

ISSN 1881-6436

Discussion Paper Series

No. 18-06

コンジョイント分析による再生可能エネルギー普及条件の計測

木下 信

2019年3月

〒612-8577 京都市伏見区深草塚本 67
龍谷大学経済学部

コンジョイント分析による再生可能エネルギー普及条件の計測

木下 信¹

概 要

近年、日本だけでなく諸外国でも原子力や化石燃料に代わるエネルギー源として、太陽光など再生可能エネルギーの普及が必要とされている。日本では 2011 年 3 月の東日本大震災で原子力発電所が停止し、今後再稼働するという計画はあるものの、将来的に廃炉の可能性も視野に入れると、原子力に大きく依存することはできず、再生可能エネルギーの普及は急務といえる。

本稿では日本の家庭を対象に再生可能エネルギーの普及に関する調査を実施した。仮定の再生可能エネルギープログラムを想定し、家庭がどのような条件の下で再生可能エネルギープログラムへの参加を決め、どのような再生可能エネルギーを選好するかを計測する。将来の仮想的なプログラムへの個人の参加決定を分析するため、表明選好法の 1 つであるコンジョイント分析を用いた。推定にはランダムパラメーターロジットモデルを用いた。

推定結果より、月当たり電気使用料金の係数の符号は負で、有意であった。個人は安いエネルギーを選好する。太陽光に対しては高い正の WTP が観察された。その他、再生可能エネルギーの発電施設で雇用される地域での雇用が増えることを評価している。

キーワード 再生可能エネルギー、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

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

木下信³

1. はじめに

近年、日本だけでなく諸外国でも原子力や石油や天然ガス、石炭といった化石燃料に代わるエネルギー源として、太陽光や風力、地熱、バイオマスといった再生可能エネルギーの普及が必要とされている。再生可能エネルギーはCO₂など地球温暖化ガスを発生しないため、グリーンなエネルギー源として地球温暖化対策にも期待されている。日本では2011年3月の東日本大震災で原子力発電所が停止し、以降すべてが再稼働するに至っていない。今後再稼働するという計画はあるものの、将来的に廃炉の可能性も視野に入れると、原子力に大きく依存することはできず、再生可能エネルギーの普及は急務といえる。東日本大震災以降、日本では個人は原子力に対して大きな負の評価をしているという研究も見られる⁴。

日本では再生可能エネルギーの普及を目的として、2012年7月から、再生可能エネルギーの固定買取制度が始まった。太陽光発電などをした個人や事業者は東京電力や関西電力など電力会社に電力を販売でき、同時に電力会社には電力の買い取りが義務付けられた。さらに日本政府はエネルギー計画として、2030年度の電源構成を発表している。その内訳は、化石燃料が56%（LNG 27%、石炭 26%、石油 3%）、原子力が20~22%、再生可能エネルギーが22~24%（太陽光 7%、水力 8.8~9.2%、風力 1.7%、バイオマス 3.7~4.6%、地熱 1~1.1%）である。2016年度の内訳が、化石燃料83%、原子力2%、再生可能エネルギー15%であることから考えると、化石燃料への依存を減らし、原子力を再稼働させ、再生可能エネルギーを増やす方針であることが分かる。

本稿では日本の家庭を対象に再生可能エネルギーの普及に関する調査を実施した。仮想の再生可能エネルギープログラムを想定し、家庭がどのような条件の下で再生可能エネル

² 本稿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。

³ 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

⁴ Morita and Managi (2015) や Murakami, Ida, Tanaka and Friedman (2015) では、コンジョイント分析をし、支払い意思額(Willingness to Pay, WTP)を計測し、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。

ギープログラムへの参加を決め、どのような再生可能エネルギーを選好するかを計測する。将来の仮想的なプログラムへの個人の参加決定を分析するため、表明選好法の1つであるコンジョイント分析を用いている。再生可能エネルギーとして、太陽光、風力、バイオマス、自家発燃料電池の4種類を考えた。自家発燃料電池は再生可能エネルギーではないが、地球温暖化ガスを排出しないので、他の再生可能エネルギーと同様、グリーンエネルギーとして扱う。省エネの普及を考えて自家発燃料電池は重要であるという問題意識から取り上げた。その他条件としては月当たり料金、運営事業者、地域での雇用者数の増加、参加によって得られる特典などを考えている。再生可能エネルギーや省エネの研究では、社会的規範(social norm)を取り上げるものが多い⁵。社会的規範とは、地球温暖化対策や周囲の行動、つまり社会性や社会的な問題を意識して行動することとされる。料金の増減を意識して行動する金銭的インセンティブだけでなく、本稿でもこのような非金銭的インセンティブにより、再生可能エネルギーを選好する行動が見られるかを明らかにする。具体的には、個人は地域の雇用が増えることを重視するかで分かる。特典にも金銭的インセンティブに関するものと、非金銭的インセンティブに関するものを取り上げた。

再生可能エネルギーの選好に関する研究は諸外国では数多く見られるが、日本では数少ない。日本は東日本大震災を経験しており、原子力発電の普及が難しいなかで、どのように再生可能エネルギーを普及させるかは重要である。このようにエネルギーの大きな転換を迫られる日本の個人を対象に調査するところにこの研究の意義があると考えている。

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紹介する。第3節では実施した調査の内容とその結果を考察する。第4節では実施したコンジョイント分析の内容を説明する。第5節では推定方法であるランダムパラメーターロジットモデルを説明する。第6節では推定結果を考察する。最後に第7節で結論と政策的含意を考察する。

2. 先行研究

再生可能エネルギーの研究は日本でも外国でも数多く存在する。再生可能エネルギー全般への個人の選好を計測するものと、太陽光や風力など個別の再生可能エネルギーへの選好を計測するものである。計測方法としては、表明選好と顕示選好があり、表明選好では選択実験であるコンジョイント分析と仮想評価法(Contingent Valuation Method, CVM)がある。実験やアンケート調査に依らない、実際の選択されたデータを用いた研究も数少ないが存在する。本稿は、コンジョイント分析を用いて、個別の再生可能エネルギーへの個人の選好とどのような条件で普及するかを計測する。特に韓国で個人の再生可能エネルギー

⁵ 社会的規範(social norm)を取り上げた代表的な研究として、Allcott (2011)がある。家庭に電力消費レポートを送り、近隣の家庭と比較させることで、節電効果を促すことをフィールド実験により示している。

ープログラムの参加条件について、選択実験（コンジョイント分析）を用いて明らかにした Bae and Rishi(2018)の研究を踏襲している。そこでは選択肢を3つ提示している。そのうち2つは再生可能エネルギーを主なエネルギー源として用いるプログラム、1つは何も選択しない、つまり opt-out な選択肢である。再生可能エネルギーとして、太陽光、風力、燃料電池、バイオエネルギーを考えている。他の属性として、発電に占める再生可能エネルギー比率、電気料金の上乗せ分、発電施設との距離、発電施設で雇用される人数、再生可能エネルギープログラムに参加する誘因を考えている。条件付ロジットモデルやランダムパラメーターロジットモデルを用い、特にランダムパラメーターロジットモデルで推定したパラメーターの個人間の分布、つまり選好の異質性を求めている。

他のコンジョイント分析を用いた研究を紹介しておく。Yoo and Ready(2014)も本稿の分析と近い。アメリカのペンシルバニアで、コンジョイント分析を用いて、再生可能エネルギー（太陽光、風力、バイオマス）に対する個人の選好の多様性を分析している。個人の選好多様性を反映するランダムパラメーターロジットモデルやハイブリッド・ランダムパラメーター潜在クラスモデルを用いて WTP を計測している。その結果、個人によって選好の多様性は存在し、特に太陽光では多様性は大きい。その他の属性として、ペンシルバニアでの雇用の増加、支払い電気料金の増加額を採用している。なお、選択肢の1つは現状と変化しないものを採用している。Gracia, Hurle and Perez(2012)では、スペインで、再生可能エネルギー（風力、太陽光、バイオマス）のそれぞれの比率を変え、個人に対してコンジョイント分析をしている。その結果、風力とバイオマスの比率を上げたときは、個人は高い支払い意思額（WTP）を示さず、太陽光の比率を高めたときに高い WTP を示す。またその地域で発電されている再生可能エネルギーに対して高い WTP を示している。Yang, Solgaard and Haider(2016)では、デンマークの消費者を対象にコンジョイント分析を用いて、再生可能エネルギーへの選好を計測している。エネルギー源に対する再生可能エネルギー、特に風力発電の比率が増加すると、一時的なエネルギー不足といった問題を引き起こす。個人は再生可能エネルギーを高く評価するものの、様々な再生可能エネルギーを混合したものを高く評価する。また、購入先として他の有名な事業者よりも現在取引している事業者を好むことも明らかにしている。本稿でも電力を購入する事業者を考えている。Kaenzig, Heinzle and Wustenhagen(2013)では、ドイツの個人に対して、自由化した電力市場において、どのような供給者が選好されるかについてコンジョイント分析を用いて分析し、WTP を計測している。供給者が提供する電力の属性の1つについて、再生可能エネルギー比率を考えている。個人は再生可能エネルギーを使った電気に対して、16%の追加的料金を支払ってもよいと考えていることを示している。またこの研究では、電力を供給する事業者の属性として、地域の事業者かあるいは事業者の規模も考えている。本稿でも居住地域の事業者かどうかは重視している。Caedella, Ewing and Williams(2017)では、伝統的なエネルギー源である化石燃料を使った電気料金と再生可能エネルギー（太陽光あるいは風力）を使った電気料金で、料金の変動が大きくなったと

き、家庭はどちらのエネルギーを選択するかをコンジョイント分析している。リスク回避的な個人であれば料金の変動が大きくなると、仮に再生可能エネルギーを愛好していたとしても、選択を避けるものと思われる。その結果、再生可能エネルギーの電気料金の変動が大きくなると、再生可能エネルギーのプランを選択する確率は低下し、伝統的なエネルギー源である化石燃料を使った電気料金の変動が大きくなると、再生可能エネルギーのプランを選択する確率が上昇することを明らかにしている。太陽光や風力といった再生可能エネルギーは発電量が天候に左右され、供給量を安定化させるのが難しい。そのため供給が少なく、需要が多いときは、料金が大きく暴騰する可能性もある。このように料金の変動が個人のエネルギーに対する選択行動にどのように影響するかを分析することも必要である。Shin, Woo, Huh, Lee and Jeong(2014)では、韓国の個人を対象にコンジョイント分析を用いて、再生可能エネルギーのポートフォリオに対する嗜好を計測している。その結果、韓国の個人は再生可能エネルギーを増やし、料金が上がる代わりに、新規雇用の創出が最も重要と考え、WTPを計測した結果、1.39%の料金の上昇を許容していることを明らかにしている。Bordhers, Duke and Parsons(2007)では、特にグリーンエネルギーに対する個人の支払い意志額(WTP)を計測している。本稿と同様に選択実験(コンジョイント分析)を実施しており、まずグリーンプログラムに参加するか現状維持かの選択を行い、次にグリーンプログラムの中でもどのプログラムを選択するかを決定させる構造になっており、入れ子型ロジットモデルを使用している。Bergman, Hanley and Wright(2006)では、スコットランドでの再生可能エネルギーの嗜好を、選択実験を用いて計測している。その際、風力発電など再生可能エネルギーの投資がもたらす外部的なコストと便益に注目している。風力発電所が建設されることで地域の雇用が増加する一方で、景観が損なわれる可能性もある。そのような地域社会全体での最適を考えて再生可能エネルギーへの投資をすることが望ましいと考えている。Sundt and Rehdanz(2015)は、再生可能エネルギーのWTPを計測し、WTPを被説明変数とするメタ回帰分析により、同じ再生可能エネルギーでもその種類により評価に違いがあることを明らかにしている。そのうち水力発電が最も評価が低い。Roe, Teisl, Levy and Russel(2001)は再生可能エネルギーに対する個人の嗜好を分析した初期の研究である。ここではアメリカでの消費者のグリーンエネルギーに対する支払意志額を、価格プレミアムを被説明変数とするヘドニック分析を用いて計測している。消費者は総じて地球温暖化ガスを減らすグリーンエネルギーを高く評価している。

太陽光パネルや家庭用小型風力発電機など再生可能エネルギーを用いた発電技術に対する嗜好を計測した研究もある。そのうちいくつかを紹介する。Scarpa and Willis(2010)では、再生可能エネルギーを用いた発電技術に対するイギリスでの家庭の嗜好を選択実験(コンジョイント分析)により計測している。WTPを計測した結果、家庭はそのような発電技術を評価するものの、このような発電技術の設置コストを回収するだけの高い金銭的評価をしているとは言えない。Willis, Scarpa, Gilroy and Hamza(2011)でも、イギリスでの再生可能エネルギーを用いた発電技術に対する家計の嗜好を選択実験により計測して

