

ISSN 1881-6436

Discussion Paper Series

No. 17-02

電力・ガス小売自由化が家庭のエネルギー選好に与える影響

木下信

2018年3月

612-8577 京都市伏見区深草塚本 67
龍谷大学経済学部

電力・ガス小売自由化が家庭のエネルギー選好に与える影響

木下 信¹

概要

2016年4月に電力が、2017年4月にはガスが自由化され、各家庭も自由に電気やガスの購入先を地域の電力会社・ガス会社以外のあらゆる事業者から選べるようになった。電力にはガス会社や通信会社が参入しており、ガスには主に既存の地域電力会社が参入している。各家庭は事業者だけでなく、様々な料金プランを自由に選べるようになった。本研究では2018年2月にアンケート調査を実施し、家庭での自由化後の電力会社やガス会社の変更状況を調査した。その結果、自由化後に電力会社を変更した家庭は19%、ガス会社では5.6%に留まった。料金プランのみを変更した家庭でも、電気は4.2%、ガスは3.3%に留まる。電力自由化開始から約2年、ガス自由化から約1年経過するものの、まだ大きな動きは見られないことになる。そこで本論文では将来、どのような条件で電力やガスの事業者変更が起きるのか、その要因をコンジョイント分析により明らかにした。電力・ガスの小売自由化により、事業者が様々なエネルギー源やサービスを供給することにより、電気とガスのエネルギー間の代替が進み、家庭によっては、電気かガスのどちらかを中心にエネルギーを調達する家庭も出ると思われる。電気とガスを併用するのか、どちらかを中心に使うのか、エネルギー間の代替も計測する。

推定結果より、料金の低下が選択に大きく影響することが分かった。一方でCO₂排出量を削減するエネルギーを選好するが、電源として再生可能エネルギー比率が高いことは選択には影響しなかった。その他、家庭は保守・安全サービスのような附随サービスを選好することが分かった。

キーワード：電力・ガス小売自由化、エネルギー選択、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

JEL classification

C25, L51, L94, L95, Q28, Q42

¹ 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

電力・ガス小売自由化が家庭のエネルギー選好に与える影響²

1. はじめに

2016年4月に電力が、2017年4月にはガスが自由化され、各家庭も自由に電気やガスの購入先を地域の電力会社・ガス会社を含むあらゆる事業者から選べるようになった。電力にはガス会社や通信会社が参入しており、ガスには主に既存の地域電力会社が参入している。各家庭は事業者だけでなく、様々な料金プランも自由に選べるようになった。

電力自由化後、2017年3月時点で、既存の地域電力会社から新規参入者への切り替え件数は全国で約295万件、切り替え率では全国平均で4.7%であった³。東京電力管内で7.1%、関西電力管内では6.1%であるが、他の地域では1%前後の地域も多い。自由化後は料金の契約も規制型から自由型を選べるようになったが、地域の既存電力会社内での切り替えが全国で2017年3月現在約258万件(4.1%)であったのに対し、ガスの切り替え件数は2017年6月時点で、全国で27万件に過ぎない。新規参入も電力と比べてガスは少ないと言われている。その理由は、電力は卸取引所が存在し、新規参入者が発電した電気を取引所で売却し、全国にある既存電力会社の送電網を使って消費者に電気を届けることができるのに対し、ガスはガス管がある地域のみに限られる。またガスについては卸取引所が存在せず、新規参入者もガスを扱える事業者に限られるため、ガスを供給できる事業者は天然ガスで火力発電をすでに行っている既存の電力会社か、LPガス事業者に限られる。都市ガスの営業エリアが限定されることも関係する。

本論文では相次いで実施された電力・ガスの自由化が各家庭の事業者やエネルギー選好にどのように影響したか、あるいは将来的にどのような状況になれば事業者やエネルギーを変更するかを計測する。電力自由化によりどのような事業者が選好されるのかに関する論文はいくつか見られる。あるいは電力のみに限定した研究は多く見られる。しかしながら、これからは電気とガスを両方供給する事業者が増えると思われ、電気とガスを共に含めてエネルギー市場全体としての選好を考える必要があるように思われる。同時に同じエネルギー源として電気とガスが競合し、条件によってはどちらかに需要が集約される可能性もある。本論文では電気とガスの競合関係にも着目し、どのような事業者あるいはエネルギーが家庭に選好されるかを計測する。

本論文ではまず、電力・ガス自由化後に電力会社あるいはガス会社を変えたかどうかを調査し、どのような家庭が、どのような要因で変更あるいは変更しなかったかを分析する。次いで、将来的にどのような事業者あるいはエネルギーが選好されるのかについて表明選好

² 本研究は文部科学省独立行政法人学術振興会科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）、基盤研究（C）（一般）課題番号16K03679、研究課題名：家計によるエネルギー選択の計量経済学分析、研究代表者：木下信を用いて行った。

³ 経済産業省資源エネルギー庁（2017）より。

の1つであるコンジョイント分析を用いて、将来の家庭の事業者やエネルギー選好を計測する。

本論文の特徴は電力・ガスを含めた総合的なエネルギーの自由化を評価することである。その結果、自由化後に事業者間の提携は統廃合も含めて、どのようなエネルギー供給体制が望ましいかを考えることができる。これらは将来の原子力の再稼働や再生可能エネルギーの普及といった電源構成をどのようにするかにも関係する。

本論文の構成は次のようになる。第2節ではこれまでの日本での電力・ガス自由化の流れをまとめた。第3節では関連する先行研究を紹介する。第4節では調査の概要を説明し、第5節ではアンケート結果を考察する。第6節では使用した計量分析モデルを説明し、第7節ではその推定結果を考察する。第8節では、実際に変更したかどうかのデータを用いて顕示選好による分析をした。第9節では、結論と政策的含意を考察する。

2. 電力・ガス自由化の流れ⁴

電力の小売自由化は、1995年に始まった。当時は電力会社に卸電力を供給する発電事業者（IPP）の新規参入が認められた。2000年には特定規模電気事業者（PPS）による小売が認められた。当初は特別高圧と言われる大規模工場やデパート、オフィス、大規模商業施設といった大口需要家が自由化の対象であった。次いで2004年から2005年にかけて、自由化対象の小口化が進み、中小ビルや中小規模工場といった高圧需要家と呼ばれる需要家が自由化の対象となった。一般家庭や個人商店など小口の需要家に対しては、2007年に自由化が検討開始する予定であったものの、先送りされ、2016年4月から実施されることとなった。その結果、現在では一般家庭も含む、すべての需要家が既存の地域電力会社だけでなく、他地域の電力会社や新規参入事業者から電力を購入することが可能になった。

都市ガスについても、電力と同時期に、段階的に自由化が実施された。1995年には、ガス小売販売の年間契約量200万 m^3 以上の大口供給に対する自由化が行われ、原料費調整制度が導入された。1999年には、自由化範囲が100万 m^3 以上へ拡大され、託送供給制度が法定化、及び料金規制の認可制から届出制への変更が行われた。2003年の改正（2004年施行）では、ガス導管事業が創設され、託送料金制度の充実と強化が行われるとともに、託送義務をすべての一般ガス事業者及びガス導管事業者に拡大することで、託送供給部門の公平性・透明性が目指された。この自由化によって一般ガス事業者の供給独占地域であっても、他の事業者が託送供給制度を用いて大口需要家への販売が可能となった。託送供給とは、大口ガス事業者などが、既存の都市ガス事業者の導管を通じて大口需要家へガスを販売することである。この託送供給の形態には、一般ガス事業者が他の一般ガス事業者の供給地域にお

⁴ 経済産業省資源エネルギー庁「電力小売全面自由化」、「ガス小売全面自由化」を参考にした。

る大口需要家にガスを供給するケースや、大口ガス事業者が一般ガス事業者の供給区域内の大口需要家に供給するケースなどさまざまなものがあるまた、小売自由化範囲も 50 万 m^3 以上に拡大された。この自由化範囲は、2007 年に、10 万 m^3 まで拡大された。この年間使用量 10 万 m^3 には、温水プールを備えたスポーツジム施設、規模の大きなファミリーレストラン、及びビジネスホテルなどが該当する。そして、2017 年 4 月には一般家庭も含むすべての需要家が自由化の対象となり、すべての需要家は地域の都市ガス事業者だけでなく、新規参入事業者からもガスを調達できるようになった。

