

建築研究資料

Building Research Data

No. 215

July 2026

政府統計データに基づく
住宅エネルギー消費の世帯差に関する分析
ー 統計分析と機械学習による検討 ー

Household Differences in Residential Energy Use Based on
Government Statistical Data: Analysis Using Statistical Analysis and
Machine Learning

羽原 宏美
Hiromi HABARA

国立研究開発法人 建築研究所

Published by
Building Research Institute
National Research and Development Agency, Japan

国立研究開発法人建築研究所、関係機関及び著者は、
読者の皆様が本資料の内容を利用することで生じた
いかなる損害に対しても、一切の責任を負うものでは
ありません。

はしがき

2025 年 4 月の建築物省エネ法改正により、同月以降に着工する住宅等には省エネルギー基準への適合が義務付けられた。2050 年のカーボンニュートラルの実現に向け、住宅の性能向上は今後重要な役割を担うこととなる。

住宅の省エネルギー基準では、想定モデルケース（以下、「標準世帯」と記す）を前提として策定・検討されてきた。しかし、近年は少子高齢化の進行等に伴い、世帯構成や世帯規模が大きく変化しており、こうした変化は住宅におけるエネルギー需要構造にも影響を及ぼすと考えられる。従って、標準世帯にとどまらず、世帯の多様性にも着目した検討が重要になると考えられる。

このような背景の下、国立研究開発法人建築研究所では、第 5 期中長期計画期間（令和 4 年度～令和 9 年度）における持続可能プログラムの一環として、一般研究課題「政府統計データに基づく住宅エネルギー消費実態の分析」（研究期間：令和 5 年度～令和 7 年度）を実施した。本研究課題では、環境省が実施する「家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査（家庭 CO₂ 統計）」の調査票情報を独自に分析し、住宅エネルギー消費の世帯間における差異およびその発生要因の解明に取り組んだ。

本資料は、上記の研究課題について分析の概要と結果をとりまとめたものである。本資料が、住宅エネルギー消費の実態に対する理解を深めるとともに、さらなる性能向上に向けて新たな視点を得るための一助となれば幸いである。

令和 8 年 7 月

国立研究開発法人 建築研究所 理事長
福山 洋

概要

近年、少子高齢化の進行等を背景として、世帯構成および世帯規模は大きく変化している。こうした世帯構成・規模の変化は、住宅におけるエネルギー消費構造にも影響を及ぼしていると考えられる。そのため、今後、住宅の性能向上に向けた対策を検討するにあたっては、従来の標準世帯（夫が会社員、妻が専業主婦、子供 2 人から成る 4 人世帯）を前提とした議論にとどまらず、多様化する世帯実態を踏まえた新たな視点が求められる。

このような背景のもと、住宅エネルギー消費の世帯間における差異およびその発生要因の解明を目的として、建築研究所では一般研究課題「政府統計データに基づく住宅エネルギー消費実態の分析」（研究期間：令和 5 年度～令和 7 年度）を実施した。

上記の研究課題では、環境省が実施する「家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査（家庭 CO₂ 統計）」の調査票情報（平成 29 年度～令和 4 年度）を用い、「世帯間におけるエネルギー消費の差異に関する統計分析」および「機械学習を用いたエネルギー消費の差異の発生要因に関する分析」を行った。分析対象世帯として 42,370 世帯を選定し、分析に用いたデータは年間一次エネルギー消費量および用途構成比率（年間一次エネルギー消費量に対する暖房・冷房・給湯・調理比・照明他の割合）とそれを特徴づける 121 変数とした。

「世帯間におけるエネルギー消費の差異に関する統計分析」では、エネルギー消費構造に地域差が存在することを考慮し、分析は省エネ基準で規定される地域の区分ごとに実施した。また、世帯を「世帯類型」および「居住人数」に基づいて分類し、これらの分類に基づくグループを“世帯群”と定義した。その上で、年間一次エネルギー消費量および用途別構成比率を対象として、各種統計量を算出し、その結果に基づいて多重比較を行うことで世帯群間の差異の統計的有意性を検証した。

