



消費者による電源ごとの の受容度の比較分析

グループ演習10班

201920570 井本隆志

201920575 加藤亮二

201920601 Geng Yankang

201920611 Feng Jing

指導教員 鈴木研悟

研究背景·目的

研究背景 地球温暖化問題

原因

- ✓ 温室効果ガスの増加

地球温暖化

- ✓ 平均気温は100年で0.73 上昇
- ✓ 1990年代半ば以降高温になる日が多い
- ✓ パリ協定(2016年)で議論された
 - 21世紀後半には温室効果ガスをゼロ
 - 世界の平均気温の上昇を産業革命前の2 未満

再生可能エネルギーの特徴

- ✓ 発電時に温室効果ガスを出さない
- ✓ 国内で生産できる
- ✓ コストが高い
- ✓ 気象条件に左右される場合がある

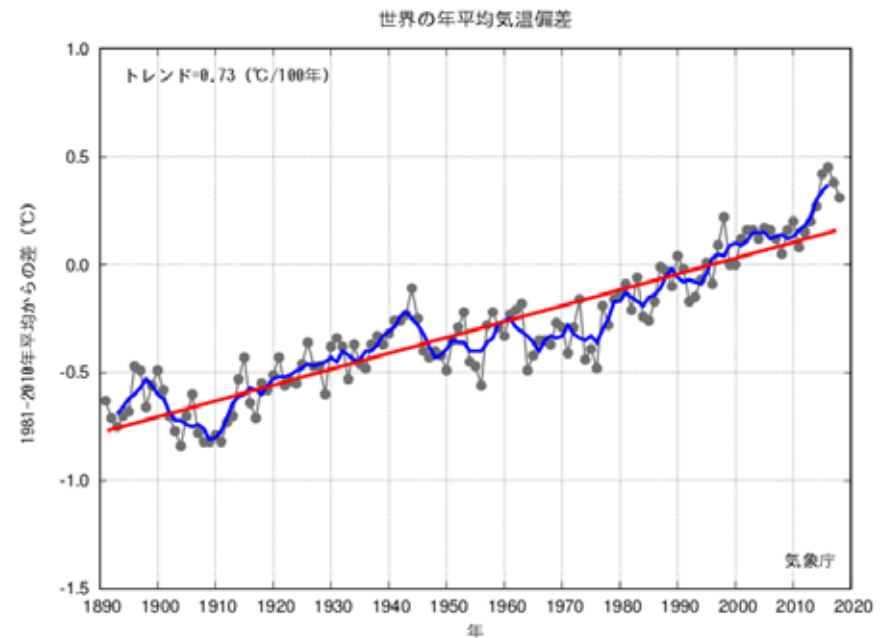


図1. 世界の平均気温推移 (気象庁)