3. 先行研究

本節では関連する先行研究を紹介する。日本では電力・ガスの小売自由化は始まったばかりであり、日本の小売自由化を研究した先行研究はほとんどない。本研究で注目している点は 2 つある。1 つはどのようなエネルギーを供給する事業者が選好されるのかという点、もう 1 つが、条件によっては電気とガスの代替が進むのか、あるいは電気とガスを併用して使うことが多くなるのかという点である。小売自由化に関する研究は見当たらないものの、中島・依田・木下（2006）では、小売自由化以前の 2005 年に家庭における電気とガスといったエネルギー間競争をコンジョイント分析により調査している。当時は 2007 年に小売自由化が検討開始となる予定であり、オール電化の普及も盛んであった。電力会社がオール電化の普及を推し進めていたこともあり、電力会社とガス会社間のエネルギー間競争が激しくなりつつ状況であった。この論文では家庭による電気機器とガス機器の選好を計測している。エネルギー間選好を計測するなど、本論文と共通するところがいくつかあるため、コンジョイント分析のプロファイルなどいくつかについては踏襲している。家庭が直面する選択肢は、①電気・ガス併用型、②電気中心型、③ガス中心型としている。①電気・ガス併用型が従来型の家庭のエネルギー利用形態であるのに対し、②電気中心型と③ガス中心型は燃料電池など最先端の機器を使用して実現できる先進型のエネルギー利用の状況である。本研究でもこの選択肢を採用している。選択肢の属性として、機器を購入する初期費用、年間運転費用、購入する機器を採用している。機器としては、燃料電池、床暖房、浴室乾燥機などを考えており、それぞれの初期費用を設定し、ダミー変数として、その推定された係数や支払い意思額（Willingness to Pay, WTP）で選好を計測している。計量モデルは条件付ロジットモデルである。分析の結果、当時は、エネルギー間競争は始まっていたものの、オール電化や燃料電池に対する選好は地域や年代により差があり、一部の消費者層のみにとどまるという結論であった。本研究の調査時期は 2018 年 2 月であり、電力やガスの自由化の情報がテレビ CM や電力会社、ガス会社の営業を通じて各家庭にも行き届いているため、2005 年当時とは違った結果が期待できる。

電力小売自由化前に消費者の事業者選択を計測したのものとして、依田・村上（2016）がある。自由化直前の 2016 年 1 月にコンジョイント分析を実施し、現在契約している電力会社

とは異なる新規電力会社に対する選好と、料金プランに対する選好を計測している。料金プランは、自由化以前は規制されており、従量型の電灯料金であった。自由化後はピーク時の電力消費量を削減する時間帯別料金プランも提供されると期待される。しかしながら、新しい電力会社や料金プランへの移行には消費者の心理的負担から変更を留まる現状維持バイアスが存在すると考えられる。分析の結果、現状維持バイアスは見られるものの、新しい料金プランである時間帯別料金プランについては変更する意思が観察されている。なお選択肢の属性には料金プラン、再生可能エネルギー比率、原発比率、月間電気料金を考えている。この研究は電力小売自由化に限定したものであるのに対し、本論文はガス小売自由化も含めた、エネルギー全般の自由化による家庭の選好を計測し、電力とガスの自由化を総合的に評価しようとしている点異なる。

その他、日本での電力小売自由化の消費者選択への影響を分析した研究としては、後藤(2017)がある。自由化前の2016年2月と自由化後の2016年12月に調査を実施し、事業者を変更したか、あるいは変更を検討した要因をロジットモデルで分析している。要因として、変更により料金がどれだけ削減されるかというスイッチングのベネフィット、逆に新規事業者や新しい料金プラン、新規事業者の経営安定性や供給安定性に対する不安度合いの大きさが変更を躊躇するというスイッチングのコスト、さらには現在の事業者に満足しているから変更しないという顧客ロイヤルティを考えている。その結果、スイッチングのコストが大きく、顧客ロイヤルティも見られるとしている。ただこの研究でも電力のみでガスの分析はしていない。

他にも海外の研究も含めていくつか紹介しておく。Goett, Hudson and Train (2000)では、アメリカの電力会社に対する消費者の選択行動を、コンジョイント分析を用いて分析している。属性としては、事業者の性質、例えば、住んでいる地域にある、有名な、あるいは知らない電力会社といったことである。他に、料金、再生可能エネルギー比率とその主な電源(風力、太陽光など)も属性として考えている。Giulietti, Price and Waterson (2005)ではイギリスの家庭用天然ガス市場での事業者の変更行動を分析している。事業者の変更には、まず意識が変わり、それからサーチし、実際に変更するかを行動すると考え、2値プロビットモデルを用いて推定している。そして変更にはサーチコストとスイッチングコストが存在し、意識や変更に与える要因として、内在的な要因と外的な要因を考えている。Hortacsu, Madanizadeh and Puller (2016)では、アメリカのテキサスの家庭における電力市場での事業者や料金プランの変更行動を分析している。小売市場が競争的になって、各家庭が自由に事業者を選べるようになって、消費者の慣性により、変更が行われない可能性があることを指摘している。その要因として、サーチの煩わしさや注意を払わないこと、ブランドの優位性がある。そして低コストの情報介入で消費者余剰を増加させることを示している。

4. 調査の概要⁵

本論文では、まず 2016 年 4 月の電力小売自由化と 2017 年 4 月のガス小売自由化以降、電力会社あるいはガス会社を変更したかどうか、どのような理由で変更したか、変更しなかったかについて調査した。具体的には、家庭に対して、自由化後に電力会社あるいはガス会社を変えたか、変えなかったか、変えた場合どこに変えたか、あるいは電力会社やガス会社は変えずに料金プランのみ規制料金から自由料金に変更したかを聞いた。そして、変更した理由、変更しなかった理由、1 月の電気・ガスの使用料金、蓄電池や自家発電燃料電池（ガスコージェネレーションシステム）など省エネ機器に対する関心度、お住まいの住居形態、同居している家族人数、家計の年収、将来的に望ましいエネルギー源について質問し、それらが電力会社やガス会社の変更にもどのように影響したかを分析した。

次に将来の事業者やエネルギー選好を計測するため、仮想的な質問を実施し、最も望ましい選択肢を選んでもらった。この調査で注目すべき点はいくつかある。まずどのような事業者が選好されるかという点である。自由化後には今後も様々なサービス、エネルギーを持つ事業者が参入すると予想される。これらの事業者に対する家庭の選好を選択質問で明らかにする。もう 1 つは、自由化後に電力とガスのエネルギー間の選好がどのように変化するかということである。仮に、地球温暖化対策にもなると言われている再生可能エネルギーを主に電源として電気を供給する事業者が現れると、そのような事業者を選好する家庭もいると考えられ、すべてのエネルギー調達をそのような電気で行う家庭も増えると考えられる。仮想的な質問を用いた分析にはコンジョイント分析を用いた⁶。コンジョイント分析とはまだ普及していない様々な属性を持つ仮想的な財・サービスについて、個人に提示し、最も望ましいものを選択してもらう表明選好法(Stated Preference Method, SP)の 1 つである。普及前の財・サービスに対する選好を計測することから、マーケティングの分野でもよく使われる。本論文でも将来の月当たり電気・ガス使用料金など、選択肢の属性が変化したときの選好を計測することから、表明選好法の 1 つであるコンジョイント分析を使用した。またこの調査では様々な属性を持ついくつかの事業者の中から個人に 1 つ選択してもらう選択質問を採用している。コンジョイント分析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であるため、この分析にはコンジョイント分析を使用するのが望ましい。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はできず、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。さらに CVM は選択実験ではない。

⁵ 調査は楽天リサーチ（株）に委託した。

⁶ コンジョイント分析については、Louviere, Hensher and Swait(2000)、栗山・庄子(2005)、柘植・栗山・三谷(2011)、栗山・柘植・庄子(2013)を参考にした。

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で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ものを取り除いて、プロフィールを作成した。なお直交計画法はExcel コンジョイント分析 ver. 2.0 (エスミ社) を使用した。

本論文では 回答者には次の4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：自由化前と同様に、電気を既存の地域電力会社、ガスを既存の地域ガス会社から購入。自由化後も購入先を変更しない。

選択肢2：自由化後、電気かガスのうちいずれかの購入先を変更し、購入先の事業者を一本化。電気とガス両方使用。

選択肢3：自由化後、購入先の事業者を一本化し、エネルギー源としてガスを中心に使用。

選択肢4：自由化後、購入先の事業者を一本化し、エネルギー源として電気を中心に使用。

各選択肢は電力やガスを供給する事業者を示す。選択肢1は自由化前の電気やガスの供給体制を想定しており、自由化後も電気とガスの事業者をともに変えないことを意味する。自由化後も引き続き既存の地域電力会社から電気を、既存の地域ガス会社からガスを購入する。選択肢2、3、4は自由化後に電気あるいはガスの購入先を変更することを意味する。ただし、選択肢2では電気とガスの購入先はどちらかを変更して1本化するものの、依然として電気とガスを併用する。一方で選択肢3では事業者を変更し、ガスを主に使用し、選択肢4では事業者を変更し、電気を主に使用する。注目する点は、どのような条件で事業者を変更するかどうか、そしてどのようなエネルギーを供給する事業者を選ぶかどうかである。選択肢3と4では、自由化後に電気とガスのエネルギー間の代替がどのように進むかを調べる。条件によっては、家庭は電気かガスのどちらかのみを使用するかもしれない。

次に各選択肢の属性を説明する。これは各事業者がどのような性質の電気・ガスあるいはサービスを提供しているかを意味する。属性として、月当たりの電気・ガス合計使用料金の増減、CO₂排出量の増減、原子力使用の有無、再生可能エネルギー比率、オプション機器の購入の有無、保安サービスの有無を考えた。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・ガス合計使用料金の増減

