

ISSN 1881-6436

Discussion Paper Series

No. 19-02

個人のエネルギーリテラシーが、省エネ住宅の選好に与える影響

—コンジョイント分析による実証研究—

木下 信

2020 年 3 月

〒612-8577 京都市伏見区深草塚本 67
龍谷大学経済学部

個人のエネルギー・リテラシーが、省エネ住宅の選好に与える影響¹

—コンジョイント分析による実証研究—

木下 信²

概 要

近年地球温暖化対策として、省エネ機器や省エネ住宅の普及が求められている。その中でも、ZEH と呼ばれる太陽光パネルなどを設置し、再生可能エネルギーの利用により、年間エネルギー消費量の収支をゼロにする住宅の普及も期待される。本稿では、個人が初期費用や快適さなどどのような属性を持つ省エネ住宅を選好するかを計測し、普及する条件を考える。その際、個人のエネルギーに対する知識・リテラシーが、省エネ住宅の選好にどのように影響するかに注目する。省エネ機器や省エネ住宅は金額が高額なため、そのメリットに関する情報や知識が乏しい場合、高額な初期費用がハードルとなり、普及を阻害する可能性がある。個人のエネルギーに対する正しい知識・リテラシーがあれば、省エネ住宅への投資が高まると予想される。将来の仮想的な条件下での個人の省エネ住宅に対する選択行動を分析するため、表明選好であるコンジョイント分析を用いた。データ収集は、楽天インサイト株式会社が提供する Web アンケートを利用した。ランダムパラメーターロジットモデルと潜在クラスモデルを用いて実証分析した。推定結果より、初期費用である住宅の購入費用の低下や年間電気・ガス料金削減額の増加が、補助金額よりも、省エネ住宅の購入には必要であるとの結論を得た。その他、個人は CO₂ 削減率の高い、快適度の高い、太陽光パネルを設置している省エネ住宅を選好することが分かった。しかし、個人のエネルギー・リテラシーの高さと選択行動の違いには明確な関係が見られなかった。

キーワード コンジョイント分析、ランダムパラメーターロジットモデル、エネルギー・リテラシー

JEL classification C25, L94, Q48

¹ 本稿は龍谷大学科研費再取得助成支援基金を使用している。調査は楽天インサイト株式会社に委託した。担当者からはアンケートの設計で貴重なコメントを頂いた。

² 龍谷大学経済学部 612-8577 京都市伏見区深草塚本 67

skinoshita@econ.ryukoku.ac.jp

個人のエネルギー効率化が、省エネ住宅の選好に与える影響³
—コンジョイント分析による実証研究—

木下 信⁴

第1節 はじめに

近年、日本だけでなく、世界的に地球温暖化対策として、再生可能エネルギーや省エネの普及が求められている。家庭部門も例外ではなく、増加傾向にある最終エネルギー消費量⁵を減らし、東日本大震災後のエネルギー不足の解消や地球温暖化対策のため、節電はもとより、冷蔵庫やエアコンといった省エネ機器の普及が必要とされている。最近では、さらに省エネを促進するため、省エネ家電の普及に加え、住宅そのものの省エネが必要となっている。その中で、ZEH（ゼッチ）（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）と呼ばれる省エネ住宅の普及も期待されている。これは、太陽光パネルなどを設置し、再生可能エネルギーの利用による発電により、年間のエネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した住宅のことと言う⁶。2018年に決定された日本政府の「第5次エネルギー基本計画」では、「2020年までにハウスメーカー等が新築する注文戸建住宅の半数以上で、2030年までに新築住宅の平均でZEHの実現を目指す」としている。ここで省エネ住宅について説明しておく。省エネ住宅とは、家庭のエネルギー消費において、約30%を占めている暖冷房のエネルギー消費を抑えることのできる住宅を省エネ性能の高い住宅という⁷。省エネ住宅の実現には、断熱、日射遮蔽、気密が柱となる。「断熱」と「日射遮蔽」により、冬は「部屋の中の暖かい空気が逃げず、部屋内や部屋間の室温がほぼ均一の家」、「北側の風呂もトイレも寒くなく、結露もしない家」、夏は「室外からの熱気が入らずに涼しい家」、「小型のエアコンでも良く効き、朝・夕は風通しの良い家」が実現できる。その結果、快適な住宅が実現できる。このような

³ 本稿は龍谷大学科研費申請助成制度を使用している。調査は楽天インサイト株式会社に委託した。担当者からはアンケートの設計で貴重なコメントを頂いた。

⁴ 龍谷大学経済学部、准教授 612-8577 京都市伏見区深草塚本67
skinoshita@econ.ryukoku.ac.jp

⁵ 経済産業省資源エネルギー庁『エネルギー白書2018』

⁶ 経済産業省資源エネルギー庁

https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/housing/index03.html

⁷ 経済産業省資源エネルギー庁

https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/housing/index.html

省エネ住宅の性能を考えると次のようなメリットが享受できる。「快適さ」：真冬や真夏でも少ない暖冷房エネルギーで過ごしやすい。「経済的」：光熱水費が節約できる。「健康的」：結露によるカビやダニの発生を抑制できる。ヒートショックのストレスが少ない。「耐久性」：結露による木材などの腐朽や建材の劣化が抑制できる。ただし、初期費用である住宅購入価格が、省エネ機能が充実しているほど高価であること、すでに家を建てた場合、リノベーションが必要といった問題点も考えられる。

本稿では、上記に挙げた問題意識より、省エネ住宅の普及が必要と考え、その普及条件を考える。その際、コンジョイント分析という選択実験を用いる。コンジョイント分析は表明選好の1つで、将来の状況について、仮想的な質問をし、その条件の下で、個人がどのような選択をするかを定量的に分析する。具体的には、個人に様々な属性を持ついくつかの仮想的な省エネ住宅の選択肢を提示し、最も望ましいものを1つ選んでもらう。その際、初期費用である住宅価格や年間での電気料金削減額が変化したとき、個人がどのような選択をするかを分析する。このような要因を変化させたときの個人の選択行動を分析することで、個人がどのような条件あるいは属性を持つ省エネ住宅を購入するかを考え、普及する条件を明らかにすることができる。

個人がどのような属性を持つ省エネ住宅を選好するかを計測すると同時に、個人のエネルギーに対する知識・リテラシーが、省エネ住宅の選好にどのように影響するかを分析する。これまで、個人に省エネ機器に関する適切な情報を与えると、省エネ機器の選好にどのように影響するかを分析する研究がいくつか存在する⁸。省エネ機器や省エネ住宅はその初期費用である購入金額が高額である一方で、そのメリットや社会的必要性に関する情報や知識が乏しい場合が多い。情報や知識が乏しいために、高額な初期費用がハードルとなり、普及を阻害する可能性がある⁹。仮に、個人が正しい情報を持ち、高いリテラシーを持てば、省エネ機器や省エネ住宅がより普及する可能性がある。

本稿では省エネ住宅に注目する。それは、省エネ機器はある程度普及したと思われるが、省エネ住宅はこれから普及が必要と考えられるからである。また、省エネと同時に再生可能エネルギーの普及も重要であり、ZEHの普及とともに、省エネと再生可能エネルギーを同時に普及させることを可能にするからである。

コンジョイント分析では、個人にアンケートを取り、収集したデータを計量経済学の手法で分析する。楽天インサイト株式会社のWebアンケートにより、データを収集し、個人の選好多様性を認めるより一般的な離散選択モデルであるランダムパラメータロジットモデルと潜在クラスモデルを用いる。潜在クラスモデルでは、ランダムパラメータロジットモデルが個人の選好の分布を見るのに対し、個人を選好の異なるいくつかのグループに分割できると想定し、メンバーシップ関数を用い、個人の社会的属性やエネルギーに対する意

⁸ Allcott and Taubinsky (2015)など。

⁹ エネルギー効率ギャップと呼ばれる。(Allcott and Greenstone, 2012)

識を説明変数として推定することで、どのような個人が、どの選好グループに属するかを明らかにする。本稿では、エネルギーのリテラシーに関するいくつかの質問をし、得られた回答から個人のエネルギーリテラシースコアを計算し、それをメンバーシップ関数の説明変数として、知識やリテラシーの違いにより、どの選好を持つグループに属するかを明らかにする。そして、知識があり、リテラシーの高いグループは低いグループと比べて、どのように省エネ住宅の属性に対する支払い意思額 (Willingness to Pay, WTP) が異なるかを明らかにする。また、ランダムパラメーターロジットモデルを用い、エネルギーリテラシースコアの高いグループと低いグループに分割し、それぞれのグループについて、選好を計測し、WTP を比較する。

本稿の構成は次のようになる。第2節では関連する先行研究を概観する。第3節ではアンケートの内容とその結果について考察する。第4節では、分析手法であるコンジョイント分析とプロファイルの作成方法を説明し、第5節では計量経済モデルであるランダムパラメーターロジットモデルと潜在クラスモデルの概要を説明する。第6節では、分析結果を考察し、最後の第7節で、結論と政策的含意、今後の課題を述べる。

第2節 関連する先行研究

本節では関連する先行研究を紹介する。本稿の目的は、個人の省エネ住宅に対する選好を、コンジョイント分析を用いて計測し、個人のエネルギーに対する情報や知識、つまりエネルギーに関するリテラシーが、省エネ住宅に対する選好にどのように影響するかを計測することである。これまで、個人の省エネ機器や省エネ住宅の選好を本稿と同じく、コンジョイント分析を用いて計測した研究は多く見られる。そして、個人に情報を与えることが、個人の省エネ行動や省エネ機器の選択にどのように影響するかを分析した研究も最近では多く見られる。さらに、エネルギーと金融のリテラシーに注目して、個人の省エネ機器に対する投資行動を分析する研究も存在する。このような様々な研究について、それぞれどのような特徴があるのかを概観する。

まず、省エネ住宅の選好に関する研究を紹介する。省エネ住宅そのものよりも、住宅の部材、例えば、窓や壁の省エネ性に対する選好を計測したものが多い。例えば、Kwak et al. (2010)では、コンジョイント分析を用いて、韓国の住宅のエアコンや暖房の省エネに対する選好を分析している。具体的には、窓やファサード、換気システムといった住宅を構成する部材を属性とし、窓を二重にするかどうかなどを水準に採用して、選好を計測している。計量分析には、ランダムパラメーターロジットモデルとネスティッドロジットモデルを使っている。WTP を計測した結果、概して、省エネ機能に対して高い評価をしているとの結論を得ている。Alberini et al. (2013)では、同じくコンジョイント分析を用いて、スイスの住宅所有者に対して、省エネ住宅へのリノベーションに関する選好を分析している。属性として、初期投資額、補助金額、快適さ、年間でのエネルギー使用料金削減率、初期投資回収期

