

洋上風力に対する 一般市民の選好分析 及び経済評価

—選択型実験を用いて—

2022.0425

岩田健吾・牛房義明

iwata.kengo.66r@st.kyoto-u.ac.jp



報告內容

1. 自己紹介
2. 背景
3. 目的
4. 方法
5. 結果・考察

カーボンニュートラルの産業イメージ

電気はすべて脱炭素化し、産業部門の電化を進める
 水素は、発電・産業・運輸など幅広く活用されるキーテクノロジー
 CO₂は回収し、カーボンリサイクルや地中貯留(CCS)へ

水素航空機
 燃料に水素を用いる他、
 燃料電池を活用

ハイブリッド
 商業航路の一角

背景

2020年10月 菅総理(当時)が2050年までのカーボンニュートラルを表明

2020年12月 「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を公表

産業政策・エネルギー政策の両面から、14の実行計画を策定、高い目標

14分野の一つ【洋上風力】

洋上風力を2030年までに1,000万kW、
 2040年までに3,000万kW~4,500万kW導入
 することを目指す

脱炭素と経済成長の実現を目指す



凡例

- 水素 (Blue arrow)
- 電気 (Orange arrow)
- CO₂ (Green arrow)
- カーボンリサイクル (Recycling symbol): CO₂が資源となって、燃料やプラスチック、コンクリートなどに再利用されて、身の回りに使われる。

背景

- 今後、日本海域に多くの洋上風力発電が導入されれば、海洋生態系にも何らかの影響が及ぶ可能性
- 洋上風力に対する地域住民の懸念、反対運動も増加する可能性
 - 英国一般市民80%が風力発電を指示しているにも関わらず、全体の風力発電事業計画の内、事業中止にいたる計画は75%だった (Bell et al. 2005)
 - 国内の事例：下関で漁業者・地域住民らの反対運動
 - 下関を風力だらけにするな
 - 豊浦沖にも巨大洋上風力計画　ドイツ大企業が1万基×40基



背景

- 脱炭素政策（洋上風力発電）を推進する上で、社会全体、次世代の利益と導入地域のステークホルダーの利益との調整が大きな課題

対立

- （再エネ推進肯定派）地球の環境負担を増やさないエネルギーとして推進すべきと主張するグループ
- （再エネ推進懐疑派）再生可能エネルギー施設は自然景観を破壊し、風景に不可避的な影響を及ぼす可能性があるため推進すべきでないと主張するグループ
- 「**Green vs Green 議論**」：概念レベルでは様々な既往研究で言及
 - しかし、そもそもこのような論争が成立するのか、成立する場合、どの程度それぞれのグループに一般市民が属しているのかについて、データに基づいた研究は少ない。



目的

- ① オンラインアンケート調査（全国の一般世帯を対象）や実際に洋上風力発電事業が計画されている地域を対象としたアンケート調査・比較分析を行うことで、「Green vs Green 議論」仮説の検証を行う。
- ② 洋上風力発電に対してどのような要因が満たされれば／どのような情報を提供すれば、地域社会に受け入れられるのかを明らかにする。

※ 本日の報告では、オンライン・アンケート調査により得られたデータを混合ロジットモデルを用いて推定し、その結果内容を報告する。

方法

- 洋上風力の社会的受容性について検討するために，オンラインアンケート調査（全国の一般世帯を対象）を行った

用いる手法

- 表明選好法の1類型である**選択型実験**（コンジョイント分析）と呼ばれる分析手法を用いて分析

評価手法（選択型実験とは）

- **コンジョイント分析**：評価対象となる財を複数の属性から構成されるものとして把握し，属性水準の違いによって多種類の財を表現したうえで，各属性の限界的变化に対する評価を明らかにする手法。
- 例：森林は水源涵養，炭素固定，木材供給などの多面的な便益をもたらすが，コンジョイント分析を用いることで各々の機能に対する限界支払意思額 (MWTP) を把握することが可能。
- コンジョイント分析は様々な質問形式が提案されているが，環境経済学の分野では，複数の代替案の中から最も好ましいものを選んでもらう「**選択型実験**」が一般的。

項目	整備案 1	整備案 2	整備案 3	
水源かん養機能	現状より 20%減少させる	現状を維持する	現状より 20%増加させる	この中からは選ばない
土砂災害防止機能	現状より 20%減少させる	現状より 20%増加させる	現状を維持する	
地球温暖化防止機能 (吸収量)	16 万トン/年 (現状より 20%減少)	24 万トン/年 (現状より 20%増加)	16 万トン/年 (現状より 20%減少)	
生態系保全機能	森林内の生物の種数は変わらない	森林内の生物の種数が 20%減少する	森林内の生物の種数が 20%増加する	
木材生産機能	67,200 m ³ (現状より 20%増加)	56,000 m ³ (現状と同じ)	44,800 m ³ (現状より 20%減少)	
1 年あたりの負担金 (個人)	2,000 円	20,000 円	5,000 円	

