.001	***
54. 環境に対する取組み08	-8052.03	15778.68	-0.017	0.610	
70. 節約行為の実行度08	-6938.29	9508.92	-0.027	0.466	
71. 節約行為の実行度09	39695.14	5730.72	0.236	0.000	***
80. 節約行為の実行度18	2316.37	5955.43	0.012	0.697	
84. 節約行為の実行度22	-25652.99	7417.27	-0.119	0.001	***
残差の分散	1.304E+10	調整済みR2乗	0.644	観測数	472

従属変数：

付表Ⅲ-4 マルチレベルモデルによる分析結果

従属変数：全電力消費量									
モデル：11-1		ランダム効果モデル				ランダム効果モデル			
変数	推定値	標準誤差	有意水準	有意水準	有意水準	推定値	標準誤差	有意水準	有意水準
切片	844890.91	2247.01	0.000	***	***	844890.91	2247.01	0.000	***
1. 毎月の日数	34495.40	1449.33	0.000	***	***	34495.40	1449.33	0.000	***
2. 毎月平均気温	-1384.99	228.43	0.000	***	***	-1384.99	228.43	0.000	***
4. 延べ床面積	1417.37	848.79	0.104	**		1417.37	848.79	0.104	**
10. 都市圏内	-1717.14	592.24	0.006	***	***	-1717.14	592.24	0.006	***
12. 全世帯用システム	1867.72	844.39	0.042	*		1867.72	844.39	0.042	*
20. 都市圏内	2317.33	742.71	0.001	***	***	2317.33	742.71	0.001	***
22. 都市圏内	2317.33	742.71	0.001	***	***	2317.33	742.71	0.001	***
24. 洗濯機の乾燥機使用	-8616.26	6615.11	0.149	*		-8616.26	6615.11	0.149	*
25. LEDの使用	-8124.29	44971.99	0.148	*		-8124.29	44971.99	0.148	*
32. 世界年産	-396.98	2101.01	0.626	*		-396.98	2101.01	0.626	*
33. 30. 男性年産	-89423.92	28448.03	0.001	***	***	-89423.92	28448.03	0.001	***
40. 洗濯機乾燥機使用の向上	-101424.53	52464.39	0.061	*		-101424.53	52464.39	0.061	*
46. 行動機の使用	-3838.84	724.33	0.000	***	***	-3838.84	724.33	0.000	***
47. 環境に対する取組み	13864.01	86071.13	0.116	*		13864.01	86071.13	0.116	*
48. 環境に対する取組み	-6143.93	4424.84	0.102	*		-6143.93	4424.84	0.102	*
57. 環境に対する取組み	12491.04	5455.37	0.031	**		12491.04	5455.37	0.031	**
58. 環境に対する取組み	12491.04	5455.37	0.031	**		12491.04	5455.37	0.031	**
59. 環境に対する取組み	-1401.82	6519.16	0.929	*		-1401.82	6519.16	0.929	*
70. 都市圏内の実行度	-2903.18	3774.36	0.437	*		-2903.18	3774.36	0.437	*
80. 都市圏内の実行度	5651.42	2372.30	0.015	***	***	5651.42	2372.30	0.015	***
効果	36309.49	2615.54	0.174	*		36309.49	2615.54	0.174	*
切片の分散	2.402E+10	1.00E+09	0.000	***	***	2.402E+10	1.00E+09	0.000	***
切片と傾きの分散	2.470E+10	6.14E+09	0.000	***	***	2.470E+10	6.14E+09	0.000	***
傾きの分散	-7.02E+08	4.00E+08	0.084	*		-7.02E+08	4.00E+08	0.084	*
-2LL	41653.60	ハラメータ数	24	度数計	1559	41653.60	ハラメータ数	24	度数計
AIC	41652.60	度数計	24	度数計	1559	41652.60	度数計	24	度数計
BIC	41723.28	度数計	24	度数計	1559	41723.28	度数計	24	度数計
BIC	41723.28	度数計	24	度数計	1559	41723.28	度数計	24	度数計
従属変数：冷暖房電力消費量									
モデル：12-1		ランダム効果モデル				ランダム効果モデル			
変数	推定値	標準誤差	有意水準	有意水準	有意水準	推定値	標準誤差	有意水準	有意水準
切片	550893.27	24598.25	0.000	***	***	550893.27	24598.25	0.000	***
1. 毎月の日数	33242.87	5777.81	0.000	***	***	33242.87	5777.81	0.000	***
2. 毎月平均気温	-2632.02	708.14	0.000	***	***	-2632.02	708.14	0.000	***
4. 延べ床面積	-17300.37	8569.69	0.000	***	***	-17300.37	8569.69	0.000	***
10. 都市圏内	-17300.37	8569.69	0.000	***	***	-17300.37	8569.69	0.000	***