研究背景 再生可能エネルギー割合

再生可能エネルギーを22-24%に拡大することは長期エネルギー需給見通しで決定

長期エネルギー需給見通し

- ✓ 再生可能エネルギーを2030年度までに22-24%引き上げを目標
- ✓ 自給率をあげる
- ✓ 電力コストをさげる
- ✓ 温室効果ガス削減

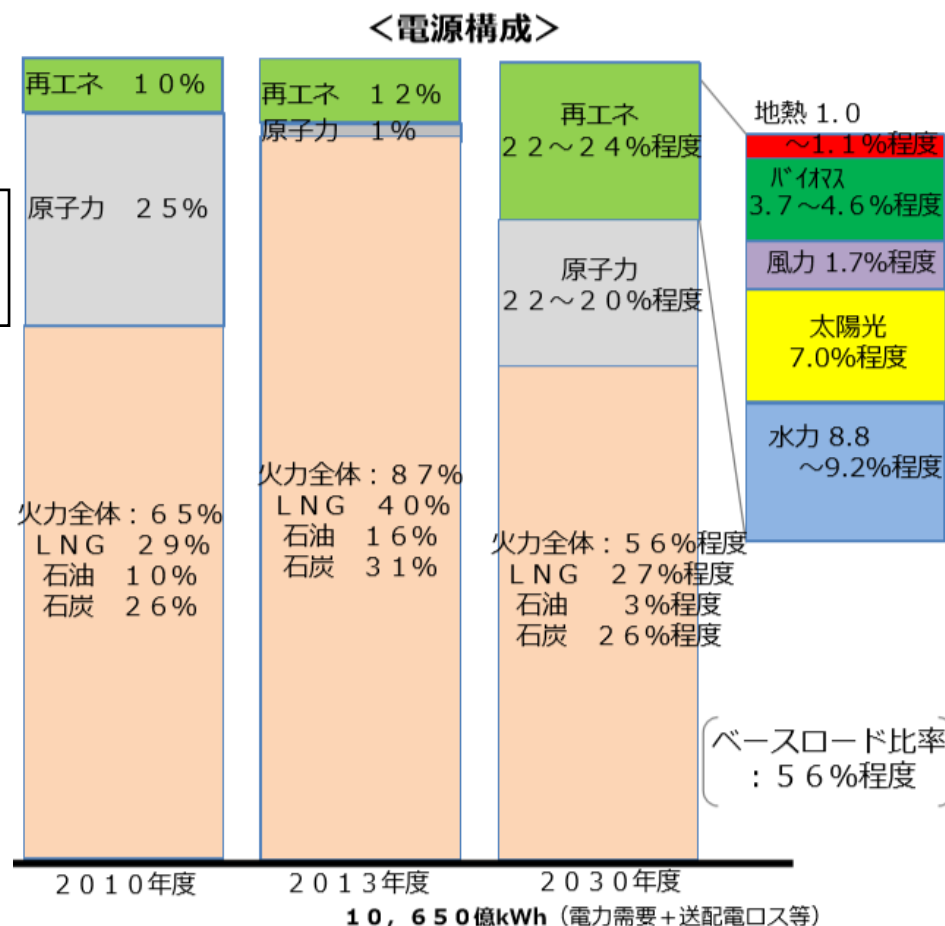
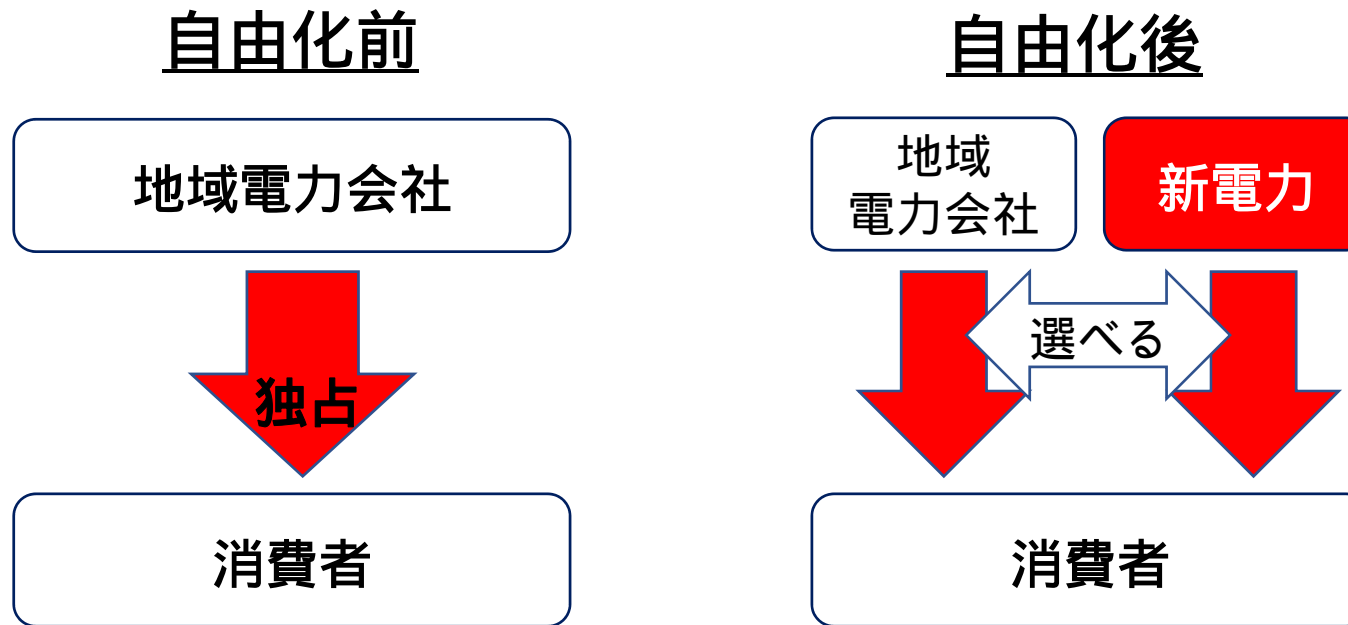


図2. 再生可能エネルギー目標 (資源エネルギー庁)

研究背景 電力自由化とは



電力自由化とは

- 日本では2016年から小売り電力自由化がスタート
- 消費者は電力自由化により好きな電力会社を選択できる
- 再生可能エネルギーを導入している電力会社を選択するか問題

研究問題・目的

問題

- ✓ 日本の政府は2030年度までに再生可能エネルギーを22-24%を目標
- ✓ 電力自由化により消費者が好きな電力会社を選択できる時代に
- ✓ 再生可能エネルギーを消費者は受け入れられるのか

目的

電力会社の選択における**消費者の選好**を明らかにし、
消費者の選好による電源構成を推定することで、政府が
目指す電源構成との差を検証する

コンジョイント分析 消費者が電力会社選択で**重要視する属性**

ロジスティックモデル 消費者が**電力会社を選択したときの効用**
消費者が**電力会社を選択する確率**

調査の仮定とモデル

調査の仮定

- ✓ 1種類の電源(火力発電のみなど)の電力会社
- ✓ すべての電力会社はK個の変数(属性)によって説明できる
- ✓ 消費者は1つの電力会社と契約する
- ✓ 電力会社の属性の値によって得られる満足度(効用)が異なる
- ✓ 消費者は効用が最も大きくなるよう電力会社を選択する

ロジスティックモデル

- 消費者 n が電力会社 i を選択する確率 P_{ni}

$$p_{ni} = \frac{\exp(V_{ni})}{\sum_j \exp(V_{nj})} \quad (1)$$

- V_{ni} は、消費者 n が電力会社 i を選択したときの効用

$$V_{ni} = \sum_{k=1}^K \beta_k \cdot x_{nik} + C \quad (2)$$

x_{nik} は電力会社 i , 消費者 n についての属性 k の値, β_k は属性 k が効用に与える影響の大きさを表す係数である.