1か月当たりの電気とガスの使用料金の合計の増減を考える。電気とガス、あるいは通信

とのセット割引や省エネ機器、自家発燃料電池の購入により、使用料金が大幅に減少する可能性も考える。使用するエネルギー源により料金が上昇する可能性も考える。原子力を使用するときは料金や安めに、再生可能エネルギーを使用するときは料金を高めに設定している。水準としては、5000 円の減少、3000 円の減少、2000 円の減少、1000 円の減少、500 円の減少、変化なし、1000 円の増加を想定する。

②CO2 排出量の増減

2030 年までに京都議定書の基準年である 1990 年と比べて何%CO2 排出量が増加あるいは減少するかを考える。使用するエネルギー源により CO2 排出量が増加する可能性も考える。原子力と再生可能エネルギーを使用する場合、CO2 排出量は削減されると考える。水準としては、30%減少、20%減少、10%減少、変化しない、10%増加を想定する。

③原子力発電使用の有無

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考えられる。原子力を使用している事業者と使用していない事業者があると考えられる。ただし、原子力発電を利用することで安い電気料金が実現でき、CO2 も削減される可能性もあると考える。なお計量分析の際はダミー変数を用いた。ありを 1、なしを 0 とした。

④再生可能エネルギー比率

新規参入の電力会社の中には、クリーンエネルギーである太陽光や風力など再生可能エネルギーを主なエネルギー源として電気を供給する事業者もあると考えられる。既存の事業者の中にも再生可能エネルギーを使った電気を供給する事業者もいると考える。再生可能エネルギーの比率として、5%、10%、30%、50%を想定する。ただしガス中心型は主に天然ガスを利用するため、5%あるいは10%、選択肢 1 の自由化前は 2016 年の全国的な再生可能エネルギー比率が 3%前後で推移しているため 5%とする。

⑤オプション機器の有無

電気・ガスを購入する事業者を選択した際、同時に様々な省エネ機器を購入することもできる。購入の有無とその初期費用を考える。購入によりさらに使用料金が削減される可能性や地球温暖化対策に貢献できる可能性も考える。具体的には、ガス中心型るとき、自家発燃料電池（ガスコージェネレーションシステム）を、電気中心型るとき省エネ型給湯器を購入する。その金額は 100 万円とする。電気とガスを併用する場合、そのまま事業者だけを変更することが現実的に多いため機器の購入は必要ないものとする。選択肢 1 の自由化後も事業者を変更しないときも機器は購入しないと考える。これは選択肢 1 を選んだときに家庭が得る効用水準を 0 とするためである。

⑥保安サービスの有無

電力会社やガス会社から附随サービスとして、保安や機器のメンテナンスサービスを受けられることがある。その有無を考える。そのサービスを無償で受けられることを考える。具体的には、ガスではガス漏れ警報器、電気では停電時の電気のトラブルに対応するサービスがある。ただし、選択肢 1 は「なし」とする。これは選択肢 1 を選んだときに家庭が得る

効用水準を0とするためである。なお計量分析の際はダミー変数を用いた。ありを1、なしを0とした。

各属性の水準は次の表1にまとめた。

表1 属性の水準

変数	水準
月当たり料金	-5000 円、-3000 円、-2000 円、-1000 円、-500 円、変化なし、+1000 円
CO2 排出量	-30%、-20%、-10%、変化しない、+10%
原子力使用有無	あり (1)、なし (0)
再生可能エネルギー比率	5 %、10%、30%、50%
オプション機器の有無	あり (100 万円)、なし (0 円)
保安サービスの有無	あり (1)、なし (0)

なお、アンケートを実施するに当たり、回答者にアンケートの内容を理解してもらうために、こちらが考えるアンケートの主旨つまり問題意識をあらかじめ回答者には伝えた。2016年4月から電力が自由化、2017年4月からはガスも自由化され、自由に電力会社、ガス会社を選べるようになったこと。電力にはガス会社や通信会社が、ガスには電力会社や石油会社が新規参入しており、各家庭は地域の電力会社やガス会社以外に他地域の電力会社、ガス会社や新規参入会社から電力・ガスを購入できるようになったこと。料金プランも自由化され、これまでと同様に、地域の電力会社やガス会社から電気やガスを購入するときでも、これまでの規制された料金プラン以外に各家庭が生活パターンに応じた様々な料金プランを選べるようになったこと。さらに電力・ガス自由化の成果の他のメリットとして、再生可能エネルギーなど地球環境に優しいエネルギーを主に使っている事業者から購入することができること。燃料電池や自家発電機器、省エネ機器の品質の向上が競争により実現すること。1つの事業者から電力とガス、あるいは通信を契約すると、セット割引が適用されること。一方でデメリットとして、経営の不安定な事業者が参入し、倒産により電気・ガスの調達ができなくなること。競争が激しくなることで、既存の電力会社やガス会社が送電網やパイプラインへの投資を減らし、供給の不安定化につながること。他にも、電気やガスを供給する事業者間の競争だけでなく、電気とガスといったエネルギー間の競争も考えられ、その結果として、オール電化の普及にも影響することなども伝えた。最近のエネルギーを取り巻く問題も提示した。2011年3月の東日本大震災以降の原子力発電所停止によるエネルギー不足、地球温暖化対策のための省エネの促進、再生可能エネルギーの普及といったものである。

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ィールを作成した。プロフィールを作るとき、全員がある1つの選択肢を選びそうな組み合わせ

せ、あるいは全員がある1つの選択肢を選ばなさそうな組み合わせや非現実なカードは排除した。具体的には、原子力や再生可能エネルギーを使用しているのにCO₂排出は増える、機器を購入するのに、料金は上がるなどがある。選択肢4の電気中心型において、原子力を使わず、再生可能エネルギー比率を50%にして、安い電気を供給することは現実には不可能である⁷。電気中心型で再生可能エネルギー比率を高める際、原子力も使用するか、あるいは料金は高めに設定した。表2はプロフィールの例である。

表2 プロファイル例

	選択肢1：変更しない	選択肢2：電気・ガス併用	選択肢3：ガス中心	選択肢4：電気中心
月当たり料金（電気・ガス合計）	変わらない	5000円削減	500円削減	1000円削減
CO ₂ 排出量	変わらない	30%削減	変わらない	30%削減
原子力使用	あり	あり	なし	あり
再生可能エネルギー比率	5%	5%	10%	50%
オプション機器の費用	なし	なし	購入（100万円）	なし
保安サービス	なし	なし	あり	なし

表2のようなプロフィールを回答者に提示し、最も望ましいものを1つ選んでもらった。1人の回答者には属性の値を変えたものを10問答えてもらった。アンケートは楽天リサーチに依頼し、Webアンケートを利用した。回答者の居住地は関東、関西エリアとした⁸。合計1000サンプルで各地域の人口でウェイト付けした。アンケートは2018年2月23日（金）に実施した。なおアンケートの対象年齢は50歳代までとしている。それはオプション機器をある程度長期間使用することを想定しているためである。

5. アンケート結果

本節では回収したアンケート結果をまとめる。アンケート結果について特に注目すべき点はどれだけの家庭が、自由化後に電力会社あるいはガス会社を変更したかである。電力会社については19%、ガス会社についてはわずか5.6%しか事業者を変更していない。料金プランのみを変更した家庭も、電気では4.2%、ガスでは3.3%に留まる。アンケートでは電

⁷ 大阪ガス（株）へのヒアリングの結果明らかになった。

⁸ 関東エリアは埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、関西エリアは滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県である。

気とガスの調達先をそれぞれどこに変更したかも聞いている。関東・関西とも電気についてはその地域の大手ガス会社（関東は東京ガス、関西は大阪ガス）に変更した家庭が多く、ガスについてもその地域の大手電力会社（関東は東京電力、関西は関西電力）に変更した家庭がほとんどである。変更の理由については電気、ガスともに料金が安くなることを理由に挙げており、事業者の経営の安定性や知名度を第2の理由に挙げている家庭も多く見られる。セット割引が利用できることを理由に挙げている家庭も多いが、これは料金が安くなることと同じである。変えなかった理由については、電気、ガスともに今の事業者に不満がないことと、新規参入者は信用できないことを理由に挙げている家庭が多く見られた。この点は後藤（2017）でも指摘しているように顧客ロイヤリティが存在することにも関係していると思われる。変更手続きやプランを調べるのが面倒だからと答えている家庭も多い。これは後藤（2017）で言われているスイッチングコストが存在するからだと思われる。

自由化による効果として、自由化後に電力会社あるいはガス会社を変更したとき、使用料金が実際に削減されたかどうか聞いた。実際に削減されたと答えた家庭は電気では61.2%、ガスでは48.7%存在するのに対し、変わらなかったと答えた家庭も、電気では31%、ガスでは42.3%存在した。燃料電池など先端機器に関しては、どの機器についても半数以上の家庭が、関心がないと答えている。本論文では電力・ガス自由化以降、各事業者が顧客を獲得するために、様々な独自のエネルギーサービスを展開していることを想定している。その1つとして、燃料電池など先端機器の普及による長期的な視点での省エネ化や生活の快適さを提供する付加価値サービスが挙げられる。しかしながら、各家庭は料金が安くなることのみに関心があり、長期的な視点での省エネ化や付加価値サービスに関心がないとなると、競争の結果、自由化の成果として、大きなイノベーションは生まれないかもしれない。