間を採用している。なお本稿でもこれらの属性を参考にしている。住宅所有者は、年間でのエネルギー使用料金の削減率や補助金といった投資によって得られる金銭的な利益よりも、初期費用である投資費用に重きを置いており、エネルギー価格に関して不確実性がある状況では、リノベーションよりも現状維持を選択する傾向があることを明らかにしている。また、住宅所有者が気候変動を考慮することが、リノベーションを決断する要因になっていることも明らかにしている。Banfi et al. (2008)では、スイスで、住宅の空調システムに関する省エネ機能に対する選好をコンジョイント分析を用いて計測している。Kwak et al. (2010)と同様に、窓やファサード、換気システムといった住宅を構成する部材を属性としている。住宅居住者は、省エネ属性の便益を評価しており、省エネと環境に対する便益の両方を評価するという結論を得ている。以上紹介した先行研究は、省エネ住宅の属性に対する個人の選好を計測したもので、省エネ住宅に関する正しい情報を与えたり、個人のエネルギーに関する知識やリテラシーが、省エネ住宅の選好にどのように影響するかは扱っていない。

次にエネルギーリテラシーやエネルギーに対する意識が個人の省エネ行動にどのように影響するかを分析した研究を紹介する。本稿はエネルギーリテラシーに関する質問をこれらの研究から参考にした。まず、Brounen et al. (2013)では、オランダの家庭に対して、エネルギーリテラシーやエネルギーに対する認識を質問し、これらが、省エネ行動、具体的にはエネルギー消費量やエアコンの温度設定にどのように影響するかを、サーベイデータを用いて実証分析している。コンジョイント分析のような表明選好の選択実験ではなく、実際に実現したデータを用いて、回帰分析している。エネルギーに関する質問として、月当たりの電気・ガス料金はいくらか知っているかという認識に関するもの、購入価格が 3750 ユーロで、月当たりガス料金が 100 ユーロの暖房システムと、購入価格が 5000 ユーロで、月当たりガス料金が 80 ユーロの暖房システムを 15 年間使用するとき、どちらを購入するかといった投資の意思決定に関する内容である。サーベイデータより、個人のエネルギーリテラシーはそもそも低く、エネルギーリテラシーや認識よりも、個人の社会的属性や消費者の態度が、省エネ行動に影響するとの結論を得ている。Blasch et al. (2017)では、スイスの家庭に対して、個人のエネルギー投資のリテラシーが、電力消費量にどのように影響するかを、2010 年から 2014 年のサーベイデータを用いて実証分析している。これもコンジョイント分析のような表明選好の選択実験ではない。エネルギーに関する質問として、スイスでの 1 kWh 当たりの電力コスト、デスクトップ PC を 1 時間起動したときや 60°C のお湯で 5 kg の衣類を洗濯機で洗濯したときの電力コスト、1 時間ノートパソコンを使用するとときと、1 時間デスクトップ型パソコンを使用したときではどちらの方が電力コストが大きいかなどを質問している。さらに金融リテラシーに関する質問として、200 スイスフランを金利 10% で 2 年間預金したとき、いくらになるかも聞いている。回答者やその家族の日常の行動、例えば、洗濯機に衣類を詰めこんで洗濯するか、電気機器の電源を切るかなども質問している。これらの質問を本稿のアンケートでも参考にした。Brent and Ward (2017)では、金融リテラシーの高さとエネルギー効率の高い機器（湯沸し器）の購買行動の関係を実証分析してい

る。金融リテラシーの高い個人がエネルギー効率の高い機器に対して高いWTPを示しているとの結果を得ている。本稿と同じコンジョイント分析を用い、推定にはランダムパラメータロジットモデルや潜在クラスモデルを用いている。採用している属性は、リベート、運転コストなどである。リテラシーとの関係は各属性とリテラシーに関する変数との交差項の符号で判断している。金融リテラシーの質問では、100ドルを金利2%で運用すると5年後いくらになるか、金利が年1%で、インフレ率が年2%のとき、預金口座の資金の購買力はどうなるか、1つの企業の株式を買うことは、株式投資信託より安全か、湯沸かし器の初期費用が1500ドル、年間運転費用が400ドルで10年間使用するとき、初期費用と10年間の運転費用のどちらの方が大きいか、初期費用が1500ドル、年間運転費用が400ドルの湯沸かし器Aと初期費用が3500ドル、年間運転費用が200ドルの湯沸かし器Bがあるとすると、運転費用を節約することで、何年で湯沸かし器Bの初期費用の高額分を回収できるかといったものがある。Blasch et al. (2019)では、個人にエネルギー効率の高い電球や冷蔵庫など家庭用電気機器をどのように採用させるかという、いわゆる「エネルギー効率ギャップ」に対する答えとして、エネルギー効率の高い機器に関する正しい情報を掲示することと、消費者にエネルギーと投資のリテラシー教育をするという2つの方法を提案している。イスの家庭を対象にしたところ、エネルギーと投資のリテラシーがある個人は最もエネルギー効率の高い機器を選択するという結論を得ている。手法はランダム化実験を行っている。

第3節 アンケート調査の内容とその結果

調査は楽天インサイト株式会社が提供するWebアンケートを利用し、2019年11月に実施した。サンプルは、日本全国に住む800の家庭を対象とした。年間所得など個人の社会的属性に関する質問と節電意識などエネルギーに対する意識やエネルギーリテラシーに関する質問をした。楽天インサイトでは、会員に対してアンケートをEメールでランダムに送信する。潜在的な回答者である会員はメールを受け取った後、アンケートに答えるかどうかを決める。サンプルは楽天の会員であり、なつかつアンケートに答えた者に限定される¹⁰。

次にアンケートの集計結果を見る。次の表1は回答者の社会属性、表2は居住都道府県である。おおむね母集団と比べて極端な違いはないようである。社会属性以外にも、調査の直前1か月に相当する2019年10月における1か月での電気とガスの使用料金、省エネエアコンや燃料電池など先端機器についての関心度、重要と考えるエネルギー問題も尋ね

¹⁰ 楽天インサイトのWebアンケートを利用する際、調査者は回答率やどのような属性の個人がアンケートに答えたか、あるいは答えていないかを知ることができない。その点、アンケートには限界があり、若干のサンプルバイアスも残る。

た。表3、4、図1がその結果である。

表1 サンプルの社会属性

		数	%
	全体	800	100.0
家計年間所得	300万円未満	144	18.0
	300万円～599万円	333	41.6
	600万円～899万円	197	24.6
	900万円以上	126	15.8
学歴	中卒・高卒	163	20.4
	専門学校・短大卒	167	20.9
	大卒・大学院卒	467	58.4
	その他	3	0.4
現在同居している家族（複数選択可）	ひとり暮らし	129	16.1
	配偶者、恋人	517	64.6
	父（義父）	124	15.5
	母（義母）	159	19.9
	兄弟	27	3.4
	姉妹	18	2.3
	祖父	3	0.4
	祖母	9	1.1
	子ども：6歳未満	184	23.0
	子ども：6～13歳未満	124	15.5
	子ども：13～19歳未満	74	9.3
	子ども：19歳以上	61	7.6
	孫	2	0.3
	その他	5	0.6
性別	男性	531	66.4
	女性	269	33.6
年齢（歳）	平均値	41.29	
	最小値	20.00	
	最大値	59.00	
年代	20代	93	11.6
	30代	248	31.0

	40代	295	36.9
	50代	164	20.5

表2 サンプルの居住都道府県

	数	%
全体	800	100.0
北海道	32	4.0
青森県	8	1.0
岩手県	3	0.4
宮城県	19	2.4
秋田県	7	0.9
山形県	5	0.6
福島県	15	1.9
茨城県	24	3.0
栃木県	9	1.1
群馬県	16	2.0
埼玉県	34	4.3
千葉県	35	4.4
東京都	106	13.3
神奈川県	70	8.8
新潟県	15	1.9
富山県	5	0.6
石川県	6	0.8
福井県	6	0.8
山梨県	1	0.1
長野県	9	1.1
岐阜県	13	1.6
静岡県	15	1.9
愛知県	52	6.5
三重県	7	0.9
滋賀県	8	1.0
京都府	17	2.1
大阪府	68	8.5
兵庫県	48	6.0

奈良県	13	1.6
和歌山県	7	0.9
鳥取県	1	0.1
島根県	1	0.1
岡山県	17	2.1
広島県	14	1.8
山口県	7	0.9
徳島県	4	0.5
香川県	5	0.6
愛媛県	6	0.8
高知県	6	0.8
福岡県	27	3.4
佐賀県	1	0.1
長崎県	5	0.6
熊本県	9	1.1
大分県	8	1.0
宮崎県	4	0.5
鹿児島県	6	0.8
沖縄県	6	0.8
国外	0	0.0

表3 2019年10月における1か月での電気とガスの使用料金

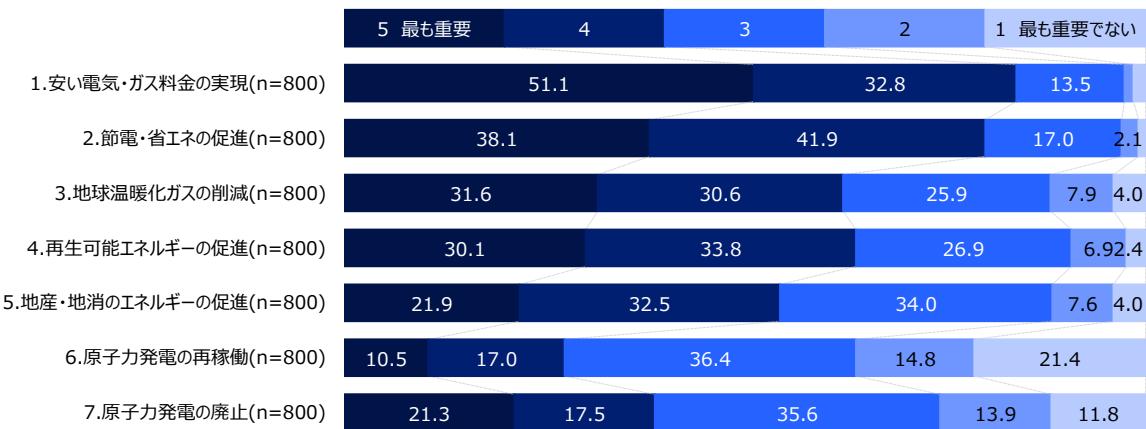
	電気		ガス	
	数	%	数	%
	800	100.0	800	100.0
0円	1	0.1	73	9.1
2,000円未満	18	2.3	34	4.3
2,000円以上4,000円未満	132	16.5	184	23.0
4,000円以上6,000円未満	201	25.1	188	23.5
6,000円以上8,000円未満	156	19.5	157	19.6
8,000円以上1万円未満	132	16.5	92	11.5
1万円以上1万5,000円未満	111	13.9	53	6.6
1万5,000円以上2万円未満	29	3.6	13	1.6
2万円以上	20	2.5	6	0.8

表4 先端機器について関心度

			すでに持っている	買いたい、買う予定である	関心がある今すぐでも	関心があるが、すぐに買いたいとは思わない	関心があるが、住宅などの都合上買えない	関心がない
省エネエアコン	数	800	277	137	242	96	48	
	%	100.0	34.6	17.1	30.3	12.0	6.0	
省エネ冷蔵庫	数	800	232	159	289	73	47	
	%	100.0	29.0	19.9	36.1	9.1	5.9	
太陽光パネル	数	800	23	93	273	255	156	
	%	100.0	2.9	11.6	34.1	31.9	19.5	
蓄電池	数	800	12	97	300	233	158	
	%	100.0	1.5	12.1	37.5	29.1	19.8	
自家発燃料電池（ガスコーポレーションシステム）	数	800	9	85	288	226	192	
	%	100.0	1.1	10.6	36.0	28.3	24.0	