コンジョイント分析

式(2)の係数である β_k と C はコンジョイント分析と呼ばれるアンケート手法により推計される

$$V_{ni} = \sum_{k=1}^K \beta_k \cdot x_{nik} + C \quad (2)$$

(流れ)

複数のカードを用意し、
その中の2枚を回答者に提示

Q1. あなたはどちらの電力を選びますか？ *

電気料金	10(円/kWh)	電気料金	10(円/kWh)
CO2排出量	1000(g-CO2/kWh)	CO2排出量	0(g-CO2/kWh)
自給率	輸入	自給率	輸入
過酷事故リスク	あり	過酷事故リスク	あり

電力会社C 電力会社A

図3. アンケートの例

異なる属性値が記したカードを様々な組み合わせ
について回答を得る

回答者が**どの属性の値を重視**して対象を選択するのかが明らかになる

アンケート調査

調査の流れ

属性と属性値の範囲の設定



属性値の組み合わせを設定し、
9枚のカード(電力会社)を作成



アンケートの作成・実施



アンケート結果の分析

アンケートの作成

属性と属性値の範囲を設定する

直交表を用いて、属性値の組み合わせを決定し、9枚のカードを作成する

9枚のカードすべてを比較できるように、36通りの組み合わせを用意し、回答者にそれぞれ比較してもらい回答を得る

表1.カードと属性値の組み合わせ

No	属性値(単位)			
	価格(円/kWh)	CO2排出量(g-CO2/kWh)	自給率	過酷事故リスク
電力会社A	10	0	0	0
電力会社B	10	500	1	1
電力会社C	10	1000	0	0
電力会社D	20	0	1	1
電力会社E	20	500	1	0
電力会社F	20	1000	0	1
電力会社G	30	0	0	1
電力会社H	30	500	0	0
電力会社I	30	1000	1	0

アンケート調査の概要

■目的:消費者の電力会社選択で重要視する要因を明らかにする

【本調査の想定状況】

実際のアンケートより引用

本調査では、皆様は以下の状況を想定してください。

今月、つくば市に引っ越してきました。
 新生活を始めるに当たり、電気会社と契約する必要があります。
 そこに、2つの電力会社が訪れ、それぞれ条件を提示しています。
 あなたは、どちらか1社と契約する必要があります。提示された条件以外に条件の違いはありません。

表2.アンケートの概要

調査方法	googleフォーム
調査期間	9/6-9/28
調査対象	筑波大学生
回答数	68
有効回答数	68

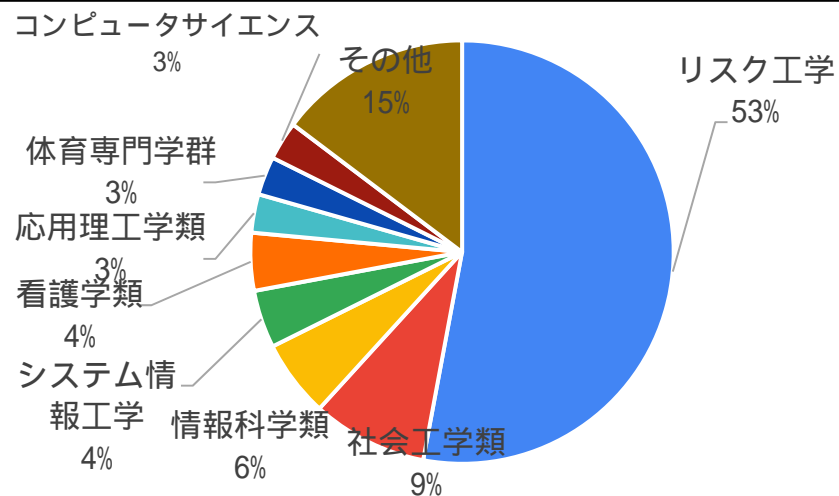


図4.回答者の専攻内訳

分析結果と考察

分析結果

- モデル検証と応用

表3. 分類表

		予測		正解の割合
		0	1	
観測	0	1334	1114	54.50%
	1	298	2150	87.80%
全体のパーセント				71.20%

普段ランダムの際は50%ぐらい、今回正解の割合は71.20%であるため、真実状況を反映できる

表4. モデルの要約

Cox-Snell R ² 乗	Nagelkerke R ² 乗
0.268	0.358

Nagelkerke R²乗とCox-Snell R²乗はモデルが有効かどうかを示すこの回帰モデルの寄与率は0.268 ~ 0.358と考えられる
(一般的に、0.2以上の場合は、推定したモデルは有効である)

分析結果

表5.モデル各変数の検証

	係数	有意確率
価格	-0.136	0.000
二酸化炭素	-0.001	0.000
自給率	0.138	0.091
過酷事故リスク	-1.423	0.000
定数項	4.219	0.000

