

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：12601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2016～2017

課題番号：16H06685

研究課題名(和文)リテラシーの評価方法の開発とエネルギー選択に与える影響の分析

研究課題名(英文) Developing energy literacy index and analysing the relationship between literacy and energy choices

研究代表者

中井 美和 (Nakai, Miwa)

東京大学・総括プロジェクト機構・特任研究員

研究者番号：30778080

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：持続可能なエネルギーシステムでは資源や供給の条件にあった的確なエネルギー選択が需要家に求められる。本研究では、需要家のエネルギー選択にエネルギーリテラシーが関わっていると仮定し、アンケート調査を行いながら、リテラシー評価手法の開発、および、その両者の関係性の解明を行った。先行研究のレビューやエネルギー専門家との議論を参考にしながら、リテラシーの評価手法を開発し、現在のエネルギー消費者である成人、および、将来のエネルギー需要家である高校生のリテラシーを計測した。計測したリテラシーとアンケート調査によって得られた選好性の関係を分析した結果、それらには強い関係性が存在することを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：For discussion of a smooth transition of energy system, consumers are required to have an appropriate energy choices in terms of their environmental and economic aspects. This study developed the energy literacy index and examined the relationship between literacy and energy choices.

Referring related studies as well as discussion with energy experts, we developed the energy literacy index consisted of 30 questions. We measured energy literacy of present energy consumers as well as future energy consumers, high school students. We conducted an econometric analysis to examine the relationship between literacy and preferences towards electricity plans, and we found that there is a significant relationship between them.

研究分野：環境経済学

キーワード：エネルギーリテラシー エネルギー選択 社会受容性 消費者選好調査

## 1. 研究開始当初の背景

持続可能なエネルギーシステムへの移行を牽引するためには技術開発・実装と共に、エネルギーの利用者である需要家がエネルギーに対する適切な知識や認知、理解といったいわゆるエネルギーリテラシーを持つことが重要である<sup>参照文献 1)</sup>。リテラシーの欠如がもたらす問題の一例として、リバウンド効果が挙げられる。省エネルギー行動（以下、省エネ行動）・節電行動の重要性は認識していても、省エネ製品のリバウンド効果が確認されており<sup>参照文献 2)</sup>、不理解に伴う行動が技術進歩による成果を無駄にしてしまう事態も観察されている。また、省エネ行動・節電行動とエネルギーへの理解度は正の関係にあることが報告されており<sup>参照文献 3)</sup>、その促進においてエネルギーの知識・理解の向上が必要といえる。

また、電気事業法の改正に伴い、2016年4月から電力小売全面自由化が開始となり、家庭需要家も自らの好みに合致した電気事業者と契約を結ぶことができるようになった。首都圏住民に調査を実施したところ、電気料金への負の選好は確定的であるが、エネルギーに関する情報（例：電気事業者の選択によって発生しうる地域経済への影響）を提示する場合としない場合とで発電事業者への選好が大きく変わるという報告もある<sup>参照文献 4)</sup>。前述の結果より、選好性はエネルギーに関する理解度から影響を受ける可能性がある。特に、資源に乏しくエネルギー自給率が極端に低い島国である一方、最先端の技術力を有する日本において、固有の特徴を捉えたリテラシーの計測方法が今後のエネルギーシステム設計や政策検討に必須といえるが、具体的な地域などを想定した分析事例は少なく、その一般的な方法も確立されていない。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は大きく分けて以下の2つに分類できる。

### (1) 需要家のエネルギーリテラシー評価方法の構築

日本特有のエネルギー情勢を考慮した、リテラシーの計測を目的とした質問を設計する。固定価格買取制度とその波及効果などの再生可能エネルギー関連の時事や、資格試験等の質問項目を基に、リテラシーの評価に有用な質問項目を抽出・設計する。エネルギーの専門家との議論や技術ロードマップ<sup>参照文献 5)</sup>を参照しながら、将来のエネルギーシステムの議論に向け需要家が知っておくべき技術や制度に関する理解度を問う質問も統合する。

### (2) リテラシーがエネルギー選択へ与える影響の分析

アンケート調査では、本研究で提案される評価方法に基づいて需要家のリテラシーを、②エネルギー属性について選好性を、それぞれ測定することで、影響を分析する。①については前節(1)にて述べたが、②について、本研究で着目するエネルギーの属性を、電源構成や発電事業者の違いなど専門家による技術の将来展望を考慮した技術・システムの要因とする。

