

Discussion Paper Series

No. 19-03

個人のエシカル意識がエネルギー選択に与える影響

—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

個人のエシカル意識がエネルギー選択に与える影響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、地球温暖化対策や持続可能な社会を目指して、個人の間でエシカル消費が意識されつつある。投資家の間でも、持続可能な社会の実現に貢献する企業を投資対象に選定する ESG 投資が浸透しつつある。同様に、国連では、2015 年 9 月に「持続可能な開発サミット」で採択された 2030 年までの国際目標である持続可能な開発目標(SDGs)を掲げ、持続可能な社会を目指している。電力会社やガス会社といったエネルギー事業者も ESG や SDGs を考えてエネルギーを供給する必要がある。本稿では、個人のエシカル意識が、エネルギーや事業者の選択にどのように影響するかを考察する。その際、様々な属性を持つ仮想的なエネルギー事業者を想定し、いくつかの仮想的な事業者を個人に提示し、最も望ましいものを 1 つ選んでもらう選択実験であるコンジョイント分析を使用した。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、入手したデータを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、選好を計測した。推定結果より、個人は社会貢献に積極的な事業者を選好することが分かった。

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、エシカル消費

JEL classification C25, L94, Q48

¹ 本稿は龍谷大学社会科学研究所個人研究費を使用している。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

個人のエシカル意識がエネルギー選択に与える影響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、地球温暖化対策や持続可能な社会を目指して、個人の間でエシカル消費が意識されつつある。投資家の間でも、持続可能な社会の実現に貢献する企業を投資対象に選定するESG投資が浸透しつつある。ESG投資とは、環境 (Environment)・社会 (Social)・ガバナンス (Governance) に配慮した企業を投資対象に選ぶことを指す⁵。具体的には、地球温暖化ガスの削減、地域活動への貢献、労働環境の改善、経営の透明性の確保、ガバナンスの強化などを求める。同様に、国連では、2015年9月に「持続可能な開発サミット」で採択された2030年までの国際目標である持続可能な開発目標(SDGs)を掲げ、持続可能な社会を目指している。SDGsは持続可能な世界を実現するための17のゴール・169のターゲットから構成され、地球上の誰一人として取り残さないことを誓っている。具体的なゴールとして、貧困をなくす、飢餓をゼロにする、健康的な生活の確保などがある⁶。

このような世界的な潮流から、個人でも社会の持続可能性を考えた商品を購入するというエシカル(Ethical)消費の傾向が見られている⁷。エシカル消費とは、倫理的消費のことをいい、消費者庁では、「消費者それぞれが各自にとっての社会的課題の解決を考慮し、そうした課題に取り組む事業者を応援しながら消費活動を行うこと」と定義されている。またエシカル消費は、SDGsに関連している⁸。エシカル消費の具体的な行動として次のようなも

³ 本稿は龍谷大学社会科学研究所個人研究費を使用している。調査は楽天インサイト株式会社へ委託した。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

https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/esg_investment.html

⁶ 外務省

<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/about/index.html>

⁷ 消費者庁

https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_education/public_awareness/ethical/

⁸ SDGsの17のゴールのうち、12番目の「つくる責任、つかう責任」に関連するとされる(消費者庁)。

のが挙げられる。まず環境・エネルギーに関連するものとして、太陽光パネルや省エネ家電の使用、節電、地産地消エネルギーの利用、3R（リデュース、リユース、リサイクル）活動、マイバッグ・マイ箸・マイカップ等の利用などがある。その他、食品ロスの削減、地域特産製品の購入、途上国の人々を支援するためにフェアトレード商品の購入、オーガニック製品の購入、毛皮など動物を使った商品を購入しないなどがある。

このような世界の流れを考慮し、企業も ESG や SDGs を意識した商品開発が必要となりつつある。電力会社やガス会社といったエネルギー事業者も例外ではなく、ESG や SDGs を考えて経営し、エネルギーを供給する必要がある。さらに、2016 年以降始まった電力・ガス自由化以降の競争環境下では、このような傾向を反映したエネルギーを供給し、顧客を獲得することも必要と考えられる。このような個人のエシカルな視点から重要なエネルギー問題である再生可能エネルギーや原子力発電をどうするかについて議論する必要もある。

本稿では、個人のエシカル意識が、エネルギーや事業者の選択にどのように影響するかを考察する。その際、様々な属性を持つ仮想的なエネルギー事業者を想定し、いくつかの仮想的な事業者を個人に提示し、最も望ましいものを1つ選んでもらう選択実験であるコンジョイント分析を使用する。属性として、再生可能エネルギーや原子力など使用するエネルギー源や事業者の社会貢献度を考えた。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、入手したデータを一般的な離散選択モデルの1つ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を用いて、計量経済学的手法で選好を計測した。各属性に対する支払い意思額(Willingness to Pay, WTP)を計算し、再生可能エネルギーや原発依存度、社会貢献度に対して個人がどれほどの金銭的評価をしているかを明らかにする。

アンケートでは、個人のエシカル度合いに関するいくつかの質問をしている。得られた回答から個人のエシカルスコアを算出し、エシカル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、ランダムパラメーターロジットモデルで選好を計測し、WTP を比較する。潜在クラスモデルでは、サンプルがいくつかの選好の異なるグループで構成されると仮定する。メンバーシップ関数を用いて、属性をメンバーシップ関数の説明変数とし、どのような属性が選好の異なる原因になるかを把握することができる。その説明変数として、エシカルスコアを使用し、エシカルスコアの高低により、エネルギーの選好がどのように異なるかを明らかにする。

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ィー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

個人のエシカル行動に注目した研究は、開発経済や国際貿易の分野でよく見られる。例えば、Hainmueller et al. (2015)では、アメリカの雑貨店におけるエシカル商品に対する需要をランダム化実験で検証している。その結果フェアトレードラベルを商品に貼ると最も人気のあるコーヒーの売り上げが約 10%上昇することを明らかにしている。また、低価格のコーヒーが価格に対して弾力的であるのに対して、高価格のコーヒーは価格を引き上げた時でも需要は安定的であるという結果を得ている。

エネルギー研究の分野では、エネルギーや供給する事業者の選択、省エネ行動や省エネ機器に対する嗜好を計測する研究において、電気・ガス料金といった金銭的インセンティブではなく、地球温暖化対策にもなる CO₂削減など非金銭的インセンティブに注目した研究が多く見られる。個人のエシカル意識に注目した本稿はこの種の研究に近いと思われる。代表的なものは、社会的規範 (social norm) に注目して、個人の節電行動をフィールド実験により分析した Allcot(2011)が挙げられる。そこでは、家庭に電力消費レポートを送り、近隣の家と比較させることで、このような非金銭的介入が料金の引き上げと同様の節電効果を個人に促すことを示している。他に、Ito et al. (2018)では、日本のスマートシティでのフィールド実験において、非金銭的インセンティブとして、個人の道徳的意識 (moral suasion) に注目し、電力使用のピーク時に節電要請を行うだけでも、節電効果があることを明らかにしている。Kaenzig et al. (2013) では、ドイツの家庭を対象に、コンジョイント分析により、電力事業者の選択行動を分析している。その結果、家庭は再生可能エネルギーを使って発電している事業者の高い WTP を示し、地域を拠点とする事業者に対しても高い WTP を示していることを明らかにしている。エシカル消費の1つとして、地域で生産された商品、エネルギーの購入 (地産地消) というものもあり、エネルギーの選択についても同様の傾向が見られることを示唆する重要な先行研究である。