省エネエアコン、省エネ冷蔵庫については、「すでに持っている」が比較的多いのに対し、その他、太陽光パネル、蓄電池、自家発燃料電池については、すでに持っている家庭が数%以下であり、買う予定を含めても 10 数%にしかならない。一方で、「関心があるが、すぐに買いたいとは思わない」や「関心があるが、住宅などの都合上買えない」と答えている家庭が多く、何かのきっかけがあれば、条件がそろえば、普及する可能性は秘めている。

図1 重要と考えるエネルギー問題



重要と考えるエネルギー問題については、「安い電気・ガス料金の実現」については、「最も重要」と答えている家庭が半数を占め、「節電・省エネの促進」、「地球温暖化ガスの削減」、「再生可能エネルギーの促進」でも、重要（4あるいは5）と答えている割合が高い。一方で原発については、再稼働、廃止とも重要と考えている比率は低い。

家庭には、次のようなエネルギーリテラシーに関する質問をした。得られた回答を基に、個人のエネルギーリテラシースコアを算出した。

Q1 現在の日本の電源構成に占める再生可能エネルギー比率（水力除く）はおおよそ何%ですか¹¹。

	数	%
全体	800	100.0
2%	160	20.0
8%	203	25.4
20%	89	11.1
わからない	348	43.5

正解：8 %

¹¹ 電源構成に占める比率（2017年度）を想定している。（経済産業省資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」）以下化石燃料も同様である。

Q2 現在の日本の電源構成に占める化石燃料（石炭、石油、天然ガス）依存度はおおよそ何%ですか。

	数	%
全体	800	100.0
30%	79	9.9
50%	169	21.1
80%	244	30.5
わからない	308	38.5

正解：80%

Q3 固定価格買取制度を利用して、太陽光発電（10kW 未満）で発電した場合、売電できる買取期間は何年ですか。

	数	%
全体	800	100.0
5年	88	11.0
10年	248	31.0
15年	63	7.9
わからない	401	50.1

正解：10年¹²

Q4 次のうち地球温暖化ガスである CO₂排出量の最も多いエネルギー源はどれですか。

	数	%
全体	800	100.0
天然ガス	82	10.3
石炭	510	63.8
原子力	68	8.5
太陽光	13	1.6
水力	2	0.3
わからない	125	15.6

正解：石炭

¹² 経済産業省資源エネルギー庁

https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/fit_kakaku.html

Q5 今給湯器の買い替えを検討しているとします。次の2つの給湯器のうちどちらを購入しますか。ただし使用期間を10年とします。

	数	%
全体	800	100.0
給湯器A：購入価格が30万円で、運転費用が月額7,000円（年間8万4,000円）	85	10.6
給湯器B：購入価格が40万円で、運転費用が月額5,000円（年間6万円）	611	76.4
どちらでもよい	104	13.0

正解：給湯器B

Q6 一般家庭において、1年間で最もエネルギー（電気・ガス）消費量の多い家電は次のうちどれですか。

	数	%
全体	800	100.0
冷蔵庫	257	32.1
冷暖房器具（エアコン）	445	55.6
テレビ	37	4.6
照明器具	24	3.0
わからない	37	4.6

正解：冷蔵庫¹³

Q7 次の電気を使う行動について、あなた自身あるいはご家族に当てはまるものを選んでください。

¹³ 経済産業省資源エネルギー庁「2009年度 民生部門エネルギー消費実態調査および機器の使用に関する補足調査」より日本エネルギー経済研究所が試算

https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/howto/consumption/

			全くしない	ほとんどしない	たまにする	よくする	いつもする
テレビやラジオをつけっぱなしにする	数	800	195	246	226	91	42
	%	100.0	24.4	30.8	28.3	11.4	5.3
部屋を出るときは電気を消す	数	800	21	53	97	252	377
	%	100.0	2.6	6.6	12.1	31.5	47.1
冷暖房機器をつけたり消したりする	数	800	60	202	252	171	115
	%	100.0	7.5	25.3	31.5	21.4	14.4
夏の冷房を 26°C 以下にする	数	800	172	171	194	154	109
	%	100.0	21.5	21.4	24.3	19.3	13.6
テレビなどの電気機器を使用しないときはコンセントを抜く	数	800	358	191	118	75	58
	%	100.0	44.8	23.9	14.8	9.4	7.3
洗濯機に衣類を詰め込んで洗濯する	数	800	108	213	248	159	72
	%	100.0	13.5	26.6	31.0	19.9	9.0
洗濯にはお湯を使う	数	800	368	154	134	89	55
	%	100.0	46.0	19.3	16.8	11.1	6.9

「部屋を出るときは電気を消す」については、「いつもする」、「よくする」が多くを占め、「テレビなどの電気機器を使用しないときはコンセントを抜く」や「洗濯にはお湯を使う」については、「全くしない」が多くを占める。その他については、「たまにする」あるいは「ほとんどしない」が多い。

金融リテラシーに関する質問もした。本研究では、省エネ住宅を扱っており、借入行動を伴うと考えたからである。借入も伴う省エネ住宅の選択行動には、金融に関するリテラシーも関係すると考えられる。

Q8 金利年率 5%で 100 万円を 5 年間定期預金すれば、5 年後にはいくらになりますか。

	数	%
全体	800	100.0
105.5 万円	110	13.8
125 万円	327	40.9

127.6万円	296	37.0
わからない	67	8.4

正解：127.6万円

Q9 預金利年率1%で物価上昇率が年率2%のとき、1年後の預金が持つ購買力はどのようになりますか。

	数	%
全体	800	100.0
上がる	76	9.5
下がる	465	58.1
変わらない	72	9.0
わからない	187	23.4

正解：下がる

正解を1つ答えてもらう質問（Q7以外）については、正解を答えている回答者を1とする正解ダミーを設けた。Q7については、行動が省エネに望ましい順に並べ、数字を割り当てた。例えば、1つ目の「テレビやラジオをつけっぱなしにする」では、「全くしない」が省エネには最も望ましく、最もエネルギー消費率が高いと考える。従って、「全くしない」を5、「ほとんどしない」を4、「たまにする」を3、「よくする」を2、「いつもする」を1と割り当てた。

他の質問については、次のように数字を割り当てた。

部屋を出るときは電気を消す：「いつもする」5、「よくする」4、「たまにする」3、「ほとんどしない」2、「全くしない」1

冷暖房機器をつけたり消したりする：「全くしない」5、「ほとんどしない」4、「たまにする」3、「よくする」2、「いつもする」1

夏の冷房を26°C以下にする：「全くしない」5、「ほとんどしない」4、「たまにする」3、「よくする」2、「いつもする」1

テレビなどの電気機器を使用しないときはコンセントを抜く：「いつもする」5、「よくする」4、「たまにする」3、「ほとんどしない」2、「全くしない」1

洗濯機に衣類を詰め込んで洗濯する：「全くしない」5、「ほとんどしない」4、「たまにする」3、「よくする」2、「いつもする」1

洗濯にはお湯を使う：「いつもする」5、「よくする」4、「たまにする」3、「ほとんどしない」2、「全くしない」1

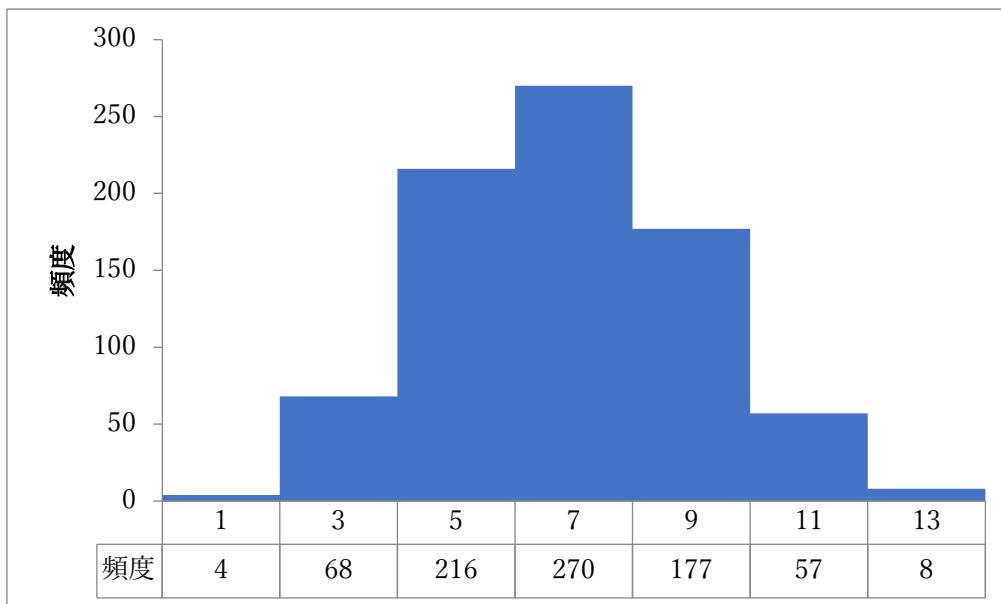
これらの行動に関する質問については、4または5を回答した個人をエネルギーリテラシーが高いと考え、1を割り当てた。一方で、1、2、3と回答した個人には0を割り当てた。このように正解ダミーを作り、個人ごとに合計スコアを計算し、これをエネルギーリテラシーに関する変数とした。

最後に、作成したエネルギーリテラシースコアの記述統計を見る。表5は記述統計、図2はエネルギーリテラシースコアのヒストグラムである。すべての問題に正解したとき、スコアは15となる。ヒストグラムを見ると、スコアが7の個人が最も多い。次いで5が多い。概して、正規分布に近く、大きな異常値や分布の歪みは見られない。スコアが満点である15の個人は存在しなかった。

表5 エネルギーリテラシースコアの記述統計

平均	6.384
中央値	6
最頻値	7
標準偏差	2.174
尖度	-0.341
歪度	0.143
最小	1
最大	13

図2 エネルギーリテラシースコアのヒストグラム



第4節 コンジョイント分析

本稿では、将来どのような属性を持つ省エネ住宅がどのような条件で普及するかを明らかにするため、コンジョイント分析を使用した¹⁴。コンジョイント分析とは個人に将来起り得る仮想的な質問を実施し、いくつかの仮想的なシナリオが実現した条件で最も望ましい選択肢を選んでもらう表明選好法(Stated Preference Method, SP)の1つである。個人にいくつかの仮想的な選択肢を提示し、最も望ましい選択肢を選んでもらう。またコンジョイント分析ではこのような選択実験をする。本稿では初期費用に相当する住宅の購入価格、削減できる年間電気料金、CO₂削減率などが変化したとき、個人はどのような選択をするかを分析する。ここでの選択肢はさまざまな属性を持つ仮想的な省エネ住宅を想定している。つまり、家庭は将来、どのような属性を持つ省エネ住宅を選好するかを計測する。

