

再生可能エネルギー普及に向けた電力プランに関する研究

グループ PBL 演習 8 班

北口立大 瀬戸翔太 土田瑞基 李佳玥

アドバイザー教員：岡島敬一

1. 背景

気候変動を抑制するため、二酸化炭素の排出を抑制することは全世界で喫緊の課題となっている。この課題を解決するための一つの方法として重視されているのが、再生可能エネルギー(以下、再エネ)による発電を普及させることである。

しかし、再エネの普及を目指すにはいくつかの問題が存在する。まず1つ目に、発電所にかかるコストが従来の電力よりも高いことが挙げられる。図1の緑点線枠で示しているのが再エネ電力だが、再エネは設置コストに加えて運転維持費も石炭やガス、原子力と比べて全体的に高い傾向にある。

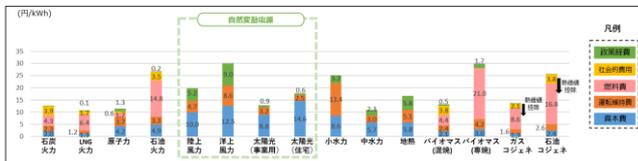


図1：各発電方法のコスト(円/kWh)[1]

2つ目の問題として、供給の不安定さが挙げられる[2]。太陽光や風力などの再エネによる発電は発電量が天候に依存しているし、蓄電技術の未発達により需要の変化に合わせた供給の調整が難しい。

こうした問題に対処するため、政府は固定価格買取制度(以下、FIT)を導入した。FITは、再エネにより発電した電気を国が定めた固定価格で全て電力会社に買い取らせる制度で、その買取費用は再エネ賦課金として電気利用者の電気料金に加算され徴収される[3]。この制度により再エネの普及を後押しし、建設コストの低下や技術促進による維持費の低下や供給の不安定さの解消を見込んでいるのである。

一方、2014年に環境省が実施したFIT制度の認知状況に関するアンケート調査[4]では、日本・イギリス・ドイツの3カ国で日本はFITに対する認知が最も低く、この制度の名前や制度に含まれる具体的な内容を知っている人は15%にとどまっていた(図2)。また同調査のFITで負担可能な限度額を尋ねた質問では、約半数の人が受け入れられる負担額は100円未満となっていた(図3)。

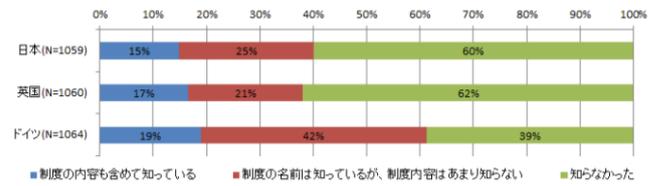


図2：3カ国のFIT認知状況比較[4]

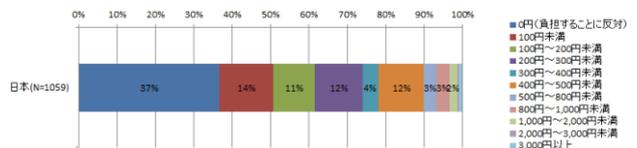


図3：日本人のFITへの許容負担額[4]

また、近年は電気代自体も増加傾向にある(図4)。これは燃料費高騰、電力会社の収支悪化、政府の電気、再エネ賦課金といった要因によるもので、再エネの普及には電気代増加に対応する仕組みが必要と考えられる。



図4：電気料金平均単価の推移[5]

2. 目的

以上により、市民は再エネに対する自己負担に消極的であり、加えて電気代の増加が見込まれることが分かった。したがって、再エネの普及に伴う電気代の増加を受け入れられるためには、電力プランにインセンティブを組み入れることが必要である。そこで、本研究の目的は、再生可能エネルギーの一層の普及拡大に向け、市民を対象としたアンケート調査・分析により個人が負担を受け入れやすい再エネ電力プランの方向性を定量的に示すこととする。この検討を通して、再エネを選んでもらえるような電力プランが何かを明らかにできると考える。

3. 分析方法

3.1. アンケート調査の概要

表 1 にアンケートの概要を示す。主に大学生以上の年齢層を対象に、Google フォームによる調査を実施した。質問項目は、基本属性・再エネに関する意識調査・電力プランに対する点数評価の 3 セクションに分けて行い、3 つ目の電力プランに対する点数評価では、発電方法・現在の電気代に対する増加割合・特典の 3 つの項目を含んだ 23 種類の電力プランに関して回答者に 10 点満点で評価してもらった。この点数評価はコンジョイント分析のために設置した。