第3節 アンケートの内容とその結果

調査は2020年1月に、楽天インサイト株式会社のWebアンケートを利用した。サンプルは、日本の2大都市圏である関東⁹と関西¹⁰に住む1100の家庭を対象とした。職業や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シカルな行動に関する質問をした。楽天インサイトでは、潜在的な回答者である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。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、なおかつアンケートに答えた者に限定される¹¹。

⁹ 関東では、東京都、千葉県、神奈川県、埼玉県を対象とした。

¹⁰ 関西では、大阪府、京都府、滋賀県、兵庫県、奈良県を対象とした。

¹¹ 楽天インサイトのWebアンケートを利用する際、回答率やどのような属性を持つ会員

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である。おおむね母集団と比べて極端な偏りはないようである。

表1 サンプルの社会属性

		数	%
	全体	1100	100
家計年間所得	300万円未満	281	25.5
	300万円～599万円	359	32.6
	600万円～899万円	276	25.1
	900万円以上	184	16.7
学歴	中卒・高卒	243	22.1
	専門学校・短大卒	274	24.9
	大卒・大学院卒	576	52.4
	その他	7	0.6
現在同居している家族（複数選択可）	ひとり暮らし	208	18.9
	ひとり暮らしでない	892	81.1
	子ども：6歳未満	170	15.5
	子ども：6～13歳未満	195	17.7
	子ども：13～19歳未満	168	15.3
	子ども：19歳以上	146	13.3
	孫	1	0.1
性別	男性	645	58.6
	女性	455	41.4
居住地域	関東	682	62
	関西	418	38
年齢（歳）	平均値	44.36	
	最小値	20.00	
	最大値	59.00	
年代	20代	83	7.5
	30代	246	22.4
	40代	389	35.4

がアンケートに答えた、あるいは答えていないかは公表されない。その点制約があり、若干のサンプルバイアスが存在する。

	50代	382	34.7
--	-----	-----	------

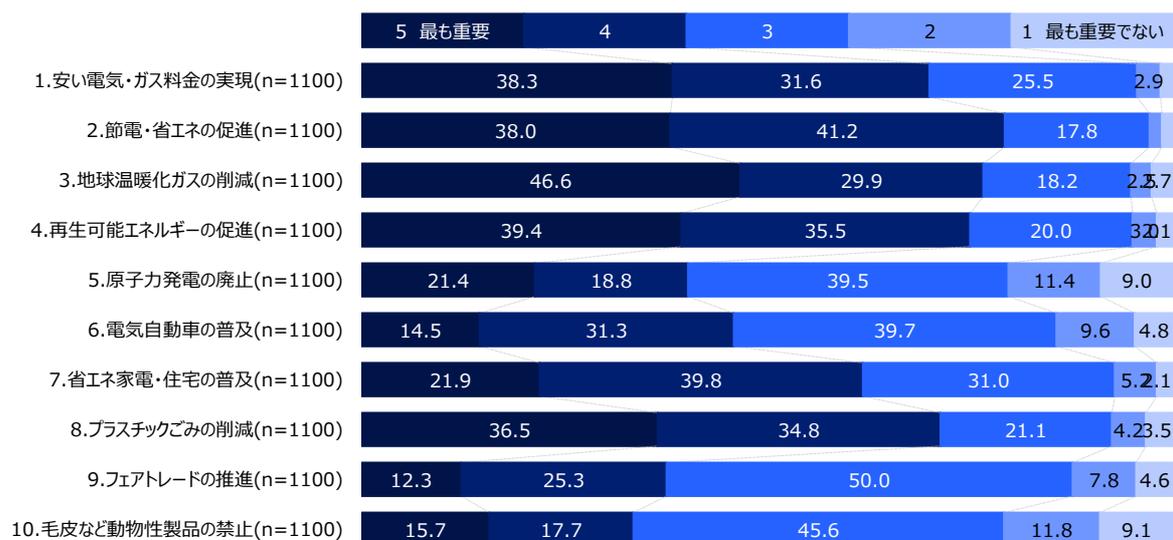
表2 2020年1月における1か月での電気使用料金、ガス使用料金

	電気		ガス	
	数	%	数	%
	1100	100	1100	100
0円	8	0.7	139	12.6
2,000円未満	21	1.9	40	3.6
2,000円以上 4,000円未満	144	13.1	182	16.5
4,000円以上 6,000円未満	191	17.4	219	19.9
6,000円以上 8,000円未満	191	17.4	197	17.9
8,000円以上 1万円未満	166	15.1	151	13.7
1万円以上 1万5,000円未満	242	22.0	135	12.3
1万5,000円以上 2万円未満	91	8.3	24	2.2
2万円以上	46	4.2	13	1.2

次は個人のエシカル度に関する質問とその回答である。エシカル意識と行動に関する質問をした。この回答を基に、個人のエシカル度を示すエシカルスコアを算出する。

Q1 次のエネルギーや社会の問題について、当てはまる重要度を1つ選んでください。

図1 エネルギーや社会の問題に関する重要度



安い電気・ガス料金の実現、節電・省エネの促進、地球温暖化ガスの削減、再生可能エ

エネルギーの促進、省エネ家電・住宅の普及、プラスチックごみの削減といった多くの項目について、5あるいは4と答えている個人が半数以上存在する。環境問題については個人の意識や関心が高いことが分かる。一方でフェアトレードの実現、毛皮など動物性製品の禁止については5あるいは4と答えている個人が比較的少ない。回答者はフェアトレードや動物性製品についてよく知らないからかもしれない。

エシカルスコアの算出にあたっては、「安い電気・ガス料金の実現」と「原子力発電の廃止」以外は、個人のエシカル意識に関連する。いずれも「最も重要」と答えている人が最もエシカル度が高いため、順に5、4、3、2、1と数字を割り当てた。「最も重要でない」が1となる。そして「安い電気・ガス料金の実現」と「原子力発電の廃止」を除いて合計スコアを求めた。

次はエシカルな行動に関する質問である。

Q2 次の行動について、あなた自身に当てはまるものを選んでください。

図2 個人のエシカル行動の回答

	1全くしない	2ほとんどしない	3たまにする	4よくする	5いつもする
1.資源保護の認証（エコラベルなど）がある商品（家電など）の購入…	13.3	28.4	45.0	11.5	
2.余った食材の廃棄や食べ残しをする(n=1100)	17.3	43.9	32.0	5.5	
3.夏の冷房を28℃以上にする(n=1100)	11.4	25.4	29.5	21.7	12.1
4.テレビなど電気機器を使用しないときはコンセントを抜く(n=1100)	26.9	28.6	23.1	14.3	7.1
5.マイバッグを持ち歩く（レジ袋を受け取らない）(n=1100)	6.5	11.3	21.9	27.8	32.5
6.オーガニック製品の購入(n=1100)	19.0	31.9	35.5	11.2	2.4
7.被災地や途上国への寄付(n=1100)	30.4	30.3	30.5	6.3	
8.フェアトレード商品の購入(n=1100)	31.8	32.4	28.2	6.0	
9.リサイクルの利用（資源ごみをリサイクルに出す／裏紙などの再利用／リサ…	9.2	14.9	34.8	24.4	16.7
10.地産商品の購入(n=1100)	10.3	19.3	43.7	20.8	5.9