仮想評価法(Contingent Valuation Method, CVM)も有名な表明選好法の1つである。仮想評価法は例えば森林など市場価格がつかない対象に対し利用者の金銭的価値を定量的に評価する方法である。ただし評価対象が持つ様々な属性に対してそれぞれの金銭的評価を計測できず、属性ごとではなく、ある1つの対象に対して金銭的価値を計測する。またCVMは選択実験ではない。本稿ではいくつかの選択肢を提示し、その中から望ましいものを1つ選択してもらう選択実験を採用しているので、コンジョイント分析を使用する。

コンジョイント分析ではいくつかの属性を持つ財・サービスを個人に提示する。その際、属性の数をいくつにするかが問題である。少なすぎると財・サービスの特徴を表現するのに不十分であり、多すぎると選択に困ることになる。一般的に5、6個が適当と言われている。属性とその水準を決定し、様々な組み合わせを持つカードを組み合わせてプロファイルを作成する。しかしながらあらゆる組合せを考えれば膨大になり、属性間に相関があれば多重共線性の問題も生じる。そこでこのような問題を回避するために、直交計画法により組合せを決定し、非現実なもの、誰もが選択しそうなを取り除いて、プロファイルを作成した。なお直交計画法は栗山(2013)「Excel ができるコンジョイント(選択型実験) Version 3.0」を使用した。本稿では回答者に次の3つの選択肢を提示し、この中から最も望ましい選択肢を1つ選んでもらった。

選択肢1：従来型住宅（省エネ機能なし）

選択肢2：省エネ住宅

選択肢3：省エネ住宅

¹⁴ コンジョイント分析については、Louviere et al. (2000)、栗山・庄子(2005)、柘植他(2011)、栗山他(2013)を参考にした。

選択肢1が省エネ機能のない従来型の住宅を考えている。選択肢2と3は省エネ住宅である。ここでの住宅の属性として、延床面積30坪、2階建、3LDKを想定している。従来型の省エネ機能のない住宅は、2000万円（土地費用含まない）とする。省エネ住宅は従来型の住宅と比べて購入費用が高くなると考える。

次に各選択肢の属性を説明する。属性として、初期費用に相当する住宅購入価格の従来型住宅と比較した増加分、従来型住宅と比較した年間電気・ガス料金の削減額、省エネ住宅を購入したときに支給される補助金額、従来型住宅と比較した地球温暖化ガスの1つであるCO₂削減率、従来型住宅と比較した快適さ、太陽光パネルの有無とその設置金額を考えた。太陽光パネルの有無は、ZEH型省エネ住宅を想定している。それぞれの属性を採用した理由とその水準は次のようになる。

①住宅購入価格（初期費用）

省エネ住宅を購入する場合、従来型と比べて追加的にいくらの初期費用がかかると考えられる。その追加的にかかる費用を考える。選択肢1の従来型の省エネ機能のない住宅では、常に2000万円（土地費用含まない）とする。さらに、ここで扱う住宅の属性として、延床面積30坪、2階建、3LDKを想定する。追加的な初期費用として、100万円、200万円、300万円、400万円、500万円のいずれかを想定する。

②年間電気・ガス使用料金の削減額

省エネ住宅に住むと、従来型の住宅と比べて、運転費用である電気・ガス費用を削減できると考える。その年間での削減金額を考える。4万円（約3300円）、6万円（5000円）、8万円（約6700円）、10万円（約8300円）、12万円（1万円）のいずれかを想定する（括弧内は月当たり）。プロファイルの作成時には、住宅の購入価格が高いとき、削減額も大きくなるようにしている。

③補助金など政府支援

省エネ住宅の普及促進は政府の政策でもあるため、購入すると政府から補助金がもらえる、減税を受けるなど何らかの金銭的支援が受けられることが多い。その支援金額を考える。50万円、75万円、100万円のいずれかを想定する。

④CO₂削減率

省エネ住宅は従来型住宅と比べて、地球温暖化の原因にもなるCO₂を削減することができる。その削減率を考える。20%、40%、60%、80%のいずれかを想定する。

⑤快適度

省エネ住宅は、断熱、日射遮蔽、気密により、健康で快適な生活空間を提供してくれる。そのため、ストレスもなく、病院へ行く回数も減ると考えられる。従来型住宅と比較した快適さの度合いを考える。快適度として、あまり変わらない（1）、やや快適（2）、快適（3）、かなり快適（4）を考える。括弧内の数字は、計量分析のために割り当てたものである。快適度が高いほど、数字は大きくなる。

⑥太陽光パネルの設置とその金額

政府が推進する ZEH (ゼッチ) (ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス) では、太陽光パネルなど再生可能エネルギーの導入により、年間の一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指す。太陽光パネルや蓄電池の設置の有無とその費用を考える。太陽光パネルの設置により、年間電気料金を節約できる、地球温暖化ガスの削減に貢献できるといったメリットがある。設置費用は、50万円、100万円のどちらかを想定する。設置しない場合0円であり、使用するエネルギー源は化石燃料（石油、石炭、天然ガス）となる。選択肢1の従来型住宅では設置しない。太陽光パネルの設置により、固定価格買取制度を利用して、余剰電力を売却することで、10年間売電収入が見込めるとする。

各属性の水準は表6にまとめた。

表6 属性の水準

変数	水準
住宅購入価格	100万円、200万円、300万円、400万円、500万円
年間電気・ガス使用料金の削減額（月額）	4万円（約3300円）、6万円（5000円）、8万円（約6700円）、10万円（約8300円）、12万円（1万円）
補助金など政府支援	50万円、75万円、100万円
CO ₂ 削減率	20%、40%、60%、80%
快適度	あまり変わらない（1）、やや快適（2）、快適（3）、かなり快適（4）
太陽光パネルの設置	0円（設置しない）、50万円、100万円

ここで想定した水準を用い、直交計画法により生成したカードを組み合わせてプロファイルを作成した。プロファイルを作るとき、全員がある1つの選択肢を選びそうな組み合わせ、あるいは全員がある1つの選択肢を選ぶあるいは選ばなさそうな組み合わせや非現実な組み合わせは排除した。非現実な例として、住宅の購入価格が高いのに、年間電気・ガス使用料金の削減額が小さいなどの組み合わせがある。そのような組み合わせがあると、全員がその選択肢を選ばない可能性がある。表7はプロファイルの例である。

表7 プロファイル例

属性	選択肢1：従来型非省エネ住宅	選択肢2：省エネ住宅	選択肢3：省エネ住宅
住宅購入価格の追加費用	0円	100万円	300万円
年間電気・ガス費用削減額（月当たり）	0円	10万円 (約8300円)	10万円 (約8300円)

補助金	0 円	50 万円	75 万円
CO ₂ 削減率	0 %	20%	20%
快適度	変わらない	少し快適	変わらない
太陽光パネル (エネルギー源)	設置しない (化石燃料)	100 万円で設置 (太陽光)	設置しない (化石燃料)

表7のようなプロファイルを家庭に提示し、最も望ましいものを1つ選んでもらった。1人の回答者に属性の水準を変えたものを10問答えてもらった。なおアンケートの対象年齢は50歳代までとした。それは省エネ住宅の購入は日々の電気・ガス料金の削減を通して、長期的に初期費用を回収できる性質の投資であるため、高年齢の家庭は購入するインセンティブに乏しいと考えたためである。

第5節 計量経済分析モデル

5.1 ランダムパラメータロジットモデル¹⁵

本稿では選択型実験であるコンジョイント分析を使用している。このとき被説明変数が離散変数となるため、計量経済分析モデルとして離散選択モデルを使うことになる。一般的によく使われるモデルの1つとして条件付きロジットモデルがある。しかしながら、条件付きロジットモデルは誤差項に独立で同一の分布の仮定(Independent and Identical Distribution, IID)を置き、その結果として他の無関係な選択肢からの独立の仮定(Independence of Irrelevant Alternatives, IIA)を満たさなければならない。しかしながらこの仮定はかなり制約が強く様々な場面において満たされない場合が多い。例えば、個人がエネルギー源を選択するとき、この個人が直面している選択肢として、原子力、火力、太陽光があるとする。ここにもう1つ風力という選択肢が加わったとき、この個人が再生可能エネルギーというカテゴリー内で選好すれば、太陽光と風力はどちらでもいいことになり、太陽光の選択比率が低下することになる。これがIIAの仮定が満たされない状況である。条件付きロジットモデルではこの問題が頻繁に起こるため、この問題に対処するためには再生可能エネルギーというカテゴリーを考え、その中に太陽光と風力という選択肢があるという選択肢の入れ子構造を考えた入れ子型ロジットモデルがある。他にパラメーターにある分布を仮定し、個人の選好の多様性を反映したランダムパラメータロジットモデルもある。ランダムパラメータロジットモデルは個人の選好の多様性を反映するだけでなく、制約のない代替パターンや時間を通じた観察されない要因における相関関係を考慮

¹⁵ ランダムパラメータロジットモデルの説明は Train (2002) や Louviere et al. (2000)、Hensher et al. (2005) を参考にした。

するより一般的なモデルとして知られている。本稿でもこのような観点からランダムパラメーターロジットモデルを用いることにする。

ランダムパラメーターロジットモデルはそれぞれのパラメーターは分布を持つと仮定する。効用関数を次のように定式化する。

$$U_{nj} = \alpha' x_{nj} + \beta_n' z_{nj} + \varepsilon_{nj}$$

この関数は個人 n が 選択肢 j を選択したときに得られる効用水準である。 α はランダムでないパラメーターであり、 β_n はランダムなパラメーターとして各個人の選好を表し、個人により変化することで選好の多様性を表現できる。本稿では定数項と価格変数である初期費用である住宅購入価格のパラメーターをランダムでないパラメーターとする¹⁶。一方で快適度などその他の説明変数のパラメーターはランダムパラメーターとする。 ε_{nj} はランダムな誤差項であり、独立で同一な(iid)極値分布を持つとする。

β_n で条件付けした確率は

$$L_{ni}(\beta_n) = \frac{\exp(\beta_n' x_{ni})}{\sum_j \exp(\beta_n' x_{nj})}$$

である。次にランダムパラメーターロジットモデルの選択確率は

$$P_{ni} = \int \left(\frac{\exp(\beta_n' x_{ni})}{\sum_j \exp(\beta_n' x_{nj})} \right) f(\beta) d\beta$$

である。この確率は条件付きでない選択確率であり、 $L_{ni}(\beta_n)$ をすべての β_n で積分したものである。ここで β_n の分布を仮定する。一般的には正規分布、対数分布、三角分布を仮定する。本稿では推定を容易にするため正規分布を仮定する。推定にはシミュレーション法を用いる。シミュレーションされた確率は

$$\widetilde{P}_{ni} = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R L_{ni}(\beta^r)$$

である。R は抽出の数である。このシミュレーションされた確率は P_{ni} のバイアスのない推定量である。シミュレーションされた対数尤度(simulated log likelihood, SLL) は

$$SLL = \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J d_{nj} \ln \widetilde{P}_{nj}$$