自給率以外は有意水準 5 % を満たしている

方程式の標準化係数

標準化係数 = (変数の最大値 - 変数の最小値) × 非標準化係数

表6属性値の標準化係数

価格	二酸化炭素	自給率	過酷事故リスク
-2.720	-1.000	0.138	-1.423

■ 消費者が重要視する要因

価格 > 過酷事故リスク > 二酸化炭素 > 自給率

- ✓ 消費者は電力会社の選択で価格を重視している
- ✓ 価格に次いで過酷事故リスクを重視している
過去に東日本大震災などを経験していることから、過酷事故について感度が高いことが考えられる
- ✓ 自給率はあまり重要視されていない
消費者に直接影響しないものであり関心が低くなっていると考えられる

分析結果

表7.2013年電源構成推定

2013		火力	LNG	太陽光	水力	原子力	風力	バイオマス
価格	-0.136	12.3	13.7	24.2	11	10.1	21.6	29.7
CO2	-0.001	864	476	0	0	0	0	0
自給率	0.138	0	0	1	1	0	1	1
過酷事故リスク	-1.423	0	0	0	0	1	0	0
定数	4.219							
		火力	LNG	太陽光	水力	原子力	風力	バイオマス
効用		1.68	1.88	1.07	2.86	1.42	1.42	0.32
選択確率		0.13	0.16	0.07	0.42	0.10	0.10	0.03

2013年のエネルギー各変数のデータを
以下の公式で効用(V_{ni})と選択確率(P_{ni})を計算

$$p_{ni} = \frac{\exp(V_{ni})}{\sum_j \exp(V_{nj})} \quad (1)$$

$$V_{ni} = \sum_{k=1}^K \beta_k \cdot x_{nik} + C \quad (2)$$

自給率: 0は輸入 1は国産

過酷事故リスク: 0はリスクなし 1はリスクあり

分析結果

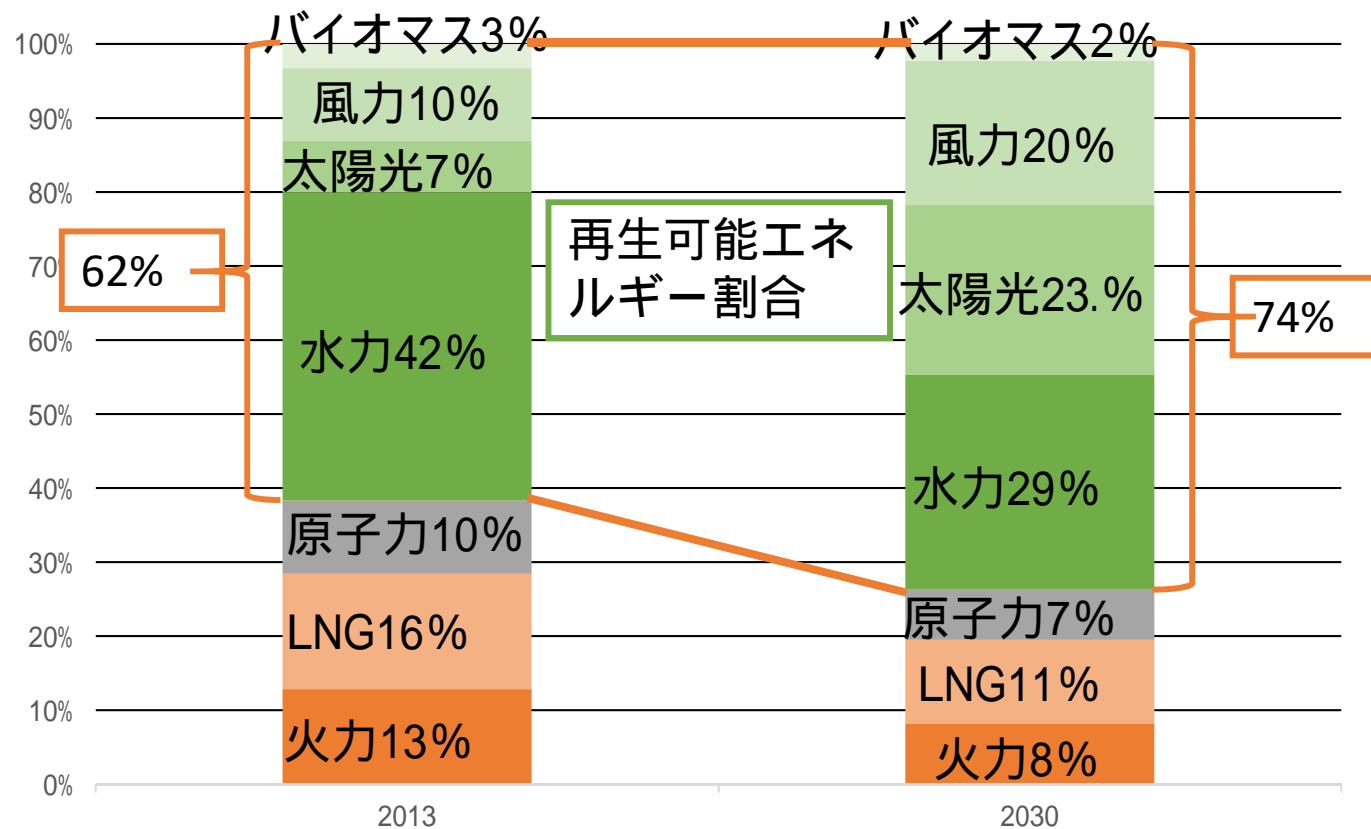


図5. 推定結果

- ✓ 再生可能エネルギーの割合が増加した
- ✓ 再生エネルギーの価格が下がるにつれ、化石燃料の割合が低くなる
- ✓ 電力選択を変化示すのは、消費者は低価格、二酸化炭素排出量少ない、過酷事故リスク低い