「余った食材の廃棄や食べ残しをする」以外は、「いつもする」が最もエシカル度が高い。「5. いつもする」、「4. よくする」と答えた割合が半数を超えるものは、マイバッグを持ち歩く（レジ袋を受け取らない）、余った食材の廃棄や食べ残しをするのみであった。次にリサイクルの利用が多く、約4割であった。他の項目については、「3. たまにする」が多いものの、被災地や途上国への寄付、フェアトレード商品の購入、テレビなど電気機器を使用しないときはコンセントを抜くでは、半数以上が、「1. 全くしない」、「2. ほとんどしない」と答えている。フェアトレード商品については認知度が低いかもしれない。

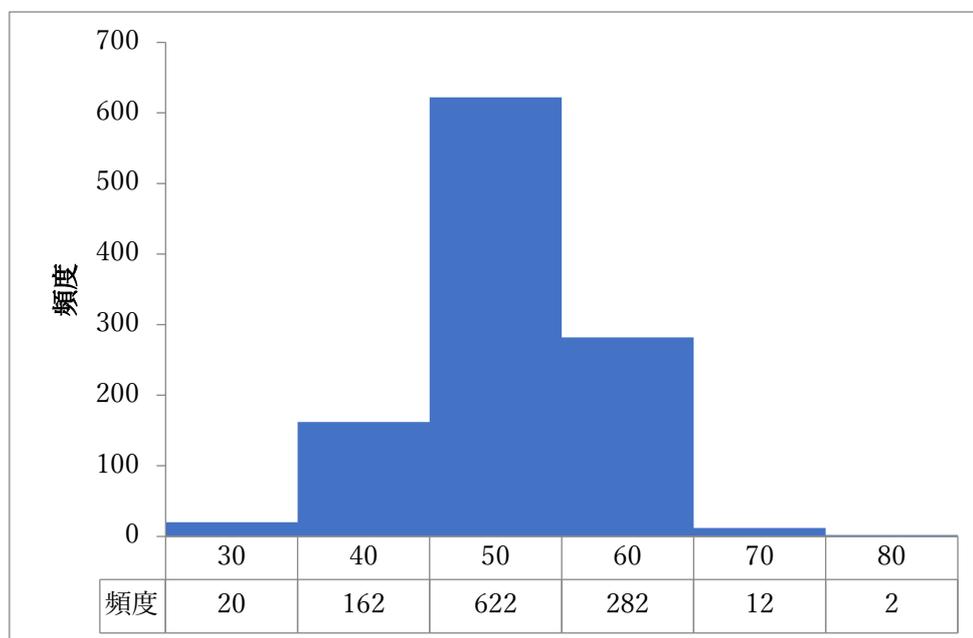
エシカルスコアの算出にあたっては、「余った食材の廃棄や食べ残しをする」以外は、「いつもする」が最もエシカル度が高い。従って、「いつもする」を5として、以下4、

3、2、1と数字を割り当てた。「全くしない」が1である。「余った食材の廃棄や食べ残しをする」については、逆に「全くしない」を5、「いつもする」を1とするように数字を割り当てた。合計スコアを求め、エシカル意識のスコアとの合計をエシカルスコアとした。次の表3は求めたエシカルスコアの記述統計で、図3はヒストグラムである。分布に大きな偏りはないようである。すべての質問に最上位の5と答えたとき、総スコアは100となる。

表3 エシカルスコアの記述統計

平均	46.41
中央値	46
最頻値	46
標準偏差	6.65
尖度	1.28
歪度	-0.14
最小	21
最大	79

図3 エシカルスコアのヒストグラム



家庭には、エシカル意識に関する質問に加え、次のようなエネルギーリテラシーに関する質問をした。エネルギーに関する知識があるかどうか、エネルギーや事業者の選択に

大きく影響すると思ったからである。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¹²。

	数	%
全体	1100	100.0
2%	204	18.5
8%	243	22.1
20%	68	6.2
わからない	585	53.2

正解：8%

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	1100	100.0
30%	95	8.6
50%	160	14.5
80%	356	32.4
わからない	489	44.5

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	1100	100.0
5年	123	11.2
10年	304	27.6
15年	56	5.1
わからない	617	56.1

¹² 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。

正解：10年¹³

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	1100	100.0
天然ガス	74	6.7
石炭	739	67.2
原子力	83	7.5
太陽光	6	0.5
水力	2	0.2
わからない	196	17.8

正解：石炭

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	1100	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）	74	6.7
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）	833	75.7
どちらでもよい	193	17.5

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	1100	100.0
冷蔵庫	337	30.6
冷暖房器具（エアコン）	668	60.7
テレビ	29	2.6
照明器具	24	2.2

¹³ 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

わからない	42	3.8
-------	----	-----

正解：冷蔵庫¹⁴

正解を答えている回答者を1とする正解ダミーを設け、その合計スコア、つまり正解質問数をエネルギーリテラシースコアとした。すべての質問に正解したとき、スコアは6である。表4はエネルギーリテラシースコアの記述統計であり、図4はそのヒストグラムである。若干正解質問数が少ないところに分布が偏っている傾向にある。

表4 エネルギーリテラシースコアの記述統計

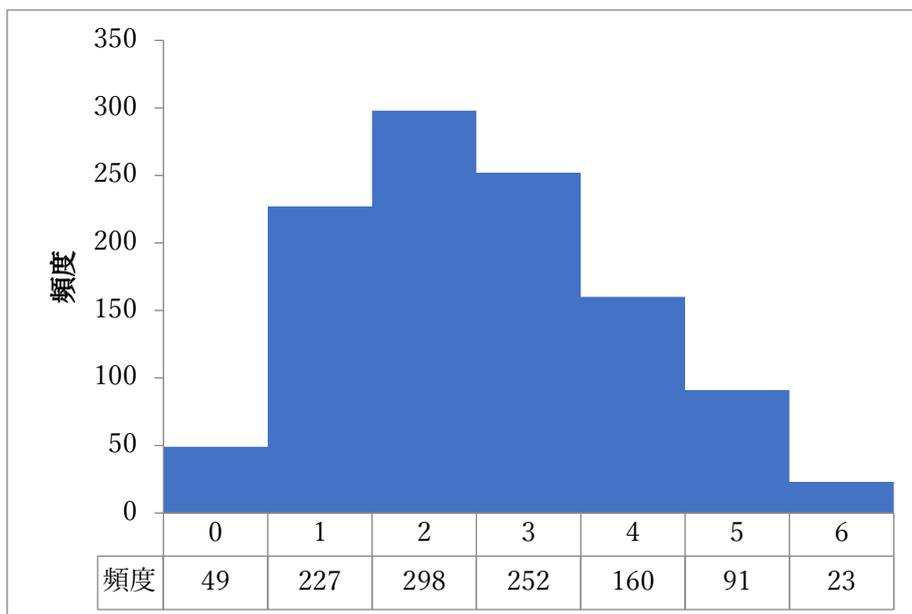
平均	2.56
中央値	2
最頻値	2
標準偏差	1.4
尖度	-0.49
歪度	0.35
最小	0
最大	6