## 3. 研究の方法

### (1) エネルギーリテラシー評価手法の構築

質問は、他国で開発されたエネルギーリテラシーの測定手法<sup>参照文献 1,6)</sup>を一部参考にししながら、エネルギーの自給率など日本特有のエネルギー情勢を問う質問に加え、エネルギーリテラシーと関連性の強い「科学リテラシー」<sup>参照文献 7)</sup>や、環境教育の到達度調査、エネルギー関連の資格試験等の質問項目から有用な情報を抽出し、質問を作成した。作成した質問をもとに、連携研究者をはじめとしたエネルギー専門家にヒアリング調査を数回実施し、質問の妥当性を確認、適宜内容の修正を行った。その結果、5つの項目（エネルギーに関する基礎知識、エネルギー安全保障、経済とエネルギー、環境問題とエネルギー、安全とエネルギー）からなる、合計30問の質問を構築し、これらでエネルギーリテラシーを計測した。また、リテラシーの計測は、インターネット調査を通じて2017年3月に実施した。

また、当初はエネルギー需要家の現在世代である成人を対象とした調査のみを予定していたが、鹿児島県立種子島高等学校の協力のもと、高校生のエネルギーリテラシーおよび選好の把握を試みた調査を実施することができた。

2016年度の調査では、基礎知識、環境とエネルギー、国内エネルギー事情、の3つの項目から成る合計15問で構成された指標でリテラシーの計測を行った。調査は2016年11月および2017年2月に実施した。2017年度は、成人と同じ質問で構成された30問を使って、リテラシーを計測した。調査は2017年7月および10月に実施した。

### (2) エネルギーリテラシーとエネルギー選好性の関係

リテラシーの測定およびエネルギー選好性の把握を行うために、2017年3月に全国47都道府県の20歳～69歳の男女を対象としたアンケート調査を行った。リテラシーの測定方法については、前節で述べた通りである。選好性は、支払意思額として金銭単位で表すことができる選択型実験と呼ばれる手法を採用して、推計した<sup>参照文献 8,9)</sup>。推計する選好性の対象は、申請者自身が複数回に渡り首都圏<sup>参照文献 4)</sup>や3大都市圏、また、種子島、佐

渡島といった島嶼地域で実施したエネルギー選好調査や、電力小売全面自由化が実施されて数年以上経過している欧州諸国での選好調査事例<sup>参照文献 10)</sup>を参考に、電源構成、月額電力価格、発電事業者、発電に伴う二酸化炭素排出量の4つの属性を採用した。調査で得られたデータに混合ロジットモデルを適応することでエネルギー属性への支払意思額を推計し、さらに、エネルギーの理解度の違いが各属性に与える影響を定量的に分析した。

#### 4. 研究成果

##### (1) エネルギーリテラシー

図1は本研究にて開発されたリテラシー指標の5つの項目別に、正答率の分布を示した図である。最も正答率が高かったのは「エネルギーに関する基礎知識」であり、平均正答率は約54%であった。最も正答率が低かったのは、「環境とエネルギー」であり、平均正答率は約35%であった。全項目平均では、約42%であった。男女の正答率を比較すると、男性の正答率の方が有意に高かった。

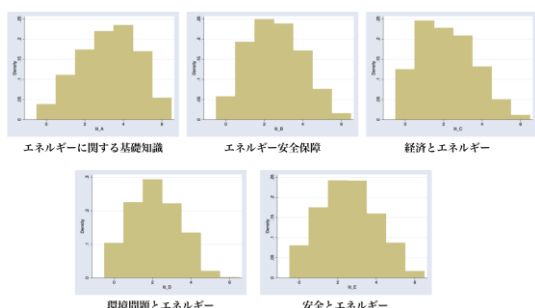


図1：エネルギーリテラシーの測定結果（成人）

次に、2016年度に実施した高校生のリテラシーの結果を示す。2016年度鹿児島県立種子島高等学校2年生普通科1組の平均正答率は約42%、普通科2組の平均正答率は34%であった。また、成人と同じく、男性の方が女性よりも正答率が高い結果となった。

##### (2) 選好性とリテラシーの関係性

まずはじめに、リテラシーの効果を考慮しない、基本的な電力プランの属性に対する選好性を示す。火力100%の電源構成と比較して、火力50%、再生可能エネルギー30%、原子力20%（2015年に経済産業省から発表された長期エネルギー需給見通しに掲載されている、2030年の電源構成の姿）の電源構成を好むことがわかった。さらに、火力80%、再生可能エネルギー20%で構成された電源構成は、本調査の回答者からさらに好まれていることがわかった。発電事業者については、旧電力会社と比較して、新規参入事業者から電力を買うことを避けたい傾向が観察された。また、発電時に二酸化炭素をより多く排出する電力プランの購入を避ける傾向も観察された。