政府の目標との比較検討

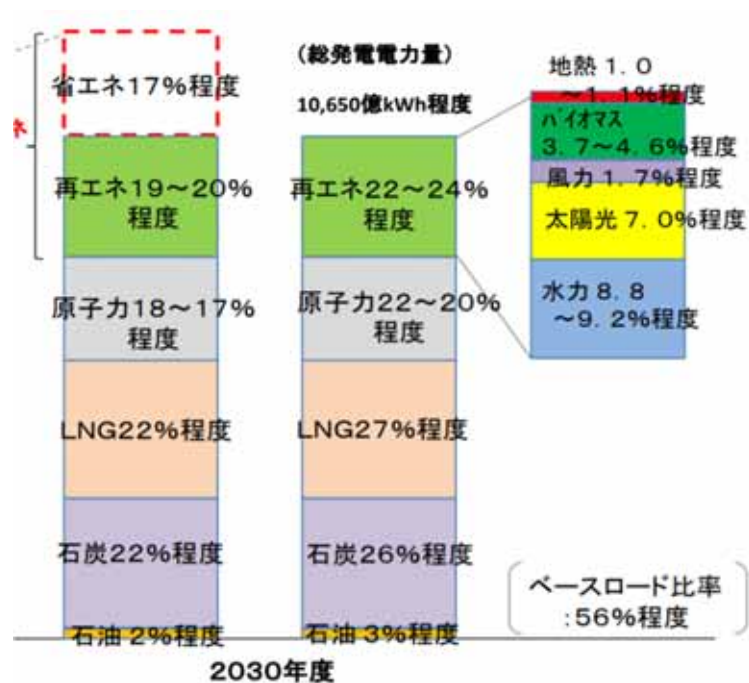


図6. 2030年の電源構成 (長期エネルギー需給見通しより)

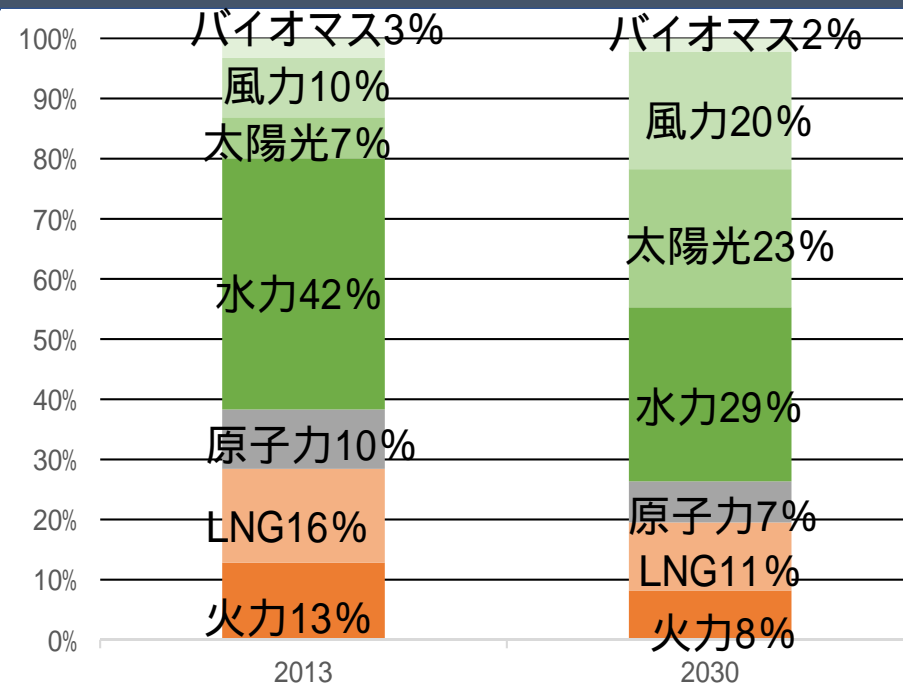


図7. 推定結果

- ✓ 政府が目標とする再生エネルギー割合はモデルで予測する再生エネルギー割合より低い
- ✓ 政府は外的要因を考慮して目標を立てているが、今回のモデルは消費者の選好だけを考慮しているため、再生可能エネルギーの割合が大きくなっている

まとめ

まとめ

本実習では、ロジットモデルとコンジョイント分析を用いて、電力会社選択の場面で**消費者が重要視する要因と要因に基づく電源構成**を推定した

結果

- ✓ 電力会社の選択において、消費者が重要視する要因
価格 > 過酷事故リスク > 二酸化炭素 > 自給率
- ✓ 2030年の選好を推定した場合、消費者の多くが再生可能エネルギーによる電源を望んでいる