3.2. コンジョイント分析

コンジョイント分析とは、マーケティングの分野でよく用いられるもので、ある商品に含まれる特性をいくつか取り出し、それらを組み合わせで作成した複数の仮想商品を消費者に自分の好みで評価してもらい、数理統計的な手法を用いて、各特性の重要度と特性の水準を定量的に評価する手法である。この分析を電力プランに用いれば、最適なプランを導き出すことができる。

表 2 はアンケートの第 3 セクションで用いたシナリオの一つである。発電方法(再エネによる/再

表 1：再エネに関するアンケート概要

名称	再生可能エネルギーに対する意識に関するアンケート	
調査方法	Google フォーム	
回答期間	10/4~10/12 (回答数 88 件、有効回答数 87 件、内コンジョイント分析向けは 73 件)	
質問項目	基本属性	年齢・性別・居住地域・学生か・世帯人数
	再エネの意識調査	1 ヶ月あたりの電気代の平均
		現在の電気代を高いと感じているか
		節電への取り組み
		再エネ 100%の社会の実現について
		再エネにより電気代が増加することについて
電力プランへの点数評価	含まれる属性	<ul style="list-style-type: none"> 現在の電気代に対する増加割合 発電方法 特典

表 2：研究で用いたコンジョイントカードの例

カード No.6	
発電方法	再エネによる
現状からの値上げ割合	12.5%
プランを選んだ時の特典	ポイント付与

エネによらない)・現状からの値上げ割合(0%/12.5%/25%)・プランを選んだ時の特典(税金控除/ポイント付与/名産品贈呈/再エネ賦課金の削減/特典なし)の 3 つを電力プランの特性とし、それぞれをいくつかの属性に分けた。本研究におけるコンジョイント分析の流れは以下のとおりである。

1. 属性をダミー変数に直す
2. プランの平均得点を従属変数、属性のダミー変数を説明変数とする重回帰分析を用いてそ

それぞれの属性の回帰係数を算出する

- 属性の回帰係数の加重平均を計算する
- 部分効用値を求める：部分効用値=回帰係数×加重平均
- 部分効用値を用いて属性の組合せの価値を評価する

ここで部分効用値とは、今回の分析ではあるプランを選択する際に各属性がもたらす影響度を表す。プラスに大きな値であるほど評価点の増加に貢献する傾向が大きく、逆にマイナスに大きな値であるほど評価点の減少に貢献する傾向が大きい。

4. 分析結果・考察

4.1. 基本項目と再エネの意識調査のクロス分析

まず、学生かどうかと再エネ普及による電気代の上昇の許容度を用いてクロス分析を行った(図5)。すると、再エネ普及による電気代の上昇について「許容できない」と回答した学生が非学生に比べ10%ほど多い。これは、学生の方が経済的な余裕が少なく電気代の上昇に対応しづらいためと考察できる。