いる。その結果、高齢の家庭では選好しないことを明らかにしている。今後各国では高齢化社会が進展する。太陽光パネルや家庭用小型風力発電機など再生可能エネルギーを用いた発電技術の普及が将来的に必要とされる中、同時に高齢化社会が進展すると、仮に高齢の家庭がそのような技術を評価しないのであれば、再生可能エネルギーを用いた発電技術の普及が妨げられる可能性があることを危惧している。

個人の再生可能エネルギーに対する選択や選好の分析では、その他様々な研究が提言されている。Herbes, Friege, Baldo and Mueller(2015)では、最新の神経科学に基づいた手法を用いて、再生可能エネルギーのWTPを計測している。これまで一般的によく用いられているCVMやコンジョイント分析では戦略的行動バイアスが働くことが指摘されている。神経科学に基づいた手法では、再生可能エネルギーはその他のエネルギーに対し15%高いWTPを示している。Boeri and Longo(2017)では、再生可能エネルギーの選択において、効用最大化だけでなく、後悔最小化の考えで、選好を計測している。手法はコンジョイント分析を用い、ランダムパラメーターロジットモデルやハイブリッド潜在クラスターモデルで推定している。再生可能エネルギーの選択では、地球温暖化問題には貢献するものの、料金が高く、供給が不安定になる可能性もある。そのような可能性を考えると、個人は選択後に後悔することもあり、効用最大化よりも後悔最小化の考えに基づいて、選択行動を分析した方が、適切と考えられる。Bartczak, Chilton, Czajkowski and Meyerhoff(2017)では、コンジョイント分析を用いて、再生可能エネルギーの負の外部効果を避けるための損失回避やリスク選好を分析している。Gracia, Cherry, Kallbekken and Torvanger (2016)では、ノルウェーの個人を対象に、コンジョイント分析を用いて、風力発電所が建設されるときに住民が受け入れる補償額(Willingness to accept, WTA)を計測している。

気づき(Nudges)といった行動経済学でよく用いられる非金銭的インセンティブを利用して、個人の行動に働きかける研究も節電行動の分析などエネルギー研究ではよく用いられる。Momsen and Stoerk(2014)では、個人が再生可能エネルギーを選択する際、気づき(Nudges)の効果に注目している。簡単な実験の結果、default nudgeは、個人の再生可能エネルギーの選択確率を44.6%引き上げる効果を示している。

日本での研究もいくつか紹介しておく。Morita and Managi(2015)では、東日本大震災以降のエネルギー源に対する選好を計測している。特に、震災以降の個人の再生可能エネルギーへの関心の高まりに注目し、再生可能エネルギーの選好を計測している。手法はコンジョイント分析を用いている。電源別の支払い意志額(WTP)を計測し、エネルギー・ミックスに対する政策提言をしている。個人は原子力に対して負のWTPを示し、太陽光や風力といった再生可能エネルギーに対しては高いWTPを示しているという結果を得ている。Murakami, Ida, Tanaka and Friedman(2015)では再生可能エネルギーと原子力発電に対する消費者のWTPを計測し、日本とアメリカで比較している。手法はコンジョイント分析である。その結果、両方の国で原子力に対し負のWTPが、再生可能エネルギーに対

しては正の WTP を得ている。ただし、太陽光、風力、バイオマス、地熱を含めた再生可能エネルギーの発電源に対する比率に対する WTP を計測しており、個別の再生可能エネルギーに対する WTP は計測していない。Rehdanz, Schroder, Narita and Okubo(2017)では、日本の福島での原子力発電所の事故以降での、個人のエネルギー源に対する選好をコンジョイント分析により計測している。再生可能エネルギーに対して正の WTP を示し、原子力に対して大きな負の WTP を示すが、原子力発電所や福島からの距離によって WTP が異なり、近くなるほどその値が大きくなる。

これまで紹介した研究はコンジョイント分析を用いている。同じ表明選好法である仮想評価法(Contingent Valuation Method, CVM)を用いて、再生可能エネルギーの評価をしている研究もある。Lee and Heo(2016)では、韓国で再生可能エネルギーの WTP を、CVM を用いて計測している。その結果、個人は再生可能エネルギーで発電した電気に対して、月当たり追加的に 3.21 アメリカドル支払ってもいいと考えている。Guo, Liu, Mao, Jin and Chen(2014)では、北京で再生可能エネルギーの WTP を、CVM を用いて計測している。その結果、個人は再生可能エネルギーに対して、月当たり追加的に 2.7 から 3.3 アメリカドル支払ってもいいと考えていることを明らかにしている。Kim, Park, Kim and Heo(2013)では、CVM を用いて、韓国の個人の再生可能エネルギーに対する WTP を計測している。その際、再生可能エネルギーを用いた電気を差別化された財と考えている。個人は再生可能エネルギーに対して、化石燃料や原子力といった他のエネルギー源より、月当たり 1.26 アメリカドルの WTP を示している。ただし、再生可能エネルギーと化石燃料や原子力といった他のエネルギー源の間には差別化が見られるものの、太陽光や風力など様々な再生可能エネルギーの技術間では差別化はなく、完全代替であることも明らかにしている。

最後にコンジョイント分析以外の再生可能エネルギーに対する個人の選好に関する研究を取り上げる。Conte and Jacobsen(2016)は、アメリカの全電力会社のデータを使い、地域の電力会社を通じて、再生可能エネルギーで発電されたグリーンな電気をどのような家庭が購入しているかを実証分析している。その結果、個人の教育が購入に影響していることを明らかにしている。Inhoffen, Siemroth and Zahn(2019)では、太陽光パネルといった再生可能エネルギー発電設備の投資において、最小価格と個人の意思決定が社会的環境や相互関係に影響される場合、配分上の非効率を引き起こすことをドイツの家庭のデータを用いて明らかにしている。

3. 調査の内容とその結果

調査は 2019 年 2 月 21 日 (木) から 22 日 (金) にかけて実施した。Web アンケートを利用し、楽天インサイト株式会社に調査を委託した。日本での 2 大都市圏である関東と関

西エリア⁶に居住する合計 1000 サンプルの家庭を、各地域の人口でウエイト付けした。その結果、関東は 668 人、関西は 332 人となった。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や支持するエネルギー源など個人の意識に関する質問をした。

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 2 から 11 はエネルギーに対する意識調査をまとめている。まず、再生可能エネルギーへの関心と関連して、太陽光パネル、家庭用小型風力発電機、蓄電池、自家発燃料電池（ガスコージェネレーションシステム）に関する関心度も質問した。どの機器に対しても約半数が、関心がないと答えている。いずれもすでに持っている人は少ない。また、「関心があるがすぐに買いたいとは思わない」よりも「関心があるが、住宅などの都合上買えない」の方が特に太陽光パネルでは多く、何らかの方法で普及させる方法を考える必要があるように思われる。回答者のうち 40% が最もふさわしいエネルギー源として太陽光を挙げている。次に原子力が多く、19% である。2 番目にふさわしいエネルギー源では風力が最も多く、21% である。3 番目では地熱、バイオマスの割合が増える。一方で火力をふさわしいと考えている個人は少ない。総じて、再生エネルギーに対する関心は高いことが伺える。

将来重視するエネルギー問題については、約半数近くが安い電気・ガス料金の実現を最も重視すると答えている。電気・ガスの安定供給についても、26.4% が最も重視する、35.8% が 2 番目に重視すると答えている。一方で、節電や省エネの普及については、17.5% が 2 番目に重視する、30% が 3 番目に重視すると答えている。本研究のテーマである再生可能性エネルギーの普及については、13.2% が 2 番目に重視する、17.9% が 3 番目に重視すると答えているに過ぎない。「非常にそう思う」と「ややそう思う」を合わせて 47.2% が東日本大震災以降、電気料金が高くなったと感じている。「かなり意識するようになった」と「少し意識するようになった」を合わせて 77.6% あり、8 割近い人が東日本大震災後、節電・省エネを意識するようになったと答えている。CO₂削減に対する意識については、9 割以上が CO₂ は減らすべきと考えている。

適切だと思う将来の日本での原子力発電に対する依存度は 0% が 23.5% で最も多く、40～59% が 20.7%、20～39% が 20.3% である。適切だと思う将来の日本での再生可能エネルギーに対する依存度は、40～59% と答えた家庭が 27.7%、20～39% と答えた家庭が 25.2% と他と比べて多い。60～79% も 19.1% 存在する。再生可能エネルギーの普及について問題視することは、天候などに左右されるため、電力供給が不安定であることを問題視している家庭が 44.8% と最も多い。次に問題だと思うものは、太陽光パネルや家庭用風力発電機など機器の設置費用が高額であるため、電気料金が割高になることと答えている家

⁶ 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、奈良県である。

庭が 37.3%存在する。

表1 回答者の社会属性

		数	%
合計		1000	100
職業	会社員	595	59.5
	公務員	36	3.6
	学生	26	2.6
	無職（主婦（夫）、定年退職含む）	166	16.6
	自営業	60	6
	その他	117	11.7
年間所得	200万円未満	239	23.9
	200万円～399万円	218	21.8
	400万円～599万円	231	23.1
	600万円～799万円	134	13.4
	800万円～999万円	85	8.5
	1,000万円以上	93	9.3
最終学歴	中卒・高卒	224	22.4
	専門学校・短大卒	236	23.6
	大卒・大学院卒	530	53
	その他	10	1
家族構成 (複数回答可)	単身	224	22.4
	夫婦（同居、非同居含む）	430	43
	親あるいは祖父母と同居	180	18
	兄弟姉妹と同居	53	5.3
	子供あり（同居、非同居含む）6歳未満	157	15.7
	子供あり（同居、非同居含む）6～13歳未満	118	11.8
	子供あり（同居、非同居含む）13～19歳未満	96	9.6
	子供あり（同居、非同居含む）19歳以上	115	11.5
	その他	13	1.3
住居形態	1戸建（2世帯住宅含む）	413	41.3
	集合住宅（マンション、アパート、団地など）	545	54.5
	社宅、寮など	30	3
	その他	12	1.2

性別	男性	510	51
	女性	490	49
年齢 (値)	平均値	40.6	
	最小値	20	
	最大値	59	
年代	20代	212	21.2
	30代	241	24.1
	40代	307	30.7
	50代	240	24
居住地域	埼玉県	129	12.9
	千葉県	106	10.6
	東京都	268	26.8
	神奈川県	165	16.5
	関東	668	66.8
	滋賀県	25	2.5
	京都府	43	4.3
	大阪府	153	15.3
	兵庫県	91	9.1
	奈良県	20	2
	関西	332	33.2

表2 先端機器に対する関心度

	すでに持っている	関心がある今すぐにでも買いたい、買う予定である	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	合計
太陽光パネル	67	25	142	293	473	1000
	6.7	2.5	14.2	29.3	47.3	100
家庭用小型風力発電機	9	12	133	186	660	1000
	0.9	1.2	13.3	18.6	66	100
蓄電池	28	24	205	204	539	1000
	2.8	2.4	20.5	20.4	53.9	100

自家発燃料電池	15	23	144	190	628	1000
(ガスコージェネレーションシステム)	1.5	2.3	14.4	19	62.8	100

表3 2019年1月の電気使用料金、ガス使用料金

	電気		ガス	
	数	%	数	%
0円	15	1.5	112	11.2
2,000円未満	22	2.2	52	5.2
2,000円以上 4,000円未満	140	14	182	18.2
4,000円以上 6,000円未満	173	17.3	217	21.7
6,000円以上 8,000円未満	139	13.9	146	14.6
8,000円以上 1万円未満	163	16.3	136	13.6
1万円以上 1万5,000円未満	199	19.9	108	10.8
1万5,000円以上 2万円未満	83	8.3	30	3
2万円以上	66	6.6	17	1.7
合計	1000	100	1000	100

表4 将来のふさわしいエネルギー源（望ましい順に3つ）

	1番目		2番目		3番目	
	数	%	数	%	数	%
原子力	190	19	48	4.8	55	5.5
火力（石炭）	11	1.1	65	6.5	30	3
火力（天然ガス）	80	8	81	8.1	109	10.9
火力（石油）	20	2	51	5.1	39	3.9
水力	66	6.6	147	14.7	144	14.4
太陽光	404	40.4	164	16.4	114	11.4
風力	75	7.5	214	21.4	179	17.9
地熱	51	5.1	124	12.4	138	13.8
バイオマス	73	7.3	75	7.5	124	12.4
潮力・波力	26	2.6	31	3.1	64	6.4