今後の課題

- ✓ アンケートのサンプル数を増やす
- ✓ 筑波大学生以外にもアンケート調査を行う必要がある
- ✓ 発電ポテンシャルなどの条件が考慮されていない

参考文献

- 国土交通省・気象庁「世界の気象」https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_wld.html
- 経済産業省・資源エネルギー庁「再生可能エネルギー」
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/renewable/outline/index.html
- 経済産業省・資源エネルギー庁「電力自由化」https://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/electricity_liberalization/what/

- 経済産業省・資源エネルギー庁「長期エネルギー需給見通し」
https://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/pdf/report_01.pdf (最終閲覧日2019/10/16)
- 鈴木研悟，甲部豊，大田純，近久武美：北海道の家庭部門における暖房・給油機期の選択行動のモデル解析，日本機械学会「No.14-11」第19回動力・エネルギー技術シンポジウム講演論文集，2014.06.28
- Monodukuri「直交表で水準数が余る時，足りない時の対処法」<https://www.monodukuri.com/gihou/article/75>(最終閲覧日2019/10/11)
- 君山由良：コンジョイント分析，データ分析研究所，統計解析書シリーズA-58 2010
- 内田治:SPSS によるロジスティック回帰分析 オーム社, 2016 第2版，株式会社

- TWPCO東京電力エナジーパートナー「東京電力エナジーパートナー環境行動指針」
<http://www.tepco.co.jp/ep/company/warming/> (最終閲覧日2019/10/16)
- TWPCO東京電力エナジーパートナー 電気料金「スタンダードS」
<http://www.tepco.co.jp/ep/private/plan/standard/kanto/index-j.html> (最終閲覧日2019/10/16)

調査の仮定

目的: 電力選択に関する消費者の選好を明らかにする
仮定

- 1種類の電源(火力発電のみなど)の電力会社
- すべての電力会社はK個の変数(属性)によって説明できる
- 消費者は1つの電力会社と契約する
- 電力会社の属性の値によって得られる満足度(効用)が異なる
- 消費者は効用が最も大きくなるよう電力会社を選択する

現実

- 電力会社は複数の電源から電力を供給している
- 複雑な属性によって説明される

▶ 消費者が接する情報は電力会社全体の値の情報である

【2019年11月分以降】

基本料金 (10Aにつき)	電力量料金 (1kWh)		
330.00円 (15Aの場合=495.00円)	~120kWh	121kWh~ 300kWh	301kWh~
	18.55円	24.06円	28.41円

*最低月額料金 (1契約) 261.80円

		年度					前年度比
		2014	2015	2016	2017	2018	
CO ₂ 排出係数	kg-CO ₂ /kWh	0.496 (0.505)	0.491 (0.500)	0.474 (0.486)	0.462 (0.475)	0.455 (0.468)	-2% (-2%)
CO ₂ 排出量	万t-CO ₂	12,750 (12,980)	12,140 (12,360)	11,440 (11,740)	10,770 (11,080)	9,970 (10,270)	-8% (-7%)
販売電力量	億kWh	2,570	2,471	2,415	2,331	2,194	-6%