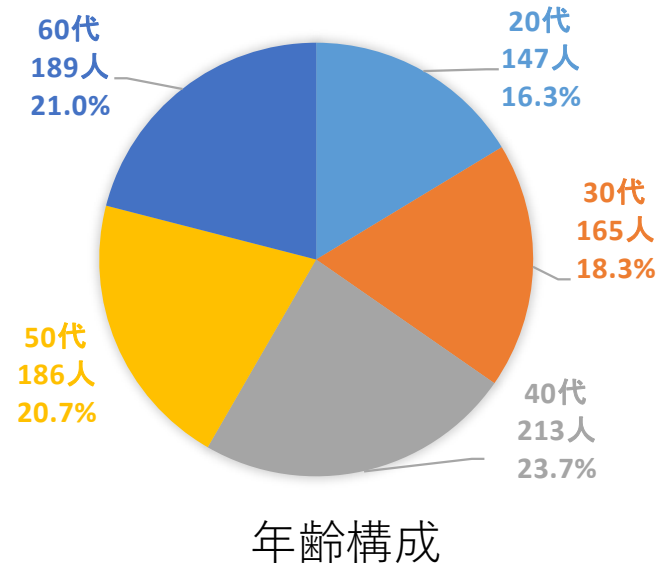
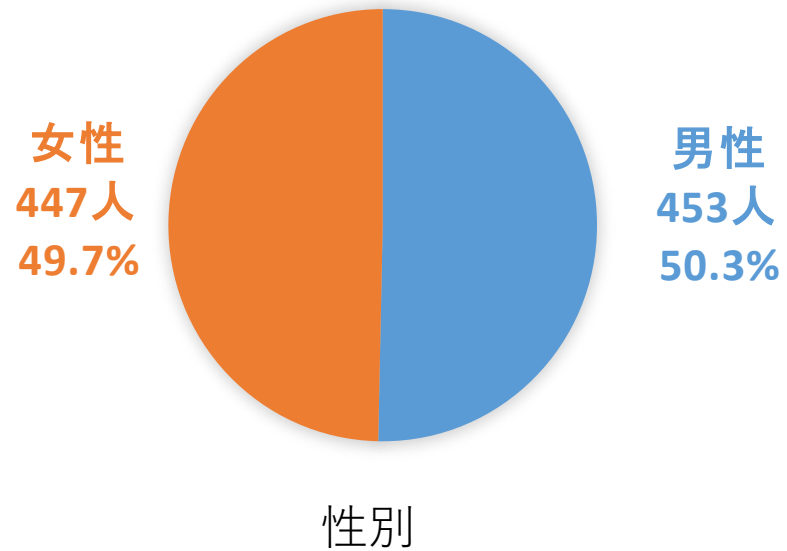
↓ ↓ ↓ ↓
 どれか 1 つを選択

選択型実験の設問例 (岩田ら, 2021)

調査概要

- オンライン調査：楽天インサイトに依頼
- 実施期間：2020年12月22日～23日
- 回答数：900サンプル
- 統計ソフト(Stata16)により推定

單純集計



選択型実験：本研究のプロファイルデザインと属性・水準

設問例：

次のような洋上風力の建設計画があるとき、あなたはどの計画が望ましいと考えますか？

計画番号①②③から一つをお選び下さい。

計画番号	①	②	③
海岸からの距離	10km	10km	風車なし (従来型の発電を続ける)
風車の数	40基	30基	
再エネ賦課金	5円/kWh	3円/kWh	
影響を受ける可能性がある生物の種数	30種	60種	
CO2削減量	7t/kw	10t/kw	
新規雇用創出	30人/基	20人/基	

属性・水準表

	属性名	水準1	水準2	水準3
属性1	海岸距離	10	15	30
属性2	風車数	20	30	40
属性3	賦課金	1	3	5
属性4	生物種類	30	60	90
属性5	CO2削減量	5	7	10
属性6	新規雇用創出	20	30	50

情報提供

- 調査では洋上風力に関する説明を3種類用意し、3つの異なった情報提供により回答に差が生じるかを検証するために、900人のモニターをランダムに3つのグループに分けた。(300:300:300)
- 3つのタイプの洋上風力の説明内容は以下の通り。一つは洋上風力発電の基本的な概要のみを情報として提示（デフォルト）。残りは洋上風力の基本的な概要に加え、以下のような洋上風力に係るポジティブな情報と、ネガティブな情報を提示