Q1. ご家庭で現在使用しているエネルギー源は何ですか。あてはまるものを1つ選んでください。

	数	%
全体	1000	100.0
電気と都市ガス	749	74.9
オール電化	118	11.8
電気とプロパン	133	13.3

Q2. 2016年4月の電力自由化以降に電力の購入先を変えましたか。あるいは、2017年4月のガス自由化以降にガスの購入先を変えましたか。電気とガスそれぞれあてはまるものを1つ選んでください。

	電気		ガス	
	数	%	数	%
	1000	100	882	100
変えた	190	19	49	5.6
変えていない	768	76.8	804	91.2
料金プランのみ変更	42	4.2	29	3.3

Q3. Q2で電力会社を変えたと答えた人に質問します。変更先はどこですか。あてはまるものを1つ選んでください。

	数	%
全体	190	100
関東エリア		
大阪ガス	0	0
東京ガス	70	36.8
東邦ガス	0	0
関西電力	2	1.1
中部電力	1	0.5
東北電力	2	1.1
京葉ガス	0	0
日本瓦斯	1	0.5
ソフトバンク	2	1.1
KDDI (au 電気)	7	3.7
J:COM	12	6.3
JXTG (ENEOS)	9	4.7
その他:	18	9.5
関西エリア		
大阪ガス	28	14.7
東京ガス	1	0.5
東邦ガス	0	0
東京電力	1	0.5
中部電力	0	0
ソフトバンク	5	2.6
KDDI (au 電気)	8	4.2
J:COM	6	3.2

ケイ・オプティコム	3	1.6
JXTG (ENEOS)	0	0
その他：	14	7.4

Q4. 先程ガス会社を変えたと答えた人に質問します。変更先はどこですか。あてはまるものを1つ選んでください。

	数	%
全体	49	100.0
関東エリア		
大阪ガス	0	0.0
東邦ガス	1	2.0
関西電力	1	2.0
東京電力	8	16.3
中部電力	1	2.0
日本瓦斯	2	4.1
レモンガス	2	4.1
J:COM	0	0.0
JXTG (ENEOS)	3	6.1
その他：	5	10.2
関西エリア		
東京ガス	2	4.1
東邦ガス	1	2.0
関西電力	16	32.7
東京電力	0	0.0
中部電力	0	0.0
J:COM	4	8.2
JXTG (ENEOS)	0	0.0
大阪いずみ生協	1	2.0
その他：	2	4.1

Q5. 電力会社、ガス会社を変えた決め手は何ですか。電気とガスそれぞれあてはまる順に3つ選んでください。

電気	1 番目の決め手		2 番目の決め手		3 番目の決め手	
	数	%	数	%	数	%
	190	100	190	100	190	100
料金が安くなるから	130	68.4	28	14.7	6	3.2
再生可能エネルギーなど環境に優しいエネルギー源を使っているから	1	0.5	21	11.1	8	4.2
購入先を一本化することで電気・ガス・通信などとのセット割引が適用されるから	28	14.7	55	28.9	30	15.8
経営が安定しているから	2	1.1	10	5.3	19	10
供給が安定しているから	1	0.5	12	6.3	21	11.1
有名な大手だから	4	2.1	24	12.6	34	17.9
原子力を使用していないから	3	1.6	6	3.2	7	3.7
営業の担当者におすすめされたから	5	2.6	17	8.9	18	9.5
保安、安全面が保証されているから	1	0.5	4	2.1	15	7.9
よく利用しているお店だから	6	3.2	9	4.7	27	14.2
その他	9	4.7	4	2.1	5	2.6
ガス	1 番目の決め手		2 番目の決め手		3 番目の決め手	
	数	%	数	%	数	%
	49	100	49	100	49	100
料金が安くなるから	22	44.9	8	16.3	0	0
再生可能エネルギーなど環境に優しいエネルギー源を使っているから	3	6.1	6	12.2	0	0
購入先を一本化することで電気・ガス・通信などとのセット割引が適用されるから	7	14.3	5	10.2	4	8.2
経営が安定しているから	6	12.2	2	4.1	9	18.4
供給が安定しているから	3	6.1	11	22.4	4	8.2
有名な大手だから	1	2	5	10.2	9	18.4
原子力を使用していないから	1	2	3	6.1	1	2
営業の担当者におすすめされたから	2	4.1	4	8.2	10	20.4
保安、安全面が保証されているから	0	0	4	8.2	4	8.2
よく利用しているお店だから	3	6.1	0	0	5	10.2
その他	1	2	1	2	3	6.1

Q6. 電力会社、ガス会社を変えなかった理由は何ですか。電気とガスそれぞれあてはまる順に2つ選んでください。

	電気：1番目の理由		電気：2番目の理由		ガス：1番目の理由		ガス：2番目の理由	
	数	%	数	%	数	%	数	%
	810	100	810	100	833	100	833	100
既存の事業者の方が、料金が安いから	151	18.6	33	4.1	125	15	42	5
変更手続きやプランを調べるのが面倒だから	258	31.9	223	27.5	251	30.1	202	24.2
今の事業者に不満がないから	188	23.2	273	33.7	249	29.9	274	32.9
新規参入事業者は信用できないから	28	3.5	142	17.5	40	4.8	129	15.5
関心がないから、知らなかった	147	18.1	103	12.7	132	15.8	151	18.1
その他	38	4.7	36	4.4	36	4.3	35	4.2

Q7. 今年1月の電気使用料金、ガス使用料金はそれぞれいくらでしたか。電気とガスそれぞれ最もあてはまるものを1つ選んでください。

	電気		ガス	
	数	%	数	%
	1000	100.0	882	100.0
0円	13	1.3	13	1.5
2,000円未満	34	3.4	53	6.0
2,000円以上4,000円未満	120	12.0	167	18.9
4,000円以上6,000円未満	176	17.6	220	24.9
6,000円以上8,000円未満	147	14.7	150	17.0
8,000円以上1万円未満	140	14.0	133	15.1
1万円以上1万5,000円未満	217	21.7	96	10.9
1万5,000円以上2万円未満	91	9.1	33	3.7
2万円以上	62	6.2	17	1.9

Q8. 電力会社・ガス会社あるいは料金プランを変えることで、実際に電気あるいはガス使用料金は削減されましたか。電気とガスそれぞれの最もあてはまるものを1つ選んでください。

い。

	電気		ガス	
	数	%	数	%
	232	100	78	100
削減された	142	61.2	38	48.7
増えた	18	7.8	7	9
変わらない	72	31	33	42.3

Q9. 次の機器について関心度はどれぐらいですか。あてはまるものを 1 つ選んでください。

		数	1000	すでに持っている	関心がある今すぐにも買いたい、買う予定である	関心があるが、すぐには買いたくはない	関心がない
				64	29	330	577
太陽光パネル	数	1000	64	29	330	577	
	%	100	6.4	2.9	33	57.7	
風力発電機	数	1000	6	22	184	788	
	%	100	0.6	2.2	18.4	78.8	
蓄電池	数	1000	25	26	338	611	
	%	100	2.5	2.6	33.8	61.1	
自家発電燃料電池(ガスコージェネレーションシステム)	数	1000	12	25	264	699	
	%	100	1.2	2.5	26.4	69.9	
省エネ型給湯器(電気)	数	1000	44	46	333	577	
	%	100	4.4	4.6	33.3	57.7	
省エネ型給湯器(ガス)	数	1000	72	41	320	567	
	%	100	7.2	4.1	32	56.7	
浴室暖房乾燥機(電気)	数	1000	183	46	249	522	
	%	100	18.3	4.6	24.9	52.2	
浴室暖房乾燥機(ガス)	数	1000	100	41	229	630	
	%	100	10	4.1	22.9	63	
床暖房(電気)	数	1000	51	51	333	565	

	%	100	5.1	5.1	33.3	56.5
床暖房（ガス）	数	1000	92	39	264	605
	%	100	9.2	3.9	26.4	60.5

Q10. あなたがお住まいの住居はどの形態ですか。あてはまるものを1つ選んでください。

	数	%
全体	1000	100.0
1戸建（2世帯住宅含む）	420	42.0
集合住宅（マンション、アパート、団地など）	539	53.9
社宅、寮など	40	4.0
その他：	1	0.1

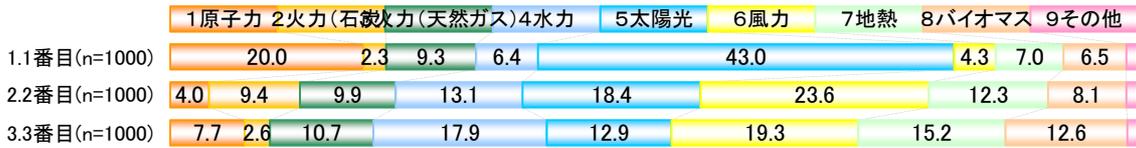
Q11. 同居している家族は何人ですか。あてはまるものを1つ選んでください。

	数	%
全体	1000	100.0
単身	198	19.8
2人	269	26.9
3人	256	25.6
4人	200	20.0
5人	49	4.9
6人以上	28	2.8