¹⁶ 価格変数のパラメーターをランダムとしないのは、後に WTP を計算するためである。

である。個人 n が選択肢 j を選択すれば $d=1$ 、選択しなければ $d=0$ である。シミュレーションされた最尤推定量を得るために SLL を最大化する。シミュレーションには 100 回のハルトンドローを用いた。推定には Limdep NLOGIT 5 を用いた。

ランダムパラメーターロジットモデルの推定結果を用いて、各属性について WTP を計測できる。WTP により、個人の各属性に対する金銭的評価が分かる。効用関数を線形と仮定すると、効用関数は次の式のように書ける。

$$V_{nj} = \alpha' x_{nj} + \beta'_n z_{nj}$$

V_{nj} は効用関数の確定項である。この式を全微分すると、次の式が得られる。

$$dV_{nj} = \frac{\partial V_{nj}}{\partial x_{nj}} dx_{nj} + \frac{\partial V_{nj}}{\partial z_{nj}} dz_{nj}$$

仮にある属性 x_i の WTP を計測する。効用水準は変化せず($dV_{nj} = 0$)、他の属性が変化しないと仮定すると、限界的な(marginal)WTP が得られる。

$$MWTP = - \left. \frac{\frac{\partial V_{nj}}{\partial x_i}}{\frac{\partial V_{nj}}{\partial x_m}} \right|_{\partial V_{nj}}$$

x_m は価格変数である。ここでは初期費用に相当する住宅購入価格である。MWTP を、パラメーターを用いて次のように書く。

$$MWTP = - \beta_i / \beta_m$$

β_i はある属性 i の係数パラメーターである。 β_m は価格変数の係数パラメーターである。つまり WTP は各属性の係数パラメーターを価格変数の係数パラメーターで割ることで求められる。

5.2 潜在クラスモデル¹⁷

ランダムパラメーターロジットモデルでは、パラメーターの分布を仮定することで、個人の選好の多様性を知ることができる。しかしながら、個人の選好の多様性が、個人属性などどのような要因で決まるかは分からない。一方で、潜在クラスモデルでは、メンバーシップ関数を使用し、個人属性など考えられるその要因を説明変数として、個人の

¹⁷ 潜在クラスモデルの説明は、栗山・庄司（2005）、柘植他（2011）を参考にした。

選好の多様性がどのような要因で決まるかを知ることができる。潜在クラスモデルでは、個人が選好の異なる複数のグループで構成されると想定し、グループごとに選好パラメーターを推定する。例えば、省エネ住宅に対する選好の違いにより3つのグループに分けるとすると、地球温暖化など環境問題に関心の高い個人は、選好の高いグループに属すると考えられる。一方で関心度が中位の個人は選好が中位のグループに属し、関心度の低い個人は選好が低いグループに属すると考えられる。

潜在クラスモデルの定式化は次のようになる。個人 n があるクラス s に属していると仮定する。クラス s に属する個人 n が選択肢 j を選択したときのランダム効用関数は、

$$U_{nj|s} = \alpha' x_{nj} + \beta'_n z_{nj} + \varepsilon_{nj|s}$$

となる。クラス s における条件付きロジットモデルの選択確率は、

$$P_{n|s}(i) = \frac{\exp(\mu_s \beta'_s x_{ni})}{\sum_{l=1}^K \exp(\mu_s \beta'_s x_{nl})}$$

ただし、 β_s はクラス s に固有のパラメーター、 μ_s はクラス s に固有のスケールパラメーターである。

次に、潜在的なメンバーシップ関数を考える。メンバーシップ関数とは個人をあるクラスに分類する関数である。分類に用いられる説明変数は収入など個人の社会的属性や地球温暖化に対する意識といった個人の意識や考え方も含める。個人がクラス s に属するときの潜在的なメンバーシップ関数は、

$$M_{ns}^* = \gamma'_s z_n + \varsigma_{ns}$$

γ は推定されるパラメーターであり、 ς は誤差項である。誤差項が独立かつ同一な第一種極値分布に従うと仮定すると、個人 n がクラス s に分類される確率 P_{ns} は、

$$P_{ns} = \frac{\exp(\lambda \gamma'_{s*} z_n)}{\sum_{s*=1}^S \exp(\lambda \gamma'_{s*} z_n)}$$

ただし、 λ はスケールパラメーターである。この選択確率では、推定の際、ある1つのクラスに対するパラメーターをゼロとし、基準化する必要がある。仮に、クラス 1 ($s=1$) を $\gamma_1=0$ として基準化すると、選択確率は、

$$P_{n1} = \frac{1}{1 + \sum_{s*=2}^S \exp(\lambda \gamma'_{s*} z_n)}$$

s が 2 以降では、

$$P_{ns} = \frac{\exp(\lambda\gamma'_{s*}z_n)}{\sum_{s*=1}^S \exp(\lambda\gamma'_{s*}z_n)}$$

となる。推定されるパラメーター γ_s は、クラス 1 のパラメーターを基準としたクラス s のパラメーターである。

個人 n がクラス s に属し、選択肢 j を選択する確率は、 $P_{ns}(j) = P_{ns} * P_{n|s}(j)$ を表現でき、個人 n が選択肢 j を選択する確率は次のようにになる。

$$P_n(j) = \sum_{s=1}^S P_{ns} * P_{n|s}(j)$$

以上より、潜在クラスモデルの選択確率は次のように定式化される。

$$P_n(j) = \sum_{s=1}^S \left[\frac{\exp(\lambda\gamma'_{s*}z_n)}{\sum_{s*=1}^S \exp(\lambda\gamma'_{s*}z_n)} \right] \left[\frac{\exp(\mu_s\beta'_s x_{ni})}{\sum_{l=1}^K \exp(\mu_s\beta'_s x_{nk})} \right]$$

このモデルは、選好に関係する潜在的な変数と個人の選択から観察される変数とを同時に用いて、選択行動を説明する。

パラメーターは最尤法で求めることができる。対数尤度関数は次のように定式化できる。

$$\ln L(\gamma, \beta | S) = \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J \delta_n^j \ln P_n(j)$$

δ は個人が選択肢 j を選択したとき 1 を、それ以外のとき 0 とするダミー変数である。クラス数 S を外生的に与えれば、パラメーター β とメンバーシップ関数のパラメーター γ を同時に推定することができる。

本稿ではクラス数を 5 とした¹⁸。メンバーシップ関数の説明変数には、作成したエネルギー・リテラシー・スコアや年間所得など個人の社会的属性の他、エネルギーに対する意識を考えた。次の説明変数を採用した。

- ①エネルギー・リテラシー・スコア
- ②家計の年間所得

¹⁸ クラス数は AIC(Akaike information criterion) や BIC (Bayesian information criterion) を用いて決定できる。AIC や BIC が最小となるクラス数を採用する。(栗山・庄司、2005、柘植他、2011) 本稿ではクラス数を 4、5 で推定したが、AIC が最小となる 5 を採用した。

300万円未満を1、300万円から599万円を2、600万円から899万円を3、900万円以上を4とした。

③学歴（大卒ダミー）

大卒以上を1、それ以外を0とするダミー変数とした。

④13歳未満の子供の有無

13歳未満の子供がいる家庭を1、いない家庭を0とするダミー変数とした。

⑤家族構成（家族同居ダミー）

単身でない人を1、単身の人を0とするダミー変数とした。

⑥年齢

⑦エネルギー問題に対する重要度「安い電気・ガス料金の実現」（安い料金重視）

様々なエネルギー問題について、重要度を5段階評価してもらった。その5段階でのスコアである。もっとも重要だと思うとき、「5」、最も重要でないと思うとき、「1」である。次の節電・省エネの促進と再生可能エネルギーの促進も同様に数字を割り当てている。

⑧エネルギー問題に対する重要度「節電・省エネの促進」（節電重視）

⑨エネルギー問題に対する重要度「再生可能エネルギーの促進」（再生可能エネルギー重視）

第6節 推定結果の解釈

6.1 ランダムパラメーターロジットモデルの推定結果

まず、ランダムパラメーターロジットモデルの推定結果を考察する。表8は全サンプルでの推定結果である。

表8 ランダムパラメーターロジットモデルの推定結果（全サンプル）

	係数	標準誤差	z値	p値	有意性
ランダムパラメーター					
年間電気・ガス料金削減額	0.0223	0.0106	2.09	0.0362	**
補助金額	-0.0091	0.0020	-4.61	0	***
CO ₂ 削減率	0.0037	0.0012	3.11	0.0019	***
快適度	0.4357	0.0296	14.73	0	***
太陽光	0.0047	0.0008	6.23	0	***
非ランダムパラメーター					
住宅購入価格	-0.0052	0.0002	-24.1	0	***

定数項 1	-1.8099	0.1318	-13.73	0	**
定数項 2	0.2730	0.0380	7.18	0	***
標準偏差					
年間電気・ガス料金削減額	0.1642	0.0124	13.22	0	***
補助金額	0.0342	0.0020	17.45	0	***
CO ₂ 削減率	0.0143	0.0016	8.73	0	***
快適度	0.3509	0.0465	7.55	0	***
太陽光	0.0126	0.0009	14.34	0	***
マクファーデン決定係数	0.2807				
対数尤度	-6322.16				
サンプルサイズ	800				

*** : 有意水準 1 % で有意 (p 値が 0.01 以下)、** : 有意水準 5 % で有意 (p 値が 0.05 以下)、* : 有意水準 10% で有意 (p 値が 0.1 以下)、*なし : 有意でない (p 値が 0.1 を超える)

初期費用に相当する住宅の購入価格の係数が負で、有意水準 1 % で有意であった。個人は省エネ住宅の購入価格が低下すると、購入する。年間電気・ガス料金削減額の係数は正で、有意水準 5 % で有意であった。年間電気・ガス料金削減額が大きく増加すると、購入する。一方で同じ価格変数である補助金額の係数は負で、有意水準 1 % で有意である。補助金額が減少すれば選択することになる。これは、プロファイルの作成時に、住宅の購入価格が高いとき、補助金額を多く、住宅の購入価格が安いとき、補助金額を少なくしたためであると考えられる。その結果、住宅の購入価格が安いとき、補助金額が少なくてその選択肢を選択したことになる。これらの結果より、個人は省エネ住宅を購入する際、初期費用に相当する住宅購入価格と運転費用である年間電気・ガス料金削減額を重視し、支給される補助金額をそれほど重視しないと考えられる。従って、省エネ住宅の普及には、まず住宅購入価格の低下と年間電気・ガス料金削減が重要であると言える。

他の変数について、CO₂削減率、快適度、太陽光パネルの有無とその金額はいずれも、係数が正で、有意水準 1 % で、有意である。個人は、CO₂削減率の高い、快適度の高い、太陽光パネルを設置している省エネ住宅を選好すると言える。太陽光パネルの係数が正で、有意であることは、個人は金額の高い太陽光パネルを選好することになる。これも年間電気・ガス料金削減額や補助金額と同じ理由で、プロファイルの作成時に、住宅購入価格が安いときに、太陽光パネルの金額を高くしているためであると考えられる。しかしながら、住宅の省エネ機能だけでなく、ZEH（ゼッヂ）と呼ばれる住宅に対する関心が高いとも解釈できる。また、設置費用の最高金額を 100 万円としているが、この金額だと、太陽光パネルと蓄電池の一式を購入するのに望ましい金額であると個人が考えているとも