12. 全世帯用システム	21735.28	8927.79	0.022	**		21735.28	8927.79	0.022	**
20. 都市圏内	22248.55	7604.61	0.000	***	***	22248.55	7604.61	0.000	***
22. 都市圏内	22248.55	7604.61	0.000	***	***	22248.55	7604.61	0.000	***
24. 洗濯機の乾燥機使用	37746.99	6167.05	0.000	***	***	37746.99	6167.05	0.000	***
24. 洗濯機の乾燥機使用	-73031.63	48702.92	0.061	*		-73031.63	48702.92	0.061	*
25. LEDの使用	-86285.63	54683.70	0.127	*		-86285.63	54683.70	0.127	*
32. 世界年産	-406.23	3425.05	0.983	*		-406.23	3425.05	0.983	*
33. 30. 男性年産	-89487.90	27549.01	0.001	***	***	-89487.90	27549.01	0.001	***
38. 洗濯機乾燥機使用の向上	-102338.90	21688.95	0.001	***	***	-102338.90	21688.95	0.001	***
40. 行動機の使用	-78956.31	46777.79	0.108	*		-78956.31	46777.79	0.108	*
46. 行動機の使用	-39222.54	9169.72	0.000	***	***	-39222.54	9169.72	0.000	***
47. 環境に対する取組み	10205.79	89799.84	0.223	*		10205.79	89799.84	0.223	*
47. 環境に対する取組み	12015.75	95584.81	0.308	*		12015.75	95584.81	0.308	*
48. 環境に対する取組み	12015.75	95584.81	0.308	*		12015.75	95584.81	0.308	*
57. 環境に対する取組み	-131712.41	74183.44	0.005	***	***	-131712.41	74183.44	0.005	***
58. 環境に対する取組み	-131712.41	74183.44	0.005	***	***	-131712.41	74183.44	0.005	***
59. 環境に対する取組み	-131712.41	74183.44	0.005	***	***	-131712.41	74183.44	0.005	***
70. 都市圏内の実行度	-2903.18	3774.36	0.437	*		-2903.18	3774.36	0.437	*
80. 都市圏内の実行度	5651.42	2372.30	0.015	***	***	5651.42	2372.30	0.015	***
効果	36309.49	2615.54	0.174	*		36309.49	2615.54	0.174	*
切片の分散	2.402E+10	1.00E+09	0.000	***	***	2.402E+10	1.00E+09	0.000	***
切片と傾きの分散	2.470E+10	6.14E+09	0.000	***	***	2.470E+10	6.14E+09	0.000	***
傾きの分散	-7.02E+08	4.00E+08	0.084	*		-7.02E+08	4.00E+08	0.084	*
-2LL	41653.60	ハラメータ数	24	度数計	1559	41653.60	ハラメータ数	24	度数計
AIC	41652.60	度数計	24	度数計	1559	41652.60	度数計	24	度数計
BIC	41723.28	度数計	24	度数計	1559	41723.28	度数計	24	度数計
BIC	41723.28	度数計	24	度数計	1559	41723.28	度数計	24	度数計
従属変数：給湯電力消費量									
モデル：12-1		ランダム効果モデル				ランダム効果モデル			
変数	推定値	標準誤差	有意水準	有意水準	有意水準	推定値	標準誤差	有意水準	有意水準
切片	339107.25	15782.03	0.000	***	***	339107.25	15782.03	0.000	***
1. 毎月の日数	7208.07	1783.28	0.000	***	***	7208.07	1783.28	0.000	***
2. 毎月平均気温	-1584.99	228.43	0.000	***	***	-1584.99	228.43	0.000	***
4. 延べ床面積	1417.37	848.79	0.104	**		1417.37	848.79	0.104	**
10. 都市圏内	-1717.14	592.24	0.006	***	***	-1717.14	592.24	0.006	***
12. 全世帯用システム	1867.72	844.39	0.042	*		1867.72	844.39	0.042	*
20. 都市圏内	2317.33	742.71	0.001	***	***	2317.33	742.71	0.001	***
22. 都市圏内	2317.33	742.71	0.001	***	***	2317.33	742.71	0.001	***
24. 洗濯機の乾燥機使用	37746.99	6167.05	0.000	***	***	37746.99	6167.05	0.000	***
24. 洗濯機の乾燥機使用	-73031.63	48702.92	0.061	*		-73031.63	48702.92	0.061	*
25. LEDの使用	-86285.63	54683.70	0.127	*		-86285.63	54683.70	0.127	*
32. 世界年産	-406.23	3425.05	0.983	*		-406.23	3425.05	0.983	*
33. 30. 男性年産	-89487.90	27549.01	0.001	***	***	-89487.90	27549.01	0.001	***