Q12. あなたの年収（家計所得）はいくらですか。あてはまるものを1つ選んでください。

	数	%
全体	1000	100.0
200万円未満	150	15.0
200万円～399万円	189	18.9
400万円～599万円	251	25.1
600万円～799万円	168	16.8
800万円～999万円	119	11.9
1,000万円以上	123	12.3

Q13. 将来のエネルギー源としてどれがふさわしいと思いますか。望ましい順に3つ選んでください。



	1 番目		2 番目		3 番目	
	数	%	数	%	数	%
	1000	100	1000	100	1000	100
原子力	200	20	40	4	77	7.7
火力(石炭)	23	2.3	94	9.4	26	2.6
火力(天然ガス)	93	9.3	99	9.9	107	10.7
水力	64	6.4	131	13.1	179	17.9
太陽光	430	43	184	18.4	129	12.9
風力	43	4.3	236	23.6	193	19.3
地熱	70	7	123	12.3	152	15.2
バイオマス	65	6.5	81	8.1	126	12.6
その他	12	1.2	12	1.2	11	1.1

Q14. あなたの職業はどれですか。あてはまるものを1つ選んでください。

	数	%
全体	1000	100.0
会社員	580	58.0
公務員	57	5.7
学生	25	2.5
無職(主婦・主夫、定年退職含む)	196	19.6
自営業	77	7.7
その他:	65	6.5

Q15. 将来のエネルギー問題として何を重視しますか。望ましい順に3つ選んでください。

	最も重視するもの		2番目に重視するもの		3番目に重視するもの	
	数	%	数	%	数	%
	1000	100	1000	100	1000	100
安い電気・ガス料金の実現	531	53.1	157	15.7	65	6.5
電気・ガスの安定供給	238	23.8	417	41.7	94	9.4

節電や省エネの普及	58	5.8	154	15.4	340	34
地球温暖化ガスの削減	48	4.8	88	8.8	144	14.4
再生可能エネルギーの普及	44	4.4	111	11.1	182	18.2
原子力発電の廃止	49	4.9	23	2.3	80	8
地元特有のエネルギー源を利用した 地産地消のエネルギーの普及	17	1.7	29	2.9	50	5
原子力発電の再稼働と促進	13	1.3	17	1.7	38	3.8
その他	2	0.2	4	0.4	7	0.7

Q16. 性別

	数	%
全体	1000	100.0
男性	508	50.8
女性	492	49.2

Q17. 年齢

	値
全体	1000
平均値	40.57
最小値	20.00
最大値	59.00

Q18. 年代

	数	%
全体	1000	100.0
20代	209	20.9
30代	247	24.7
40代	310	31.0
50代	234	23.4

6. 計量モデル

6.1 ランダムパラメーターロジットモデル

本論文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。選択肢は3つである。このとき計量経済モデルとして離散選択モデルを使うことになるが、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場合、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と、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再生可能エネルギーというカテゴリを考え、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 (nested logit model)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 (random parameter logit model)あるいは混合ロジットモデル (mixed logit model)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じ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。ここ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⁹。

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。本論文では定数項と価格変数である月当たり電気・ガス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。一方で CO2 排出量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

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

⁹ 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, Hensher and Swait(2000)を参考にした。

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。本論文では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。

6.2 入れ子型ロジットモデルによる分析

この分析において、選択肢は次のような構造になっている。

選択肢 1 : 変えない

選択肢 2 : 変える、電気・ガス併用

選択肢 3 : 変える、ガス中心

選択肢 4 : 変える、電気中心

つまり、回答者はまず事業者を変えるか変えないかを考え、変えたとすればどの事業者にするか、あるいはどのようなエネルギーを調達するかを考えるとされる。このような選択を想定すると、この選択肢の構造は<選択肢 1>と<選択肢 2、3、4>の入れ子構造になっていると考えられる。このような考えから入れ子型ロジットモデル(nested logit model)でも推定してみた¹⁰。

入れ子型ロジットモデルでは誤差項 ε_{nj} の累積分布は次のように仮定される。

¹⁰ 入れ子型ロジットモデルの説明は Train (2002)、Hensher, Rose and Greene(2005)、Louviere, Hensher and Swait(2000)、栗山・庄子(2005)を参考にした。

$$\exp\left(-\sum_{k=1}^K \left(\sum_{j \in B_k} e^{-\varepsilon_{nj}/\lambda_k}\right)^{\lambda_k}\right)$$

この分布は一般化極値分布の一種である。K はネストの数、k はネスト番号を表す。観察不可能な誤差項 ε はネスト内の選択肢間では相関し、ネスト外の選択肢間では相関しない。 λ_k はネスト k 内の誤差項の相関度合いを示すスケールパラメーターである。その値が高いほど相関は低い。 $\lambda_k = 1$ のとき同じネスト内では全く相関しないことになる。条件付ロジットモデルでは選択肢間のスケールパラメーターはすべて同じ値になる。個人 n が選択肢 i を選択する確率は

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}/\lambda_k} \left(\sum_{j \in B_k} e^{V_{nj}/\lambda_k}\right)^{\lambda_k - 1}}{\sum_{l=1}^K \left(\sum_{j \in B_l} e^{V_{nj}/\lambda_k}\right)^{\lambda_l}}$$

である。 V_{ni} は効用関数の確定項である。推定は最尤法を用いる。この選択確率を用いて尤度関数を作り、対数尤度関数を最大にするパラメーターを求める。次にこの選択確率を次のように書きなおす。

$$P_{ni} = P_{ni|B_k} P_{nB_k}$$

$P_{ni|B_k}$ はネスト内の選択肢つまりあるネスト k が選択されたという条件の下で選択肢 i を選択する条件付確率である。 P_{nB_k} はネスト内の選択肢が選択される確率である。つまり個人はまずあるネストを選択し、次にそのネスト内の選択肢を選択する確率となる。 P_{ni} は条件付確率と限界確率の積となっている。さらにこの条件付確率と限界確率はそれぞれ次のように書ける。

$$P_{nB_k} = \frac{e^{W_{nk} + \lambda_k I_{nk}}}{\sum_{l=1}^K e^{W_{nl} + \lambda_l I_{nl}}}$$

$$P_{ni|B_k} = \frac{e^{Y_{ni}/\lambda_k}}{\sum_{j \in B_k} e^{Y_{nj}/\lambda_k}}$$

W はネストの属性を表す変数であり、Y は各選択肢の属性を表す変数である。I はネストの内在価値(inclusive value, IV)と呼ばれ、次のような式で表現される。

$$I_{nk} = \ln \sum_{j \in B_k} e^{Y_{nj}/\lambda_k}$$

入れ子型ロジットモデルでは内在価値(inclusive value, IV)パラメーターを推定する。IV

はログサム変数あるいは期待最大効用とも呼ばれる。ここでは末端の選択肢に対する IV は

$$IV = \log[\exp(V_1) + \exp(V_2) + \exp(V_3) + \exp(V_4)]$$

である。V は選択肢 1、2、3、4 それぞれに対する効用水準である。一方で例えば変更する (change) あるいは変更しない (nochange) の選択肢に対する IV は

$$IV = \log[\exp(V_{\text{change}}) + \exp(V_{\text{nochange}})]$$

である。IV パラメーターは必ず 0 から 1 の間の値をとる。IV パラメーターが 1 のときは条件付ロジットモデルである。1 を超えるときはネスト構造が不適切となる。このときネスト内の選択肢間の相関よりもネストを超えた選択肢間での相関の方が強いことになることを示すためである。

なお入れ子型ロジットモデルではどこかのレベル、つまりネストの枝、ここでは事業者を変更する、しないの選択、あるいは末端の選択肢に対するスケールパラメーターのどちらかを 1 に標準化する必要がある。末端レベルつまり各選択肢のスケールパラメーターを 1 に標準化するモデルをランダム効用モデル 1 (random utility model 1, RU1) と呼ぶ。一方で上位レベル、つまりここでは事業者を変更するか、しないかのスケールパラメーターを 1 に標準化し、下位レベル、つまり各選択肢のスケールパラメーターをフリーにするモデルをランダム効用モデル 2 (random utility model 2, RU2) と呼ぶ。ここでは RU2 を使う。

7. 推定結果

本節では、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説明する。表 3 はその推定結果である。

表 3 推定結果

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
ランダムパラメーター				
CO2 排出量	-0.00608	0.00287	-2.12	0.0343
原子力使用	0.0699	0.0907	0.77	0.4409
再生可能エネルギー比率	-0.01132	0.00212	-5.34	0
オプション機器	-0.02644	0.00147	-18.02	0
保安サービス	0.24336	0.05045	4.82	0
非ランダムパラメーター				