「機械学習を用いたエネルギー消費の差異の発生要因に関する分析」では、121 変数を説明変数（以下、特徴量と記す）として年間一次エネルギー消費量または用途別構成比率を予測する機械学習モデルを作成し、そのモデルを SHAP（SHapley Additive exPlanations）により解釈することで各特徴量の予測における寄与度と寄与の方向性を検討した。

以上、一連の分析により、世帯間における住宅エネルギー消費の差異を明らかにした。また、世帯間の差異を発生させる要因を特定し、その寄与度を定量的に示した。

上席研究員 羽原 宏美

ABSTRACT

In recent years, household composition and size have changed significantly due to declining birthrates and an aging population. These shifts are believed to affect residential energy demand patterns. Therefore, when considering measures to improve housing energy performance, it is important to go beyond discussions based solely on the conventional standard household (a four-person household with a husband who is an office worker, a homemaker wife, and two children) and to adopt new perspectives that reflect the diversity of modern households.

Against this background, the Building Research Institute (BRI) conducted the research project “Analysis of Residential Energy Consumption Based on Government Statistical Data” (FY2023–FY2025) to clarify differences in energy consumption among households and to identify their underlying causes.

The project analyzed survey data from the Ministry of the Environment’s “Statistical Survey on CO₂ Emissions in the Household Sector” (FY2017–FY2022). The analyses included statistical comparisons of energy consumption across households and investigation of contributing factors using machine learning. A total of 42,370 households were included in the analysis. The data consisted of annual primary energy consumption, shares of energy use by purpose (heating, cooling, hot water, cooking, lighting/other), and 121 explanatory variables describing these factors.

For the statistical analysis, households were grouped by “household type” and “number of residents,” and analyses were conducted separately for each regional category defined by energy-saving standards to account for regional differences. Various statistics were calculated, and multiple comparisons were performed to evaluate the significance of differences among household groups.

For the machine learning analysis, models were trained to predict annual energy consumption or use shares using the 121 variables as features. SHAP (SHapley Additive exPlanations) was then applied to quantify each feature’s contribution and its direction of effect on the predictions.

These analyses allowed the identification of factors influencing residential energy consumption and provided quantitative measures of their impact.

Senior Research Engineer, Hiromi HABARA, Dr.

目次

第1章 はじめに.....	1
1.1 本資料の背景と目的	1
1.2 本資料の構成.....	3
第2章 主な用語の説明	5
2.1 家庭部門の CO ₂ 排出実態統計調査（家庭 CO ₂ 統計）	5
2.2 調査票.....	5
2.3 調査票情報	5
2.4 世帯類型	5
2.5 世帯群.....	6
2.6 地域の区分	6
2.7 特徴量.....	7
2.8 要因	7
2.9 一次エネルギー	7
2.10 二次エネルギー	7
2.11 エネルギー種別	7
2.12 用途	7
2.13 年間一次エネルギー消費量	8
2.14 用途別構成比率	8
第3章 分析データおよび分析方法	9
3.1 本章の目的	9
3.2 分析データ	9
3.2.1 家庭 CO ₂ 統計の調査票情報	9
3.2.2 気象データ	11
3.3 分析フロー	12
3.4 データ前処理.....	13

3.5	特徴量データの作成	14
3.6	分析対象世帯の選定	17
3.7	世帯間におけるエネルギー消費の差異に関する統計分析	19
3.7.1	概要	19
3.7.2	記号・添え字	19
3.7.3	年間一次エネルギー消費量	20
3.7.4	用途構成	21
3.8	機械学習を用いたエネルギー消費の差異の発生要因に関する分析	29
3.8.1	概要	29
3.8.2	記号・添え字	29
3.8.3	年間一次エネルギー消費量	30
3.8.4	用途構成	38
3.9	使用したプログラミング言語環境およびライブラリ・パッケージ名	42
第4章	分析対象世帯の概要	43
4.1	本章の目的	43
4.2	地域	44
4.2.1	地域の区分	44
4.2.2	暖房度日・冷房度日	45
4.3	世帯属性	47
4.3.1	世帯類型	47
4.3.2	世帯主の年代	48
4.3.3	居住人数	49
4.3.4	世帯収入	50
4.3.5	平日在宅	51
4.4	住宅建物	52
4.4.1	建て方	52
4.4.2	建築時期	53
4.4.3	延床面積	54
4.5	機器	55
4.5.1	暖房	55
4.5.2	冷房	57
4.5.3	照明	59
4.5.4	給湯	62