38. 洗濯機乾燥機使用の向上	-102338.90	21688.95	0.001	***	***	-102338.90	21688.95	0.001	***
40. 行動機の使用	-78956.31	46777.79	0.108	*		-78956.31	46777.79	0.108	*
46. 行動機の使用	-39222.54	9169.72	0.000	***	***	-39222.54	9169.72	0.000	***
47. 環境に対する取組み	10205.79	89799.84	0.223	*		10205.79	89799.84	0.223	*
47. 環境に対する取組み	12015.75	95584.81	0.308	*		12015.75	95584.81	0.308	*
48. 環境に対する取組み	12015.75	95584.81	0.308	*		12015.75	95584.81	0.308	*
57. 環境に対する取組み	-131712.41	74183.44	0.005	***	***	-131712.41	74183.44	0.005	***
58. 環境に対する取組み	-131712.41	74183.44	0.005	***	***	-131712.41	74183.44	0.005	***
59. 環境に対する取組み	-131712.41	74183.44	0.005	***	***	-131712.41	74183.44	0.005	***
70. 都市圏内の実行度	-2903.18	3774.36	0.437	*		-2903.18	3774.36	0.437	*
80. 都市圏内の実行度	5651.42	2372.30	0.015	***	***	5651.42	2372.30	0.015	***
効果	36309.49	2615.54	0.174	*		36309.49	2615.54	0.174	*
切片の分散	2.402E+10	1.00E+09	0.000	***	***	2.402E+10	1.00E+09	0.000	***
切片と傾きの分散	2.470E+10	6.14E+09	0.000	***	***	2.470E+10	6.14E+09	0.000	***
傾きの分散	-7.02E+08	4.00E+08	0.084	*		-7.02E+08	4.00E+08	0.084	*
-2LL	41653.60	ハラメータ数	24	度数計	1559	41653.60	ハラメータ数	24	度数計
AIC	41652.60	度数計	24	度数計	1559	41652.60	度数計	24	度数計
BIC	41723.28	度数計	24	度数計	1559	41723.28	度数計	24	度数計
BIC	41723.28	度数計	24	度数計	1559	41723.28	度数計	24	度数計
従属変数：給湯電力消費量（電気温水器）									
モデル：13-1		ランダム効果モデル				ランダム効果モデル			
変数	推定値	標準誤差	有意水準	有意水準	有意水準	推定値	標準誤差	有意水準	有意水準
切片	339107.25	15782.03	0.000	***	***	339107.25	15782.03	0.000	***
1. 毎月の日数	7208.07	1783.28	0.000	***	***	7208.07	1783.28	0.000	***
2. 毎月平均気温	-1584.99	228.43	0.000	***	***	-1584.99	228.43	0.000	***
4. 延べ床面積	1417.37	848.79	0.104	**		1417.37	848.79	0.104	**
10. 都市圏内	-1717.14	592.24	0.006	***	***	-1717.14	592.24	0.006	***
12. 全世帯用システム	1867.72	844.39	0.042	*		1867.72	844.39	0.042	*
20. 都市圏内	2317.33	742.71	0.001	***	***	2317.33	742.71	0.001	***
22. 都市圏内	2317.33	742.71	0.001	***	***	2317.33	742.71	0.001	***
24. 洗濯機の乾燥機使用	37746.99	6167.05	0.000	***	***	37746.99	6167.05	0.000	***
24. 洗濯機の乾燥機使用	-73031.63	48702.92	0.061	*		-73031.63	48702.92	0.061	*
25. LEDの使用	-86285.63	54683.70	0.127	*		-86285.63	54683.70	0.127	*
32. 世界年産	-406.23	3425.05	0.983	*		-406.23	3425.05	0.983	*
33. 30. 男性年産	-89487.90	27549.01	0.001	***	***	-89487.90	27549.01	0.001	***
38. 洗濯機乾燥機使用の向上	-102338.90	21688.95	0.001	***	***	-102338.90	21688.95	0.001	***
40. 行動機の使用	-78956.31	46777.79	0.108	*		-78956.31	46777.79	0.108	*
46. 行動機の使用	-39222.54	9169.72	0.000	***	***	-39222.54	9169.72	0.000	***
47. 環境に対する取組み	10205.79	89799.84	0.223	*		10205.79	89799.84	0.223	*
47. 環境に対する取組み	12015.75	95584.81	0.308	*		12015.75	95584.81	0.308	*
48. 環境に対する取組み	12015.75	95584.81	0.308	*		12015.75	95584.81	0.308	*
57. 環境に対する取組み	-131712.41	74183.44	0.005	***	***	-			