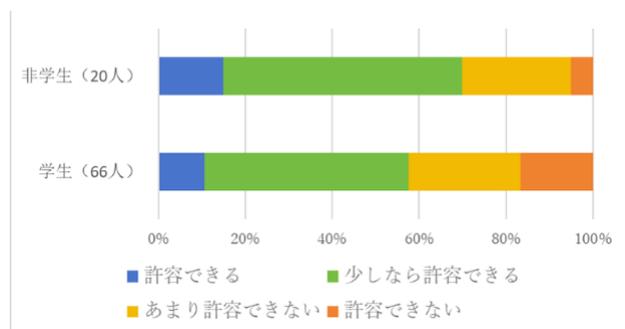


図5：クロス分析 基本項目×再エネによる電気代の上昇に対する許容度

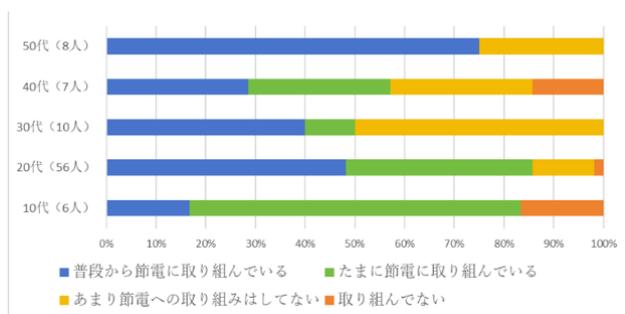


図6：クロス分析 年代×節電意識

次に、回答者の年齢と節電意識の結果を用いて分析すると(図6)、同様の傾向が現れており、20代以下の節電意識が高い傾向にあった。

4.2. 再エネに対する意識調査内でのクロス分析

さらに、再エネに対する意識調査同士のクロス分析を2つ行った。1つ目は現在の電気代の印象と節電意識について、2つ目は再エネによる電気代上昇に対する許容度と節電意識についてクロス集計を行った。それぞれの分析結果を図7・8に示す。

1つ目のクロス分析から電気代を高いと感じている人は節電に取り組んでいる割合が30%以上高く、節電意識が高いといえることが分かった。2つ目のクロス分析では許容できる人と許容できない人の節電意識の差はわずかであったが、節電に取り組んでいないと回答した人は電気代の上昇を許容できないグループにのみ存在する。これは、再エネによる電気代の上昇に許容できない人の中には再エネに対して関心が無い人が含まれると考察できる。

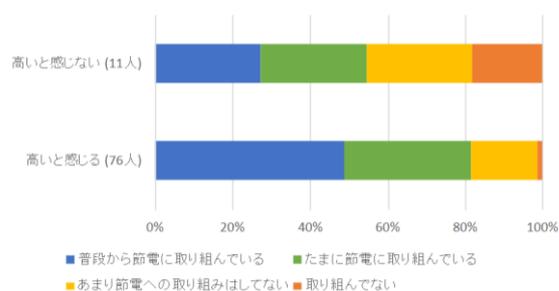


図7：クロス分析 電気代の印象×節電意識

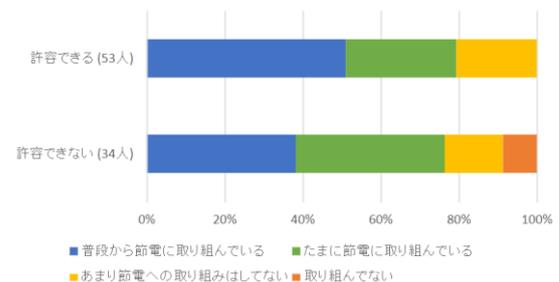


図8：クロス分析 再エネによる電気代の上昇×節電意識

4.3. コンジョイント分析の結果

電力プランに対する点数評価におけるコンジョイント分析によって得られた各属性の部分効用値を図9に示す。この図から最も影響力が大きい属性は電気代の増加割合であり、発電方法が再エネであることよりも5倍の影響力があることが分かる。また特典が与える影響として、ポイント付与、税金控除は効果が大きく、再エネ賦課金の削減や名産品の贈呈は効果が小さいことが分かる。

また、アンケートで点数評価した各電力プランについてそれぞれの部分効用値の和を求めた図を図10に示す。この結果から、最も評価が高い電力プランは発電方法が再エネによる、値上げ割合が0%、そして特典として税金控除が付与されるものであり、最も評価が低いプランは発電方法が再エネによる、値上げ割合が25%、そして特典がないものであった。

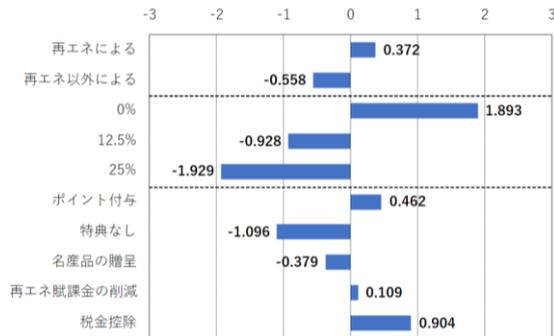


図9：コンジョイント分析結果

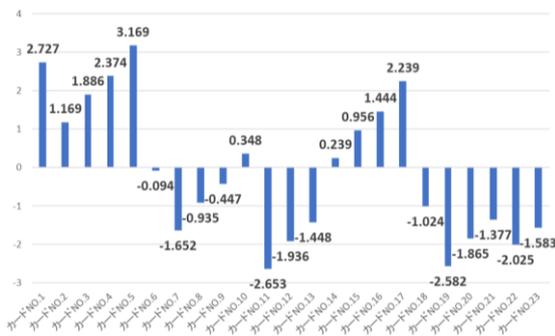


図10：23種の電力プランの部分効用値の和

4.4. 部分効用値に対する金額換算

値上げ割合を金額換算すると、部分効用値との

間に効用関数のような関数が推定できると考えられる。ここでは推定した関数を用いて各属性の効用値に等しい値上げ金額を計算することを試みる。

まず仮定として、電気代は3500円とする。これはアンケート回答者の電気代の中央値が3000~4000円にあったからであり、仮定はこの階級値をとった。また、推定する関数は以下のような対数関数に基づいた形式で表されることを想定する。