ポジティブ

- 洋上風力は二酸化炭素や有害物質を排出せず、環境負荷が少ない。
- 陸上に比べてより大きな風力を持続的に得られるため、安定的な電力供給が可能になる。
- 洋上であるため、騒音や倒壊事故による人的被害リスクが低く、設置場所の確保がしやすい。

ネガティブ

- 景観に影響を与える可能性がある。
- 台風や落雷など自然災害による機械的・電氣的な故障の可能性がある。
- 発電施設による海洋生態系に影響を与える可能性がある。

洋上風力に対する社会的受容のアンケート調査

化石燃料に依存しないエネルギーとして再生可能エネルギーがあります。とくに風力発電は、世界的に普及しています。現在は陸上の風力発電のみならず、洋上にも風力発電がヨーロッパを中心に導入されています。日本も現在、洋上風力発電の導入計画が進められています。

洋上風力の長所は参考として以下のようなものが考えられます。

洋上風力のメリット：

- 二酸化炭素や有害物質を排出せず、環境負荷が少ない。
- 陸上に比べてより大きな風力を持続的に得られるため、安定的に多くの電力供給が可能になる。
- 洋上であるため、騒音や倒壊事故による人的被害リスクが低く、設置場所の確保がしやすい点である。



千葉県銚子沖の洋上風力発電（出所：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）（左）； 鹿児島湾工業地帯におけるウィンドファームイメージ図（出所：Wind Power）（右）

日本における洋上風力が地域社会や環境に及ぼす影響、洋上風力の経済効果、洋上風力に対する一般市民の認知度について十分な知見がない状況です。

そのため、今回、洋上風力に関する皆様のご意見を伺いたくアンケート調査を実施することになりました。

本調査の趣旨をご理解いただき、アンケート調査にご協力いただくようお願い申し上げます。

推定結果 (混合ロジットモデルで推定)

	Without data cleaning		
	係数：平均	係数：標準偏差	MWTP (JPY)
距離	0.1216359 (10.67)	0.2242497 (17.47)	98.2096 [50.89, 145.53]
風車数	0.0453652 (10.74)	0.0437624 (8.22)	36.6282 [18.31, 54.95]
生物種	-0.0100418 (-4.33)	0.0336692 (14.32)	-8.1078 [-14.82, -1.39]
CO2削減	0.0918798 (5.78)	0.163447 (7.95)	74.1843 [17.56, 130.81]
雇用創出	-0.0134502 (-4.48)	-0.0306567 (-5.21)	-10.8597 [-19.19, -2.53]
賦課金	-0.1238534 (-3.66)		
観測数	16200		
対数尤度	-4198.5558		

注：丸括弧はz 値を表す。角括弧は95%信頼区間を表す。

推定結果

(情報効果の検証)

- 属性と情報との交差項を含め、条件付ロジットモデルで推定
- 全ての変数で非有意，モデルフィットも悪化
- 情報の効果について，統計的な有意差は観察されず

	条件付ロジットモデル		
	係数	標準誤差	z値
距離 (distance)	0.0169	0.0073	2.32
風車数 (nturbin)	0.0149	0.0045	3.28
賦課金 (cost)	0.0196	0.0379	0.52
生物種 (species)	-0.0117	0.0021	-5.55
CO2削減 (co2)	0.0747	0.0184	4.07
雇用創出 (labor)	-0.0052	0.0031	-1.67
賦課金*ポジティブ情報	-0.0312	0.0535	-0.58
賦課金*ネガティブ情報	-0.0247	0.0538	-0.46
距離*ポジティブ情報	0.0036	0.0103	0.36
距離*ネガティブ情報	0.0014	0.0103	0.14
風車数*ポジティブ情報	0.0033	0.0065	0.51
風車数*ネガティブ情報	0.0000	0.0064	0.00
生物種*ポジティブ情報	0.0008	0.0030	0.26
生物種*ネガティブ情報	0.0015	0.0030	0.51
CO2削減*ポジティブ情報	-0.0210	0.0260	-0.81
CO2削減*ネガティブ情報	0.0046	0.0259	0.18
雇用創出*ポジティブ情報	0.0009	0.0044	0.20
雇用創出*ネガティブ情報	-0.0026	0.0044	-0.59
観測数	16200		
対数尤度	-5572.9158		
疑似決定係数	0.0606		

結果より言える事

1. 国内の一般市民（国民）は，洋上風力に対して，景観に関わる**距離**と気候変動緩和に繋がる**CO2削減**効果に対し，大きく反応
2. 対して，洋上風力が建設されることによって影響をうける**生物種**に関しては，相対的にあまり大きな反応ではなかった
3. 本研究では，情報提示による影響（選好が有意に異なるかどうか）は確認されなかった