次に、リテラシーと選好性の関係をみると、

以下の結果が得られた。リテラシーを計測する質問の正答率と、4つの属性（電源構成、発電事業者、二酸化炭素排出量）への選好に統計的に有意な関係が観察された。具体的には、正答率が高い個人ほど、火力50%、再生可能エネルギー30%、原子力20%で構成された電源構成、また、火力80%、再生可能エネルギー20%で構成された電源構成をより好むことがわかり、それに伴いそれらの支払意思額もより高くなることが明らかになった。また、リテラシーが高い個人ほど、新規参入者、特に国内企業から電力を購入したいという選好を有していることがわかった。一方、正答率が高い回答者ほど、地域企業および外資系企業から電力を購入したくないと思っていることが明らかとなった。さらに、リテラシーの高い人ほど、環境影響の高い電力プランへの支払意思額が低いことが明らかとなった。

以上の結果を要約すると、教育や情報提供などを通じて需要家のリテラシーが向上すると、再生可能エネルギーが多く含まれる電源構成や、長期エネルギー需給見通しで発表された2030年度の電源構成に類似した電源構成を好むようになる可能性があることがわかった。また、新規参入者（国内企業）へのスイッチングが促される可能性がある一方、地域企業が発電した電力は購入したくないという結果が観察された。地域資源を活用した分散型エネルギーシステムの導入・拡大は、それらに価値を見出す住民の社会受容性が必要であるが、本研究の結果から、リテラシーがある需要者ほど避ける傾向があることがわかった。その理由は今回の調査では特定できないが、環境影響や経済影響を提示することで、選好が変わる可能性もある。これらの解明は今後の課題としたい。

##### (3) まとめと今後の展望

本研究では、持続可能なエネルギーシステムの実現に不可欠である、適切な需要家のエネルギー選択は、エネルギーリテラシーに関係があると仮定し、アンケート調査を実施し、計量経済学的手法を用いて分析を行うことで、両者の関係性を明らかにした。

本研究の貢献は以下のように要約できる。一点目としてエネルギーリテラシーを計測するために、その評価手法を構築したことである。既往研究として、クラークソン大学の研究チームが開発した、エネルギーリテラシーの評価手法<sup>参照文献 6)</sup>が存在するが、需要家が理解すべき点は、居住国・地域のエネルギー情勢によって異なる。よって、本研究では、日本在住の消費者が知っておくべき知識を、エネルギー専門家との議論や既往研究等を参考にしながら整理し、30問でリテラシーを計測できる評価手法を開発した。日本のエネルギー事情を考慮し、定量的にそして簡単に計測できるリテラシー評価手法はこれまでに存在しない。エネルギー教育効果の計測等

に今後利用されることを期待する。

二点目として、選択型実験を用いて、日本全国の成人男女を対象とし、エネルギー選択のもととなる選好性を明らかにしたことを挙げられる。電力の小売電力全面自由化が開始されまだ三年目であることから、日本の個人需要家を対象とした消費者選好調査を行なった研究は非常に限定的である。また、リテラシーとの関係性を明らかにしたことで、教育等により国民のリテラシーが向上した際、どのような電力プランが好まれるのか提示した点も貢献といえるだろう。

図2は、本研究が明らかにしたリテラシーの把握、リテラシーと選好性の関係の解明、そして今後の研究課題を図示したものである。今後の課題として以下を挙げる。社会受容性を考慮したエネルギーシステムの提案を行うためには、消費者選好の把握が大前提である。消費者選好は様々な要因によって影響を受けるため、定期的に調査を行い、国民の選好を把握する必要があると考える。現に、2015年に実施した調査<sup>参考文献4)</sup>と本研究で実施した2017年の調査では電源構成、とりわけ原子力エネルギーへの選好が大きく変化した。次に、選好を把握するための選択型実験に採用する属性および水準を工夫することで、地域企業から買電することを避ける理由を追求する必要があると考えている。既に述べたように、地域資源を活用した分散型エネルギーシステムの導入・拡大には、社会受容性が必要である。例えば、発電事業者の違いがもたらしうる地域への環境影響や経済影響に関する情報を追加すると地域事業者への選好が変化するかどうか等を検証し、地域企業から買電することの阻害要因を解明すると共に、それらの事業者からの買電を好むようになる要因についても検証が必要であると考える。

次に、本研究で開発したエネルギーリテラシーの評価指標の改善を継続して行う必要があると考える。質問の中には現在のエネルギー情勢を問う質問（例えば、エネルギー自給率）が含まれているため、状況の変化に合わせて質問を更新する必要があるためである。また、リテラシーの発展に有効なエネルギー教育プログラムの開発を目的とした教育効果の検証も行なっていきたい。そのために、年齢別の指標の作成も今後行なっていきたい。