月当たり料金	-0.00014	0.00001494	-9.65	0
定数項 1	-0.0644	0.11385	-0.57	0.5716
定数項 2	0.75973	0.06926	10.97	0
定数項 3	-0.44992	0.06409	-7.02	0
標準偏差				
C02 排出量	0.06757	0.00277	24.4	0
原子力使用	1.71012	0.06928	24.68	0
再生可能エネルギー比率	0.04199	0.00174	24.16	0
オプション機器	0.03332	0.00146	22.75	0
保安サービス	0.09792	0.15937	0.61	0.5389
マクファーデン R2	0.315645			
対数尤度	-9487.17			

まず月当たり料金の係数の符号は負で、有意水準 1% で有意であった。月当たり料金が低下すると、各選択肢の選択確率は上昇する。つまりどのような事業者が選ばれるか、あるいはどのようなエネルギーが選ばれるかは月当たり料金の低下に依存することが分かる。次に C02 排出量の係数は負で、有意水準 5% で有意であった。C02 排出量が減少すると、各選択肢の選択確率は上昇する。つまり事業者やエネルギーの選択には C02 排出量の減少も大きく影響することが分かる。原子力使用の有無は有意でなかった。一方で再生可能エネルギー比率の係数の符号は負で、有意水準 1% で有意であった。これは再生可能エネルギー比率が高いほど、選択されないことを意味する。この結果は想定と異なっており、これまでの先行研究の結果とも異なる¹¹。電気中心型の選択肢において、再生可能エネルギー比率を高くしたとき、原子力を使用しないと低価格の料金で供給できないという現実がある。プロフィール作成時に、再生可能エネルギー比率を高めにしたとき、原子力発電を使用するとしたため、再生可能エネルギーは支持するものの、それ以上に原子力発電は拒否するという回答者が多かったため、このような想定とは違う結果になったと考えられる。オプション機器の購入については、係数の符号は負で、有意水準 1% で有意であった。機器の購入価格を 100 万円と設定したため、さらに金額を下げるか、あるいはその金額に見合うだけの月当たり料金のさらなる低下が見込めないと選択は難しいことを意味する。あるいは家庭はこれらの機器にはそもそも関心がないとも考えられる。これは先端機器に対して、半数以上の家庭が、関心がないと答えていたアンケート結果とも整合的である。保守・安全サービスの有無は、係数の符号は正で、有意水準 1% で有意であった。このような附随サービスの必要性は高い

¹¹ 森田・馬奈木 (2013) や Murakami, Ida, Tanaka and Friedman (2015) では個人は原子力に対しては負の評価をし、再生可能エネルギーに対しては正の評価をしているとの結論を得ている。

と考えられる。自由化後はこのようなサービスの提供で顧客を獲得するのが望ましいかもしれない。

先の分析結果において、プロフィール作成時に、再生可能エネルギー比率を高めにしたとき、原子力発電を使用するとしたため、原子力使用の変数は有意でなく、再生可能エネルギー比率の変数は負で有意になるという、想定とは異なる結果になったことを述べた。そこで原子力を使用し、なおかつ再生可能性エネルギー比率が高い場合、どのような選択がみられるかを調べるために、原子力使用の変数と再生可能エネルギー比率の変数の交差項を加えて推定した。表4はその推定結果である。その結果、交差項は有意でなかった。原子力を使用し、なおかつ再生可能性エネルギー比率が高いことは選択には影響しないという結果になった。

表4 推定結果（交差項：再生可能エネルギー比率×原子力使用ダミー）

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
ランダムパラメーター				
CO2 排出量	-0.00587	0.00276	-2.13	0.0335
原子力使用	0.06692	0.12146	0.55	0.5817
再生可能エネルギー比率	-0.01386	0.00329	-4.22	0
オプション機器	-0.03015	0.00153	-19.75	0
保安サービス	0.24049	0.05339	4.5	0
原子力×再生可能	0.00047	0.00303	0.16	0.8757
非ランダムパラメーター				
月当たり料金	-0.00014	0.00001491	-9.36	0
定数項 1	-0.04367	0.1151	-0.38	0.7044
定数項 2	0.75504	0.07042	10.72	0
定数項 3	-0.50228	0.08553	-5.87	0
標準偏差				
CO2 排出量	0.07103	0.00288	24.64	0
原子力使用	1.73663	0.07401	23.46	0
再生可能エネルギー比率	0.04302	0.00186	23.09	0
オプション機器	0.03312	0.00137	24.11	0
保安サービス	0.25843	0.20197	1.28	0.2007
原子力×再生可能	0.00575	0.0022	2.62	0.0089
マクファーデン R 2	0.314399			
対数尤度	-9504.45			

さらに、再生可能エネルギー比率を高めたとき、特に電気中心型では原子力を使用しない場合、料金が高めにならざるを得ない。そこで再生可能エネルギー比率が高ければ、料金が高めでも選好するかを調べるため、料金と再生可能エネルギー比率の交差項を加えて推定した。表5はその推定結果である。その結果、交差項の係数は正で、有意水準1%で有意であるため、家計は再生可能エネルギー比率が高ければ、料金が高めでも受け入れる傾向にあると言える。

表5 推定結果（交差項：再生可能エネルギー比率×月当たり料金）

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
ランダムパラメーター				
CO2 排出量	-0.00632	0.00276	-2.29	0.0219
原子力使用	0.10032	0.09116	1.1	0.2711
再生可能エネルギー比率	-0.00913	0.0025	-3.65	0.0003
オプション機器	-0.02979	0.00161	-18.51	0
保安サービス	0.29176	0.05288	5.52	0
非ランダムパラメーター				
月当たり料金	-0.00019	0.00002119	-8.92	0
料金×再生可能	0.0000026436	0.0000008101	3.26	0.0011
定数項 1	0.0376	0.11461	0.33	0.7429
定数項 2	0.73344	0.07029	10.43	0
定数項 3	-0.50658	0.06538	-7.75	0
標準偏差				
CO2 排出量	0.07186	0.00297	24.2	0
原子力使用	1.74169	0.07677	22.69	0
再生可能エネルギー比率	0.04377	0.00185	23.64	0
オプション機器	0.03245	0.00131	24.79	0
保安サービス	0.13292	0.21982	0.6	0.5454
マクファーデン R ²	0.314552			
対数尤度	-9502.33			

次の表6は入れ子型ロジットモデル推定結果である。

表6 推定結果（入れ子型ロジットモデル）

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
月当たり料金	-0.000020163	0.00001487	-1.36	0.1752
CO2 排出量	-0.00166	0.00124	-1.33	0.182
原子力使用	-0.01142	0.01492	-0.77	0.4442
再生可能エネルギー比率	-0.00045	0.00041	-1.11	0.2662
オプション機器	-0.00187	0.00138	-1.36	0.1742
保安サービス	0.02076	0.01747	1.19	0.2348
定数項 1	-0.8693	0.18721	-4.64	0
定数項 2	0.10036	0.07466	1.34	0.1789
定数項 3	-0.04245	0.03253	-1.3	0.1919
IV parameters				
NOTCHANG	1			0
CHANGE	0.18943	0.13939	1.36	0.1741
マクファーデン R2	0.197615			
対数尤度	-12210.1			

推定結果より、ほとんどの変数が有意でなくなった。さらに IV パラメーターも有意でない。よって分析は適切でない。

次は、電気とガスを併用するか、あるいは電気とガスのどちらか一方を主に使うかの選択もありうると考え、＜選択肢 1、2＞と＜選択肢 3、4＞の入れ子構造でも入れ子型ロジットモデルで推定を試みた。表 7 は推定結果である。

表7 推定結果（入れ子型ロジットモデル）

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
月当たり料金	-0.00011	0.00001259	-8.41	0
CO2 排出量	-0.00839	0.0014	-5.98	0
原子力使用	-0.07472	0.06651	-1.12	0.2612
再生可能エネルギー比率	-0.00361	0.00131	-2.75	0.0059
オプション機器	-0.00964	0.00082	-11.82	0
保安サービス	0.094	0.04219	2.23	0.0259
定数項 1	-0.48376	0.34677	-1.4	0.163
定数項 2	0.28322	0.14434	1.96	0.0497
定数項 3	-0.25175	0.05448	-4.62	0

IV parameters				
TWOENERG	1.64081	0.31652	5.18	0
ONEENERG	1.02529	0.1057	9.7	0
マクファーデン R2	0.118501			
対数尤度	-12220.2			

各変数の推定結果は、ランダムパラメーターロジットモデルと同様の結果になったものの、IVパラメーターが1を超えているため、入れ子構造が適切と言えない。

次の表8は電気・ガス併用（選択肢1、2）とガスのみ（選択肢3）、電気のみ（選択肢4）の入れ子型ロジットモデルでの推定結果である。これについてもIVパラメーターが1を超えているため、入れ子構造が適切と言えない。

表8 推定結果（入れ子型ロジットモデル）

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
月当たり料金	-0.00011	0.00001233	-8.55	0
CO2 排出量	-0.00843	0.00138	-6.11	0
原子力使用	-0.07899	0.06381	-1.24	0.2158
再生可能エネルギー比率	-0.0036	0.0013	-2.77	0.0056
オプション機器	-0.00949	0.00049	-19.27	0
保安サービス	0.09363	0.04164	2.25	0.0245
定数項 1	-0.48663	0.34657	-1.4	0.1603
定数項 2	0.27866	0.14338	1.94	0.052
定数項 3	-0.25252	0.05361	-4.71	0
IV parameters				
TWOENERG	1.63932	0.31626	5.18	0
GAS	1			
ELEC	1			
マクファーデン R2	0.233031			
対数尤度	-12220.2			