¹⁴ 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/

図4 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、将来家庭がどのような属性を持つエネルギー事業者を選択するかを分析するため、コンジョイント分析を使用した¹⁵。コンジョイント分析では、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表明選好法(Stated Preference Method, SP)の1つである。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。本稿では属性として月当たり電気・ガスの使用料金、CO₂削減率などを採用し、これらの値が変化したとき、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電気やガスを供給するエネルギー事業者を想定している。

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。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。

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、属性の数や水準をどのようにするか決める必要がある。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

¹⁵ 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。

合わせてプロフィールを作成する。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ものを取り除いて、プロフィールを作成する。非現実な例として、再生可能エネルギー比率が高いのに、CO₂が減らない組み合わせがある。なお直交計画法は Excel コンジョイント分析 ver.2.0（エスマ社）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、最も望ましい選択肢を1つ選んでもらった。すべて電気やガスを供給するエネルギー事業者である。

選択肢1：事業者 A

選択肢2：事業者 B

選択肢3：事業者 C

次に各選択肢の属性を説明する。属性には、月当たり電気・ガス使用料金合計、CO₂排出量削減率、原発依存度、再生可能エネルギー比率、化石燃料比率、水力発電比率、社会貢献度（CSR）、国際的な貢献度（SDGsに参加するかしないか）を採用した。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月当たり電気・ガス使用料金合計

月当たりの電気とガスの使用料金の合計を考える。使用するエネルギー源や事業者が提供する料金プランにより料金変動することがある。原子力発電を利用すると、電気料金が安くなることがある。一方、再生可能エネルギーを利用すると、電気料金が高くなることがある。水準は、3000円、4000円、5000円、6000円を想定する。

②CO₂排出量削減率

2030年までに現在2020年と比べて何%CO₂排出量が減少するかを考える。使用するエネルギー源によりCO₂排出量が増える可能性がある。一般的に原子力や再生可能エネルギーを使用すると、CO₂排出量が減少する一方、化石燃料比率が高いと減少しない可能性がある。水準は、30%減少、20%減少、10%減少、0%（減少しない）を想定する。

③原発依存度

既存の電力会社の中には原子力発電所を所有し、原子力を使った電気を供給する事業者もあると思われる。全発電量に対する原子力の使用割合を考える。2016年4月の電力小売自由化以降に電気の供給を始めた新規事業者は一般的に原子力発電所を所有していないと考える。原子力を使用すると、安い電気料金を実現でき、CO₂排出量も削減する可能性がある。比率として、0%、10%、30%を考える。

④再生可能エネルギー比率

エネルギー事業者の中には、太陽光や風力など再生可能エネルギーを利用した電気を供給する事業者も存在すると考える。その再生可能エネルギーの比率を考える。再生可能エ

エネルギーの利用により、地球温暖化の原因となる CO₂ を削減でき、地球温暖化の抑制に貢献できる。再生可能エネルギーとしては、太陽光、風力、地熱、バイオマス、潮力・波力などを考える。(ただし水力は除く) これらの再生可能エネルギーのいくつかを用いて発電する。比率として、10%、30%、50%を考える。

⑤化石燃料比率

原子力と再生可能エネルギー以外のエネルギー源として、化石燃料を用いたエネルギー源がある。化石燃料には、石炭、石油、天然ガスが含まれる。CO₂ など地球温暖化ガスを排出するという問題がある。ガスを多めに使用するとき、天然ガスの比率が高くなる。比率は再生可能エネルギー、原子力、水力を除いた残りとする。

⑥水力発電比率

発電には水力発電を 10%使用する。いずれの選択質問も 10%とする。

⑦社会貢献度 (CSR)

近年、2015 年 9 月に国連で採択された持続可能な開発目標 (SDGs) や投資家が企業に投資する判断基準である ESG、エシカル消費といった地球環境や地域社会の持続可能性を考えた行動が企業にも求められている。エネルギー事業者の社会の持続可能性への取り組み度合いを考える。例えば、東洋経済では、企業の社会的な取り組みについて、「CSR 調査」¹⁶を実施しており、女性管理職比率など「人材活用」、CO₂ 排出量削減など「環境」、投資家に向けた IR 担当部署設置など「企業統治」、地域社会参加活動実績など「社会性」の 4 分野について評価を行っている。評価の高い順に、AAA、AA、A、B、C の 5 段階評価を考える。計量分析では、評価の高い順に数値を割り当てた。AAA を 5、AA を 4、A を 3、B を 2、C を 1 とした。

⑧国際的な貢献(SDGs への参加)

2015 年 9 月に国連の「持続可能な開発サミット」で採択された 2030 年までの国際目標である持続可能な開発目標(SDGs)に企業として参加しているかどうかを考える。計量分析では、参加していれば 1、参加していない場合 0 とするダミー変数を用いた。

各属性の水準を表 5 にまとめた。ただし、化石燃料比率と水力発電比率は計量経済分析の説明変数として使用しないので省略する。

表 5 属性の水準

変数	水準
月当たり電気・ガス料金合計	3000 円、4000 円、5000 円、6000 円
CO ₂ 排出量削減率	30%減少、20%減少、10%減少、0%
原発依存度	0%、10%、30%

¹⁶ 東洋経済『CSR 企業総覧 2020 年版』

再生可能エネルギー比率	10%、30%、50%
社会貢献度	AAA (5)、AA (4)、A (3)、B (2)、C (1)
国際的な貢献	参加 (1)、参加していない (0)

表6は使用したプロフィールの例である。

表6 プロフィール例

属性	選択肢1： 事業者A	選択肢2： 事業者B	選択肢3： 事業者C
月当たり電気・ガス使用料金	4000円	3000円	6000円
CO ₂ 削減率	20%	20%	20%
原発依存度	0%	0%	10%
再生可能エネルギー比率	30%	10%	50%
化石燃料比率	60%	80%	30%
水力発電比率	10%	10%	10%
社会貢献度 (CSR)	C	B	AA
国際貢献 (SDGs)	参加しない	参加	参加

表6のようなプロフィールを家庭に提示し、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8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13歳未満の小さな子供の有無を質問しているためである。

アンケートに先立ち、問題意識を説明した。具体的には、日本をはじめ世界の国々は、地球温暖化など様々な環境・エネルギー問題に直面し、それらの解決方法が求められていること、2011年3月11日の東日本大震災以降、原子力発電が停止したため、エネルギー源を化石燃料（天然ガス、石炭、石油）に依存してきたこと、しかし、化石燃料は、CO₂など地球温暖化ガスを排出するため使用を減らす必要があること、1997年の京都議定書以降、各国は地球温暖化防止のため、CO₂などの排出を減らすように求められていること、太陽光や風力など再生可能エネルギーは、地球温暖化ガスを減らすと言われているため、その普及が解決策の1つとなること、原子力発電を将来どのようにするかも大きな課題であることである。