その他	4	0.4	0	0	4	0.4
合計	1000	100	1000	100	1000	100

表5 将来重視するエネルギー問題（望ましい順に3つ）

	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	%
安い電気・ガス料金の実現	445	44.5	138	13.8	95	9.5
電気・ガスの安定供給	264	26.4	358	35.8	87	8.7
節電や省エネの普及	46	4.6	175	17.5	300	30
地球温暖化ガスの削減	78	7.8	120	12	170	17
再生可能エネルギーの普及	61	6.1	132	13.2	179	17.9
原子力発電の廃止	68	6.8	35	3.5	74	7.4
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	19	1.9	25	2.5	57	5.7
原子力発電の再稼働と促進	16	1.6	17	1.7	35	3.5
その他	3	0.3	0	0	3	0.3
合計	1000	100	1000	100	1000	100

表6 東日本大震災以降、電気料金が高くなったと感じるかどうか。

	数	%
非常にそう思う	169	16.9
ややそう思う	303	30.3
どちらとも言えない	378	37.8
あまりそう思わない	116	11.6
まったくそう思わない	34	3.4
合計	1000	100

表7 東日本大震災後、節電・省エネを意識するようになったか。

	数	%
かなり意識するようになった	197	19.7
少し意識するようになった	579	57.9
ほとんど意識しない	178	17.8
まったく意識しない	46	4.6

合計	1000	100
----	------	-----

表8 CO₂削減に対する意識

	数	%
さらに減らすべき	542	54.2
少し減らせばいい	363	36.3
減らす必要はない	70	7
増やしてもいい	25	2.5
合計	1000	100

表9 適切だと思う将来の日本での原子力発電に対する依存度

	数	%
100%	28	2.8
80%～99%	59	5.9
60%～79%	170	17
40%～59%	207	20.7
20%～39%	203	20.3
1%～19%	98	9.8
0%	235	23.5
合計	1000	100

表10 適切だと思う将来の日本での再生可能エネルギーに対する依存度

	数	%
100%	74	7.4
80%～99%	72	7.2
60%～79%	191	19.1
40%～59%	277	27.7
20%～39%	252	25.2
1%～19%	78	7.8
0%	56	5.6
合計	1000	100

表11 再生可能エネルギーの普及について問題視すること（2つ順に選択）

	もっとも問題だ	次に問題だと
--	---------	--------

	と思うもの		思うもの	
	数	%	数	%
太陽光パネルや風力発電機の設置による環境、景観の破壊	210	21	134	13.4
天候などに左右されるため、電力供給が不安定であること	448	44.8	350	35
太陽光パネルや家庭用風力発電機など機器の設置費用が高額であるため、電気料金が割高になる	243	24.3	373	37.3
その他	5	0.5	6	0.6
特に問題はない	94	9.4	137	13.7
合計	1000	100	1000	100

4. コンジョイント分析

本稿では、将来どのような再生可能エネルギー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⁷。コンジョイント分析とは個人に将来起こ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。本稿では使用するエネルギー源や料金、運営事業者などが変化したとき、個人はどのような選択をするか分析する。ここでの選択肢はさまざまな属性を持つ再生可能エネルギープランを想定している。つまり、家庭は将来、どのような属性を持つ再生可能エネルギープラン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。またCVMは選択実験ではない。ここ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つ選択してもらい選択実験を採用しているため、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

⁷ 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。

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、プロファイルを作成した。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 : 従来型のエネルギー源を使用する。使用するエネルギー源は主に化石燃料 (LNG、石炭、石油) であり、比率は 2016 年度の全国比率である原子力 2 %、化石燃料 83%、再生可能エネルギー 15% と仮定する。

選択肢 2 : 再生可能エネルギーを主に利用した電気を使用する。

選択肢 3 : 再生可能エネルギーを主に利用した電気を使用する。

選択肢 1 では従来型のエネルギー源を使用する。つまり使用するエネルギー源は主に化石燃料 (LNG、石炭、石油) である。比率は 2016 年度の全国比率である原子力 2 %、化石燃料 83%、再生可能エネルギー 15% と仮定する。選択肢 1 は現状のエネルギー構成となる⁸。選択肢 2、3 ではともに再生可能エネルギーを主に利用した電気を使用する。いずれも再生可能エネルギーの比率が現状より高くなる。

次に各選択肢の属性を説明する。属性として、使用する主なエネルギー源、1 か月当たり電気使用料金の増加、再生可能エネルギー比率、地域への経済効果として、新規雇用者数の増加、運営事業者、再生可能エネルギープログラムを選択することで得られる特典を考えた。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使用する主なエネルギー源

選択肢 1 で使用するエネルギー源は主に化石燃料 (LNG、石炭、石油) である。比率は、原子力 2 %、化石燃料 83%、再生可能エネルギー 15% を想定する。これは 2016 年度の全国比率である。選択肢 2 と 3 では、ある再生可能エネルギー (グリーンエネルギー) を主に使用する。再生可能エネルギーとして、太陽光、風力、燃料電池、バイオマスを考えた。使用する再生可能エネルギーについては回答者に長所と短所をあらかじめ説明した。次が回答者に伝えた説明の内容である。計量分析では、それぞれの再生可能エネルギーについてダミー変数を用いた。ただし、バイオマスをベースカテゴリーとした。

⁸ Bae and Rishi(2018)では、選択肢の 1 つを「どの再生エネルギープログラムも選択しない」、つまり opt-out を採用している。本稿では現状のエネルギー構成から将来的にどのように再生エネルギーを普及させるかを考えているので、選択肢 1 を現状のエネルギー構成とした。Yang, Solgaard and Haider(2016)では、現状維持バイアスを避けるため、すべての選択肢を再生可能エネルギー比率の高いプログラムにしている。

1. 太陽光：

日の当たる場所に太陽光パネルを設置し、太陽光から電気を作ります。日が当たる限り発電でき、発電時に騒音もなく、CO₂など地球温暖化ガスも発生させず、比較的長期間使用できます。一方で、太陽光パネルの設置に、広大な場所を必要とし、発電量が日照時間に左右され不安定であり、設置費用も比較的高く、台風や地震によって壊れるリスクもあります。また光でパネルが反射します。

2. 風力：

陸上あるいは洋上に風力発電機を設置し、風のエネルギーで電気を作ります。風があれば夜間でも発電でき、CO₂など地球温暖化ガスも発生させず、発電効率も高く、大規模発電できれば発電コストも大きく低下します。一方で、風力発電機が巨大であるため、広大な場所を必要とすること、発電時に騒音や振動を発生すること、発電量が風量に左右され不安定である問題があります。

3. 燃料電池（ガスコージェネレーション）：

水素と酸素を反応させて電気を作ります。CO₂など地球温暖化ガスを発生させず、エネルギー利用率も高く、騒音もない一方で設置費用が極めて高い割には、使用可能年数が10年以内と短い問題が指摘されています。再生可能エネルギーではないが、地球温暖化ガスを発生させないグリーンエネルギーと考えます。

4. バイオエネルギー：

木くずや生ごみなど動植物から作られる再生可能な有機性の資源から電気を作ります。CO₂の増加につながらない、カーボンニュートラルなエネルギー源であり、ごみの再利用にもつながります。一方で食用可能なものを燃料に利用し、食糧価格が暴騰する危険性があります。

② 1か月当たり電気使用料金の増加

選択肢1と比較して、再生可能エネルギーを主に使用する選択肢2と3では1か月当たりの電気使用料金が上昇する。料金は使用するエネルギー源の発電・設置コストや供給する事業者の経営状態に依存する。水準は、1000円増加、2000円増加、3000円増加、4000円増加、5000円増加を想定した。

③ 再生可能エネルギー比率

再生可能エネルギーの発電に占める使用比率を考えた。水準は、25%、50%、75%、100%を想定した。再生可能エネルギー以外のエネルギー源は化石燃料とした。選択肢1は2016年度実績を使用し、15%とした。

④ 地域への経済効果

再生可能エネルギーの発電施設ができることで、地域に雇用が生まれると考えた。発電施設で採用される新規雇用者数を考えた。水準は、10人、30人、50人、70人、100人を

想定した。地域に対する正の外部効果を計測するためである。この係数の符号が正で有意であると、個人は利他性があり、非金銭的インセンティブに反応すると考えられる。

⑤運営事業者

再生可能エネルギープログラムを運営し、電気を供給する事業者を考えた。日本では2016年4月以降、家庭部門を対象に電力供給が完全自由化されており、様々な事業者が電力を供給している。そのため、どのような事業者が再生可能エネルギーを主な発電源とする電力を供給しているかも家庭にとっては重要である。大手既存事業者、大手新規事業者、中小新規地域事業者のいずれかが供給すると考えた。選択肢1は従来型の手既存事業者を考えた。大手既存事業者とは、関西電力、東京電力など大手電力会社、大阪ガス、東京ガスなど大手都市ガス事業者といった以前より電気やガスを供給している事業者である。新規事業者とは、これまでエネルギーを扱ってこなかった事業者である。地域事業者とは、各家庭の居住地に拠点を置き活動している事業者である。地域に対する家庭の金銭的評価を考える。計量分析では、それぞれの事業者についてダミー変数を用いた。ただし、大手既存事業者をベースカテゴリーとする。

⑥特典

再生可能エネルギーを使用することで、ある特典が受けられると考えた。ここでは、税控除、居住市町村でのみ使用できる買い物クーポン券、居住市町村から表彰を受け、ホームページに名前が記載される、環境施設や自然公園への無料入場券を考える⁹。選択肢1では特典はないとした。これらの特典は家庭が金銭的インセンティブと非金銭的インセンティブに対してどのように反応するかを見るためである。税控除と居住市町村でのみ使用できる買い物クーポン券が金銭的インセンティブであり、ホームページに名前が記載される、環境施設や自然公園への無料入場券が非金銭的インセンティブである。ただし、金銭的インセンティブとして考えている買い物クーポン券は「居住市町村でのみ使用できる」としており、地域に対する貢献に個人は関心を持っているかを考える。計量分析では、それぞれの事業者についてダミー変数を用いた。ただし、「ホームページに名前が記載される」をベースカテゴリーとした。

各属性の水準は表12にまとめた。

表12 属性の水準

変数	水準
エネルギー源	太陽光、風力、燃料電池、バイオマス
1か月当たり電気使用料	1000円増加、2000円増加、3000円増加、4000円増加、

⁹ Bae and Rishi(2018)では、税控除、グリーンマイレージ、エコ・ラベリング、グリーンエネルギー公園への無料入場券を考えている。本稿では日本の家庭にとって分かりやすいものに変えている。

金の増加	5000 円増加
再生可能エネルギー比率	25%、50%、75%、100%
新規雇用者数	10 人、30 人、50 人、70 人、100 人
運営事業者	大手既存事業者、大手新規事業者、中小新規地域事業者
特典	税控除、居住市町村でのみ使用できる買い物クーポン券、居住市町村から表彰を受け、ホームページに名前が記載される、環境施設や自然公園への無料入場券

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、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組み合わせは排除した。非現実な例として、1 か月当たり電気使用料金の増加が小さいのに、再生可能エネルギー比率が 100% 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ぶ可能性がある。表 13 はプロフィールの例である。

表 13 プロファイル例

属性	選択肢 1	選択肢 2	選択肢 3
エネルギーの種類	化石燃料	バイオマス	太陽光
月当たり料金の増加	変化なし	1000 円増加	4000 円増加
再生可能エネルギー比率	15%	25%	25%
雇用者数の増加	0 人	70 人	30 人
運営事業者	大手既存事業者	中小地域新規事業者	大手既存事業者
特典	なし	税控除	自然公園入場券

表 13 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値を変えたものを 10 問答えてもらった。なおアンケートの対象年齢は 50 歳代までとしている。アンケートで子供の有無を聞いている。特に年齢の低い子供のいる家庭は将来のエネルギー源や環境問題に関心をもっていると考えられる。原子力や地球温暖化の原因となる化石燃料に反対し、再生可能エネルギーを評価する家庭が多いと思われる。あまりにも高齢の家庭を含めると、現在年齢の低い子供がいる可能性が少なくなるからである。

5. ランダムパラメーターロジットモデル

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。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(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。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¹⁰。

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。一方で使用する再生可能エネルギー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

¹⁰ 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。

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

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、各属性について支払い意思額 (WTP) を計測できる。WTP を計測することで、個人が各属性に対してどれぐらいの金銭的評価をしているかが分かる。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 は金銭的変数である。ここでは月当たり電気料金である。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 は金銭的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金銭的変数の係数パラメーターで割ることで求められる。