次は関東と関西で自由化による家庭の選択行動が異なるかどうかサンプルを分けて推計した。表9、10は関東と関西それぞれの推定結果である。推定方法はランダムパラメーターロジットモデルである。関西でCO2排出量が有意でない以外は大きな違いは見られない。

表9 推定結果（関東）

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
ランダムパラメーター				
CO2 排出量	-0.00994	0.00353	-2.81	0.0049
原子力使用	0.03053	0.113	0.27	0.787
再生可能エネルギー比率	-0.01397	0.00264	-5.29	0
オプション機器	-0.03344	0.00206	-16.26	0
保安サービス	0.29178	0.06321	4.62	0
非ランダムパラメーター				
月当たり料金	-0.00014	0.00001855	-7.6	0
定数項 1	-0.06716	0.13976	-0.48	0.6308
定数項 2	0.76262	0.08485	8.99	0
定数項 3	-0.42877	0.07989	-5.37	0
標準偏差				
CO2 排出量	0.06419	0.00311	20.62	0
原子力使用	1.7192	0.09297	18.49	0
再生可能エネルギー比率	0.0451	0.00226	19.92	0
オプション機器	0.03469	0.0019	18.24	0
保安サービス	0.14203	0.17248	0.82	0.4103
マクファーデン R2	0.322166			
対数尤度	-6267.65			

表10 推定結果（関西）

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値
ランダムパラメーター				
CO2 排出量	-0.00606	0.00466	-1.3	0.1934
原子力使用	0.17715	0.1529	1.16	0.2466
再生可能エネルギー比率	-0.0102	0.00349	-2.92	0.0035
オプション機器	-0.02523	0.00237	-10.64	0
保安サービス	0.19727	0.08495	2.32	0.0202
非ランダムパラメーター				
月当たり料金	-0.00015	0.00002513	-5.8	0
定数項 1	-0.01524	0.19008	-0.08	0.9361
定数項 2	0.74095	0.11717	6.32	0

定数項 3	-0.51175	0.1102	-4.64	0
標準偏差				
CO2 排出量	0.06816	0.00541	12.61	0
原子力使用	1.45912	0.11997	12.16	0
再生可能エネルギー比率	0.04275	0.00306	13.97	0
オプション機器	0.02685	0.00163	16.44	0
保安サービス	0.06334	0.25854	0.24	0.8065
マクファーデン R2	0.30095			
対数尤度	-3227.07			

最後に関東と関西で選択行動が異なるかどうかについて、選好同一性テストを行った。選好同一性テストは尤度比検定であり、次の検定統計量を考える。

$$-2[LL(A+B)-(LL(A)+LL(B))]$$

LL(A+B)は関東と関西のデータをまとめて推定した対数尤度である。帰無仮説は選好が同一、対立仮説は選好が異なるである。検定統計量は推定するパラメーターの数を自由度とする χ^2 分布に従う。

検定の結果は次のとおりである。15.08328であった。自由度が14での臨界値は、有意水準1%では23.209、5%では18.307、10%では15.99である。有意水準10%でも選好が同一であるという帰無仮説は棄却されない。よって関東と関西では選択行動は同じと言える。

8. 顕示選好による分析

本論文では、家庭に電力会社あるいはガス会社を自由化後に変更したかどうかを質問した。そこで、変更したかどうかに関する変数を被説明変数とし、どのような要因が変更に影響したかを分析した。変更すれば1、変更しなければ0とするダミー変数を被説明変数とするため、2項プロビットモデルを採用した。

説明変数として、アンケートの前月である2018年1月での1か月当たりの電気あるいはガスの使用量、戸建ダミー（戸建てに住んでいる家庭を1、それ以外を0とするダミー変数）、同居している家族の人数、年間の家計所得、男性ダミー、年齢、関東在住ダミー、再生可能エネルギー支持ダミー、低料金重視ダミー、供給安定性重視ダミーを採用した。再生可能エネルギー支持ダミーとは、将来最もふさわしいエネルギー源として、1位に再生可能エネルギーを選んでいる家庭を1、そうでない家庭を0とするダミー変数である。再生可能エネルギーには、太陽光、風力、地熱、バイオマス、水力を含んだ。低料金重視ダミーと供給安定性重視ダミーは、将来の重要なエネルギー問題として、1位に安い電気・ガス料金の実現と

供給安定性をそれぞれ選んでいる家庭を1とするダミー変数である。

被説明変数には、自由化後に事業者を変更したかどうかに加えて、事業者は変えずに料金プランのみ変更したかどうかも聞いているので、両方取り扱う。

まず、電力会社を変更する要因について、推定結果を説明する。表11は事業者を変更に関する推定結果である。

表11 推定結果（事業者変更）

	係数	標準誤差	z 値	P 値
電気使用料金	0.049358	0.028067	1.76	0.079
戸建	-0.09306	0.108801	-0.86	0.392
家族人数	0.068525	0.044119	1.55	0.12
所得	0.108891	0.03155	3.45	0.001
男性	-0.05485	0.0965	-0.57	0.57
年齢	0.000847	0.004735	0.18	0.858
関東	-0.05719	0.099975	-0.57	0.567
再生可能支持	0.016893	0.102686	0.16	0.869
低料金重視	0.273539	0.119906	2.28	0.023
供給安定性重視	-0.21797	0.14729	-1.48	0.139
定数項	-1.76967	0.283153	-6.25	0
マクファーデン R ²	0.0444			
対数尤度	-464.647			

所得の係数は正で、有意水準1%で有意である。所得が高いほど自由化後に事業者を変更する傾向にある。低料金重視ダミーの係数も正で、有意水準5%で有意である。低料金を重視する家庭ほど、事業者変更に積極的である。電気使用料金は有意水準10%であるが、正で、有意である。電気使用料金が大きいほど、事業者を変更する傾向にある。

次の表12は事業者を変えず、料金プランのみを変更したときの推定結果である。

表12 推定結果（料金プラン変更）

	係数	標準誤差	z 値	P 値
電気使用料金	-0.00296	0.042377	-0.07	0.944
戸建	-0.25515	0.174489	-1.46	0.144
家族人数	0.134122	0.065657	2.04	0.041
所得	-0.03553	0.049539	-0.72	0.473
男性	0.186584	0.15107	1.24	0.217

年齢	-0.00307	0.007172	-0.43	0.669
関東	-0.17977	0.151233	-1.19	0.235
再生可能支持	-0.16209	0.156668	-1.03	0.301
低価格重視	-0.24629	0.178697	-1.38	0.168
供給安定性重視	-0.20265	0.207082	-0.98	0.328
定数項	-1.45801	0.41134	-3.54	0
マクファーデン R ²	0.0275			
対数尤度	-169.454			

今回は家族人数のみが係数の符号が正で、有意水準5%で有意である。同居している家族人数が多いほど、料金プランを変更する傾向にある。

次の表13は事業者か料金プランのどちらかを変更した場合の推定結果である。家族人数と所得のみが係数の符号が正で、有意である。この2つの要因が変更には影響する。

表13 推定結果（どちらか変更）

	係数	標準誤差	z 値	P 値
電気使用料金	0.03959	0.026541	1.49	0.136
戸建	-0.14812	0.10436	-1.42	0.156
家族人数	0.103021	0.041762	2.47	0.014
所得	0.086458	0.030065	2.88	0.004
男性	0.005849	0.09196	0.06	0.949
年齢	0.000101	0.004493	0.02	0.982
関東	-0.10357	0.095075	-1.09	0.276
再生可能支持	-0.03079	0.097683	-0.32	0.753
低価格重視	0.173246	0.113172	1.53	0.126
供給安定性重視	-0.25219	0.137257	-1.84	0.066
定数項	-1.4321	0.266041	-5.38	0
マクファーデン R ²	0.0376			
対数尤度	-521.339			

同様にガス会社についても分析する。表14は事業者を変更した場合の推定結果である。

表 14 推定結果（事業者変更）

	係数	標準誤差	z 値	P 値
ガス使用料金	0.015162	0.048477	0.31	0.754
戸建	0.327962	0.177141	1.85	0.064
家族人数	-0.08464	0.074088	-1.14	0.253
所得	0.090536	0.049659	1.82	0.068
男性	0.22272	0.154171	1.44	0.149
年齢	-0.01709	0.007408	-2.31	0.021
関東	-0.52584	0.152026	-3.46	0.001
再生可能支持	-0.0567	0.158219	-0.36	0.72
低価格重視	0.269177	0.187797	1.43	0.152
供給安定性重視	-0.58477	0.286853	-2.04	0.041
定数項	-1.0571	0.430373	-2.46	0.014
マクファーデン R ²	0.1088			
対数尤度	-168.661			