第5節 計量経済分析モデル

5.1 ランダムパラメーターロジットモデル¹⁷

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。この問題に対処するため、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ーロジットモデルもある。ランダムパラメーター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した観察されない要因における相関関係を考慮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。

$$U_{nj} = \alpha'x_{nj} + \beta'_nz_{nj} + \varepsilon_{nj}$$

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月当たり電気・ガス使用料金のパラメーターをランダムでないパラメーターとする¹⁸。一方で再生可能エネルギー比率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

¹⁷ ランダムパラメーター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。

¹⁸ 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。

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

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

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

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。

$$MWTP = - \frac{\frac{\partial V_{nj}}{\partial x_i}}{\frac{\partial V_{nj}}{\partial x_m}}$$

x_m は価格変数である。ここでは月当たり電気・ガス使用料金である。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¹⁹

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、個人が複数の選好の異なるグループで構成されると仮定し、グループごとにパラメーターを推定する。例えば、企業の社会貢献度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、エシカル消費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、

$$P_{nj|s}(i) = \frac{\exp(\mu_s \beta_s' x_{ni})}{\sum_{k=1}^K \exp(\mu_s \beta_s' x_{nk})}$$

¹⁹ 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。

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、

$$M_{ns}^* = \gamma_s' z_n + \zeta_{ns}$$

γ は推定されるパラメーターであり、 ζ 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。

$$P_n(j) = \sum_{s=1}^S \left[\frac{\exp(\lambda \gamma_{s*}' z_n)}{\sum_{s*=1}^S \exp(\lambda \gamma_{s*}' z_n)} \right] \left[\frac{\exp(\mu_s \beta_s' x_{ni})}{\sum_{k=1}^K \exp(\mu_s \beta_s' x_{nk})} \right]$$

このモデルは、選好に関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。

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

δ は個人が選択肢 j を選択したとき 1 を、それ以外るとき 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²⁰。メンバーシップ関数の説明変数には、作成したエシカル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エシカルスコア

③家計の年間所得

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。

④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。

⑤一人暮らしダミー

一人暮らしであれば 1、そうでなければ 0 とするダミー変数とした。

⑥13 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。

⑦年齢

⑧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」

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。次の原発廃止も同様に数字を割り当てている。

⑨エネルギー問題に対する重要度「原発廃止」

²⁰ 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。

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7は全サンプルでの推定結果である。

表7 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					
CO ₂ 削減率	0.0138	0.00141	9.76	0	***
原発依存度	-0.00477	0.00205	-2.32	0.0203	**
再生可能エネルギー比率	0.02009	0.00183	10.98	0	***
CSR	0.20011	0.01548	12.92	0	***
SDGs	0.63018	0.05087	12.39	0	***
非ランダムパラメーター					
月当たり電気・ガス料金	-0.00059	0.00002453	-23.86	0	***
定数項1	-0.08379	0.03867	-2.17	0.0303	**
定数項2	0.27627	0.03643	7.58	0	***
標準偏差					
CO ₂ 削減率	0.01577	0.00276	5.71	0	***
原発依存度	0.03942	0.00246	16.02	0	***
再生可能エネルギー比率	0.03733	0.00167	22.31	0	***
CSR	0.23852	0.01844	12.94	0	***
SDGs	1.01711	0.05245	19.39	0	***
マクファーデン決定係数	0.09151				
対数尤度	-8783.09				
サンプルサイズ	1100				

***：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）

おおむね、すべての説明変数が有意である。まず、月当たり電気・ガス料金の係数が負で、有意水準1%で有意である。個人は安い電気やガスを提供する事業者を選好することが分かる。次に非金銭的要因を見る。CO₂削減率については、係数が正で、有意水準1%

で有意である。個人は地球温暖化の原因にもなる CO₂ を多く削減するエネルギーを供給する事業者を選好する。原発依存度については、係数が負で、有意水準 5% で有意である。個人は原発依存度の低い事業者を選好する。再生可能エネルギー比率については、係数が正で、有意水準 1% で有意である。個人は再生可能エネルギーを利用した電気を供給する事業者を選好する。

最後は注目しているエシカルに関する変数である。社会貢献度、国際貢献度のどちらも、係数が正で、有意水準 1% で有意である。個人は社会貢献している、SDGs に参加している事業者を選好する。この結果より、エネルギー事業者は、自由化後の競争環境下で、供給する電気やガスに安さを訴えて、顧客を獲得する以外にも、環境や地域社会、雇用、ガバナンス、国際的な課題に貢献していることをアピールして顧客を獲得する方法もあることが分かる。次に、各属性に対する WTP を見る。表 8 は各属性に対する WTP をまとめたものである。

標準偏差については、すべての説明変数で、有意水準 1% 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。

表 8 WTP

CO ₂ 削減率	23.39
原発依存度	-8.08
再生可能エネルギー比率	34.05
CSR	339.17
SDGs	1068.10

WTP より、個人は事業者が SDGs に参加していることに高い価値を見出していることが分かる。CO₂削減率や再生可能エネルギー比率よりも、事業者の社会貢献や国際貢献に高い価値を見出しているところが注目すべき点である。

次に、個人のエシカル意識と選好との関係を見る。個人の計算したエシカル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。エシカルスコアの最小値は 21、第一四分位点は 42、第二四分位点（中央値）は 46、第三四分位点は 51、最大値は 79 である。表 9 から 12 はそれぞれの四分位に関する推定結果である。

表 9 ランダムパラメーター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					
CO ₂ 削減率	0.01205	0.0029	4.16	0	***

原発依存度	-0.00546	0.00387	-1.41	0.1582	
再生可能エネルギー比率	0.01744	0.00351	4.97	0	***
CSR	0.25073	0.03318	7.56	0	***
SDGs	0.6103	0.10392	5.87	0	***
非ランダムパラメーター					
月当たり電気・ガス料金	-0.00055	0.00004867	-11.37	0	***
定数項 1	-0.10099	0.07623	-1.32	0.1852	
定数項 2	0.28147	0.07181	3.92	0.0001	***
標準偏差					
CO ₂ 削減率	0.02045	0.0047	4.35	0	***
原発依存度	0.03511	0.00525	6.69	0	***
再生可能エネルギー比率	0.03552	0.00321	11.06	0	***
CSR	0.29121	0.03542	8.22	0	***
SDGs	1.10425	0.10702	10.32	0	***
マクファーデン決定係数	0.083172				
対数尤度	-2264.27				
サンプルサイズ	281				

***：有意水準1%で有意、**：有意水準5%で有意、*：有意水準10%で有意、*なし：有意でない

表10 ランダムパラメーター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					
CO ₂ 削減率	0.01329	0.00294	4.52	0	***
原発依存度	-0.00323	0.00395	-0.82	0.4133	
再生可能エネルギー比率	0.02491	0.00405	6.16	0	***
CSR	0.21081	0.03119	6.76	0	***
SDGs	0.61995	0.10312	6.01	0	***
非ランダムパラメーター					
月当たり電気・ガス料金	-0.00064	0.0000503	-12.74	0	***
定数項 1	0.0066	0.07777	0.08	0.9323	
定数項 2	0.30386	0.07453	4.08	0	***
標準偏差					
CO ₂ 削減率	0.01995	0.00559	3.57	0.0004	***