6. 推定結果

6.1 全サンプルによる分析

本節では推定結果の考察をする。推定にはランダムパラメーターロジットモデルを用いている。表 14 は全サンプルを用いた推定結果である。

表 14 推定結果

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値	有意性
ランダムパラメーター					
太陽光	0.16542	0.07832	2.11	0.0347	**
風力	-0.15045	0.10291	-1.46	0.1438	
燃料電池	-0.5871	0.08622	-6.81	0	***
再エネ比率	-0.00107	0.0018	-0.6	0.5513	
雇用者数	0.00326	0.00121	2.68	0.0073	***
大手新規事業者	0.15381	0.0622	2.47	0.0134	**
中小新規事業者	-0.01984	0.09095	-0.22	0.8273	
税控除	-0.06797	0.10699	-0.64	0.5252	
地域クーポン券	-0.38621	0.10666	-3.62	0.0003	***
無料入場券	-0.22147	0.12091	-1.83	0.067	*
非ランダムパラメーター					
月当たり電気料金	-0.00056	0.00002662	-20.97	0	***

定数項 1	-1.57691	0.16571	-9.52	0	***
定数項 2	-0.0463	0.07477	-0.62	0.5357	
標準偏差					
太陽光	1.4247	0.06631	21.49	0	***
風力	1.35296	0.09846	13.74	0	***
燃料電池	0.37944	0.1571	2.42	0.0157	**
再エネ比率	0.04123	0.00198	20.81	0	***
雇用者数	0.02312	0.00101	22.8	0	***
大手新規事業者	0.62559	0.07525	8.31	0	***
中小新規事業者	0.48912	0.11271	4.34	0	***
税控除	0.96063	0.06333	15.17	0	***
地域クーポン券	0.40086	0.14252	2.81	0.0049	***
無料入場券	0.04368	0.11551	0.38	0.7053	
マクファーデン決定係数	0.2255611				
対数尤度	-8508.0814				
サンプルサイズ	10000				

***: 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、月当たり電気料金の係数の符号は負で、有意水準 1% で有意である。月当たり電気料金が下がれば、その選択肢の選択確率が上昇する。再生可能エネルギーの普及には、再生可能エネルギーを使用した電気料金の低下が必要であることが分かる。

次に、各再生可能エネルギーの係数の符号と有意性を見る。それぞれの再生可能エネルギーに対してダミー変数を用いている。なお、バイオマスを基準カテゴリーとしている。そのため、係数の符号が正であれば、バイオマスと比較してその再生可能エネルギーが選好されることを示し、係数の符号が負であれば、バイオマスと比較してその再生可能エネルギーが選好されないことを示す。太陽光は係数の符号が正で、有意水準 5% で有意である。太陽光はバイオマスより有意に選好される。風力は係数の符号が負であるが、有意でない。風力とバイオマスの間には有意に選好の差がないことが分かる。燃料電池は係数の符号が負で、有意水準 1% で有意である。燃料電池はバイオマスより選好されないことが分かる。韓国で同様の分析を行った Bae and Rishi(2018)では、正で有意であった。日本と韓国では異なる結果を示した。その理由としては、日本では燃料電池はエネルギー源としてまだ知られておらず、高価なイメージがあるため、バイオマスと比べて選好されないという結果になったと思われる。一方でバイオマスは先のアンケート結果より、将来のふさわしいエネルギーとして最も望ましいと答えている人が数%しか存在しないものの、再生

可能エネルギーとして広く認知されているためであると考えられる。再生可能エネルギー比率は有意でなかった。再生可能エネルギー比率が増加することは、エネルギーの選択には影響しない。

雇用者数の係数の符号は正で、有意水準1%で有意であった。家庭は再生可能エネルギーの発電施設ができることで、地域の雇用者が増えることを歓迎しており、地域の経済に貢献するような再生可能エネルギー発電施設の建設を望んでいると考えられる。家庭には利他性があり、地域の正の経済効果をもたらすことが望ましいと考えていることが分かる。この結果は Bae and Rishi(2018)を始めとする先行研究とも同様の結果であった¹¹。

次に再生可能エネルギーを用いた電気を供給する事業者について見る。既存の地域大手事業者、大手新規事業者、地域の新規中小事業者の3種類の事業者を考える。それぞれの事業者にダミー変数を用いて推定している。既存の地域大手事業者を基準カテゴリーとしている。その結果、大手新規事業者に対しては、係数の符号は正で、有意水準5%で有意であった。家庭は既存の地域大手事業者より、大手新規事業者を選好することを示す。既存の地域大手事業者は電力供給の実績があり、供給の安定性は保証されるものの、家庭は新規事業者のサービスの内容や安い料金プランに期待していることを反映している可能性がある。あるいは2016年4月以降の電力・ガスの小売自由化後に新規に事業者が電力やガスの供給に参入していることもあり、家庭は新規事業者に対して好意的であるとも考えられる。ここでは主なエネルギー源として化石燃料を使用するとした選択肢1の電気供給者を既存の地域大手事業者としている。仮に家庭が化石燃料を支持しないということであれば、たとえ既存の地域大手事業者を選好していたとしても、化石燃料を支持せず、再生可能エネルギーを支持するという意向が強ければ、たとえ新規でも既存の地域大手事業者より、化石燃料を使わず、再生可能エネルギーを主に使用している大手新規事業者を選好するという結果になるとも考えられる。地域の中小新規事業者については、符号は負であるが、有意ではなかった。地域の中小新規事業者は、既存の地域大手事業者と比べて、選好に有意な差があるとは言えない。言い換えれば、地域の中小新規事業者でも、化石燃料を使わず、再生可能エネルギーを主なエネルギー源として使用していれば、大手の既存事業者に負けずに顧客を獲得できる可能性があることを示唆している。

¹¹ Bae and Rishi(2018)では、発電施設の自宅からの距離も属性として考えている。それは、風力発電は騒音や振動を発生すると言われ、負の外部効果が存在する。太陽光もパネルが反射するなど自宅の近くにあると様々な問題が生じる。地域の経済効果には期待するが、このような問題を避けるため、自宅の近くに発電施設があると困るというような負の外部効果を避けるような行動を計測している。その結果、係数の符号は負で、有意水準5%で有意であった。家庭は自宅近くの発電施設の建設を望んでいないことが分かる。本稿では他の属性を採用したため、採用できる属性数の制約もあり、自宅からの距離は採用しなかった。

最後に再生可能エネルギーを利用することによって得られる特典について考える。ここでは特典として、税控除、居住市町村のみで使用できる買い物クーポン券、居住市町村から表彰を受け、ホームページに名前が記載される、環境施設や自然公園への無料入場券を考えた。推定にはそれぞれの特典にダミー変数を用いた。「居住市町村から表彰を受け、ホームページに名前が記載される」を基準カテゴリーとした。税控除では金銭的インセンティブを計測し、「居住市町村でのみ使用できる買い物クーポン券」では、金銭的インセンティブを計測するが、地域への貢献も考える。「居住市町村から表彰を受け、ホームページに名前が記載される」では非金銭的インセンティブを計測する。「環境施設や自然公園への無料入場券」は金銭的インセンティブのように見えるが、環境施設や自然公園という環境問題に関心のある人以外にとっては、金銭的インセンティブとは言えないので、非金銭的インセンティブとして考える。その結果、税控除は有意でなかった。家庭は金銭的インセンティブには反応しないことを示す。地域クーポン券については、係数の符号は負で、有意水準1%で有意であった。家庭は表彰・名前記載といった非金銭的インセンティブと比べて、地域クーポン券を有意に選好しないと言える。環境施設や自然公園への無料入場券については、係数の符号は負で、有意水準10%であるが有意であった。家庭は表彰・名前記載といった非金銭的インセンティブと比べて、環境施設や自然公園への無料入場券を選好しないと言える。これらの結果より、家庭は金銭的インセンティブにはあまり反応しないことが分かる¹²。

ランダムパラメーターロジットモデルでは、個人の選好の多様性を知ることができる。選好の多様性や分布は、推定された標準偏差で見ることができる。その結果、特典の無料入場券以外はすべて有意であった。無料入場券以外は個人の選好がばらついている、つまり選好に多様性が見られることが分かる。

次に、各属性のパラメーターを価格変数である月当たり電気料金のパラメーターで割ることで、各属性に対する支払意思額（WTP）を計測した。WTPを計測することで、各家庭が各属性に月当たり追加的にいくら支払ってもよいと考えているかを知ることができる。表15はその結果である。

表15 支払意思額（WTP）

太陽光	295.3929
風力	-268.661
燃料電池	-1048.39
再エネ比率	-1.91071
雇用者数	5.821429

¹² Bae and Rishi(2018)では、グリーンマイレージは係数の符号が正で有意であるものの、その他については有意でないという結論を得ている。

大手新規事業者	274.6607
中小新規事業者	-35.4286
税控除	-121.375
地域クーポン券	-689.661
無料入場券	-395.482

家庭は太陽光に対して、追加的に月当たり 295 円支払ってもよいと考えていることが分かる。一方で、風力と燃料電池に対しては大きな負の評価をしている。特に燃料電池については、月当たり 1048 円安くならないと選択しない。大手新規事業者に対しても高い正の WTP を示しており、月当たり追加的に 275 円支払ってもよいと考えている。特典についてはいずれに対しても負の WTP を示している。つまり非金銭的インセンティブである表彰や名前掲載を最も評価している。雇用者数の WTP は 5.8 円と小さい。

先行研究の 1 つである Bae and Rishi(2018)では、再エネ比率の 2 乗項を用いている。それは、個人は再エネ比率が高ければ高いほど選好するのではなく、選択確率が最大になるある比率が存在し、それ以上に比率が上昇すると逆に選択確率が下がると考えているからである。つまり上に凸の 2 次関数を想定している。本稿でも試みた。再エネ比率の 2 乗項の係数が負で、1 次の項が正であれば、上に凸の 2 次関数となり、選択確率が最大になるある再エネ比率が存在することになる。表 16 は推定結果である。その結果、2 乗の項が正で有意、1 次の項が負で有意となった。この結果は Bae and Rishi(2018)とは逆になる。日本では選択確率が最小となる比率が存在し、それ以上に再エネ比率が上昇すると、選択確率は 2 乗に比例して増加することになる。なお、選択確率が最小となる比率は 50%となる。

表 16 推定結果：再エネ比率の 2 乗項含む

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値	有意性
ランダムパラメーター (平均値)					
太陽光	0.36953	0.07996	4.62	0	***
風力	-0.06569	0.10367	-0.63	0.5263	
燃料電池	-0.53786	0.08423	-6.39	0	***
再エネ比率	-0.043	0.0074	-5.81	0	***
再エネ比率 2 乗	0.00043	0.0000693	6.27	0	***
雇用者数	-0.00074	0.00134	-0.55	0.5789	
大手新規事業者	0.50251	0.08055	6.24	0	***
中小新規事業者	0.21364	0.09165	2.33	0.0198	**

税控除	0.11045	0.10847	1.02	0.3086	
地域クーポン券	-0.5545	0.10843	-5.11	0	***
無料入場券	0.08201	0.12652	0.65	0.5169	
非ランダムパラメーター					
月当たり電気料金	-0.00053	0.00002651	-19.88	0	***
定数項 1	-1.39067	0.16197	-8.59	0	***
定数項 2	0.19011	0.08208	2.32	0.0206	**
標準偏差					
太陽光	1.3921	0.07642	18.22	0	***
風力	1.16421	0.10183	11.43	0	***
燃料電池	0.15356	0.24451	0.63	0.53	
再エネ比率	0.04203	0.0024	17.52	0	***
再エネ比率 2 乗	0.00001775	0.00002184	0.81	0.4164	
雇用者数	0.0245	0.00114	21.46	0	***
大手新規事業者	0.61846	0.07323	8.45	0	***
中小新規事業者	0.04419	0.15946	0.28	0.7817	
税控除	0.92735	0.06322	14.67	0	***
地域クーポン券	0.32649	0.14102	2.32	0.0206	**
無料入場券	0.15919	0.12156	1.31	0.1904	
マクファーデン決定係数	0.2242319				
対数尤度	-8522.6839				
サンプルサイズ	10000				

***: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)

表 17 は、各再生エネルギーと再エネ比率の交差項を加えて推定した結果である。その結果により、どの再生可能エネルギーの比率の上昇を個人が選好するかを知ることができる。