東京電力の電気料金とCO₂排出量

研究背景

再生可能エネルギー割合

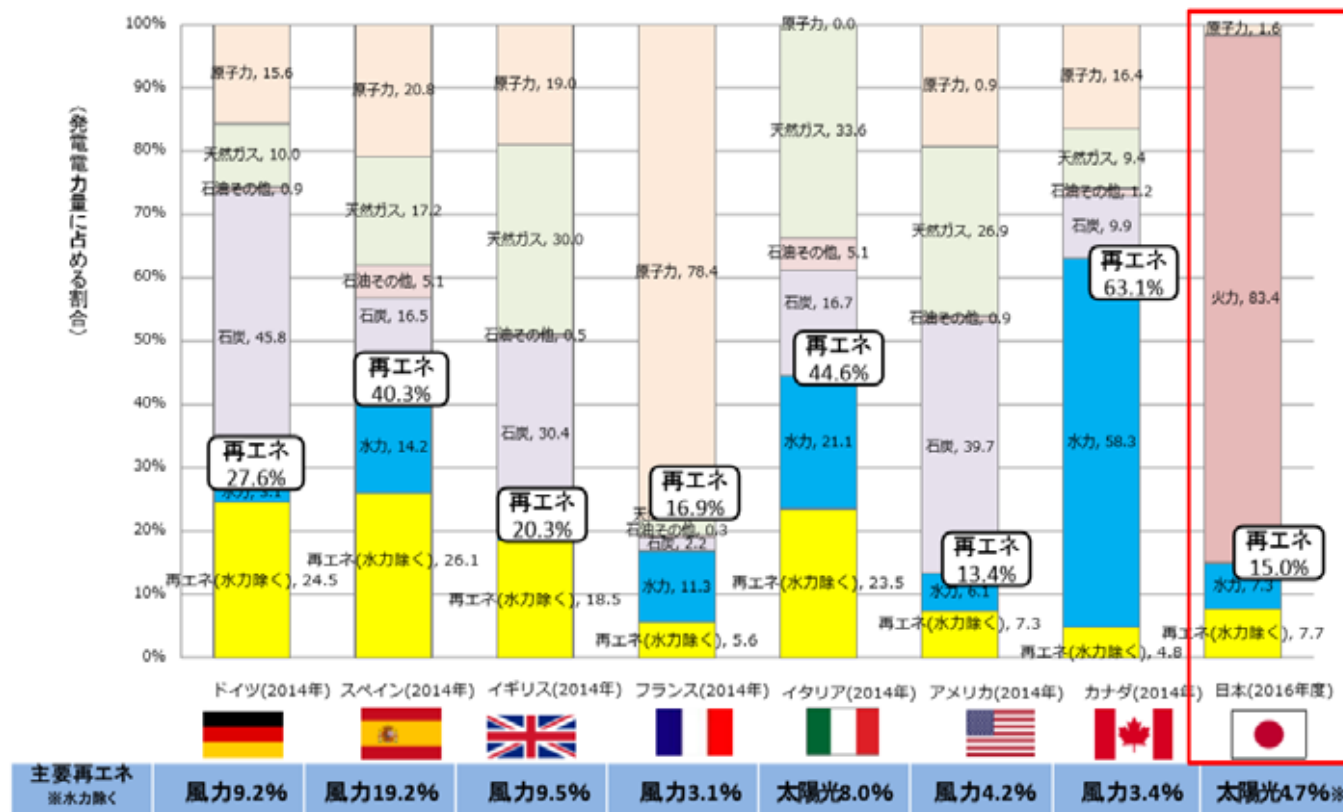


図3. 世界の再生可能エネルギーの割合 (資源エネルギー庁)

国	ドイツ	スペイン	イギリス	フランス	イタリア	アメリカ	カナダ	日本
再エネ割合 (%)	27.6	40.3	20.3	16.9	44.6	13.4	63.1	15.0

日本は他の先進国と比べると再生可能エネルギーの割合が低い

アンケートの作成

■属性と属性値の範囲

属性(単位)	属性値の範囲
価格(円/kWh)	10, 20, 30
CO2排出量 (g-CO2/kWh)	0, 500, 1000
自給率	0, 1
過酷事故リスク	0, 1

価格:「長期エネルギー需給見通し」より、最大値、最小値、中央値に近い値を用いる

CO2排出量:「原子力・エネルギー図面集」より、最大値、最小値、中央値に近い値を用いる

自給率:発電資源を輸入している場合を0、輸入していない場合は1とする

過酷事故リスク:発電、または、発電資源に過酷事故リスクがない場合を0、ある場合を1とする

アンケートの作成

直交表を用いて、属性値の組み合わせを決定し、9枚のカードを作成する
9枚のカードすべてを比較できるように、36通りの組み合わせを用意し、回答者にそれぞれ比較してもらい回答を得る

No	属性値(単位)			
	価格(円/kWh)	CO2排出量(g-CO2/kWh)	自給率	過酷事故リスク
電力会社A	10	0	0	0
電力会社B	10	500	1	1
電力会社C	10	1000	0	0
電力会社D	20	0	1	1
電力会社E	20	500	1	0
電力会社F	20	1000	0	1
電力会社G	30	0	0	1
電力会社H	30	500	0	0
電力会社I	30	1000	1	0

分析結果

2013年電源構成推定

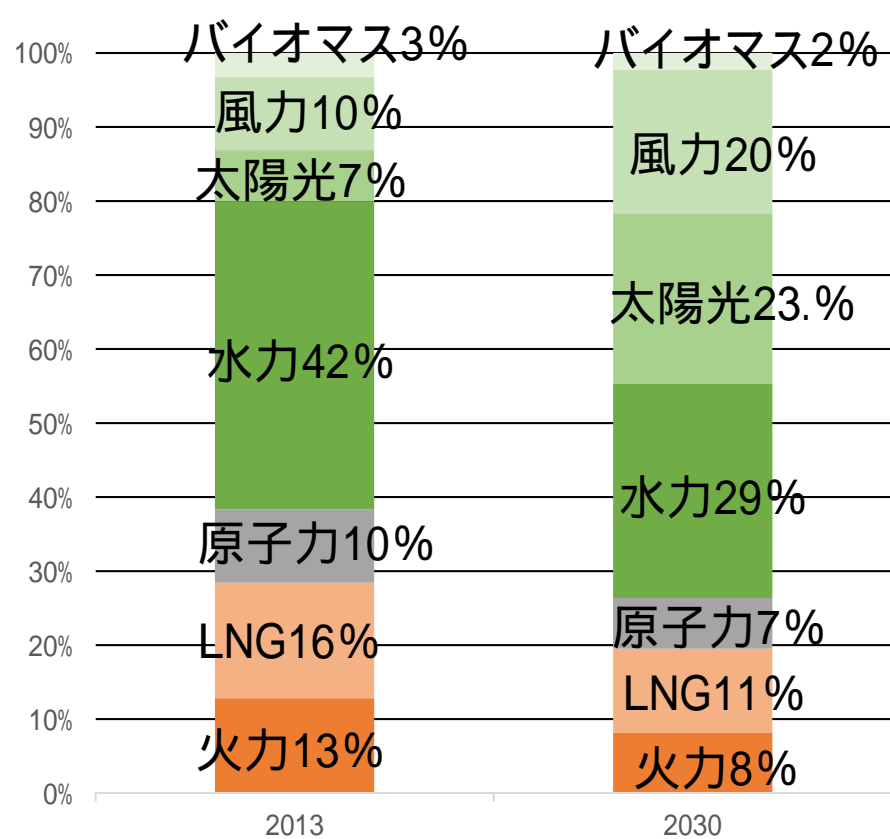
2013		火力	LNG	太陽光	水力	原子力	風力	バイオマス
価格	-0.136	12.3	13.7	24.2	11	10.1	21.6	29.7
CO2	-0.001	864	476	0	0	0	0	0
自給率	0.138	0	0	1	1	0	1	1
過酷事故リスク	-1.423	0	0	0	0	1	0	0
定数	4.219							
		火力	LNG	太陽光	水力	原子力	風力	バイオマス
効用		1.68	1.88	1.07	2.86	1.42	1.42	0.32
選択確率		0.13	0.16	0.07	0.42	0.10	0.10	0.03
2030		火力	LNG	原子力	水力	太陽光	風力	バイオマス
価格	-0.136	12.9	13.4	10.1	11	12.7	13.9	29.7
CO2	-0.001	864	476	0	0	0	0	0
自給率	0.138	0	0	0	1	1	1	1
過酷事故リスク	-1.423	0	0	1	0	0	0	0
定数	4.219							
		火力	LNG	原子力	水力	太陽光	風力	バイオマス
効用		1.6	1.9	1.4	2.9	2.6	2.5	0.3
選択確率		0.08	0.11	0.07	0.29	0.23	0.19	0.02