4.5.5	調理	64
4.5.6	家電	65
4.5.7	太陽光発電	73
第 5 章 世帯間におけるエネルギー消費の差異に関する統計分析		75
5.1	本章の目的	75
5.2	年間一次エネルギー消費量	75
5.2.1	概要	75
5.2.2	全体的な傾向の分析	76
5.2.3	6 地域を対象とした詳細分析	76
5.2	用途構成	82
5.2.1	概要	82
5.2.2	全体的な傾向の分析	82
5.2.3	6 地域を対象とした詳細分析	83
第 6 章 機械学習を用いたエネルギー消費の差異の発生要因に関する分析		89
6.1	本章の目的	89
6.2	年間一次エネルギー消費量	89
6.2.1	各特徴量の寄与度 (SHAP 値)	89
6.2.2	支配要因の世帯群間比較	95
6.3	用途構成	97
6.3.1	各特徴量の寄与度 (SHAP 値)	97
6.3.2	支配要因の世帯群間比較	101
第 7 章 まとめ		105
付録 A 気象データの作成方法		A-1
A.1	はじめに	A-1
A.2	気象データ	A-1
付録 B データ前処理および特徴量データの作成方法		B-1
B.1	はじめに	B-1

B.2	実施年度による調査票の相違への対応の考え方.....	B-2
B.2.1	就業の有無.....	B-2
B.2.2	セントラル暖房のエネルギー源.....	B-2
B.2.3	使用している床暖房の種類.....	B-2
B.2.4	場所ごとに使用している照明の種類	B-3
B.2.5	主照明の種類	B-3
B.2.6	調理コンロの種類	B-4
B.2.7	ペットのための設備・機器の使用有無	B-4
B.2.8	エアコン・テレビ・冷蔵庫の製造時期	B-5
B.3	表記ゆれへの対応の考え方	B-6
B.3.1	暖房の平日使用時間	B-6
B.3.2	省エネ行動.....	B-6
B.4	回答が「不明」である場合への対応.....	B-7
B.5	特徴量の作成の考え方	B-8
B.5.1	地域	B-8
B.5.2	世帯	B-8
B.5.3	住宅建物	B-10
B.5.4	暖房	B-11
B.5.5	冷房	B-14
B.5.6	照明	B-15
B.5.7	給湯	B-17
B.5.8	調理	B-19
B.5.9	テレビ	B-21
B.5.10	冷蔵庫.....	B-22
B.5.11	家電製品等.....	B-23
B.5.12	洗濯乾燥	B-23
B.5.13	トイレ便座.....	B-24
B.5.14	ペット用品.....	B-24
B.5.15	太陽光発電.....	B-25
B.5.16	省エネ意識.....	B-25
B.5.17	エネルギー	B-26
B.6	特徴量データの内容および調査票情報との対応.....	B-26
付録 C	年間一次エネルギー消費量の算定方法.....	C-1
C.1	はじめに	C-1
C.2	記号・単位・添え字.....	C-2