表 17 推定結果：各再生エネルギーと再エネ比率の交差項を含む

変数名	係数	標準誤差	z 値	p 値	有意性
ランダムパラメーター (平均値)					
太陽光	0.00933	0.17392	0.05	0.9572	

風力	-0.87684	0.36927	-2.37	0.0176	**
燃料電池	-0.62364	0.31517	-1.98	0.0478	**
再エネ比率	-0.00377	0.00407	-0.93	0.3547	
太陽光×再エネ比率	0.00199	0.00344	0.58	0.564	
風力×再エネ比率	0.01637	0.0082	2	0.0458	**
燃料電池×再エネ比率	-0.00263	0.00618	-0.43	0.6701	
雇用者数	0.00281	0.00202	1.39	0.1648	
大手新規事業者	0.12218	0.07497	1.63	0.1031	
中小新規事業者	-0.3005	0.13766	-2.18	0.029	**
税控除	-0.04937	0.11376	-0.43	0.6643	
地域クーポン券	-0.25858	0.11908	-2.17	0.0299	**
無料入場券	-0.30619	0.15409	-1.99	0.0469	**
非ランダムパラメーター					
月当たり電気料金	-0.00058	0.00002757	-20.87	0	***
定数項 1	-1.79337	0.20868	-8.59	0	***
定数項 2	-0.02684	0.09108	-0.29	0.7683	
標準偏差					
太陽光	1.35895	0.07113	19.11	0	***
風力	1.21997	0.11498	10.61	0	***
燃料電池	0.32884	0.14249	2.31	0.021	**
再エネ比率	0.0423	0.00212	19.97	0	***
太陽光×再エネ比率	0.00309	0.00232	1.33	0.1842	
風力×再エネ比率	0.0087	0.00363	2.4	0.0164	**
燃料電池×再エネ比率	0.00404	0.00335	1.21	0.228	
雇用者数	0.02287	0.00102	22.33	0	***
大手新規事業者	0.59279	0.08284	7.16	0	***
中小新規事業者	0.01464	0.14406	0.1	0.919	
税控除	0.99178	0.0648	15.31	0	***
地域クーポン券	0.18198	0.15538	1.17	0.2415	
無料入場券	0.17212	0.11059	1.56	0.1196	
マクファーデン決定係数	0.223302				
対数尤度	-8532.9				
サンプルサイズ	10000				

***: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）

風力と再エネ比率の交差項のみが係数が正で有意である。風力の比率が上昇すると、選好が上がる可能性がある。太陽光と燃料電池の再エネ比率との交差項が有意でない。太陽光と燃料電池については、その比率の上昇とは選好に関係ない。

6.2 サブサンプルによる分析

本小節では、個人の社会的属性やエネルギーに対する意識の違いにより、どのように選好が異なるかを計測する。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。

6.2.1 子供の有無による違い

まずは、13 歳未満の子供がいる家庭といない家庭で、再生可能エネルギーに対する選好がどのように異なるかを見る。小さい子供がいる家庭では、将来の環境問題に対する関心が高く、再生可能エネルギーに対する選好も高いと思われる。また利他性もあると思われる。表 18 は推定結果である。

表 18 推定結果：13 歳未満の子供の有無による違い

変数名	子供（13 歳未満）あり			子供（13 歳未満）なし		
	係数	p 値	有意性	係数	p 値	有意性
ランダムパラメーター（平均値）						
太陽光	0.28604	0.0795	*	0.20004	0.0237	**
風力	-0.19255	0.3631		-0.19341	0.0913	
燃料電池	-0.54384	0.0034	***	-0.58836	0	***
再エネ比率	0.00392	0.2672		0.00089	0.6906	
雇用者数	0.00408	0.1125		0.00229	0.0933	*
大手新規事業者	0.02634	0.838		0.20931	0.0028	***
中小新規事業者	0.19193	0.3003		-0.03401	0.7434	
税控除	0.11094	0.6084		-0.09321	0.4339	
地域クーポン券	-0.26029	0.2429		-0.44376	0.0003	***
無料入場券	-0.05121	0.835		-0.23133	0.0872	*
非ランダムパラメーター						

月当たり電気料金	-0.00055	0	***	-0.00054	0	***
定数項 1	-1.38176	0	***	-1.52106	0	***
定数項 2	-0.09513	0.536		-0.02554	0.7619	
標準偏差						
太陽光	1.4747	0	***	1.25751	0	***
風力	1.17046	0	***	1.11189	0	***
燃料電池	0.64714	0.0132	**	0.18661	0.6451	
再エネ比率	0.03394	0	***	0.04217	0	***
雇用者数	0.02567	0	***	0.02227	0	***
大手新規事業者	0.64994	0	***	0.54864	0	***
中小新規事業者	0.21182	0.4164		0.52213	0	***
税控除	0.84336	0	***	0.7898	0	***
地域クーポン券	0.49084	0.0276	**	0.53238	0.0012	***
無料入場券	0.05952	0.7735		0.13656	0.3633	
マクファーデン決定係数	0.218769			0.222281		
対数尤度	-2016.93			-6536.25		
サンプルサイズ	2350			7650		

***：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)

ともに月当たり電気料金の係数の符号が負で、有意水準 1% で有意である。13 歳未満の子供の有無に関わらず、料金の安い電気を選好する。太陽光についてはともに符号が正で有意、燃料電池は負で有意である。13 歳未満の子供の有無に関わらず、バイオマスと比較して、太陽光を選好し、燃料電池は選好しない。風力はともに有意でなかった。バイオマスと風力には選好に差がないことが分かる。再エネ比率はともに有意でない。再生可能エネルギーの選好に関しては、13 歳未満の子供の有無は関係しない。地域の雇用者数の増加は、13 歳未満の子供がいない家庭では、正で有意であるものの、13 歳未満の子供がいる家庭では有意でなかった。13 歳未満の子供がいる家庭では、地域の雇用者数が増加することが、エネルギーの選択には影響しないことが分かる。13 歳未満の子供がいる家庭では、地域で使えるクーポン券と自然公園や環境施設への無料入場券が有意でないものの、13 歳未満の子供がいない家庭では、負で有意であった。13 歳未満の子供がいる家庭では、表彰や市のホームページに名前が掲載されることと比べて、地域で使えるクーポン券と自然公園や環境施設への無料入場券は選択に影響を与えないが、13 歳未満の子供がいない家庭で

は、有意に選好されない。

次に WTP を比較する。表 19 は両グループの WTP である。

表 19 WTP：13 歳未満の子供の有無による違い

属性	子供（13 歳未満） あり	子供（13 歳未満） なし
太陽光	520.073	370.444
風力	-350.09	-358.17
燃料電池	-988.8	-1089.6
再エネ比率	7.12727	1.64815
雇用者数	7.41818	4.24074
大手新規事業者	47.8909	387.611
中小新規事業者	348.964	-62.981
税控除	201.709	-172.61
地域クーポン券	-473.25	-821.78
無料入場券	-93.109	-428.39

13 歳未満の子供がいる家庭では、太陽光の WTP がいない家庭と比べて高く、再エネ比率の WTP も少し高い。子供ありの家庭では中小新規事業者に対する WTP が、子供なしの家庭が負であるのに対し、正で高い。一方で、大手新規事業者に対する WTP は 13 歳未満の子供がいない家庭では高い。子供ありの家庭では、税控除の WTP も正である。

次は子供の年齢を限定せず、子供ありの家庭を対象に推定したところ、太陽光については正で有意であったが、再エネ比率については有意にはならなかった。13 歳未満の子供がいる家庭に限定した場合と比較して、結果に大きな違いは見られなかった。

表 20 推定結果：子供あり（年齢は限定しない）

変数名	係数	p 値	有意性
ランダムパラメーター（平均値）			
太陽光	0.26606	0.0353	**
風力	-0.26272	0.131	
燃料電池	-0.71734	0	***
再エネ比率	0.00418	0.1366	
雇用者数	0.00385	0.0507	*
大手新規事業者	0.16987	0.094	*
中小新規事業者	0.05318	0.7114	

税控除	-0.17605	0.3124	
地域クーポン券	-0.55048	0.0013	***
無料入場券	-0.34662	0.0763	*
非ランダムパラメーター			
月当たり電気料金	-0.00061	0	***
定数項 1	-1.86485	0	***
定数項 2	-0.02912	0.8085	
標準偏差			
太陽光	1.44626	0	***
風力	1.35506	0	***
燃料電池	0.32778	0.2737	
再エネ比率	0.03886	0	***
雇用者数	0.02547	0	***
大手新規事業者	0.70318	0	***
中小新規事業者	0.34202	0.0376	**
税控除	0.97065	0	***
地域クーポン券	0.54345	0.0356	**
無料入場券	0.42729	0.0018	***
マクファーデン決定係数	0.233205		
対数尤度	-3369.64		
サンプルサイズ	4000		

***：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)

表 21 WTP：子供あり（年齢は限定しない）

太陽光	436.1639
風力	-430.689
燃料電池	-1175.97
再エネ比率	6.852459
雇用者数	6.311475
大手新規事業者	278.4754
中小新規事業者	87.18033
税控除	-288.607

地域クーポン券	-902.426
無料入場券	-568.23

6.2.2 年齢層による違い

次は、年齢層での違いを見る。平均年齢が40.6歳であったため、39歳以下を若年層、40歳以上を高年層とした。表22はそれぞれの推定結果である。

表22 推定結果：年齢層による違い

変数名	若年層			高年層		
	係数	p値	有意性	係数	p値	有意性
ランダムパラメーター (平均値)						
太陽光	0.22796	0.036	*	0.21993	0.048	**
風力	-0.293	0.0534	*	-0.1065	0.453	
燃料電池	-0.4695	0.0002	***	-0.7388	0	***
再エネ比率	0.0031	0.206		0.00262	0.315	
雇用者数	0.00417	0.0135	**	0.00319	0.08	*
大手新規事業者	0.05385	0.5423		0.34074	0.00001	***
中小新規事業者	-0.0231	0.8588		0.03662	0.772	
税控除	0.19416	0.2037		-0.2681	0.075	*
地域クーポン券	-0.1377	0.3675		-0.6758	0	***
無料入場券	-0.0995	0.57		-0.3886	0.022	**
非ランダムパラメーター						
月当たり電気料金	-0.0005	0	***	-0.0006	0	***
定数項1	-1.1865	0	***	-1.9405	0	***
定数項2	-0.0201	0.8506		-0.0892	0.398	
標準偏差						
太陽光	1.21672	0	***	1.6039	0	***
風力	1.36378	0	***	1.40803	0	***
燃料電池	0.42835	0.0524	*	0.4347	0.019	**
再エネ比率	0.03748	0	***	0.04497	0	***
雇用者数	0.02052	0	***	0.02442	0	***
大手新規事業者	0.65861	0	***	0.6412	0	***

中小新規事業者	0.41844	0.0226		0.43369	0.015	**
税控除	0.93796	0	***	1.01276	0	***
地域クーポン券	0.5207	0.0028	***	0.42504	0.016	**
無料入場券	0.36004	0.0249	**	0.14043	0.369	
マクファーデン決定係数	0.19845			0.24994		
対数尤度	-3989.1			-4507.4		
サンプルサイズ	4530			5470		

***：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）

若年層、高年層ともに、月当たり電気料金の係数の符号は負で有意であった。若年層、高年層ともに、太陽光は正で有意、燃料電池は負で有意であるが、若年層では、風力が負で有意水準10%であるが、有意であった。若年層ではバイオマスと比較して、風力を選好しない。地域の雇用者数は、若年層、高年層ともに正で有意である。一方で、税控除、地域で使えるクーポン券、自然公園や環境施設への無料入場券については、若年層では有意でないものの、高年層では負で有意である。高年層は、表彰されることよりも税控除、地域で使えるクーポン券、自然公園や環境施設への無料入場券を選好しないことが分かる。あるいは、表彰や名前が掲載されることを選好する。次の表23は両グループのWTPである。

表23 WTP：年齢層による違い

属性	若年層	高年層
太陽光	465.224	349.095
風力	-597.878	-169
燃料電池	-958.082	-1172.7
再エネ比率	6.32653	4.15873
雇用者数	8.5102	5.06349
大手新規事業者	109.898	540.857
中小新規事業者	-47.1837	58.127
税控除	396.245	-425.51
地域クーポン券	-281.02	-1072.7
無料入場券	-202.98	-616.86