$$y = a \log(x - b) + c$$

このような関数を想定した理由としては、まず経済学における効用関数の推定に用いられる関数の一つとして対数関数があることが挙げられる。また、値上げ割合の上昇により部分効用値の変化が小さくなっているため、 x の上昇で y の変化が小さくなるような単調な関数を選択する必要があることも理由の一つである。

推定では電気代が3500円であるので、

$$(x, y) = (\text{金額}, \text{部分効用値})$$

$$= (0, 1.893), (437.5, -0.928), (875, -1.929)$$

の3点を用いて `scipy.optimize.fsolve` メソッドにより推定された効用関数が以下の式である。

$$y = -1.682 \log(x + 100.6) + 9.651$$

効用関数から算出された各属性の推定値上げ金額を表3に示す。

表3：各属性の推定値上げ金額

項目	属性	推定金額(円)
発電方法	再エネ	149.7
	再エネ以外	334.8
値上げ割合	0%	0.617
	12.5%	442.0
	25%	884.0
特典	ポイント付与	132.4
	特典なし	499.1
	名産品の贈呈	290.8
	再エネ賦課金の削減	192.1
	税金控除	81.75

この値上げ金額をある電力プランに適用し、3つの項目について表3の値を足し合わせると、そのプランに対する値上げ金額が求まる。よくあるプラン(再エネ以外・値上げ0%・特典なし)の場合は834.5円である。

再エネ電力を表すプランについて、推定した効用関数を用いれば、特典を表す属性ごとによくあるプランに対する値上げ金額と同額になるような値上げ割合を表4のように求められる。ここで求めた値上げ割合は、発電方法が再エネによるもので、かつある特典が適用されるときに、どれぐらいの値上げを許容できるかを示している。再エネかつ特典がポイント付与の場合は、電気代の値上げはよくあるプランと等しくなる15.8%まで可能だということになる。

表4：プランに対する値上げ額がよくあるプランのものと等しくなる再エネ電力の値上げ割合

発電方法	値上げ割合	特典	プランの値上げ額(円)
再エネ以外	0%	特典なし	834.5
再エネ	15.8%	ポイント付与	
	11.2%	名産品の贈呈	
	14.1%	再エネ賦課金の削減	
	17.2%	税金控除	

このように考えると、値上げ割合12.5%のとき、よくあるプランよりも評価の高い再エネ電力のプランは、表4において12.5%以上の値上げ割合となっている特典のプランである。これに当てはまるのは特典がポイント付与・再エネ賦課金の削減・税金控除の3種類であり、再エネによる発電で電気代が12.5%値上がりした場合はこの3種類の特典のいずれかをプランに組み合わせればよいことになる。

4.5. 学生と学生でない人の部分効用値の比較

学生と学生でない人を分けてコンジョイント分析を行ったときの部分効用値を描いたグラフを図11に示す。また、各項目の効用値のレンジに基づいて算出した重要度を示すグラフを図12に示す。

まず発電方法について、学生でない人は学生の約2分の1しか重視していないが、電気代の値上げ割合については学生でない人の方が学生の約1.2倍重視していることがわかる。これは、学生でない人は税金の支払い義務があること、家庭を持ったこと、電気代がそもそも高額であることなどにより経済面を強く意識するようになり、発電方法による価値よりも値上げ割合の大小を重視することが増えたからだと考えられる。

また、特典の属性の中で税金控除に着目すると、学生は学生でない人に比べ実際に恩恵を受ける場合が少ないのにもかかわらず、特典の中で最もプラスの影響が大きくなっている。これは、学生においても電気代の減少を示す要素として税金控除が想像しやすいからだと考えられる。