原発依存度	0.03567	0.00473	7.54	0	***
再生可能エネルギー比率	0.04703	0.00355	13.25	0	***
CSR	0.25508	0.03624	7.04	0	***
SDGs	1.08016	0.10691	10.1	0	***
マクファーデン決定係数	0.106119				
対数尤度	-2223.31				
サンプルサイズ	283				

***：有意水準1%で有意、**：有意水準5%で有意、*：有意水準10%で有意、*なし：有意でない

表11 ランダムパラメーター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					
CO ₂ 削減率	0.01762	0.00271	6.51	0	***
原発依存度	-0.00743	0.0041	-1.81	0.0703	*
再生可能エネルギー比率	0.0211	0.0035	6.03	0	***
CSR	0.19971	0.02926	6.83	0	***
SDGs	0.84555	0.1001	8.45	0	***
非ランダムパラメーター					
月当たり電気・ガス料金	-0.00061	0.0000479	-12.65	0	***
定数項1	-0.12722	0.0755	-1.69	0.092	*
定数項2	0.17721	0.06999	2.53	0.0113	**
標準偏差					
CO ₂ 削減率	0.01309	0.0069	1.9	0.058	*
原発依存度	0.04233	0.00476	8.9	0	***
再生可能エネルギー比率	0.03616	0.00323	11.21	0	***
CSR	0.20349	0.03771	5.4	0	***
SDGs	0.9633	0.10291	9.36	0	***
マクファーデン決定係数	0.102956				
対数尤度	-2317.9				
サンプルサイズ	294				

***：有意水準1%で有意、**：有意水準5%で有意、*：有意水準10%で有意、*なし：有意でない

表 12 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					
CO ₂ 削減率	0.01166	0.00283	4.12	0	***
原発依存度	-0.00343	0.00474	-0.72	0.4688	
再生可能エネルギー比率	0.01558	0.00368	4.23	0	***
CSR	0.15148	0.0333	4.55	0	***
SDGs	0.46069	0.10398	4.43	0	***
非ランダムパラメーター					
月当たり電気・ガス料金	-0.00056	0.00005111	-11.03	0	***
定数項 1	-0.10976	0.08216	-1.34	0.1815	
定数項 2	0.3884	0.07792	4.98	0	***
標準偏差					
CO ₂ 削減率	0.00602	0.00703	0.86	0.3914	
原発依存度	0.04943	0.00532	9.3	0	***
再生可能エネルギー比率	0.03357	0.0034	9.88	0	***
CSR	0.25563	0.037	6.91	0	***
SDGs	0.9416	0.10574	8.9	0	***
マクファーデン決定係数	0.087797				
対数尤度	-1940.18				
サンプルサイズ	242				

***：有意水準 1% で有意、**：有意水準 5% で有意、*：有意水準 10% で有意、*なし：有意でない

全サンプルと異なり、原発依存度が第三四分位を除いて有意にならない。他の変数は全サンプルと変わらない。つまり、個人は安い電気やガスを提供する事業者を選好し、地球温暖化の原因にもなる CO₂ を多く削減するエネルギーを供給する事業者を選好し、原発依存度の低い事業者を選好し、再生可能エネルギーを用いて発電した電気を供給する事業者を選好し、社会貢献している、SDGs に参加している事業者を選好する。次に、各四分位での WTP を見る。表 13 はその結果である。

表 13 WTP（サブサンプル）

WTP	第一四分位	第二四分位	第三四分位	第四四分位
CO ₂ 削減率	21.91	20.77	28.89	20.82

原発依存度	-9.93	-5.05	-12.18	-6.13
再生可能エネルギー比率	31.71	38.92	34.59	27.82
CSR	455.87	329.39	327.39	270.5
SDGs	1109.64	968.67	1386.15	822.66

社会貢献（CSR）のWTPはエシカルスコアが低いほど、高いことが分かる。国際貢献（SDGs）のWTPは第三四分位で最も高い。一方で第四四分位が最も低い。これらは仮説とは異なる結果である。

6.2 潜在クラスモデルの推定結果

本稿では潜在クラスモデルでの分析も試みた。その推定結果を考察する。表14は推定結果である。

表14 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					
月当たり電気・ガス料金	-0.00154	0.00009660	-15.92	0	***
CO ₂ 削減率	0.03779	0.00397	9.51	0	***
原発依存度	0.00551	0.00431	1.28	0.2016	
再生可能エネルギー比率	-0.00065	0.00572	-0.11	0.9091	
CSR	0.12157	0.05787	2.1	0.0357	**
SDGs	-0.00633	0.14472	-0.04	0.9651	
定数項1	-0.22378	0.15188	-1.47	0.1407	
定数項2	-0.01281	0.17183	-0.07	0.9406	
潜在クラス2					
月当たり電気・ガス料金	-0.00024	0.00016	-1.55	0.1222	
CO ₂ 削減率	0.01376	0.00721	1.91	0.0563	*
原発依存度	-0.18321	0.03117	-5.88	0	***
再生可能エネルギー比率	0.0169	0.01007	1.68	0.0933	*
CSR	-0.03343	0.10867	-0.31	0.7583	
SDGs	-0.20823	0.24731	-0.84	0.3998	
定数項1	0.14818	0.41943	0.35	0.7239	
定数項2	0.4515	0.34681	1.3	0.193	

潜在クラス 3					
月当たり電気・ガス料金	-0.00022	0.00007870	-2.77	0.0055	***
CO ₂ 削減率	0.01196	0.00383	3.12	0.0018	***
原発依存度	0.02355	0.0036	6.54	0	***
再生可能エネルギー比率	0.04733	0.00426	11.11	0	***
CSR	0.25915	0.04056	6.39	0	***
SDGs	-0.01438	0.10259	-0.14	0.8885	
定数項 1	0.00593	0.094	0.06	0.9497	
定数項 2	0.34538	0.09098	3.8	0.0001	***
潜在クラス 4					
月当たり電気・ガス料金	-0.00138	0.06755	-0.02	0.9837	
CO ₂ 削減率	-0.22805	11.90659	-0.02	0.9847	
原発依存度	0.11856	10.87573	0.01	0.9913	
再生可能エネルギー比率	0.10502	6.62055	0.02	0.9873	
CSR	-0.43204	11.47294	-0.04	0.97	
SDGs	2.40947	33.00298	0.07	0.9418	
定数項 1	6.27278	148.2918	0.04	0.9663	
定数項 2	2.87083	181.6173	0.02	0.9874	
潜在クラス 5					
月当たり電気・ガス料金	-0.00024	0.00004607	-5.19	0	***
CO ₂ 削減率	0.0054	0.00291	1.86	0.0631	*
原発依存度	-0.00883	0.00379	-2.33	0.0197	**
再生可能エネルギー比率	0.00817	0.00263	3.11	0.0019	***
CSR	0.18943	0.0223	8.5	0	***
SDGs	1.05396	0.07412	14.22	0	***
定数項 1	0.14201	0.07492	1.9	0.058	**
定数項 2	0.43755	0.06154	7.11	0	***
メンバーシップ関数					
潜在クラス 1					
定数項	-1.08467	0.80024	-1.36	0.1753	
エネルギーリテラシー コア	0.04944	0.06662	0.74	0.4581	
エシカルスコア	0.00787	0.01405	0.56	0.5752	
年間所得	-0.31065	0.09465	-3.28	0.001	