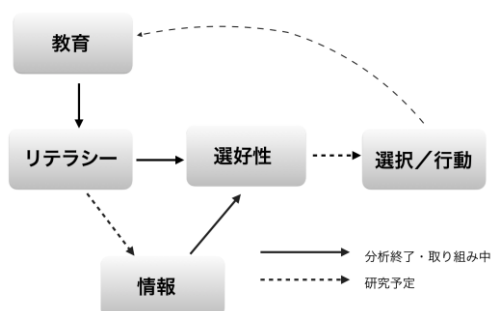


図2：研究の進捗状況と今後の取組

< 参考文献 >

- 1) DeWaters, J., Powers, S., 2013. *The Journal of Environmental Education* 44(1), 38-55.
- 2) Mizobuchi, K., 2007. 環境科学会誌 20(1), 61-70.
- 3) DeWaters, J.E. and Powers, S.E., 2011. *In Proceedings of the 41<sup>st</sup> ASSEE/IEE Frontiers in Education Conference*, Rapid City, SD, US, Paper number 1424.
- 4) Nakai, M., Okubo, T., Kikuchi, Y. *In preparation*.
- 5) Kato et al., "Future Energy Systems Based on Feasible Technologies Beyond 2030" Springer: Tokyo, in press.
- 6) DeWaters, J., 2009. Clarkson University, Potsdam, NY. <http://internal.clarkson.edu/cses/research/tes t form MS V3 revised2013.pdf> (Assessed 7 June 2018).
- 7) 文部科学省 国立教育政策研究所 (2013) OECD 生徒の学習到達度調査 ～ Programme for International Student Assessment 調査問題例～.
- 8) Lancaster, K. J., 1966. *Journal of Political Economy* 74(2), 132-157. 8)
- 9) Louviere, J., Hensher, D., 1982. *Transportation Research Record* 890, 11-17.
- 10) Kaenzig, et al., 2013. *Energy Policy* 53, 311-322.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

1. Nakai, M., Okubo, T., Kikuchi, Y. A socio-technical analysis of consumer preferences about energy systems applying a simulation-based approach: A case study of the Tokyo area, *Energy Research & Social Science*, accepted.

[学会発表] (計5件)

1. ○Nakai, M., Okubo, T., Kikuchi, Y. Analysis on the relationship between literacy and energy choices in Japan. 2017 USAEE (United States Association for Energy Economics)/IAEE (International Association for Energy Economics) North American Conference, Houston, the United States, 14<sup>th</sup> November 2017.
2. ○Nakai, M., Okubo, T., Kikuchi, Y. Developing energy literacy index for measuring and examining the relationship between literacy and energy choices in Japan. The Seventh Congress of EAAERE (the East Asian Association of Environmental and Resource Economics), Mandarin Orchard Singapore Hotel, Singapore, Singapore, 7<sup>th</sup> August 2017.

特任准教授

研究者番号：70545649

3. ○中井美和, 大久保達也, 菊池康紀. エネルギーリテラシーが選好性に与える影響に関する実証分析 (ポスター発表). 環境経済・政策学会 2016 年大会, 2016 年 9 月 10 日, 青山学院大学, 東京.
4. ○Nakai, M., Okubo, T., Kikuchi, Y. How does energy literacy affect consumer preferences towards electricity?: Evidence from Japan. The Sixth Congress of EAAERE (the East Asian Association of Environmental and Resource Economics), Kyushu Sangyo University, Fukuoka, Japan, 9<sup>th</sup> August 2016.
5. ○中井美和, 大久保達也, 菊池康紀. 家庭需要家のエネルギー選好に関するコンジョイント分析. 2015 年度 日本応用経済学会 創立 10 年記念大会 (秋季大会), 2015 年 11 月 15 日, 獨協大学, 埼玉.

[図書] (計 0 件)  
該当なし

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)  
該当なし

○取得状況 (計 0 件)  
該当なし

[その他]

セミナー報告 (計 2 件)

1. ○Nakai, M. Analysis on consumer preferences for energy policies considering social acceptability and its application to energy education. Tokyo Professional Energy Seminar, Tokyo, Japan, 20<sup>th</sup> February 2018.
2. ○中井美和, 菊池康紀, 大久保達也. A challenge for socio-technological analysis on energy system. 神戸大学大学院経済学研究科 六甲フォーラム (Rokko Environmental Economics and Policy Seminar), 2016 年 1 月 29 日, 神戸.

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

中井 美和 (Miwa NAKAI)  
東京大学・「プラチナ社会」総括寄付講座・  
特任研究員

研究者番号：30778080

##### (2) 研究分担者

該当なし ( )

##### (3) 連携研究者

菊池 康紀 (Yasunori KIKUCHI)  
東京大学・「プラチナ社会」総括寄付講座・