若年層では太陽光のWTPが少し高い。高年層で大手新規事業者のWTPが若年層と比

べて大きいのが特徴である。税控除については、若年層でプラスの WTP である一方、高年層ではマイナスである。

6.2.3 教育水準による違い

次は教育水準の違いによる選好の違いを見る。大学・大学院卒業を高学歴グループ、それ以外を低学歴グループとした。表 24 は推定結果である。

表 24 推定結果：教育水準による違い

変数名	高学歴			低学歴		
	係数	p 値	有意性	係数	p 値	有意性
ランダムパラメーター (平均値)						
太陽光	0.04353	0.6744		0.36799	0.0014	***
風力	-0.49938	0.0004	***	-0.0116	0.9396	
燃料電池	-0.53161	0	***	-0.6666	0	***
再エネ比率	0.00224	0.3331		0.00134	0.6245	
雇用者数	0.00247	0.1548		0.00238	0.1773	
大手新規事業者	0.07966	0.3484		0.29933	0.0011	***
中小新規事業者	-0.01321	0.914		0.00847	0.95	
税控除	0.06275	0.6688		-0.1711	0.2827	
地域クーポン券	-0.31183	0.03	**	-0.5055	0.0014	***
無料入場券	-0.15759	0.3423		-0.3143	0.0765	*
非ランダムパラメーター						
月当たり電気料金	-0.00048	0	***	-0.0007	0	***
定数項 1	-1.41437	0	***	-1.8417	0	***
定数項 2	0.0169	0.8685		-0.0941	0.3988	
標準偏差						
太陽光	1.3604	0	***	1.47614	0	***
風力	1.30854	0	***	1.55531	0	***
燃料電池	0.02984	0.8967		0.37719	0.1833	
再エネ比率	0.03351	0	***	0.03853	0	***
雇用者数	0.02696	0	***	0.02183	0	***
大手新規事業者	0.691	0	***	0.61768	0	***

中小新規事業者	0.38869	0.0119	**	0.58522	0.0146	**
税控除	1.02797	0	***	1.05829	0	***
地域クーポン券	0.28225	0.1698		0.45106	0.0072	***
無料入場券	0.2916	0.0412	**	0.30663	0.0639	*
マクファーデン決定係数	0.22797			0.22975		
対数尤度	-4495.28			-3977.2		
サンプルサイズ	5300			4700		

***：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）

高学歴な家庭では、太陽光は有意でないが、低学歴な家庭では正で有意である。低学歴な家庭ではバイオマスと比較して太陽光を選好するが、高学歴な家庭では太陽光を選好しない。高学歴な家庭では、風力と燃料電池がともに負で有意である。高学歴な家庭は、バイオマスと比較して、風力や燃料電池を選好しないことが分かる。雇用者数はともに有意でない。これは全サンプルの分析とは異なる。低学歴な家庭では大手新規事業者を選好している。次は両グループのWTPを見る。表25は両グループのWTPである。

表25 WTP：教育水準による違い

属性	高学歴	低学歴
太陽光	90.6875	566.1385
風力	-1040.4	-17.9077
燃料電池	-1107.5	-1025.52
再エネ比率	4.66667	2.061538
雇用者数	5.14583	3.661538
大手新規事業者	165.958	460.5077
中小新規事業者	-27.521	13.03077
税控除	130.729	-263.2
地域クーポン券	-649.65	-777.615
無料入場券	-328.31	-483.585

低学歴な家庭では太陽光のWTPが大きく、太陽光に対して月当たり追加で566円支払う意思があることを示している。低学歴な家庭では、大手新規事業者に対するWTPも大きい。

6.2.4 居住地による違い

次は関東と関西に住む人によって選好に違いがあるかを見る。表 26 は推定結果である。

表 26 推定結果：関東在住と関西在住の違い

変数名	関東			関西		
	係数	p 値	有意性	係数	p 値	有意性
ランダムパラメーター (平均値)						
太陽光	0.24848	0.0073	***	0.22113	0.1178	
風力	-0.18969	0.14		-0.3423	0.0621	*
燃料電池	-0.63203	0	***	-0.5524	0.0003	***
再エネ比率	0.0001	0.9625		0.00518	0.091	*
雇用者数	0.00324	0.0297	**	0.00207	0.3088	
大手新規事業者	0.16838	0.0318	**	0.22972	0.025	**
中小新規事業者	0.16863	0.1214		-0.2652	0.0974	*
税控除	-0.14274	0.2775		0.08865	0.6348	
地域クーポン券	-0.47123	0.0003	***	-0.371	0.0501	**
無料入場券	-0.22742	0.1219		-0.2606	0.2221	
非ランダムパラメーター						
月当たり電気料金	-0.00054	0	***	-0.0006	0	***
定数項 1	-1.56037	0	***	-1.4826	0	***
定数項 2	-0.14532	0.1157		0.17977	0.1621	
標準偏差						
太陽光	1.2093	0	***	1.72808	0	***
風力	1.34335	0	***	1.48372	0	***
燃料電池	0.2505	0.2246		0.43054	0.0963	*
再エネ比率	0.04212	0	***	0.04128	0	***
雇用者数	0.02459	0	***	0.01978	0	***
大手新規事業者	0.78194	0	***	0.1602	0.3279	***
中小新規事業者	0.19624	0.1793	**	0.57746	0.0003	***
税控除	0.9738	0	***	0.90619	0	***
地域クーポン券	0.49943	0.0064	***	0.68982	0.0006	***

無料入場券	0.01379	0.9205		0.42949	0.0057	***
マクファーデン決定係数	0.2318798			0.22098		
対数尤度	-5637.027			-2841.4		
サンプルサイズ	6680			3320		

***：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)

太陽光の係数の符号が、関東では正で有意であるのに対し、関西では有意でない。関東ではバイオマスと比べて、太陽光が選好されるのに対し、関西では太陽光は選好されない。燃料電池の係数の符号は関東、関西とも負で、有意である。関東、関西とも燃料電池はバイオマスと比べて選好されない。風力は関東、関西とも係数の符号は負であるが、関東では有意でないのに対し、関西では有意水準 10% であるが有意である。関西では風力はバイオマスと比べてそれほど選好されない。再エネ比率は、関西では有意水準 10% ではあるが、係数が正で有意である。関西では再エネ比率の上昇を選好している。関東では、地域の雇用者数の増加が正で有意なのに対し、関西では有意でない。関東では、地域の雇用が増えることを歓迎しているが、関西では地域の雇用が増えることはエネルギーの選択には関係しない。両地域とも大手新規事業者を評価している。また地域のみで使える買い物クーポン券を評価していない。次の表 27 は WTP である。

表 27 WTP：関東と関西の比較

属性	関東	関西
太陽光	460.1481	374.7966
風力	-351.278	-580.22
燃料電池	-1170.43	-936.339
再エネ比率	0.185185	8.779661
雇用者数	6	3.508475
大手新規事業者	311.8148	389.3559
中小新規事業者	312.2778	-449.559
税控除	-264.333	150.2542
地域クーポン券	-872.648	-628.831
無料入場券	-421.148	-441.712

再エネ比率の WTP が関西では大きい。税控除は関東では負なのに対し、関西では正である。

6.2.5 年間所得による違い

次は、高所得者層と低所得者層で選好を比較する。ここでは年間所得が 600 万円未満を低所得層、600 万円以上を高所得層とした。

表 28 推定結果：高所得層と低所得層の違い

変数名	高所得層			低所得層		
	係数	p 値	有意性	係数	p 値	有意性
ランダムパラメーター (平均値)						
太陽光	0.06993	0.6207		0.28302	0.0019	***
風力	-0.26185	0.1569		-0.17604	0.1593	
燃料電池	-0.65551	0.0001	***	-0.61171	0	***
再エネ比率	0.0026	0.4127		0.0035	0.0931	*
雇用者数	0.00226	0.3242		0.00232	0.1131	
大手新規事業者	0.1316	0.2384		0.21614	0.0037	***
中小新規事業者	0.15896	0.3332		-0.0282	0.7929	
税控除	0.10339	0.5856		-0.13633	0.2863	
地域クーポン券	-0.45653	0.0247	**	-0.41661	0.001	***
無料入場券	0.02296	0.9178		-0.3255	0.0245	**
非ランダムパラメーター						
月当たり電気料金	-0.0005	0	***	-0.00057	0	***
定数項 1	-1.38108	0	***	-1.62449	0	***
定数項 2	-0.05897	0.6648		-0.06523	0.4657	
標準偏差						
太陽光	1.59195	0	***	1.27099	0	***
風力	1.33303	0	***	1.42553	0	***
燃料電池	0.8637	0.0002	***	0.14055	0.6851	
再エネ比率	0.04306	0	***	0.03798	0	***
雇用者数	0.02593	0	***	0.02256	0	***
大手新規事業者	0.50983	0.0073	***	0.63369	0	***
中小新規事業者	0.55367	0.0057	***	0.40471	0.001	***
税控除	0.34149	0.0247	**	0.94634	0	***

地域クーポン券	0.77081	0	***	0.43546	0.0048	***
無料入場券	0.17549	0.2597		0.27757	0.0273	**
マクファーデン決定係数	0.234385			0.219668		
対数尤度	-2624.28			-5898.1		
サンプルサイズ	3120			6880		

***：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）

高所得者層では、太陽光が有意ではないのに対し、低所得者層では、正で有意である。高所得者層はバイオマスと比べて太陽光を評価していないのに対し、低所得者層は太陽光を評価している。年間所得に関わらず風力は有意でなく、燃料電池は負で有意である。バイオマスと比較して、風力は選択に影響せず、燃料電池は選好されない。地域の雇用者数の増加は、年間所得に関わらず有意でない。低所得者層では大手新規事業者を選好している。次はWTPの比較である。地域クーポン券は年間所得に関わらず選好されない。無料入場券は低所得者層では選好されない。次の表29はWTPである。

表29 WTP：高所得層と低所得層の違い

属性	高所得層	低所得層
太陽光	139.86	496.5263
風力	-523.7	-308.842
燃料電池	-1311.02	-1073.18
再エネ比率	5.2	6.140351
雇用者数	4.52	4.070175
大手新規事業者	263.2	379.193
中小新規事業者	317.92	-49.4737
税控除	206.78	-239.175
地域クーポン券	-913.06	-730.895
無料入場券	45.92	-571.053

太陽光のWTPが年間所得により大きく異なる。高所得層では約140円なのに対し、低所得層では500円近くもある。

6.2.6 電気料金支出による違い

次に、2019年1月での1か月間の電気料金支出が多い家庭と少ない家庭でどのように異なるかを見た。ここでは、6000円未満を低支出家庭、6000円以上を高支出家庭とした。表30は推定結果である。

表30 推定結果：1か月間の電気料金支出による違い

変数名	高支出			低支出		
	係数	p値	有意性	係数	p値	有意性
ランダムパラメーター (平均値)						
太陽光	0.12057	0.292		0.26291	0.0143	**
風力	-0.07326	0.6035		-0.26159	0.0713	*
燃料電池	-0.46168	0.0001	***	-0.72308	0	***
再エネ比率	-0.00013	0.9624		0.00254	0.2957	
雇用者数	0.00231	0.1874		0.00277	0.1087	
大手新規事業者	0.10285	0.236		0.22896	0.0089	***
中小新規事業者	-0.02549	0.8476		-0.05786	0.6407	
税控除	-0.05963	0.6932		-0.04307	0.7755	
地域クーポン券	-0.39056	0.0093	***	-0.36676	0.012	**
無料入場券	-0.09569	0.5706		-0.33252	0.0507	*
非ランダムパラメーター						
月当たり電気料金	-0.00057	0	***	-0.00055	0	***
定数項1	-1.64603	0	***	-1.51544	0	***
定数項2	-0.08984	0.3899		0.02007	0.8485	
標準偏差						
太陽光	1.52256	0	***	1.30105	0	***
風力	1.28602	0	***	1.37047	0	***
燃料電池	0.28264	0.1692		0.30462	0.2209	
再エネ比率	0.04447	0	***	0.03737	0	***
雇用者数	0.02192	0	***	0.02348	0	***
大手新規事業者	0.49924	0.001	***	0.60268	0	***
中小新規事業者	0.74173	0	***	0.16391	0.2274	
税控除	0.98682	0	**	0.97628	0	***
地域クーポン券	0.09402	0.8477		0.30692	0.1988	
無料入場券	0.06692	0.7747		0.16802	0.35	

マクファーデン決定係数	0.233006			0.219176		
対数尤度	-4305.83			-4194.75		
サンプルサイズ	5110			4890		

***：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)

電気料金支出が少ない家庭では、太陽光が正で有意なのに対し、電気料金支出が多い家庭では有意でない。電気料金支出が少ない家庭の方が、バイオマスと比べて太陽光を選好している。また電気料金支出が少ない家庭では大手既存事業者よりも大手新規事業者が選好されている。

表 31 WTP：1 か月間の電気料金支出による違い

属性	高支出	低支出
太陽光	211.5263	478.0182
風力	-128.526	-475.618
燃料電池	-809.965	-1314.69
再エネ比率	-0.22807	4.618182
雇用者数	4.052632	5.036364
大手新規事業者	180.4386	416.2909
中小新規事業者	-44.7193	-105.2
税控除	-104.614	-78.3091
地域クーポン券	-685.193	-666.836
無料入場券	-167.877	-604.582