IV. 最終モデルのモデル式



Ⅳ. 最終モデルのモデル式

第 8 章の 8.8 節で示した分析結果における最終モデルのモデル式は以下のとおりである。

Level-1 の β_{00j} は切片を、切片以外の $\beta_{\bullet\bullet j}$ は、j 世帯における i 月の表 8-5-1 (1) で示すアイテム番号●●に該当する変数 $x_{\bullet\bullet ij}$ に係る偏回帰係数を表す。同様に、Level-2 の γ_{000} 、 γ_{100} 、 γ_{200} は各式の切片を、切片以外の $\gamma_{0\bullet\bullet}$ は、j 世帯における表 8-5-1 (1) に示すアイテム番号●●に該当する変数 $x_{\bullet\bullet j}$ に係る偏回帰係数を表す。なお、Level-1 の r_{ij} 、Level-2 の u_{0j} 、 u_{1j} 、 u_{2j} は各式の誤差項である。

8. 8. 1 全電力消費量(モデル：T1-1)

【Level-1】

$$y_{ij} = \beta_{00j} + \beta_{01j} x_{01ij} + \beta_{02j} x_{02ij} + \beta_{02'j} x_{02ij}^2 + \beta_{15j} x_{15ij} + \beta_{17j} x_{17ij} + \beta_{18j} x_{18ij} \\ + \beta_{20j} x_{20ij} + \beta_{29j} x_{29ij} + \beta_{32j} x_{32ij} + \beta_{46j} x_{46ij} + r_{ij} \quad [r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