考えられる。

標準偏差については、すべての説明変数で有意であった。個人の選好のばらつきが大きく多様性が見られることが分かる。

次に、各属性に対する WTP を見る。表 9 は各属性に対する WTP をまとめたものである。

表 9 WTP

年間電気・ガス料金削減額	4.2644
補助金額	-1.7395
CO ₂ 削減率	0.7088
快適度	83.4732
太陽光	0.8966

快適度の WTP が最も大きい。個人は省エネ住宅を購入する際、快適度を重視していることが分かる。他の属性は WTP がそれほど大きくない。

次に、個人のエネルギー効率指数と選好との関係を見る。個人の計算したエネルギー効率指数を四分位に分け、四分位ごとのサブサンプルについて、それぞれランダムパラメータロジットモデルで推定した。エネルギー効率指数の最小値は 1、第一四分位点は 5、第二四分位点（中央値）は 6、第三四分位点は 8、最大値は 13 である。表 10 から 13 はそれぞれの四分位に関する推定結果である。

表 10 ランダムパラメータロジットモデルの推定結果（第一四分位）

	係数	標準誤差	z 値	p 値	有意性
ランダムパラメーター					
年間電気・ガス料金削減額	0.0042	0.0156	0.27	0.7871	
補助金額	-0.0185	0.0037	-5.05	0	***
CO ₂ 削減率	0.0028	0.0017	1.66	0.0965	*
快適度	0.3758	0.0488	7.7	0	***
太陽光	0.0031	0.0011	2.74	0.0061	***
非ランダムパラメーター					
住宅購入価格	-0.0043	0.0004	-12.35	0	***
定数項 1	-1.9682	0.2213	-8.89	0	***
定数項 2	0.4275	0.0624	6.85	0	***
標準偏差					
年間電気・ガス料金削減額	0.1236	0.0149	8.32	0	***

補助金額	0.0458	0.0031	14.63	0	***
CO ₂ 削減率	0.0050	0.0045	1.11	0.2653	
快適度	0.3765	0.0689	5.47	0	***
太陽光	0.0098	0.0014	7.26	0	***
マクファーデン決定係数	0.2884				
対数尤度	-2251.45				
サンプルサイズ	288				

***：有意水準 1 %で有意（p 値が 0.01 以下）、**：有意水準 5 %で有意（p 値が 0.05 以下）、*：有意水準 10 %で有意（p 値が 0.1 以下）、*なし：有意でない（p 値が 0.1 を超える）

エネルギーリテラシースコアが第一四分位に属する個人のサンプルに関する推定結果を考察する。このグループに属する個人はエネルギーリテラシーが最も低い。年間電気・ガス料金削減額が有意でない以外は、全サンプルでの推定結果と同じである。エネルギーリテラシースコアが第一四分位に属する、つまりエネルギーリテラシーが低い個人は住宅購入価格の安い、補助金額の少ない、CO₂削減率の大きい、快適度の高い、太陽光発電を設置している省エネ住宅を選好する。年間電気・ガス料金削減額は重視しない。

表 11 ランダムパラメータロジットモデルの推定結果（第二四分位）

	係数	標準誤差	z 値	p 値	有意性
ランダムパラメーター					
年間電気・ガス料金削減額	-0.00508	0.02773	-0.18	0.8546	
補助金額	-0.00764	0.00434	-1.76	0.0779	*
CO ₂ 削減率	-0.00004	0.00313	-0.01	0.9891	
快適度	0.43403	0.07556	5.74	0	***
太陽光	0.00768	0.00194	3.95	0.0001	***
非ランダムパラメーター					
住宅購入価格	-0.0052	0.0005	-9.84	0	***
定数項 1	-1.4943	0.3138	-4.76	0	***
定数項 2	0.4451	0.0976	4.56	0	***
標準偏差					
年間電気・ガス料金削減額	0.2067	0.0307	6.73	0	***
補助金額	0.0281	0.0038	7.34	0	***
CO ₂ 削減率	0.0164	0.0044	3.72	0.0002	***

快適度	0.4386	0.1005	4.36	0	***
太陽光	0.0148	0.0022	6.75	0	***
マクファーデン決定係数	0.2725125				
対数尤度	-1070.96374				
サンプルサイズ	134				

***：有意水準 1 %で有意（p 値が 0.01 以下）、**：有意水準 5 %で有意（p 値が 0.05 以下）、*：有意水準 10%で有意（p 値が 0.1 以下）、*なし：有意でない（p 値が 0.1 を超える）

エネルギーリテラシースコアが第二四分位に属する個人は、平均と比べてもエネルギー リテラシーが比較的低い。このグループでは、全サンプルの推定結果とは異なり、年間電気・ガス料金削減額と CO₂削減率が有意でない。

表 12 ランダムパラメータロジットモデルの推定結果（第三四分位）

	係数	標準誤差	z 値	p 値	有意性
ランダムパラメーター					
年間電気・ガス料金削減額	0.0211	0.0196	1.08	0.2819	
補助金額	-0.0065	0.0032	-2.01	0.0446	**
CO ₂ 削減率	0.0029	0.0026	1.14	0.254	
快適度	0.4648	0.0558	8.33	0	***
太陽光	0.0065	0.0013	5.07	0	***
非ランダムパラメーター					
住宅購入価格	-0.0051	0.0004	-12.79	0	***
定数項 1	-1.9655	0.2400	-8.19	0	**
定数項 2	0.1394	0.0692	2.01	0.044	**
標準偏差					
年間電気・ガス料金削減額	0.1770	0.0183	9.66	0	***
補助金額	0.0267	0.0030	8.92	0	***
CO ₂ 削減率	0.0246	0.0031	7.87	0	***
快適度	0.3497	0.0767	4.56	0	***
太陽光	0.0108	0.0016	6.59	0	***
マクファーデン決定係数	0.2821				
対数尤度	-1892.94				
サンプルサイズ	240				

***：有意水準 1 %で有意（p 値が 0.01 以下）、**：有意水準 5 %で有意（p 値が 0.05 以下）、*：有意水準 10%で有意（p 値が 0.1 以下）、*なし：有意でない（p 値が 0.1 を超える）

エネルギーリテラシースコアが第三四分位に属する個人は、平均と比べてエネルギー リテラシーが比較的高い。第二四分位と同様年間電気・ガス料金削減額と CO₂削減率が有意でない。エネルギーリテラシーが比較的高い個人は、省エネ住宅を購入する際、年間電気・ガス料金削減額と CO₂削減率は重視しない。

表 13 ランダムパラメーターロジットモデルの推定結果（第四四分位）

	係数	標準誤差	z 値	p 値	有意性
ランダムパラメーター					
年間電気・ガス料金削減額	0.09745	0.03365	2.9	0.0038	***
補助金額	-0.00011	0.00409	-0.03	0.9794	
CO ₂ 削減率	0.00951	0.00399	2.39	0.017	**
快適度	0.65065	0.08955	7.27	0	***
太陽光	-0.00004	0.00273	-0.01	0.9884	
非ランダムパラメーター					
住宅購入価格	-0.0088	0.0007	-13.31	0	***
定数項 1	-1.4296	0.3380	-4.23	0	**
定数項 2	-0.0137	0.1029	-0.13	0.8938	
標準偏差					
年間電気・ガス料金削減額	0.2352	0.0323	7.28	0	***
補助金額	0.0222	0.0041	5.49	0	***
CO ₂ 削減率	0.0239	0.0053	4.48	0	***
快適度	0.5855	0.1095	5.35	0	***
太陽光	0.0262	0.0031	8.57	0	***
マクファーデン決定係数	0.3236				
対数尤度	-1025.4155				
サンプルサイズ	138				

***：有意水準 1 %で有意（p 値が 0.01 以下）、**：有意水準 5 %で有意（p 値が 0.05 以下）、*：有意水準 10%で有意（p 値が 0.1 以下）、*なし：有意でない（p 値が 0.1 を超える）

最後は、エネルギーリテラシースコアが第四四分位に属する、最もエネルギー リテラシ

ーの高いグループについて考察する。このグループは、他のエネルギーリテラシーの低いグループと異なり、補助金額と太陽光パネルの設置が有意でない。補助金額と太陽光パネルの設置は、省エネ住宅の購入に影響しないことになる。特に、エネルギーリテラシーの高い個人は、地球温暖化問題などエネルギーの様々な問題に精通し、関心も高いと思われ、太陽光パネルの設置に積極的であると想定したが、想定した結果にならなかった。

次に、表 14 で各四分位での WTP を見る。

表 14 WTP（サブサンプル）

	第一四分位	第二四分位	第三四分位	第四四分位
年間電気・ガス料金削減額	0.977	-0.973	4.172	11.086
補助金額	-4.292	-1.464	-1.283	-0.013
CO ₂ 削減率	0.650	-0.008	0.581	1.082
快適度	87.190	83.148	91.866	74.022
太陽光	0.726	1.471	1.287	-0.005

いずれのグループも快適度の WTP が最も高い。最もエネルギーリテラシーの高い第四四分位に属する個人が、他のグループと比べて最も年間電気・ガス料金削減額の WTP が高く、快適度の WTP が低い。他の属性についてはどのグループも WTP が低い。エネルギーリテラシーの高いグループは年間での電気・ガス料金削減額が高いことを評価する。

6.2 潜在クラスモデル

次に潜在クラスモデルの推定結果を考察する。クラス数は 5 を採用した。表 15 は推定結果である。

表 15 潜在クラスモデルの推定結果

	係数	標準誤差	Z 値	P 値	有意性
潜在クラス 1					
住宅購入価格	-0.0046	0.0004	-10.66	0	***
年間電気・ガス料金削減額	0.0873	0.0137	6.37	0	***
補助金額	-0.0073	0.0027	-2.72	0.0064	***
CO ₂ 削減率	0.0126	0.0020	6.43	0	***
快適度	0.5342	0.0506	10.56	0	***
太陽光パネル	0.0062	0.0010	6.51	0	***
定数項 1	-3.8749	0.3034	-12.77	0	***