政策・産業への含意

- 洋上風力プロジェクトの建設計画・ゾーニングの際,
 - **景観**（海岸からの距離）を考慮すべき
 - 風力発電を進めることにより，外部便益である**気候変動緩和**に貢献することを強調すべき
- 国民の社会的受容性に大きく影響

今後の展開 (future works)

- 本研究は，再エネ講座のDPに投稿中（近日掲載予定）
- 関係地域（壱岐市など）の市民に対する選好分析を行い，一般市民（国民）との比較・仮説検証を行う

仮説

- ✓ 景観（風車の距離と数）に関して有意かつ係数も大きい
- ✓ 雇用もプラスに有意かつ係数も大きい
- ✓ CO2削減に関しては他属性と比べ，相対的に係数は小さい

References

- Bell, D., Gray, T., and Haggett, C., 2005. The 'Social Gap' in wind farm citing decisions: explanations and policy responses. *Environmental Politics* 14, pp.460–477.
- Devine-Wright, P. (2005). Local aspects of UK renewable energy development: exploring public beliefs and policy implications. *Local Environment*, 10(1), 57–69.
- Devine-Wright, P., & Howes, Y. (2010). Disruption to place attachment and the protection of restorative environments: A wind energy case study. *Journal of environmental psychology*, 30(3), 271–280.
- Ek, K. 2005. "Public and private attitudes towards "green" electricity: the case of Swedish wind power." *Energy policy*, 33(13), 1677–1689.
- Ellis, G., Barry, J., Robinson, C., 2007. "Many ways to say "no", different ways to say "yes": Applying Q-Methodology to understand public acceptance of wind farm proposals." *Journal of Environmental Planning and Management* Taylor Fr. 50, 517–551.
- Groothuis, Peter A., Jana D. Groothuis, and John C. Whitehead. 2008."Green vs. green: Measuring the compensation required to site electrical generation windmills in a viewshed." *Energy Policy* 36.4: 1545-1550.
- Jones, C. R., & Eiser, J. R. 2009. "Identifying predictors of attitudes towards local onshore wind development with reference to an English case study." *Energy policy*, 37(11), 4604-4614.
- Jones, C. R., Orr, B. J., & Eiser, J. R. 2011. "When is enough, enough? Identifying predictors of capacity estimates for onshore wind-power development in a region of the UK." *Energy Policy*, 39(8), 4563-4577.
- Paravantis, J.A., Stigka, E., Mihalakakou, G., Michalena, E., Hills, J.M., Dourmas, V., 2018. "Social acceptance of renewable energy projects: A contingent valuation investigation in Western Greece." *Renew. Energy* 123, 639–651.

References

- Pasqualetti, M., 2001. “Wind energy landscapes: society and technology in the California desert.” *Taylor Fr.* 14, 689–699.
- Söderholm, P., Ek, K., & Pettersson, M. 2007. “Wind power development in Sweden: Global policies and local obstacles.” *Renewable and sustainable energy reviews*, 11(3), 365-400.
- Swofford, J., & Slattery, M. 2010. “Public attitudes of wind energy in Texas: Local communities in close proximity to wind farms and their effect on decision-making.” *Energy policy*, 38(5), 2508-2519.
- Warren, C.R., Lumsden, C., O’Dowd, S., Birnie, R. V., 2005. ““Green on green”: Public perceptions of wind power in Scotland and Ireland.” *J. Environ. Plan. Manag.* 48, 853–875.
- Westerberg, V., Jacobsen, J. B., & Lifran, R. 2013. “The case for offshore wind farms, artificial reefs and sustainable tourism in the French mediterranean.” *Tourism Management*, 34, 172-183.
- Wolsink, M., 2010. “Near-shore Wind Power-Protected Seascapes, Environmentalists’ Attitudes, and the Technocratic Planning Perspective.” *Land use policy* 27, 195–203.
- Wolsink, M. 2006. “Invalid theory impedes our understanding: a critique on the persistence of the language of NIMBY.” *Transactions of the Institute of British Geographers*, 31(1), 85-91.
- 岩田健吾, 藤野正也, 栗山浩一. (2021). 森林生態系サービスの経済価値評価-滋賀県の水源林を事例として. *森林応用研究*, 30(1), 1-10.
- 熊沢貴之(2017), 「風力発電施設に関する住民の受容に及ぼす影響要因」, 日本都市計画学会, 都市計画論文集, Vol.52. No.3.

ご清聴ありがとうございました。

岩田：iwata.kengo.66r@st.kyoto-u.ac.jp