年齢の係数は負で、有意水準 5% で有意である。年齢の若い家庭ほど事業者を変更する傾向がある。関東在住ダミーは負で、有意水準 1% で有意である。関東在住者は関西在住者と比べて事業者を変えない傾向にある。供給安定性重視ダミーは負で、有意水準 5% で有意である。供給安定性を重視する家庭ほど、事業者を変えない傾向にある。戸建ダミーは正で、有意水準 10% で有意である。戸建に住んでいる家庭ほど事業者を変更する傾向がある。

次の表 15 は料金プランのみを変更する場合の推定結果である。

表 15 推定結果（料金プラン変更）

	係数	標準誤差	z 値	P 値
ガス使用料金	0.076469	0.059759	1.28	0.201
戸建	-0.57491	0.225081	-2.55	0.011
家族人数	0.088077	0.086725	1.02	0.31
所得	0.114518	0.060198	1.9	0.057
男性	0.168455	0.180816	0.93	0.352
年齢	-0.01647	0.008965	-1.84	0.066
関東	-0.33695	0.179036	-1.88	0.06
再生可能支持	-0.02011	0.187392	-0.11	0.915
低価格重視	0.002312	0.226112	0.01	0.992

供給安定性重視	0.021274	0.252075	0.08	0.933
定数項	-1.89651	0.485565	-3.91	0
マクファーデン R ²	0.0735			
対数尤度	-118.178			

戸建の係数は負で、有意水準 5% で有意である。戸建に住んでいる家庭ほど料金プランを変更しない傾向にある。所得、年齢、関東在住ダミーは有意水準 10% であるが有意である。所得が高い家庭ほど、年齢が若いほど、関西在住者ほど料金プランを変更する傾向にある。

表 16 は事業者か料金プランのどちらかを変更した場合の推定結果である。

表 16 推定結果（どちらか変更）

	係数	標準誤差	z 値	P 値
ガス使用料金	0.049952	0.041714	1.2	0.231
戸建	-0.03857	0.149102	-0.26	0.796
家族人数	-0.01404	0.062497	-0.22	0.822
所得	0.115294	0.042697	2.7	0.007
男性	0.216452	0.130107	1.66	0.096
年齢	-0.01809	0.00633	-2.86	0.004
関東	-0.50829	0.129275	-3.93	0
再生可能支持	-0.03137	0.135351	-0.23	0.817
低価格重視	0.188281	0.160501	1.17	0.241
供給安定性重視	-0.26497	0.201651	-1.31	0.189
定数項	-1.04741	0.358822	-2.92	0.004
マクファーデン R ²	0.0786			
対数尤度	-242.922			

有意水準 1% で有意なものは、所得と年齢のみである。所得が高いほど、年齢が若いほど、事業者か料金プランのどちらかを変更する傾向にある。男性ダミーも有意水準 10% であるが、有意である。男性の方が変更する傾向にある。

9. 結論と政策的含意

本論文では、2016 年 4 月より実施された電力小売自由化、次いで 2017 年 4 月より実施されたガス小売自由化による家庭の事業者選択とエネルギー選択をコンジョイント分析により計測した。自由化後は様々な料金プランやサービスを提供する事業者が参入することが

予想され、現在では事業者を変更した家庭は少ないものの、将来的にどのような料金やサービス、あるいはエネルギー源を持つ事業者が選好されるのかを計測した。一方でどのような性質のエネルギーが供給されるかにより、電力とガスのエネルギー間代替も進み、どちらかのみを使用する家庭も出てくるかもしれない。

分析の結果、月当たり料金については、係数は負で有意であった。低価格な料金プランを提供できる事業者あるいはエネルギーが選好されると分かる。CO₂排出量についても係数が負で有意なものが多かった。地球温暖化を防ぐ、環境に優しいエネルギーを供給している事業者が選好される。一方で使用するエネルギー源については想定した結果が得られなかった。これは電気中心型、つまりオール電化を実現する場合、再生可能エネルギー比率を50%まで引き上げて、低価で原子力を使用せず供給することは現実的には不可能であり、料金が高くなるか、あるいは原子力を使用するかいずれかにならざるを得ないことを考慮してプロファイルを作成したことに原因がある。しかしながら、再生可能エネルギー比率と月当たり料金の交差項を加えて推定したところ、係数の符号は正で有意となった。これは再生可能エネルギー比率が高ければ、料金が高くても選好することを意味するかもしれない。保安サービスの有無については、係数の符号は正で有意であった。家庭は無料の保安サービスを必要としていることが分かる。ただ、燃料電池などのオプション機器に対しては選好しないという結果になった。これは先端機器に対して、半数以上の家庭が、関心がないと答えていたアンケート結果とも整合的である。まだ料金が高すぎることで、電気とガスを併用する場合、追加の機器は購入せず、事業者を変更することが現実的であると考えられるからである。燃料電池などの普及には月当たりの料金がさらに引き下げられる必要がある。関東と関西に分けて分析したが、両者の選択行動に有意な違いは見られなかった。

電気とガスのエネルギー間の代替については、料金が引き下げられれば、どちらかを主に使う家庭が実現する可能性がある。再生可能エネルギーを主な発電源として電気を供給する場合、ガスとの併用であれば、低価格で供給される可能性があるものの、電気中心に調達する場合、料金が高くならざるを得ないこと、原子力を使わざるを得ないということから、原子力発電を今後、再稼働して原子力発電比率を高めない限り、電気中心のエネルギー調達が難しいと考えられる。そういう点から電気とガスのエネルギー間の代替はあまり進展せず、電気とガスを併用し、調達先を1本化するというのが自由化後のエネルギー調達として最もあり得る姿だと考えられる。仮に先行研究にもあるように個人が原子力に負の評価を持ち、再生可能エネルギーに高い評価をするならば、原子力を使わずに地球温暖化対策にもなる再生可能エネルギーを主に発電源として電気を供給する事業者が存在すると、多少料金が高くても、このような事業者を選択する可能性があるため、電気中止にエネルギーを使用する家庭が増えてくる可能性もある。

本論文では、将来の仮想的な状況を家庭に提示し、最も望ましい選択肢を1つ選んでもらうというコンジョイント分析により、家庭による事業者やエネルギーの選択を明らかにした。電力の小売完全自由化が始まったまだ2年、ガスについてはまだ1年しか経っていない

ため、まだ電力とガスを含めたエネルギー全体の自由化を評価するのは難しい。今後は実際のデータを用いた顕示選好による分析や、自由化により家庭のエネルギー消費行動がどのように変わったかも含めて、電力・ガスの自由化を総合的に評価する必要がある。

謝辞

本研究は文部科学省独立行政法人学術振興会科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）、基盤研究（C）（一般）課題番号 16K03679、研究課題名：家計によるエネルギー選択の計量経済学分析、研究代表者：木下信を用いて行った。なお、アンケートに先立ち、参加している大阪ガス（株）主催の「規制と競争研究会」の関係者でもある大阪ガスの平沼誠氏、野口隆浩氏、高山朋氏には自由化の現状についてヒアリングをさせていただいた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

Giulietti, Monica, Catherine Waddams Price and Michael Waterson (2005), “Consumer choice and competition policy: a study of UK energy markets”, *The Economic Journal*, 115, 949-968

Goett, Andrew, Kathleen Hudson and Kenneth Train (2000), "Customers' choice among retail energy suppliers: The willingness-to-pay for service attributes", *The Energy Journal*, 21, 1-28

後藤久典（2017）「家庭用小売電力市場の競争状況の分析と評価－小売全面自由化後の電気料金と需要家の選択行動－」、『電力中央研究所報告』、Y16005、電力中央研究所、1-56

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

Hortacsu, Ali, Seyed Ali Madanizadeh and Steven L. Puller (2016) “Power to choose? An analysis of consumer inertia in the residential electricity market”, NBER Working Paper 20988, 1-44

依田高典・村上佳世（2016）「電力全面自由化を前にした消費者の電力選択意識の調査」、『計測と制御』、第 55 巻第 7 号、598－603

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(2012)『初心者のための環境評価入門』、頸草書房

経済産業省資源エネルギー庁、「電力小売全面自由化」

http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/electricity_liberalizatlib/

経済産業省資源エネルギー庁、「ガス小売全面自由化」

http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/gas/liberalization/

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

McFadden (1974),"Conditional logit analysis of qualitative choice behavior", in P. Zarembka,ed., *Frontiers in Econometrics, Academic Press*, New York, 105-142

Murakami, Kayo, Takanori Ida, Makoto Tanaka and Lee Friedman (2015), "Consumers' willingness to pay for renewable and nuclear energy: A comparative analysis between the US and Japan", *Energy Economics*, 50, 178-189

森田玉雪・馬奈木俊介 (2013)「東日本大震災後のエネルギー・ミックス電源別特性を考慮した需要分析」RIETI Discussion Paper Series 13-J-066、経済産業研究所

中島みき・依田高典・木下信(2006)「家庭用エネルギー需要のコンジョイント分析」、『公益事業研究』第58巻第2号、23-33

Revelt, David and Kenneth Train (1998) "Mixed logit with repeated choices: Households' choices of appliance efficiency level", *The review of economics and statistics*, Vol.80, No.4, 647-657

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