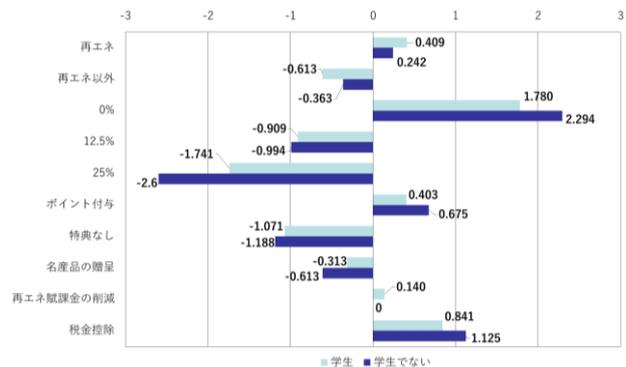


図11：学生と学生でない人の部分効用値

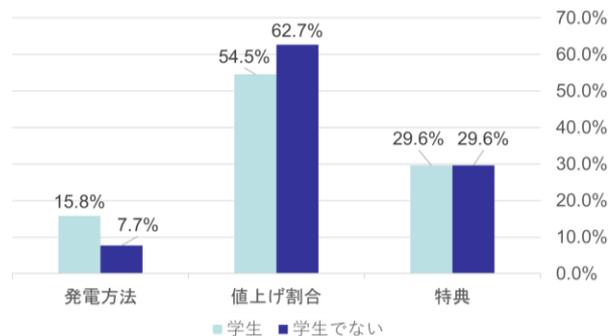


図12：学生と学生でない人の重要度比較

以上のような学生と学生でない人の比較の結果から、学生には再エネによる発電であることを強調するのが効果的であり、学生でない人には発電方法を強調するよりも値上げ割合が小さくなるようなプランを作ることが効果的だと考える。

5. まとめ

まず、アンケート全体でのコンジョイント分析の結果では、電気代増加の影響は他の属性に対して約2倍以上大きいことが分かった。また、再エネによる電気代の値上げ割合が12.5%なら、ポイント付与・再エネ賦課金の削減・税金控除を特典とすれば一般の電力よりも選択されやすい可能性がある。さらに、学生と学生でない人では、学生には再エネを強調することで選択されやすくなるが、学生でない人には電気料金を低く抑えたことを強調することで選択されやすくなると考えられる。

6. 今後の展望

今後の展望として、まずアンケートバイアスの軽減が考えられる。アンケート回答者は主に筑波大学生ならびにその関係者・知人等が主となったため、茨城県・東京都の居住者や20代・学生の属性を持つ回答者の割合が多くなった。今後はより広範なサンプル調査を実施し、年齢や居住地などのデータの偏りを軽減して一般に適用できる研究を行う必要がある。

また、特典自体の価値に関する研究も行う必要がある。本研究ではコンジョイント分析により特典を組み合わせた場合のプランの評価について検証したが、ここでの特典はある程度概念を定めただけであり、ポイント付与・税金控除・名産品の贈呈のような特典は実際には多様なパターンが考えられる。こうした特典に幅を持たせた場合の価値の変化を求めたうえで、電力プランに組み合わせれば、より現実的な電力プランの比較が可能となると考えられる。

さらに、再エネ自体に価値を持たせた場合も検

討する必要がある。例えば米は産地によってブランド米として一定の価値があるとされる。このようなブランド化を再エネにも行うことを考えるのである。一つの方法としては、法人において利用が進んでいるブロックチェーン技術を個人の電力プランにも適用するが考えられる。

参考文献

[1]経済産業省,発電コスト検証に関する取りまとめ(案)

https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/cost_wg/2021/data/08_05.pdf

(最終閲覧日:2023.11.24)

[2]資源エネルギー庁,日本のエネルギー2022 年度版

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2022/007/> (最終閲覧日:2023.11.24)

[3]資源エネルギー庁,制度の概要(FIT・FIP 制度)

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

(最終閲覧日:2023.11.24)

[4]環境省,日本・英国・ドイツの消費者の再生可能エネルギーに対する意識やエネルギー消費実態等に関するアンケート集計結果

<https://www.env.go.jp/content/900449320.pdf>

(最終閲覧日:2023.11.24)

[5]「電気代」の値上げが今後も続きそうなワケ、節約方法の一つに「スイッチング」

<https://magazine.aruhi-corp.co.jp/0000-4285/>

(最終閲覧日:2023.11.24)