大卒ダミー	0.26302	0.19017	1.38	0.1666	
一人暮らしダミー	-0.35407	0.23615	-1.5	0.1338	
13歳未満の子供有ダミー	-0.14781	0.21824	-0.68	0.4982	
年齢	0.01815	0.01035	1.75	0.0794	*
安い料金重視	-0.44342	0.10011	-4.43	0	***
原発廃止	0.37045	0.08292	4.47	0	***
潜在クラス 2					
定数項	-3.85484	1.68834	-2.28	0.0224	**
エネルギーリテラシー コア	0.05738	0.12772	0.45	0.6532	
エシカルスコア	0.04489	0.03028	1.48	0.1382	
年間所得	-0.29384	0.18362	-1.6	0.1095	
大卒ダミー	0.24164	0.35732	0.68	0.4989	
一人暮らしダミー	-0.60075	0.47354	-1.27	0.2046	
13歳未満の子供有ダミー	0.24268	0.38625	0.63	0.5298	
年齢	0.0533	0.02036	2.62	0.0089	
安い料金重視	0.10472	0.20819	0.5	0.615	
原発廃止	-1.03404	0.19955	-5.18	0	***
潜在クラス 3					
定数項	-1.30928	0.95342	-1.37	0.1697	
エネルギーリテラシー コア	0.28508	0.0811	3.52	0.0004	***
エシカルスコア	-0.01946	0.01712	-1.14	0.2558	
年間所得	-0.15118	0.11047	-1.37	0.1712	
大卒ダミー	-0.09507	0.22014	-0.43	0.6658	
一人暮らしダミー	-0.66733	0.29828	-2.24	0.0253	**
13歳未満の子供有ダミー	-0.44427	0.25816	-1.72	0.0853	*
年齢	0.01825	0.01225	1.49	0.1362	
安い料金重視	0.16305	0.11255	1.45	0.1474	
原発廃止	0.1919	0.09768	1.96	0.0495	**
潜在クラス 4					
定数項	-1.95871	3.97629	-0.49	0.6223	
エネルギーリテラシー コア	-0.03331	0.3138	-0.11	0.9155	

エシカルスコア	-0.02127	0.05606	-0.38	0.7044	
年間所得	-0.31476	0.41356	-0.76	0.4466	
大卒ダミー	-0.37537	0.8287	-0.45	0.6506	
一人暮らしダミー	-0.29215	0.81555	-0.36	0.7202	
13歳未満の子供有ダミー	-0.84849	0.87559	-0.97	0.3325	
年齢	-0.00025	0.04212	-0.01	0.9952	
安い料金重視	0.48708	0.3843	1.27	0.205	
原発廃止	-0.03445	0.41549	-0.08	0.9339	
対数尤度	-8187.11				
マクファーデン決定係数	0.153156				
サンプルサイズ	1100				

***：有意水準1%で有意、**：有意水準5%で有意、*：有意水準10%で有意、*なし：有意でない

まずクラス1の推定結果を見る。クラス1では、月当たり電気・ガス料金の係数が負で、有意水準1%で有意である。クラス1に属する個人は、月当たり電気・ガス料金が安くなる事業者を選好することが分かる。他に、CO₂削減率の係数が正で、有意水準1%で有意である。個人は環境に優しいCO₂をより削減するエネルギーを供給する事業者を選好することが分かる。社会貢献の係数は正で、有意水準5%で有意である。個人は環境や地域社会、雇用に貢献している事業者を選好する。しかし、再生可能エネルギー比率や国際貢献は有意でなかった。

次にクラス2の推定結果を見る。クラス2では、月当たり電気・ガス料金が有意でない。しかし、CO₂削減率と再生可能エネルギー比率の係数が正で、有意水準10%であるが有意、原発依存度の係数が負で、有意水準1%で有意である。社会貢献や国際貢献は有意でなかった。クラス2に属する個人は、料金は選択に関係なく、CO₂をより削減する、再生可能エネルギー比率の高い、原発依存度の低いエネルギーを供給する事業者を選好することが分かる。

クラス3では、月当たり電気・ガス料金の係数が負で、有意水準1%で有意、CO₂削減率の係数が正で、有意水準1%で有意、原発依存度の係数が正で、有意水準1%で有意、再生可能エネルギー比率の係数が正で、有意水準1%で有意、社会貢献の係数は正で、有意水準1%で有意である。一方で、国際貢献は有意でなかった。これまでとは違い、クラス3の個人は原発依存度の高いエネルギーを選好する。同時にCO₂削減率と再生可能エネルギー比率も正で有意であることから、化石燃料を使ったエネルギーを余程選好しないと見える。

クラス4では、定数項も含め、有意な説明変数はなかった。クラス4に属する個人は、

エネルギーを供給する事業者を選択する際、これらの要因に左右されないと言える。

クラス5では、定数項を含むすべての説明変数が有意であった。月当たり電気・ガス料金の係数が負で、有意水準1%で有意、CO₂削減率の係数が正で、有意水準10%であるが有意、原発依存度の係数は負で、有意水準5%で有意、再生可能エネルギー比率、社会貢献、国際貢献の係数はいずれも正で、有意水準1%で有意である。クラス5に属する個人は、月当たり電気・ガス料金が安く、CO₂削減率の高い、再生可能エネルギー比率が高い、社会貢献している、SDGsに参加している事業者を選好する。

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、個人属性を説明変数とし、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。ただし、クラス5をベースとしている。

まずクラス1には、年齢の高い、安い料金の実現を重視していない、原発廃止を重要だと考えている個人が属する傾向にある。

クラス2には、原発廃止を重要だと考えていない個人が属する傾向にある。他の属性は有意でなかった。

クラス3には、エネルギーリテラシーの高い、一人暮らしでない、13歳未満の子供のいない、原発廃止を重要だと考えている個人が属する傾向にある。

クラス4については、有意な属性がなかった。

本稿で注目している個人のエシカルスコアは、いずれのクラスにおいても有意でなかった。従って、個人のエシカル意識が高いかどうかは、エネルギー事業者の選好には関係しないと考えられる。表15はクラスごとのWTPである。社会貢献（CSR）のWTPはクラス3で正の高い値を示している。国際貢献（SDGs）については、クラス4と5では正の大きなWTPを示すものの、クラス1、2、3では負のWTPを示している。

表15 潜在クラスモデルのWTP

	クラス1	クラス2	クラス3	クラス4	クラス5
CO ₂ 削減率	24.539	57.333	54.364	-165.254	22.500
原発依存度	3.578	-763.375	107.045	85.913	-36.792
再生可能エネルギー比率	-0.422	70.417	215.136	76.101	34.042
CSR	78.942	-139.292	1177.955	-313.072	789.292
SDGs	-4.110	-867.625	-65.364	1745.993	4391.500

6.3 考察

本稿では、個人のエシカル意識が、エネルギーの選好にどのように影響するかを分析した。近年、地球温暖化対策や持続可能な社会の実現を目指して個人の間でも、エシカル消費が意識されつつある。このような流れから、電気やガスを供給するエネルギー事業者も、自由化