【Level-2】

$$\beta_{00j} = \gamma_{000} + \gamma_{004} x_{04j} + \gamma_{010} x_{10j} + \gamma_{011} x_{11j} + \gamma_{015} x_{15j} + \gamma_{017} x_{17j} + \gamma_{018} x_{18j} \\ + \gamma_{020} x_{20j} + \gamma_{021} x_{21j} + \gamma_{029} x_{29j} + \gamma_{032} x_{32j} + \gamma_{032} x_{32j}^2 + \gamma_{038} x_{38j} \\ + \gamma_{046} x_{46j} + \gamma_{047} x_{47j} + \gamma_{061} x_{61j} + \gamma_{062} x_{62j} + u_{0j} \quad [u_{0j} \sim N(0, \tau_0^2)]$$

$$\beta_{02j} = \gamma_{100} + u_{1j} \quad [u_{1j} \sim N(0, \tau_1^2)]$$

$$\beta_{02'j} = \gamma_{200} + u_{2j} \quad [u_{2j} \sim N(0, \tau_2^2)]$$

8. 8. 1 全電力消費量(モデル：T1-2)

【Level-1】

$$y_{ij} = \beta_{00j} + \beta_{01j} x_{01ij} + \beta_{02j} x_{02ij} + \beta_{02'j} x_{02ij}^2 + \beta_{14j} x_{14ij} + \beta_{15j} x_{15ij} + \beta_{17j} x_{17ij} \\ + \beta_{18j} x_{18ij} + \beta_{26j} x_{26ij} + \beta_{30j} x_{30ij} + \beta_{33j} x_{33ij} + \beta_{46j} x_{46ij} + r_{ij} \\ [r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

【Level-2】

$$\beta_{00j} = \gamma_{000} + \gamma_{004} x_{04j} + \gamma_{010} x_{10j} + \gamma_{014} x_{14j} + \gamma_{015} x_{15j} + \gamma_{017} x_{17j} + \gamma_{018} x_{18j} \\ + \gamma_{026} x_{26j} + \gamma_{030} x_{30j} + \gamma_{033} x_{33j} + \gamma_{038} x_{38j} + \gamma_{046} x_{46j} + \gamma_{056} x_{56j} \\ + \gamma_{059} x_{59j} + \gamma_{061} x_{61j} + \gamma_{062} x_{62j} + u_{0j} \quad [u_{0j} \sim N(0, \tau_0^2)]$$

$$\beta_{02j} = \gamma_{100} + u_{1j} \quad [u_{1j} \sim N(0, \tau_1^2)]$$

$$\beta_{02'j} = \gamma_{200} + u_{2j} \quad [u_{2j} \sim N(0, \tau_2^2)]$$

8. 8. 2 給湯電力消費量(モデル：T2)

【Level-1】

$$y_{ij} = \beta_{00j} + \beta_{01j} x_{01ij} + \beta_{02j} x_{02ij} + \beta_{02'j} x_{02ij}^2 + \beta_{20j} x_{20ij} + \beta_{29j} x_{29ij} \\ + \beta_{32j} x_{32ij} + \beta_{44j} x_{44ij} + r_{ij} \quad [r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

【Level-2】

$$\beta_{00j} = \gamma_{000} + \gamma_{010} x_{10j} + \gamma_{011} x_{11j} + \gamma_{020} x_{20j} + \gamma_{029} x_{29j} + \gamma_{032} x_{32j} + \gamma_{034} x_{34j} \\ + \gamma_{041} x_{41j} + \gamma_{044} x_{44j} + \gamma_{067} x_{67j} + \gamma_{069} x_{69j} + \gamma_{077} x_{77j} + u_{0j} \\ [u_{0j} \sim N(0, \tau_0^2)]$$

$$\underline{\beta}_{02j} = \gamma_{100} + \gamma_{110} \mathbf{x}_{10j} + \mathbf{u}_{1j} \quad [\mathbf{u}_{1j} \sim N(0, \tau_1^2)]$$

$$\underline{\beta}_{02'j} = \gamma_{200} + \mathbf{u}_{2j} \quad [\mathbf{u}_{2j} \sim N(0, \tau_2^2)]$$

8. 8. 2 給湯電力消費量(モデル：T3)

【Level-1】

$$\mathbf{y}_{ij} = \underline{\beta}_{00j} + \beta_{01j} \mathbf{x}_{01ij} + \underline{\beta}_{02j} \mathbf{x}_{02ij} + \beta_{17j} \mathbf{x}_{17ij} + \beta_{20j} \mathbf{x}_{20ij} + \beta_{29j} \mathbf{x}_{29ij} + \beta_{32j} \mathbf{x}_{32ij} + \mathbf{r}_{ij} \quad [\mathbf{r}_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