C.2.1	記号および単位.....	C-2
C.2.2	添え字.....	C-2
C.3	年間一次エネルギー消費量.....	C-4
C.4	消費電力量.....	C-5
C.5	ガス消費量.....	C-7
C.6	灯油消費量.....	C-8
C.7	換算係数.....	C-9
付録 D	各用途の一次エネルギー消費量の算定方法	D-1
D.1	はじめに	D-1
D.2	記号・単位・添え字	D-2
D.2.1	記号および単位	D-2
D.2.2	添え字.....	D-4
D.3	家庭 CO ₂ 統計の推計手順との相違点	D-5
D.4	算定対象の選定条件	D-6
D.5	用途とエネルギー種別の対応	D-7
D.5.1	概要	D-7
D.5.2	暖房	D-7
D.5.3	冷房	D-8
D.5.4	給湯	D-8
D.5.5	調理	D-9
D.5.6	照明他.....	D-9
D.6	算定フロー.....	D-10
D.6.1	一次エネルギー消費量.....	D-10
D.6.2	二次エネルギー消費量.....	D-10
D.7	一次エネルギー消費量の算定方法	D-15
D.8	消費電力量（二次エネルギー）の算定方法.....	D-16
D.8.1	概要	D-16
D.8.2	全体	D-16
D.8.3	暖房・冷房.....	D-17
D.8.4	給湯	D-19
D.8.5	調理	D-23
D.8.6	照明他.....	D-23

D.9	ガス消費量（二次エネルギー）の算定方法.....	D-25
D.9.1	概要	D-25
D.9.2	全体	D-25
D.9.3	暖房・冷房.....	D-26
D.9.4	給湯	D-27
D.9.5	調理	D-28
D.9.6	照明他.....	D-30
D.10	灯油消費量（二次エネルギー）の算定方法.....	D-31
D.10.1	概要	D-31
D.10.3	暖房・冷房.....	D-33
D.10.4	給湯	D-35
D.10.5	調理	D-37
D.10.6	照明他.....	D-37
D.11	換算係数	D-38
D.12	暖房期間／冷房期間／中間期の別	D-38
参考文献		参-1
補足Ⅰ	世帯による一次エネルギー消費量の差異に関する統計分析	I-1
I-1	はじめに	I-1
I-2	年間一次エネルギー消費量.....	I-2
I-2-1	年間一次エネルギー消費量の基礎統計量	I-2
I-2-2	年間一次エネルギー消費量の世帯群間の差異に関する Steel-Dwass 検定による多重比較の結果.....	I-11
I-3	用途構成	I-20
I-3-1	用途別構成比率の代表値の推定結果	I-20
I-3-2	用途別構成比率の世帯群間の差異に関する PERMANOVA による多重比較の結果.....	I-28
I-3-3	用途別構成比率の世帯類型間の差異に関する PERMANOVA による多重比較の結果	I-36
補足Ⅱ	機械学習を用いた一次エネルギー消費量の差異発生の要因分析	II-1
II-1	はじめに.....	II-1
II-2	予測値の統計量	II-2

II-2-1	年間一次エネルギー消費量	II-2
II-2-2	用途構成	II-3
II-3	SHAP 値に基づく特徴量重要度	II-4
II-3-1	年間一次エネルギー消費量	II-5
II-3-2	用途構成	II-6
II-4	SHAP 値の分布等（年間一次エネルギー消費量）	II-11
II-4-1	暖房度日	II-11
II-4-2	年積算全天日射量	II-12
II-4-3	居住人数（再掲）	II-13
II-4-4	世帯類型	II-13
II-4-5	建て方	II-14
II-4-6	延床面積（再掲）	II-15
II-4-7	暖房の仕方	II-16
II-4-8	主暖房機器	II-17
II-4-9	暖房の平日使用時間（再掲）	II-18
II-4-10	暖房居室数	II-19
II-4-11	冷房機器の使用台数	II-20
II-4-12	冷房の設定温度	II-21
II-4-13	電気温水器の使用有無	II-22
II-4-14	ガス給湯機・ガス風呂がまの使用有無	II-23
II-4-15	洗面所のお湯の使用頻度	II-24
II-4-16	台所のお湯の使用頻度	II-25
II-4-17	1 週間当たりの調理食数（再掲）	II-26
II-4-18	冷蔵庫の使用台数	II-27
II-4-19	1 台目冷蔵庫の製造時期	II-28
II-4-20	省エネ行動の実施割合	II-29