原子力

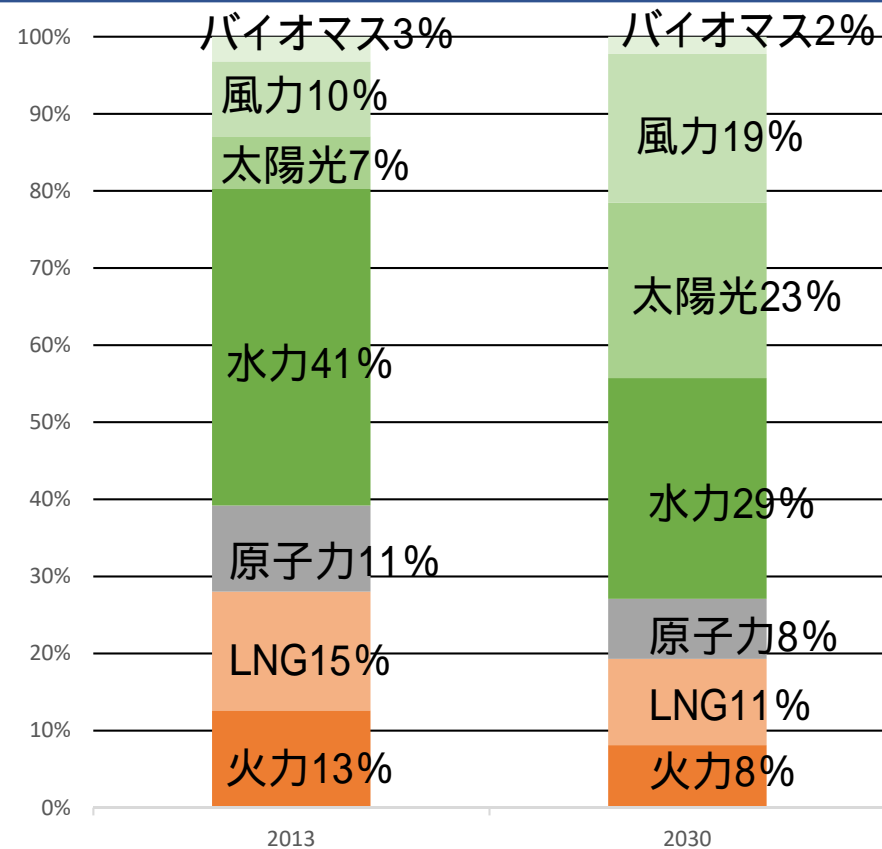
資源エネルギー庁より

原子力発電の燃料となるウランは、エネルギー密度が高く備蓄が容易であること、使用済燃料を再処理することで資源燃料として再利用できること等から、資源依存度が低い「準国産エネルギー」と位置づけられています

分析結果



原子力 輸入



原子力 国産

過酷事故リスク

日本学術会議より

過酷事故:シビアアクシデント - 設計基準事象を大幅に超える事象であって、安全設計の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却、反応度の制御ができない状態となり、その結果、炉心の重大な損傷に至る事象。

属性の設定

長期エネルギー需給見通しより

<3E+Sに関する政策目標>

安全性

安全性が大前提

自給率

震災前(約20%)を更に上回る概ね25%程度

電力コスト

現状よりも引き下げる
(2013年度 9.7兆円 ⇒ 2030年度 9.5兆円)

温室効果
ガス排出量

欧米に遜色ない温室効果ガス削減目標を掲げる