定数項 2	-0.1935	0.0653	-2.96	0.003	***
潜在クラス 2					
住宅購入価格	0.0010	0.0017	0.58	0.5615	
年間電気・ガス料金削減額	-0.0072	0.0473	-0.15	0.8787	
補助金額	0.0021	0.0066	0.32	0.7526	
CO ₂ 削減率	-0.0002	0.0058	-0.03	0.9737	
快適度	0.2679	0.1629	1.65	0.0999	*
太陽光パネル	0.0017	0.0045	0.37	0.7123	
定数項 1	-0.8299	1.1177	-0.74	0.4578	
定数項 2	1.7266	0.3645	4.74	0	***
潜在クラス 3					
住宅購入価格	-0.0046	0.0004	-12.73	0	***
年間電気・ガス料金削減額	0.0073	0.0135	0.54	0.587	
補助金額	-0.0009	0.0021	-0.44	0.6592	
CO ₂ 削減率	0.0020	0.0017	1.19	0.236	
快適度	0.3387	0.0401	8.45	0	***
太陽光パネル	0.0005	0.0010	0.47	0.6395	
定数項 1	-0.6625	0.2222	-2.98	0.0029	***
定数項 2	0.2874	0.0703	4.09	0	***
潜在クラス 4					
住宅購入価格	-0.0247	0.0191	-1.29	0.1965	
年間電気・ガス料金削減額	0.3777	0.5420	0.7	0.486	
補助金額	0.0393	0.0394	1	0.3182	
CO ₂ 削減率	0.0286	0.0197	1.45	0.1462	
快適度	0.2859	0.7236	0.4	0.6928	
太陽光パネル	-0.0232	0.0348	-0.67	0.5057	
定数項 1	3.1036	3.0245	1.03	0.3048	
定数項 2	1.3586	0.8818	1.54	0.1234	
潜在クラス 5					
住宅購入価格	0.0006	0.0075	0.08	0.9376	
年間電気・ガス料金削減額	0.1051	0.2322	0.45	0.6509	
補助金額	-0.0218	0.0429	-0.51	0.6119	
CO ₂ 削減率	-0.0338	0.0445	-0.76	0.4478	
快適度	-0.3557	0.6743	-0.53	0.5979	

太陽光パネル	0.0053	0.0055	0.96	0.3366	
定数項 1	3.2691	0.8757	3.73	0.0002	***
定数項 2	1.4520	0.9057	1.6	0.1089	
メンバーシップ関数					
潜在クラス 1					
定数項	1.7262	0.8324	2.07	0.0381	
エネルギー効率アシスト	0.0582	0.0535	1.09	0.2769	
年間所得	0.0795	0.1299	0.61	0.5407	
大卒ダミー	0.6520	0.2437	2.68	0.0075	***
13歳未満の子供の有ダミー	-0.0083	0.2824	-0.03	0.9767	
家族同居ダミー	0.4631	0.3173	1.46	0.1444	
年齢	-0.0308	0.0141	-2.18	0.029	**
安い料金重視	0.2655	0.1588	1.67	0.0944	*
節電重視	-0.0839	0.1695	-0.5	0.6206	
再生可能エネルギー重視	-0.4838	0.1221	-3.96	0.0001	***
潜在クラス 2					
定数項	1.5992	1.1594	1.38	0.1678	
エネルギー効率アシスト	-0.2425	0.0889	-2.73	0.0064	***
年間所得	0.1109	0.2181	0.51	0.611	
大卒ダミー	0.8619	0.3745	2.3	0.0213	**
13歳未満の子供の有ダミー	0.0243	0.4667	0.05	0.9586	
家族同居ダミー	0.2638	0.4973	0.53	0.5958	
年齢	-0.0382	0.0217	-1.76	0.0785	*
安い料金重視	0.3920	0.2342	1.67	0.0942	*
節電重視	0.0060	0.2423	0.02	0.9803	
再生可能エネルギー重視	-0.3434	0.1801	-1.91	0.0566	**
潜在クラス 3					
定数項	2.7056	0.8742	3.09	0.002	***
エネルギー効率アシスト	0.0010	0.0588	0.02	0.9871	
年間所得	0.1589	0.1434	1.11	0.2677	
大卒ダミー	0.5825	0.2636	2.21	0.0271	**

13歳未満の子供の有ダミー	0.1845	0.2997	0.62	0.5382	
家族同居ダミー	0.1448	0.3569	0.41	0.6849	
年齢	-0.0677	0.0156	-4.34	0	***
安い料金重視	0.2265	0.1705	1.33	0.1839	
節電重視	0.1592	0.1796	0.89	0.3752	
再生可能エネルギー重視	-0.4108	0.1362	-3.02	0.0026	***
潜在クラス 4					
定数項	-1.2023	2.2201	-0.54	0.5881	
エネルギーリテラシー	0.0838	0.1044	0.8	0.4224	
年間所得	0.2586	0.2489	1.04	0.2988	
大卒ダミー	0.8649	0.5493	1.57	0.1153	
13歳未満の子供の有ダミー	-0.2185	0.5435	-0.4	0.6877	
家族同居ダミー	0.2029	0.6299	0.32	0.7474	
年齢	-0.0488	0.0278	-1.75	0.0796	
安い料金重視	0.1443	0.3607	0.4	0.689	
節電重視	0.0072	0.3583	0.02	0.984	
再生可能エネルギー重視	0.0830	0.2509	0.33	0.7409	
対数尤度	-5881.2031				
マクファーデン決定係数	0.3308				
サンプルサイズ	800				

*** : 有意水準 1 % で有意 (p 値が 0.01 以下)、** : 有意水準 5 % で有意 (p 値が 0.05 以下)、* : 有意水準 10% で有意 (p 値が 0.1 以下)、*なし : 有意でない (p 値が 0.1 を超える)

まずクラス 1 の推定結果を見る。クラス 1 では定数項も含め、すべての説明変数が有意水準 1 % で有意である。住宅購入価格の係数が負であるため、クラス 1 に属する個人は省エネ住宅の購入価格が下がれば購入する。年間電気・ガス料金削減額の係数の符号は正である。年間電気・ガス料金削減額が大きくなると、省エネ住宅を購入する確率は上昇する。補助金額の係数は負で有意である。補助金額が増えれば、省エネ住宅を購入しないことになる。補助金額の結果は、想定とは逆であるが、全サンプルの分析結果で説明したように、プロファイルの作成に原因があると考えられる。快適度の係数は正で、有意である。快適度が上がれば、省エネ住宅を購入する。太陽光パネルの係数も正で、有意である。太陽光パネルを購入し、その金額が上がると、省エネ住宅を購入することになる。住宅の省エネ機能だけでなく、ZEH（ゼッチ）と呼ばれる住宅に対する関心が高いことを意味する。また、設置費用の最高金額を 100 万円としているが、この金額だと、太陽光パネ

ルと蓄電池の一式を購入するのに望ましい金額であると個人が考えているとも考えられる。

次にクラス2の推定結果を見る。クラス2では、快適度のみ有意水準10%であるが、有意である。係数が正なので、クラス2に属する個人は快適度のみが重要で、快適度が上がると、省エネ住宅を購入する。

クラス3でも、住宅購入価格の係数が負で、有意水準1%で有意、快適度の係数が正で、有意水準1%で有意であった。クラス3に属する個人は、購入価格が安い、快適な省エネ住宅を選好する。

クラス4では、有意な変数が1つも存在しなかった。クラス4に属する個人はいずれの要因にも影響されないことになる。

クラス5でも、1つの定数項が有意である以外、いずれの説明変数も有意でなかった。クラス4同様、クラス5に属する個人はいずれの要因にも影響されない。

次にメンバーシップ関数の推定結果を考察する。メンバーシップ関数では、個人の属性や意識を説明変数とし、係数の符号や有意性より、どのような属性を持つ個人がどのクラスに属するかを知ることができる。ここでは個人属性以外にもエネルギーに対する意識も考えている。ただし、クラス5をベースとしている。

まずクラス1には、教育水準が高い（大学卒以上）、年齢が若い、安い電気・ガス料金の実現が重要と考えている、再生可能エネルギーの普及を重要と考えていない個人が属する傾向にある。

クラス2には、エネルギー利テラシーが低い、教育水準が高い（大学卒以上）、年齢が若い、安い電気・ガス料金の実現が重要と考えている、再生可能エネルギーの普及を重要と考えていない個人が属する傾向にある。

クラス3には、教育水準が高い（大学卒以上）、年齢が若い、再生可能エネルギーの普及を重要と考えていない個人が属する傾向にある。

クラス4については、有意な属性は存在しなかった。

今回取り上げた属性の中では、家庭の年間所得、13歳未満の子供の有無、家族構成（1人暮らししかどうか）、節電・省エネが重要と考えているかどうかは、いずれのクラスでも有意でなかった。つまり、これらの属性は、個人がどのクラスに属するかには影響しない。ここで注目しているエネルギー利テラシーに関しても、エネルギー利テラシーが低い個人がグループ2に属するのみで、個人のエネルギー利テラシーの高さが個人の省エネ住宅に対する選好の多様性にあまり影響しないことが伺える。表16は潜在クラスごとのWTPである。クラス5に属する個人は快適度のWTPが大きく、快適度を高く評価していることが分かる。

表16 潜在クラスごとのWTP

	クラス1	クラス2	クラス3	クラス4	クラス5
年間電気・ガス料金削減額	19.028	7.149	1.591	15.302	-178.068
補助金額	-1.599	-2.059	-0.202	1.592	36.864
CO ₂ 削減率	2.745	0.188	0.443	1.160	57.305
快適度	116.381	-265.287	73.633	11.583	602.831
太陽光パネル	1.353	-1.653	0.104	-0.939	-9.000

6.3 考察

本稿では、個人の省エネ住宅に対する選好を計測した。将来、地球温暖化対策や省エネのため、エアコンや冷蔵庫など省エネ家電だけでなく、省エネ住宅の普及も必要とされる。日本政府も省エネ住宅に加え、太陽光パネルなどを設置し、再生可能エネルギーの利用により、年間のエネルギー消費量の収支をゼロとするZEHと呼ばれる住宅の普及を促進している。本稿では、個人がどのような条件で、省エネ住宅を購入するかを計測した。その際、想定する属性として、初期費用である省エネ住宅の購入価格、省エネ住宅により実現する年間電気・ガス使用料金削減額、省エネ住宅購入時に政府より支給される補助金など金銭的支援、従来型住宅と比較したCO₂削減率、快適度、太陽光パネルの設置の有無とその金額を考えた。太陽光パネルの設置はZEHを想定している。

特に省エネ住宅を購入する際、個人が持つエネルギーに関するリテラシーがどのように影響するかに注目した。アンケートでは、日本の再生可能エネルギー比率や最もCO₂排出量が多いエネルギー源など、エネルギーに関するいくつかの質問をし、得られた回答から個人のエネルギーリテラシースコアを計算した。エネルギーリテラシーに注目した理由は、地球環境問題やエネルギー問題に関する知識や関心のある個人ほど省エネ住宅に関心があると考えたからである。エネルギーリテラシーを問う質問以外にも、金利やインフレといった金融リテラシーに関する質問もした。住宅の購入には一般的に借り入れが必要であり、エネルギーリテラシーと並んで、金融リテラシーも必要と考えたからである。

本稿では、コンジョイント分析を使用した。将来、個人がどのような条件で、どのような属性を持つ省エネ住宅を購入するかを分析するためである。個人に様々な属性を持ついくつかの仮想的な省エネ住宅に関する選択肢を提示し、最も望ましいものを1つ選んでもらった。データ収集は、楽天インサイト株式会社が提供するWebアンケートを利用した。

コンジョイント分析は選択実験であるため、被説明変数が離散変数となり、計量分析モデルとして離散選択モデルを使うことになる。本稿ではパラメーターにある分布を仮定し、個人の選好の多様性を反映したランダムパラメータロジットモデルと潜在クラスモ

モデルを使用した。潜在クラスモデルでは、メンバーシップ関数を利用して、個人属性などを説明変数にして推定することで、個人の選好の多様性がどのような要因で決まるかを知ることができる。潜在クラスモデルでは、個人が複数のグループで構成されると想定し、グループごとに選好パラメーターを推定する。