【Level-2】

$$\underline{\beta}_{00j} = \gamma_{000} + \gamma_{007} \mathbf{x}_{07j} + \gamma_{017} \mathbf{x}_{17j} + \gamma_{020} \mathbf{x}_{20j} + \gamma_{029} \mathbf{x}_{29j} + \gamma_{032} \mathbf{x}_{32j} + \gamma_{041} \mathbf{x}_{41j} + \gamma_{059} \mathbf{x}_{59j} + \mathbf{u}_{0j} \quad [\mathbf{u}_{0j} \sim N(0, \tau_0^2)]$$

$$\underline{\beta}_{02j} = \gamma_{100} + \mathbf{u}_{1j} \quad [\mathbf{u}_{1j} \sim N(0, \tau_1^2)]$$

8. 8. 3 暖房その他電力消費量(モデル：T4)

【Level-1】

$$\mathbf{y}_{ij} = \underline{\beta}_{00j} + \beta_{01j} \mathbf{x}_{01ij} + \underline{\beta}_{02j} \mathbf{x}_{02ij} + \beta_{15j} \mathbf{x}_{15ij} + \beta_{17j} \mathbf{x}_{17ij} + \beta_{18j} \mathbf{x}_{18ij} + \beta_{26j} \mathbf{x}_{26ij} + \beta_{45j} \mathbf{x}_{45ij} + \mathbf{r}_{ij} \quad [\mathbf{r}_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

【Level-2】

$$\underline{\beta}_{00j} = \gamma_{000} + \gamma_{003} \mathbf{x}_{03j} + \gamma_{005} \mathbf{x}_{05j} + \gamma_{015} \mathbf{x}_{15j} + \gamma_{017} \mathbf{x}_{17j} + \gamma_{018} \mathbf{x}_{18j} + \gamma_{026} \mathbf{x}_{26j} + \gamma_{038} \mathbf{x}_{38j} + \gamma_{045} \mathbf{x}_{45j} + \gamma_{052} \mathbf{x}_{52j} + \gamma_{060} \mathbf{x}_{60j} + \gamma_{061} \mathbf{x}_{61j} + \gamma_{073} \mathbf{x}_{73j} + \gamma_{076} \mathbf{x}_{76j} + \gamma_{087} \mathbf{x}_{87j} + \mathbf{u}_{0j} \quad [\mathbf{u}_{0j} \sim N(0, \tau_0^2)]$$

$$\underline{\beta}_{02j} = \gamma_{100} + \mathbf{u}_{1j} \quad [\mathbf{u}_{1j} \sim N(0, \tau_1^2)]$$

8. 8. 3 冷房その他電力消費量(モデル：T5)

【Level-1】

$$\mathbf{y}_{ij} = \underline{\beta}_{00j} + \underline{\beta}_{02j} \mathbf{x}_{02ij} + \beta_{17j} \mathbf{x}_{17ij} + \beta_{18j} \mathbf{x}_{18ij} + \beta_{29j} \mathbf{x}_{29ij} + \beta_{32j} \mathbf{x}_{32ij} + \beta_{45j} \mathbf{x}_{45ij} + \mathbf{r}_{ij} \quad [\mathbf{r}_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

【Level-2】

$$\underline{\beta}_{00j} = \gamma_{000} + \gamma_{017} \mathbf{x}_{17j} + \gamma_{018} \mathbf{x}_{18j} + \gamma_{029} \mathbf{x}_{29j} + \gamma_{032} \mathbf{x}_{32j} + \gamma_{045} \mathbf{x}_{45j} + \gamma_{060} \mathbf{x}_{60j} + \gamma_{061} \mathbf{x}_{61j} + \gamma_{074} \mathbf{x}_{74j} + \gamma_{076} \mathbf{x}_{76j} + \gamma_{088} \mathbf{x}_{88j} + \mathbf{u}_{0j} \quad [\mathbf{u}_{0j} \sim N(0, \tau_0^2)]$$

$$\underline{\beta}_{02j} = \gamma_{100} + \mathbf{u}_{1j} \quad [\mathbf{u}_{1j} \sim N(0, \tau_1^2)]$$