電気料金支出が少ない家庭の方が、多い家庭より太陽光と大手新規事業者の WTP が高い。

6.2.7 電気料金に対する認識による違い

次は、東日本大震災以降、電気料金が高くなったと感じているか、そうでないかで選好の違いを見た。「非常にそう思う」、「ややそう思う」と答えた家庭を高料金グループ、「どちらとも言えない」、「あまりそう思わない」、「まったくそう思わない」と答えた家庭を低料金グループとする。表 32 は推定結果である。

表 32 推定結果：電気料金に対する認識の違いによる選好の違い

変数名	高料金			低料金		
	係数	p 値	有意性	係数	p 値	有意性
ランダムパラメーター (平均値)						
太陽光	0.10874	0.3603		0.23681	0.02	**
風力	-0.34465	0.0223	**	-0.09026	0.5334	
燃料電池	-0.52056	0.0001	***	-0.70186	0	***
再エネ比率	-0.00177	0.5397		0.00421	0.0751	*
雇用者数	-0.00057	0.7713		0.00269	0.1002	
大手新規事業者	0.07615	0.4144		0.28498	0.0005	***
中小新規事業者	0.00782	0.9551		0.00238	0.9843	
税控除	0.19952	0.201		-0.2541	0.0849	*
地域クーポン券	-0.22119	0.1593		-0.60272	0	***
無料入場券	0.06044	0.7308		-0.49183	0.0031	***
非ランダムパラメーター						
月当たり電気料金	-0.00052	0	***	-0.0006	0	***
定数項 1	-1.24823	0	***	-1.89268	0	***
定数項 2	0.0513	0.6426		-0.1546	0.1301	
標準偏差						
太陽光	1.53468	0	***	1.30809	0	***
風力	1.0244	0	***	1.51406	0	***
燃料電池	0.38982	0.1734		0.55442	0.0007	***
再エネ比率	0.04231	0	***	0.03803	0	***
雇用者数	0.02442	0	***	0.0213	0	***
大手新規事業者	0.67516	0	***	0.53714	0	***
中小新規事業者	0.59297	0.0003	***	0.21806	0.2185	
税控除	1.00345	0	***	0.88231	0	***
地域クーポン券	0.53803	0.0005	***	0.46398	0.0124	**
無料入場券	0.04572	0.8201		0.18748	0.2071	
マクファーデン決定係数	0.251111			0.206633		
対数尤度	-3883.33			-4602.07		

サンプルサイズ	4720			5280		
---------	------	--	--	------	--	--

***：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）

料金が高くなったとっていない家庭は、高くなっていると思っている家庭と比較して、太陽光を選好している。さらに、大手新規事業者を選好し、税控除、地域クーポン券、無料入場券を選好しない。つまり、非金銭的インセンティブである表彰をされることやホームページに名前が記載させることを選好する。

表 33 WTP：電気料金に対する認識の違いによる選好の違い

属性	高料金	低料金
太陽光	209.1154	394.6833
風力	-662.788	-150.433
燃料電池	-1001.08	-1169.77
再エネ比率	-3.40385	7.016667
雇用者数	-1.09615	4.483333
大手新規事業者	146.4423	474.9667
中小新規事業者	15.03846	3.966667
税控除	383.6923	-423.5
地域クーポン券	-425.365	-1004.53
無料入場券	116.2308	-819.717

電気料金が高くなったと感じていない家庭では、太陽光のWTPがそうでない家庭に比べて若干高く、大手新規事業者に対するWTPが正で大きい。再エネ比率に対するWTPが、高くなったと感じている家庭とは違い正である。

6.2.8 節電意識の違いによる違い

次は、東日本大震災後、節電や省エネを意識したかどうかの違いによる選好の違いを見る。「かなり意識するようになった」、「少し意識するようになった」と答えた家庭を節電意識グループ、「ほとんど意識しない」、「まったく意識しない」と答えた家庭を節電意識しないグループとした。表 34 は推定結果である。

表 34 推定結果：節電意識の違いによる選好の違い

変数名	節電意識			節電意識しない		
	係数	p 値	有意性	係数	p 値	有意性
ランダムパラメーター (平均値)						
太陽光	0.1619	0.0664	**	0.39025	0.014	**
風力	-0.3035	0.0088	***	0.10217	0.6365	
燃料電池	-0.62151	0	***	-0.38714	0.0356	**
再エネ比率	0.00154	0.4485		-0.00728	0.1549	
雇用者数	0.00223	0.1025		0.00106	0.6884	
大手新規事業者	0.17014	0.014	*	0.13224	0.3253	
中小新規事業者	-0.11116	0.2783		0.27174	0.149	
税控除	-0.04792	0.6889		-0.12963	0.5572	
地域クーポン券	-0.36106	0.0023	***	-0.39786	0.0849	*
無料入場券	-0.20388	0.1344		-0.2144	0.3879	
非ランダムパラメーター						
月当たり電気料金	-0.00058	0	***	-0.00044	0	***
定数項 1	-1.80248	0	***	-0.60192	0.0737	*
定数項 2	0.02033	0.8079		-0.18669	0.2336	
標準偏差						
太陽光	1.37035	0	***	1.02839	0	***
風力	1.29385	0	***	1.15987	0	***
燃料電池	0.10624	0.723		0.19264	0.6739	
再エネ比率	0.03933	0	***	0.05191	0	***
雇用者数	0.0222	0	***	0.02124	0	***
大手新規事業者	0.50501	0	***	0.64482	0.0008	***
中小新規事業者	0.5082	0.1793		0.58914	0.0022	***
税控除	0.90895	0	***	0.53581	0.0009	***
地域クーポン券	0.03122	0.9232		0.90689	0.0003	***
無料入場券	0.14154	0.4226		0.08879	0.8252	
マクファーデン決定係数	0.22127			0.23427		
対数尤度	-6638.87			-1884.39		
サンプルサイズ	7760			2240		

***：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)

節電を意識するようになった家庭では、風力がそうでない家庭と比較して、係数の符号が負で有意である。

表 35 WTP: 節電意識の違いによる選好の違い

属性	節電意識 する	節電意識 しない
太陽光	279.1379	886.9318
風力	-523.276	232.2045
燃料電池	-1071.57	-879.864
再エネ比率	2.655172	-16.5455
雇用者数	3.844828	2.409091
大手新規事業者	293.3448	300.5455
中小新規事業者	-191.655	617.5909
税控除	-82.6207	-294.614
地域クーポン券	-622.517	-904.227
無料入場券	-351.517	-487.273

節電を意識しない家庭では、太陽光の WTP が大きい。

6.2.9 省エネ機器に対する関心度による違い

太陽光パネル、家庭用小型風力発電機、蓄電池、燃料電池（ガスコージェネレーションシステム）といった機器に対する関心度によって、選好に違いがあるかを調べた。表 36 から 39 が推定結果と WTP である。「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」と答えた家庭を対象に推定した。つまり「関心がない」を除いたサンプルである。これまでの推定結果と違い、いずれも再エネ比率の係数が正で有意となった。これらの機器に関心のある人は、再生可能エネルギーの比率を高めることを支持していると分かる。

表 36 推定結果：太陽光パネルと家庭用小型風力発電機に関心がある家庭

変数名	太陽光関心			風力関心		
	係数	p 値	有意性	係数	p 値	有意

						性
ランダムパラメーター (平均値)						
太陽光	0.23627	0.0254	**	0.0685	0.5843	
風力	-0.27223	0.0634	*	-0.38259	0.0323	**
燃料電池	-0.7556	0	***	-0.62998	0	***
再エネ比率	0.00938	0.0001	***	0.0082	0.0033	***
雇用者数	0.00528	0.0009	***	0.00601	0.0018	***
大手新規事業者	0.2301	0.0091	***	0.09986	0.3618	
中小新規事業者	0.06936	0.5802		0.08721	0.5653	
税控除	-0.10853	0.4652		-0.08146	0.6518	
地域クーポン券	-0.54926	0.0002	***	-0.43844	0.0164	**
無料入場券	-0.35295	0.0398	**	-0.20245	0.338	
非ランダムパラメーター						
月当たり電気料金	-0.00066	0	***	-0.00057	0	***
定数項 1	-2.20132	0	***	-1.94162	0	***
定数項 2	-0.12948	0.2149		0.03366	0.7905	
標準偏差						
太陽光	1.4975	0	***	1.278	0	***
風力	1.44622	0	***	1.35825	0	***
燃料電池	0.45709	0.0379	**	0.56164	0.0052	***
再エネ比率	0.04002	0	***	0.03911	0	***
雇用者数	0.01957	0	***	0.01779	0	***
大手新規事業者	0.74982	0.001	***	0.74859	0	***
中小新規事業者	0.51471	0	***	0.38906	0.0303	**
税控除	0.99326	0	***	1.01148	0	***
地域クーポン券	0.31921	0.0771	*	0.65167	0.0001	***
無料入場券	0.16071	0.2856		0.12067	0.5438	
マクファーデン決定係数	0.2204			0.202915		
対数尤度	-4513.64			-2977.34		
サンプルサイズ	5270			3400		

***：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)

表 37 WTP: 太陽光パネルと家庭用小型風力発電機に関心がある家庭

属性	太陽光関 心	風力関心
太陽光	357.9848	120.1754
風力	-412.47	-671.211
燃料電池	-1144.85	-1105.23
再エネ比率	14.21212	14.38596
雇用者数	8	10.54386
大手新規事業者	348.6364	175.193
中小新規事業者	105.0909	153
税控除	-164.439	-142.912
地域クーポン券	-832.212	-769.193
無料入場券	-534.773	-355.175

表 38 推定結果：蓄電池と燃料電池に関心がある家庭

変数名	蓄電池関心			燃料電池関心		
	係数	p 値	有意性	係数	p 値	有意性
ランダムパラメーター (平均値)						
太陽光	0.1477	0.1764		0.0829	0.4973	
風力	-0.20745	0.1678	**	-0.29994	0.0832	*
燃料電池	-0.55307	0	***	-0.58288	0	***
再エネ比率	0.0097	0	***	0.00748	0.0074	***
雇用者数	0.00583	0.0007	***	0.00559	0.0035	***
大手新規事業者	0.23041	0.0127		0.19883	0.053	*
中小新規事業者	0.12477	0.3413		-0.01536	0.9146	
税控除	-0.06467	0.6812		-0.21662	0.2129	
地域クーポン券	-0.45567	0.0045	**	-0.58853	0.0006	***
無料入場券	-0.17536	0.3385		-0.30956	0.1206	
非ランダムパラメーター						
月当たり電気料金	-0.0006	0	***	-0.0006	0	***
定数項 1	-1.89467	0	***	-2.1546	0	***
定数項 2	-0.07061	0.5205		-0.06652	0.5804	

標準偏差						
太陽光	1.37907	0	***	1.38201	0	***
風力	1.34944	0	***	1.30236	0	***
燃料電池	0.68702	0.0004	***	0.37694	0.24	
再エネ比率	0.03664	0	***	0.03592	0	***
雇用者数	0.0219	0	***	0.0197	0	***
大手新規事業者	0.68361	0	***	0.702	0	***
中小新規事業者	0.29801	0.0812	**	0.18637	0.3428	
税控除	0.79288	0	***	0.8551	0	***
地域クーポン券	0.61737	0	***	0.30201	0.2759	
無料入場券	0.01611	0.9505		0.04936	0.8494	
マクファーデン決定係数	0.211191			0.209216		
対数尤度	-3995			-3231.81		
サンプルサイズ	4610			3720		

***：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）

表 39 WTP：蓄電池と燃料電池に関心がある家庭

属性	蓄電池関心	燃料電池関心
太陽光	246.1667	138.1667
風力	-345.75	-499.9
燃料電池	-921.783	-971.467
再エネ比率	16.16667	12.46667
雇用者数	9.716667	9.316667
大手新規事業者	384.0167	331.3833
中小新規事業者	207.95	-25.6
税控除	-107.783	-361.033
地域クーポン券	-759.45	-980.883
無料入場券	-292.267	-515.933

6.3 推定結果に対する考察

ここまで、様々な推定結果を見てきた。ここではこれまでの推定結果を考察する。ま

ず、サブサンプルの分析も含めて、すべてにおいて、月当たり電気使用料金の係数の符号は負で、有意であった。個人の社会属性やエネルギーに対する意識に関わらず、安いエネルギーを選好することが分かった。