まず、ランダムパラメータロジットモデルの推定結果を考察すると、全サンプルを対象にした推定結果では、個人は、初期費用に相当する住宅購入価格が低下し、年間電気・ガス料金削減額が大きくなれば、省エネ住宅を購入する意思があることが分かった。同じ価格変数である補助金額は想定とは逆の結果になったが、それは以前説明したように、プロファイル作成時に、住宅購入価格が安いとき、補助金額を少なくしたためである。これらの結果より、個人は省エネ住宅を購入する際、初期費用に相当する住宅購入価格と年間電気・ガス料金削減額を重視し、支給される補助金額が多いことはそれほど重視しないと考えられる。従って、省エネ住宅の普及には、まず住宅購入価格を低下させ、年間電気・ガス料金削減額が大きいことが重要であると言える。

その他の変数については、個人は、CO₂削減率の高い、快適度の高い、太陽光パネルを設置している省エネ住宅を選好することが分かった。太陽光パネルの係数が正で、有意であることは、個人は金額の高い太陽光パネルを選好することになる。これもプロファイルの作成時に、住宅購入価格が安いときに、太陽光パネルの金額を高くしているためであると考えられる。しかしながら、住宅の省エネ機能だけでなく、ZEH（ゼッヂ）と呼ばれる住宅に対する関心が高いとも考えられ、設置費用の最高金額を100万円としているが、この金額だと、太陽光パネルと蓄電池の一式を購入するのに望ましい金額であると個人が考えているとも考えられる。

しかしながら、個人のエネルギー効率と省エネ住宅の選好には想定した関係が見られなかった。エネルギー効率スコアを四分位に分け、グループごとにランダムパラメータロジットモデルで推定した。エネルギー効率の高い個人は、地球環境や省エネに対する理解があり、CO₂削減率が大きいことや、太陽光パネルに対して高く評価すると想定したが、最もエネルギー効率が高い第四四分位グループのみ、太陽光パネルが有意でなかった。しかしながらグループにより推定結果の違いが見られ、エネルギー効率の高いグループでは、年間電気・ガス料金削減額のWTPが低いグループと比べて大きかった。エネルギー効率の高いグループは、金銭的要因を重視する。潜在クラスモデルの結果についても、メンバーシップ関数の説明変数に用いたエネルギー効率スコアが、潜在クラス2についてのみ、係数が負で有意であったが、他の潜在クラスについては有意でなかった。個人のエネルギー効率は、省エネ住宅に対する選好の違いにはあまり影響しないと言える。

第7節 結論と政策的含意

本稿では、個人がどのような属性を持つ省エネ住宅を選好するかを計測し、将来省エネ住宅が普及する条件を考えた。近年、世界的な傾向として、地球温暖化対策のため、省エネ機器や省エネ住宅の普及が求められている。さらに日本政府は、ZEHと呼ばれる太陽光パネルなどを設置し、再生可能エネルギーの利用により、年間エネルギー消費量の収支をゼロとすることを目指した省エネ住宅の普及も促進している。想定した属性として、初期費用に相当する住宅の購入価格、運転費用である年間電気・ガス料金の削減額、補助金額、CO₂削減率、快適さ、太陽光パネルの有無とその設置金額を考えた。太陽光パネルの有無は、ZEH型省エネ住宅を想定している。

特に、個人のエネルギーに対する知識・リテラシーが、省エネ住宅の選好にどのように影響するかを調べた。省エネ機器や省エネ住宅は金額が高額である一方で、そのメリットに関する正しい情報や知識が乏しい場合、高額な初期費用がハードルとなり、普及を阻害する可能性がある。この現象は「エネルギー効率ギャップ」と呼ばれ、この問題を扱うときに重要な課題となる。仮に、個人が正しい情報を持ち、高いリテラシーを持てば、省エネ機器や省エネ住宅がより普及する可能性があると考えたからである。

本稿では、表明選好の1つであるコンジョイント分析を用いた。様々な属性を持つ仮想的な住宅をいくつか選択肢として個人に提示し、最も望ましいものを1つ選んでもらうことで、将来どのような条件で、省エネ住宅が普及するかを分析したためである。データ収集は、楽天インサイト株式会社が提供するWebアンケートを利用した。サンプルは、日本全国に住む800の家庭を対象とした。年間所得など個人の社会的属性や節電意識などエネルギーに対する意識やリテラシーに関する質問をした。得られた回答から、個人のエネルギーリテラシースコアを算出した。計量分析手法としては、ランダムパラメーターロジットモデルと潜在クラスモデルを用いた。WTPを計算し、個人が省エネ住宅のどのような属性を高く評価しているかを調べる以外に、個人のエネルギーリテラシースコアが個人の省エネ住宅の選好にどのように影響するかを調べるために、まず、個人のエネルギーリテラシースコアを四分位に分け、四分位ごとのサブサンプルについて、ランダムパラメーターロジットモデルで推定した。潜在クラスモデルでは、個人の社会的属性やエネルギーリテラシースコアをメンバーシップ関数の説明変数とし、エネルギーリテラシーの違いによる個人の選好の違いを分析した。

推定結果より、全サンプルを対象としたランダムパラメーターロジットモデルを用いた分析によると、初期費用である住宅の購入価格の低下や、年間電気・ガス料金削減額が大きいことが補助金額よりも、省エネ住宅の購入には必要であるとの結論を得た。その他、個人はCO₂削減率の高い、快適度の高い、太陽光パネルを設置している省エネ住宅を選好することが分かった。個人は太陽光パネルの設置に対して高い評価をしてことから、政府が推奨しているZEH型の省エネ住宅の普及も十分可能性があると言える。

しかしながら、エネルギーリテラシースコアにより個人を四分位に分けた分析でも、潜

在クラスモデルを用いた分析でも、エネルギー効率と省エネ住宅の選好には明確な関係は見いだせなかった。エネルギー効率の高い個人は、CO₂削減率が大きいことを評価し、地球温暖化対策にもなる太陽光パネルの設置に積極的であると想定したが、想定した結果にならなかった。エネルギー効率の高いグループでは、年間電気・ガス料金削減額に対する WTP が大きかった。しかしながら、グループにより推定結果に違いが見られたことから、エネルギー効率の高さにより、選好に違いがあることは分かった。

今回、個人が持つエネルギー効率と省エネ住宅の選好には明確な関係は見られなかったが、省エネ機器に関する正しい情報を明記することで、正しい選択を導くことができるなどを明らかにしている研究は存在する¹⁹。エネルギーに関する知識を与えることで同様に正しい選択に導くことは可能と考えられる。今後は、Allcott and Taubinsky (2015)が、エネルギー効率の高い電球に対する選好を計測した研究のように、ランダム化実験によりサンプルを 2 つに分け、一方には情報や知識を与え、もう一方には与えず、選好がどのように変わるかを計測する研究も必要と思われる。

謝辞

本稿は龍谷大学科研費再取得助成支援基金を使用している。調査は楽天インサイト株式会社に委託した。担当者からはアンケートの設計で貴重なコメントを頂いた。ここに感謝の意を表します。なお本稿の誤り等は筆者に起因します。

参考文献

- Allcott, Hunt, and Michael Greenstone (2012) “Is there an energy efficiency gap?” *Journal of Economic Perspectives*, Vol.26 No.1, pp.3–28.
- Allcott, Hunt, and Judd B. Kessler (2019) “The Welfare Effects of Nudges: A Case Study of Energy Use Social Comparisons”, *American Economic Journal: Applied Economics*, Vol.11 No.1, pp.236-276.
- Allcott, Hunt, and Dmitry Taubinsky (2015) “Evaluating behaviorally motivated policy: Experimental evidence from the lightbulb market”, *The American Economic Review*, Vol.105 No.8, pp.2501-2538.
- Alberini, Anna, Silvia Banfi, and Celine Ramseier (2013) “Energy efficiency investments in the home: Swiss homeowners and expectations about future energy prices”, Vol.34, No.1,

¹⁹ Allcott and Kessler (2019)、Allcott and Taubinsky (2015)、Davis and Metcalf (2016)、Newell and Siikamaki (2014)などがある。これらはいずれもランダム化実験を採用している。

- pp.49-86.
- Banfi, Silvia, Mehdi Farsi, Massimo Filippini, and Mertin Jakob (2008) "Willingness to pay for energy-saving measures in residential buildings", *Energy Economics*, Vol.30, pp.503-516.
- Blasch, Julia, Nina Boogen, Massimo Filippini, and Nilkanth Kumar (2017) "Explaining electricity demand and the role of energy and investment literacy on end-use efficiency of Swiss households", *Energy Economics*, Vol.68, pp.89-102.
- Blasch, Julia, Massimo Filippini, and Nilkanth Kumar (2019) "Boundedly rational consumers, energy and investment literacy, and the display of information on household appliances", *Resource and Energy Economics*, Vol.56, pp.39-58.
- Brent, Daniel A., Michael Ward (2018) "Energy efficiency and financial literacy", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.90, pp.181-216.
- Brounen, Dirk, Nils Kok, and John M. Quigley (2013) "Energy literacy, awareness, and conservation behavior of residential households", *Energy Economics*, Vol.38, pp.42-50.
- Davis, Lucas W., and Gilbert E. Metcalf (2016) "Does Better Information Lead to Better Choices? Evidence from Energy-Efficiency Labels", *Journal of Association of Environmental and Resource Economists*, Vol.3 No.3, pp.589-625.
- Hensher, David A., John M.Rose and William H.Greene (2005),*Applied Choice Analysis A primer*, Cambridge.
- 栗山浩一(2013)「Excel ができるコンジョイント（選択型実験）Version 3.0」、栗山浩一・柘植隆宏・庄子康(2012)『初心者のための環境評価入門』、頸草書房、第 10 章
栗山浩一・庄子康編著(2005)『環境と観光の経済評価』、頸草書房
栗山浩一・柘植隆宏・庄子康(2013)『初心者のための環境評価入門』、頸草書房
- Kwak, So-Yoon, Seung-Hoon Yoo, and Seung-Jun Kwak (2010) "Valuing energy-saving measures in residential buildings: A choice experiment study", *Energy Policy*, Vol.38, pp.673-677.
- Louviere, Jordan J., David A.Hensher and Joffre D.Swait (2000) *Stated Choice Methods Analysis and Application*, Cambridge.
- Michelsen, Carl Christian and Reinhard Madlener (2012) "Homeowners' preferences for adopting innovative residential heating systems: A discrete choice analysis for Germany", *Energy Economics*, Vol.34, pp.1271-1283.
- Newell, Richard G., and Juha Siikamaki (2014), "Nudging energy efficiency behavior: the role of information labels", *Journal of Association of Environmental and Resource Economists*, Vol.1 No.1, pp. 555-598.
- Ruokamo, Enni (2016) "Household preferences of hybrid home heating systems- A choice experiment application", *Energy Policy*, Vol.95, pp.224-237.

Train, Kenneth E. (2002), *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge.
柘植隆宏・栗山浩一・三谷羊平(2011)『環境評価の最新テクニック』、頸草書房