後の競争環境下で顧客を獲得するために、個人のエシカル意識を考慮して、経営し、エネルギーを供給する必要がある。

将来の仮想的なエネルギー事業者を表すいくつかの選択肢を個人に提示し、個人の選択行動を分析したため、表明選好の1つ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。個人にエシカル意識や行動に関する質問した。得られた回答を基に、個人のエシカル度を測るものとしてエシカルスコアを算出した。属性には、月当たり電気・ガス料金合計、CO₂排出量削減率、原発依存度、再生可能エネルギー比率、化石燃料比率、水力発電比率、社会貢献度（CSR）、国際的な貢献度（SDGs に参加するかしらないか）を採用した。

収集したデータを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計量経済分析した。ランダムパラメーターロジットモデルは、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り、潜在クラスモデルでは、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仮定し、グループごとの選好を計測できる。さらに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識を説明変数とし、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。個人のエシカルスコアとエネルギー選好との関係を見るため、個人のエシカル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。一方で、潜在クラスモデルでは、エシカルスコアをメンバーシップ関数の説明変数として使い、エシカル意識の高さにより、どの選好グループに属するかを見た。

全サンプルを対象にしたランダムパラメーターロジットモデルの推定結果では、おおむね、すべての説明変数が有意であった。個人は月当たり電気・ガス料金の安い、CO₂を多く削減する、原発依存度の低い、再生可能エネルギーを用いたエネルギーを供給する事業者を選好することが分かった。注目しているエシカルに関する変数である社会貢献度、国際貢献度については、ともに符号が正で有意であり、個人は社会貢献している、SDGs に参加している事業者を選好する。この結果より、エネルギー事業者は、自由化後の競争環境下で、供給する電気やガスに安さを訴える以外にも、環境や地域社会、雇用、ガバナンス、国際的な課題に貢献していることをアピールして顧客を獲得する方法もあることが分かった。さらに、WTP より、個人は事業者が SDGs に参加していることに高い価値を見出していることが分かった。

個人のエシカル意識の高さと選好との関係については、エシカル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結果と潜在クラスモデルの結果とも、個人のエシカル意識が高いかどうかは、エネルギー事業者の選好には関係しないことが分かった。しかしながら、個人のエシカル意識が高いかどうかに関わらず、社会貢献や国際貢献に積極的な事業者を選好することは確かである。

第7節 結論と政策的含意

本稿では、個人のエシカル意識の高さがエネルギーや事業者の選択にどのように影響するかを分析した。近年、地球温暖化対策や持続可能な社会を目指して個人の間で、エシカル消費が意識されつつある。ESG投資や持続可能な開発目標(SDGs)が世界的なトレンドになりつつある。電気やガスを供給するエネルギー事業者も、個人のエシカル意識の高まりを考えて、自由化後の競争環境下で顧客を獲得する必要がある。

様々な属性を持ついくつかの仮想的なエネルギー事業者を個人に提示し、最も望ましいものを選んでもらうため、表明選好の1つであり、選択実験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、日本の2大都市圏である関東と関西に住む1100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エシカル行動に関する質問をした。そして、得られた回答から、個人のエシカル度を測るために、エシカルスコアを算出した。属性には、月当たり電気・ガス料金合計、CO₂排出量削減率、原発依存度、再生可能エネルギー比率、化石燃料比率、水力発電比率、社会貢献度(CSR)、国際的な貢献度(SDGsに参加するかしないか)を採用した。

計量経済分析には、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。個人のエシカルスコアと選好との関係を見るために、個人のエシカル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。一方で、潜在クラスモデルでは、エシカルスコアをメンバーシップ関数の説明変数とし、エシカル意識の高さにより、どの選好グループに属するかを見た。

推定結果より、個人は月当たり電気・ガス料金の安い、CO₂を多く削減する、原発依存度の低い、再生可能エネルギーを用いた電気を供給する事業者を選好することが分かった。さらに注目しているエシカルに関する変数である社会貢献度、国際貢献度の推定結果より、個人は社会貢献している、SDGsに参加している事業者を選好する。この結果より、エネルギー事業者は、自由化後の競争環境下で、供給する電気やガスに安さを訴える以外にも、地球環境や地域社会、雇用、ガバナンス、国際的な課題に貢献していることをアピールして顧客を獲得する方法もあることが分かった。さらに、WTPより、個人は事業者がSDGsに参加していることに高い価値を見出していることが分かった。

個人のエシカル意識の高さと選好との関係については、エシカル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結果と潜在クラスモデルの結果とも、個人のエシカル意識が高いかどうかは、エネルギー事業者の選好には関係しないことが分かった。

今回の分析結果より、コンジョイント分析の属性に採用した社会貢献度や国際貢献度に対して、個人が高いWTPを示したことで、個人は社会貢献や国際貢献に積極的な事業者を選好することが分かった。一方で、個人のエシカル意識が高いかどうかは、エネルギー

事業者の選好にはそれほど影響しないことも分かった。しかしながら、いずれにせよ個人のエシカル意識が高いかどうかに関わらず、社会貢献や国際貢献に積極的な事業者を選好することは確かである。電力・ガス自由化後の競争環境下で、エネルギー事業者はこれまで以上に、持続可能な社会の実現を目指して、ガバナンスの改善や地域貢献、雇用環境を考え、環境負荷の少ないエネルギーを供給することが、顧客の獲得につながると考えられる。今回は、個人のエシカル意識の高さが、事業者の選好に影響することを見出せなかったが、個人のエシカル意識の違いが、エネルギー選好にどのように影響するかには関心がある。今後は、ランダム化実験によりサンプルを2つに分け、一方には持続可能な社会の必要性に関する情報や知識を与え、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

本稿は龍谷大学社会科学研究所個人研究費を使用している。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。なお本稿の誤り等については筆者に起因します。

参考文献

Allcott, Hunt (2011) “Social norms and energy conservation”, *Journal of Public Economics*, Vol. 95, pp. 1082-1095.

Hainmueller, Jens, Michael J. Hiscox, and Sandra Sequeira (2015) “Consumer demand for fair trade: Evidence from a multistore field experiment”, *The Review of Economic and Statistics*, Vol.97 No.2, pp.242-256.

Hensher, David A., John M. Rose and William H. Greene (2005), *Applied Choice Analysis A primer*, Cambridge.

Kaenzig, Josef., Stefanie L. Heinzle, and Rolf Wustenhagen (2013) “Whatever the customer wants, the customer gets? Exploring the gap between consumer preferences and default electricity products in Germany”, *Energy Policy*, Vol.53, pp.311-322.

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

Ito Koichiro, Ida Takanori, and Tanaka Makoto (2018), “The persistence of moral suasion and economic incentives: Field experimental evidence from energy demand”, *American Economic Journal: Economic Policy*, Vol.10 No.1, pp.240–267.

Louviere, Jordan J., David A. Hensher and Joffre D. Swait (2000) *Stated Choice Methods Analysis and Application*, Cambridge.

Train, Kenneth E. (2002), *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge.

東洋経済（2020）『CSR 企業総覧 2020 年版』

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