次に、再生可能エネルギーに対する選好結果を見る。バイオマスをベースカテゴリーとし、各再生可能エネルギーに対してダミー変数を用いて推定した。総じて、太陽光に対しては、係数の符号が正で有意であり、高い正の WTP が観察された。家庭はバイオマスに比べて太陽光を選好することが分かった。ただし、関西在住や高学歴などいくつかの属性の家庭では、太陽光が有意に選好されなかった。燃料電池については、係数は負で、有意になることが多かった。どの社会属性やエネルギーに対する意識を持っている個人に対しても、燃料電池は選好されないことが分かった。風力については、個人の社会属性やエネルギーに対する意識の違いにより、様々な結果が見られた。ただ、符号が正で有意な結果はどの分析でも得られず、風力はバイオマスと比べて選好されないことが分かる。再生可能エネルギー比率については、総じて有意でなく、再生可能エネルギー比率が上昇することは、個人のエネルギー選択には影響しない。ただし、太陽光パネルや家庭用小型風力発電機、蓄電池、燃料電池に関心のある家庭を対象を限定すると、いずれについても再生可能エネルギー比率の係数の符号は正で、有意な結果が得られた。これらの機器に関心のある個人は、再生可能エネルギー比率の上昇を選好する。13歳未満という小さい子供を持つ家庭は、将来の環境やエネルギー問題に関心があり、再生可能エネルギーを高く評価すると思われたが、期待された結果は得られなかった。

地域に対する経済効果として、再生可能エネルギーの発電施設が建設されることにより、地域の雇用が増えることに関しては、好意的に評価している家庭が多かった。また、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に対する選好も計測した。大手既存事業者と比べて、新規の大手事業者を選好する傾向はあるが、地域の中小事業者は総じて選好されないという結果が得られた。

金銭的インセンティブと非金銭的インセンティブに対して、どのように反応するかを見るために、再生可能エネルギープログラムに参加することで得られる特典を属性として考えた。金銭的インセンティブとして、税控除を受けられることを考えたが、ベースカテゴリーである居住市町村からの表彰やホームページに名前が掲載されることと比べて、係数は正で有意な結果は、どの社会的属性でも得られなかった。個人は金銭的インセンティブには反応しないと言える。居住地域で使用できる買い物クーポン券や、環境施設や自然公園の無料入場券については、係数が負で有意なものが多かった。以上の結果より、個人は金銭的インセンティブにはあまり反応しないと言える。

7. 結論と政策的含意

本稿では、表明選好法の1つであるコンジョイント分析を用いて、日本における再生可

能エネルギー普及の条件とどのような再生可能エネルギーが選好されるかを家庭に対するアンケート調査から計測した。東日本大震災以降、日本では原子力発電所が停止し、再稼働も試みられているものの、将来的には廃炉も考え、縮小も望ましいと考えられる。震災以降は天然ガスなど化石燃料に頼ってきたが、地球温暖化対策を考えると、こちらも今後縮小する必要がある。このように考えると、日本では諸外国以上に太陽光など再生可能エネルギーの普及が急務である。個人にアンケートを実施し、個人の選好から再生可能エネルギーの選好を評価する研究は数多くある。その中でも、太陽光や風力など再生可能エネルギーを個別に評価するのではなく、総合的に再生可能エネルギーの比率を上げることに個人はどのように評価するかを計測するものと、個別の再生可能エネルギーの評価を計測するものがある。あるいは、政府の政策としてのエネルギー・ミックスに対して提言するものと、個人がどのような再生可能エネルギープログラムに参加するかに関する研究がある。本稿は後者の研究に近い。選択肢1を現状のエネルギー利用と考え、化石燃料を主なエネルギー源とする電気を使用し、選択肢2と3で再生可能エネルギーを主なエネルギー源とする電気を使用するプログラムと考えたとき、どのような再生可能エネルギーであれば、どのような使用料金であれば、どのような事業者が運営するのであれば、どのような特典があれば、再生可能エネルギープログラムに参加するかを計測した。

分析の結果、個人はバイオマスと比較して、太陽光を高く評価していることが分かった。一方で風力や燃料電池はそれほど評価していない。特に燃料電池は大きくマイナスに評価している。これは、再生可能エネルギーとして太陽光は個人に認知されているものの、その他の再生可能エネルギーについては認知度が比較的低く、そのようなエネルギー源を主に使用することのイメージが捉えにくいことも影響していると考えられる。特に燃料電池については、地球温暖化ガスを発生しないという点で太陽光などの再生可能エネルギーと同じグリーンエネルギーとして分類されるが、高価なイメージがあること、燃料電池を主なエネルギー源として使用することにイメージが沸かないことが原因であると考えられる。先行研究の1つであり、韓国の個人を対象に調査した Bae and Rishi(2018)では、バイオマスと比較して、風力は有意でないものの、太陽光と燃料電池に対してプラスの評価をしているとの結論を得ている。燃料電池については、日本の個人を対象にした今回の調査とは異なる結果であった。再生可能エネルギー比率については、有意とならなかった。13歳未満の子供を持つ家庭では、将来のために利他性が高く、地球温暖化問題に関心があると考え、再生可能エネルギーに関心があると想定したが、有意でなかった。しかし、太陽光パネルや燃料電池に関心がある家庭を対象に分析したところ、再生可能エネルギー比率は正で有意であった。再生可能エネルギーは全般的に、元々これらの機器に関心のある個人の間でのみ選好されると言える。地域の雇用者数の増加については総じて正で有意であった。個人は地域の経済に貢献するなら、再生可能エネルギーの発電施設の建設を望んでいると言える。再生可能エネルギープログラムを運営する事業者については、現状の大手既存事業者と比べて、新規大手事業者だと選好し、中小地域事業者だと選好しな

いという結果になった。Kaenzig, Heinzle and Wustenhagen(2013)では、ドイツの家庭を対象にしたところ、地域の事業者に対して高く評価しているという結果を得ている。個人は「地域」よりも「大手」を選好し、このような結果になったとも考えられる。現状をすべての選択質問で「大手既存事業者が運営する」としたため、多くの個人が再生可能エネルギーを支持していて、その個人が「大手既存事業者が運営する化石燃料中心のエネルギー」を避け、新規事業者でも再生可能エネルギーを主なエネルギー源としている事業者を選好したため、このような結果になったとも考えられる。最後に特典については、表彰され、名前が市町村のホームページに掲載されるよりも、税控除をそれほど評価せず、地域でのみ使える買い物券や環境施設や自然公園の無料入場券をマイナスに評価している推定結果が多く見られた。個人は金銭的インセンティブである税控除にはそれほど反応せず、非金銭的インセンティブである表彰や名前が市町村のホームページに掲載されることを望ましいと考えていると分かる。この結果より、再生可能エネルギーの普及には、金銭的インセンティブはそれほど必要がないと言える。

本稿では、日本の家庭がどのような再生可能エネルギーを選好するのか、その条件は何かを分析した。日本は東日本大震災を経験しており、原子力発電の普及が難しいなかで、どのように再生可能エネルギーを普及させるかは重要である。

参考文献

Alberini, Anna, Silvia Banfi and Celine Ramseier (2013) "Energy efficiency investments in the home: Swiss homeowners and expectations about future energy prices", *The Energy Journal*, Vol.34, 49-86.

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

Bae, Jeong Hwan and Meenakshi Rishi (2018) "Increasing consumer participation rates for green pricing programs: A choice experiment for South Korea", *Energy Economics*, Vol.74, 490-502.

Bartczak, Anna, Susan Chilton, Mikolaj Czajkowski and Jurgen Meyerhoff (2017) "Gain and loss of money in a choice experiment. The impact of financial loss aversion and risk preferences on willingness to pay to avoid renewable energy externalities", *Energy Economics*, Vol.65, 326-334.

Bergmann, Ariel, Nick Hanley and Robert Wright (2006) "Valuing the attributes of renewable energy investments", *Energy Policy*, Vol.34, 1004-1014.

Boeri, Marco and Alberto Longo (2017) "The importance of regret minimization in the choice for renewable energy programs: Evidence from a discrete choice experiment", *Energy Economics*, Vol.63, 253-260.

- Borchers, Allison M., Joshua M. Duke and George R. Parsons (2007) "Does willingness to pay for green energy differ by source?", *Energy Policy*, Vol.35, 3327-3334.
- Cardella, Eric, Bradley T. Ewing and Ryan B. Williams (2017) "Price volatility and residential electricity decisions: Experimental evidence on the convergence of energy generating source", *Energy Economics*, Vol.62, 428-437.
- Conte, Marc N. and Grant D. Jacobson (2016) "Explaining demand for green electricity using data from all U.S. utilities", *Energy Economics*, Vol.60, 122-130.
- Garcia, Jorge H., Todd L. Cherry, Steffen Kallbekken and Asbjorn Torvanger (2016) "Willingness to accept local wind energy development: Does the compensation mechanism matter?", *Energy Policy*, Vol.99, 165-173.
- Gracia, Azucena, Jesus Barreiro-Hurle and Luis Perez y Perez (2012) "Can renewable energy be financed with higher electricity prices? Evidence from a Spanish region", *Energy Policy*, Vol.50, 784-794.
- Greene, William H. and David A. Hensher (2010) *Modeling Ordered Choices*, Cambridge.
- Guo, Xiurui, Haifeng Liu, Xianqiang Mao, Jianjun Jin and Dongsheng Chen (2014) "Willingness to pay for renewable electricity: A contingent valuation study in Beijing China", *Energy Policy*, Vol.68, 340-347.
- Hensher, David A., John M. Rose and William H. Greene (2005), *Applied Choice Analysis A primer*, Cambridge.
- Herbes, Carsten, Christian Friege, Davide Baldo and Kai-Markus Mueller (2015) "Willingness to pay lip service? Applying a neuroscience-based method to WTP for green electricity", *Energy Policy*, Vol.87, 562-572.
- Inhoffen, Justus, Christoph Siemroth and Philipp Zahn (2019) "Minimum prices and social interactions: Evidence from the German renewable energy program", *Energy Economics*, Vol.78, 350-364.
- Kaenzig, Josef, Stefanie Lena 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, 311-322.
- Kim, Jiho, Jooyoung Park, Jinsoo Kim and Eunnyeong Heo (2013) "Renewable electricity as a differentiated good? The case of the Republic of Korea", *Energy Policy*, Vol.54, 327-334.
- 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
- Lee, Chul-Yong and Hyejin Heo (2016) "Estimating willingness to pay for renewable energy in South Korea using the contingent valuation method", *Energy Policy*, Vol.94, 150-156.
- 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, Vol.105-142.

Momsen, Katharina and Thomas Stoerk (2014) "From intension to action: Can nudges help consumers to choose renewable energy?", *Energy Policy*, Vol.74, 376-382.

Morita, Tamaki and Shunsuke Managi (2015) "Consumers' willingness to pay for electricity after the Great East Japan Earthquake", *Economic Analysis and Policy*, Vol.48, 82-105.

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*, Vol.50, 178-189.

Rehdanz, Katrin, Carsten Schroder, Daiju Narita and Toshihiro Okubo (2017) "Public preferences for alternative electricity mixes in post-Fukushima Japan", *Energy Economics*, Vol.65, 262-270.

Roe, Brian, Mario F. Teisl, Alan Levy and Matthew Russel (2001) "US consumers' willingness to pay for green electricity", *Energy Policy*, Vol.29, 917-925.

Scarpa, Riccardo and Ken Willis (2010) "Willingness-to-pay for renewable energy: Primary and discretionary choice of British households' for micro-generation technologies", *Energy Economics*, Vol.32, 129-136.

Shin, Jungwoo, JongRoul Woo, Sung-Yoon Huh, Jongsu Lee and Gicheol Jeong (2014) "Analyzing public preferences and increasing acceptability for the renewable portfolio standard in Korea", *Energy Economics*, Vol.42, 17-26.

Strazzera, Elisabetta, Marina Mura and Davide Contu (2012) "Combining choice experiments with psychometric scales to assess the social acceptability of wind energy projects: A latent class approach", *Energy Policy*, Vol.48, 334-347.

Sundt, Swantje and Katrin Rehdanz (2015) "Consumer' willingness to pay for green electricity: a meta-analysis of the literature", *Energy Economics*, Vol.51, 1-8.

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

Wills, Ken, Riccardo Scarpa, Rose Gilroy and Neveen Hamza (2011) "Renewable energy adoption in an ageing population: Heterogeneity in preferences for micro-generation technology adoption", *Energy Policy*, Vol.39, 6021-6029.

Yang, Yingkui, Hans Stubbe Solgaard and Wolfgang Haider (2016) "Wind, hydro or mixed renewable energy source: Preference for electricity products when the share of renewable energy increases", *Energy Policy*, Vol.97, 521-531.

Yoo, James and Richard C. Ready (2014) "Preference heterogeneity for renewable energy technology", *Energy Economics*, Vol.42, 101-114.