8. 8. 3 暖房電力消費量(モデル：F1)

【Level-1】

$$\mathbf{y}_{ij} = \underline{\beta}_{00j} + \beta_{01j} \mathbf{x}_{01ij} + \underline{\beta}_{02j} \mathbf{x}_{02ij}^2 + \mathbf{r}_{ij} \quad [\mathbf{r}_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

【Level-2】

$$\underline{\beta}_{00j} = \gamma_{000} + \gamma_{011} \mathbf{x}_{11j} + \gamma_{012} \mathbf{x}_{12j} + \gamma_{013} \mathbf{x}_{13j} + \gamma_{035} \mathbf{x}_{35j} + \gamma_{060} \mathbf{x}_{60j} + \gamma_{063} \mathbf{x}_{63j} + \gamma_{073} \mathbf{x}_{73j} + \gamma_{076} \mathbf{x}_{76j} + \gamma_{081} \mathbf{x}_{81j} + \gamma_{085} \mathbf{x}_{85j} + \mathbf{u}_{0j} \quad [\mathbf{u}_{0j} \sim N(0, \tau_0^2)]$$

$$\underline{\beta}_{02j} = \gamma_{100} + \mathbf{u}_{1j} \quad [\mathbf{u}_{1j} \sim N(0, \tau_1^2)]$$

8. 8. 3 冷房電力消費量(モデル:F2)

【Level-1】

$$y_{ij} = \underline{\beta}_{00j} + \underline{\beta}_{02j} x_{02ij}^2 + r_{ij} \quad [r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

【Level-2】

$$\begin{aligned} \underline{\beta}_{00j} &= \gamma_{000} + \gamma_{006} x_{06j} + \gamma_{012} x_{12j} + \gamma_{017} x_{17j} + \gamma_{023} x_{23j} + \gamma_{034} x_{34j} + \gamma_{071} x_{71j} \\ &\quad + \gamma_{072} x_{72j} + \gamma_{076} x_{76j} + \gamma_{084} x_{84j} + u_{0j} \quad [u_{0j} \sim N(0, \tau_0^2)] \\ \underline{\beta}_{02j} &= \gamma_{100} + u_{1j} \quad [u_{1j} \sim N(0, \tau_1^2)] \end{aligned}$$

8. 8. 3 その他電力消費量(モデル:F3)

【Level-1】

$$y_{ij} = \underline{\beta}_{00j} + \beta_{01j} x_{01ij} + \underline{\beta}_{02j} x_{02ij} + \underline{\beta}_{02'j} x_{02ij}^2 + \beta_{14j} x_{14ij} + \beta_{26j} x_{26ij} + \beta_{30j} x_{30ij} + r_{ij} \quad [r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)]$$

【Level-2】

$$\begin{aligned} \underline{\beta}_{00j} &= \gamma_{000} + \gamma_{005} x_{05j} + \gamma_{014} x_{14j} + \gamma_{022} x_{22j} + \gamma_{026} x_{26j} + \gamma_{030} x_{30j} + \gamma_{036} x_{36j} \\ &\quad + \gamma_{038} x_{38j} + \gamma_{048} x_{48j} + \gamma_{061} x_{61j} + \gamma_{079} x_{79j} + \gamma_{081} x_{81j} + \gamma_{088} x_{88j} \\ &\quad + \gamma_{092} x_{92j} + \gamma_{095} x_{95j} + u_{0j} \quad [u_{0j} \sim N(0, \tau_0^2)] \\ \underline{\beta}_{02j} &= \gamma_{100} + u_{1j} \quad [u_{1j} \sim N(0, \tau_1^2)] \\ \underline{\beta}_{02'j} &= \gamma_{200} + u_{2j} \quad [u_{2j} \sim N(0, \tau_2^2)] \end{aligned}$$