

周辺景観と環境意識がもたらす 風力発電施設建設計画の受入に与える影響

大野 由貴¹・玉置 哲也²・紀伊 雅敦³・鈴木 達也⁴

¹学生会員 香川大学 創発科学研究科 (〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20)
E-mail: s18t114@stu.kagawa-u.ac.jp

²正会員 香川大学准教授 創造工学部 (〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20)
E-mail: tamaki.tetsuya@kagawa-u.ac.jp

³正会員 香川大学教授 創造工学部 (〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20)
E-mail: kii.masanobu@kagawa-u.ac.jp

⁴非会員 香川大学助教 創造工学部 (〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20)
E-mail: suzuki.tatsuya@kagawa-u.ac.jp

地球温暖化対策として、再生可能エネルギーの活用が喫急の課題となっているが、風力発電をはじめとした発電施設は、景観や生態系、日常生活にリスクをもたらす可能性が懸念されることで、いわゆる NIMBY 施設として扱われることが多い。本研究では、周辺住民の景観や環境に対する考え方に着目し、CVM を用いて WTA を推計することで、風力発電施設の受入に影響を与える一般的な要素を明らかにする。ここでは、仮想画像を用いて、具体的な地域を指定しないにもかかわらず現実的な場所を想起させることで、地域特性を排除して分析を行う手法を提案する。結果、環境よりも景観を重視する人は WTA が高く、景観によって WTA が大きく変わるものの、環境を重視する人は WTA も低く、景観による差がほとんどなかった。

Key Words: contingent valuation method, willingness to accept, landscape, wind farm, virtual image

1. はじめに

現在、温暖化による深刻な被害が全世界で観測されており、地球規模での適応策・緩和策が喫急の課題となっている。日本での再生可能エネルギー導入量（水力発電を含む）は 2011 年度は 10.5% であったが、2020 年度には 21.2% と増加傾向にあるものの、2021 年 10 月に策定されたエネルギー基本計画では 2030 年度には 36-38% という目標が掲げられている¹⁾。

再生可能エネルギーのひとつである風力発電は、エネルギー変換効率の高さ、設置場所に陸海問わない点、風が存在により昼夜通して発電可能などのメリットがあり、2020 年での累積導入量は 400 万 kW を超えている。しかし、このように社会的に有効とされている発電施設は NIMBY 施設として忌避される一面もある²⁾。NIMBY とは Not In My Back Yard の略称であり、「施設の社会的必要性を認めてはいるが、自らの居住地周辺に存在してほしくない」という地域住民の主張や態度により施設の建

設が中止・延期され、社会全体としての損失が生まれてしまう現象を指す。実際、このような施設周辺の住民との対立によって、日本国内においても様々な環境紛争が生じている。畦地ら³⁾によれば、主たる紛争論点として野鳥への影響（バードストライク）、騒音・低周波、自然、景観、災害・水質が挙げられている。

一方で、近年の世界的な脱炭素の潮流や SDGs の普及は、風力発電施設のような環境への配慮がみられる施設への抵抗を緩和している可能性がある。例えば、国土交通省が実施した国民意識調査において、「現在の生活から少し不便になったりコストがかかる生活になったりするなど、多少犠牲を払っても、環境保全に配慮すべきだ」という質問に対して「とてもそう思う」、「ある程度そう思う」と回答した人は合わせて 66% であると報告されている⁴⁾。また、景観への影響のように、個人や地域によって異なる要因も風力発電施設建設の受容性を分析する上では看過することはできない。

そこで、本研究では、日本における風力発電施設の受

取意思額(WTA: Willingness to Accept)を明らかにする。特にここでは、仮想的な景色を用いることで地域固有の要因を排除した NIMBY 効果の検証を目指す。論文の構成は以下の通りである。まず 2.において既存の風力発電施設立地に関する研究を紹介し、3.において本研究で用いるデータおよび分析方法を示す。4.において環境意識や景観による支払意思額の変化を示すとともに考察を行う、最後に 5.において得られた結論をまとめる。

2. 既存の研究

風力発電を対象とした支払意思額 (WTP: Willingness to Pay) もしくは受取意思額 (WTA) に関する研究は多く、仮想評価法 (CVM: Contingent Valuable Method) やコンジョイント分析法が用いられてきた。その中には、再生可能エネルギーのシェア増加に焦点を当てた研究⁵⁾など、環境にやさしい技術の導入に対する WTP を調査するものも多い。しかしながら、風力発電施設は好意的に受入らる側面がある一方、NIMBY 施設としての一面も有しており、環境紛争が発生する地域があるように、建設への反発が生じることも多い。このような地域住民の受入に焦点を当てた研究として、例えば、Kim et al.⁶⁾がある。この研究では CVM とコンジョイント分析の 2 種類の方法を用いて、韓国における太陽光発電と風力発電プロジェクトの受入に対して地域住民の WTA を分析し、風力発電施設の方が WTA が高くなることを示している。また、発電施設からの距離が遠くなるほど好まれることが示されている。その他、風力発電施設との距離に着目している研究も多く^{7,8)}、立地場所は重要な要素の一つと言える。このような施設との距離を要素に含めた分析を行うため、Kim et al.⁶⁾は仮想的なプロジェクトを設定し、居住地からの距離は設定される属性の一つとして与えられている。Ladenburg and Dubgaard⁷⁾は海岸からの洋上風力の見え方の異なる図を用いて、視覚的な要因も考慮した推計を実施している。一方、Groothuis et.al.⁸⁾は特定の地域の住民を対象とすることで NIMBY 症候群に対する補償の役割に言及している。これらのように多くの研究は、仮想的な状況を設定するか、特定の地域を対象とすることで NIMBY 要素を考慮している。しかし、仮想的な状況を用いた場合には回答者の居住環境と整合的でない想定が課される可能性がある。また、特定の地域を指定する場合、その地域特有の要因が残る可能性を否定できない。そこで本研究では、仮想的な画像を用いて、その画像から想起される自宅周辺のエリアを想定してもらうことで、回答者の居住環境との整合的を保ちつつ地域特性を排除した推計を目指す。

上：スクリーニング調査，下：本調査

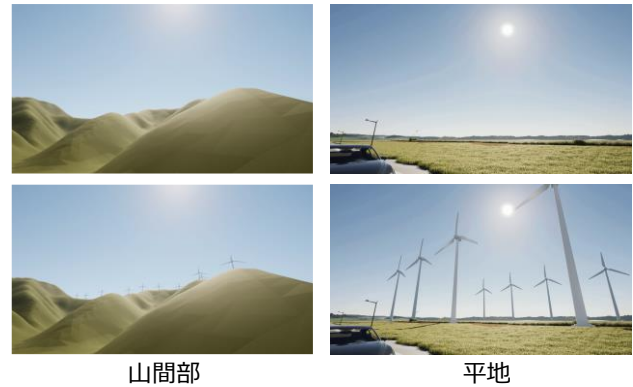


図 1 アンケートに用いた仮想風景

表 1 回答者属性

性別	男性	448	同居者数	1人	168
	女性	466		2人	329
年齢	10代	20		3人	240
	20代	98		4人	127
	30代	129		5人	31
	40代	164		6人	10
	50代	138		7人	4
	60代	156		8人	1
	70代	189		9人	1
	80代以上	20		10人	3
年収	100万円未満	89	電気料金	0~2000円未満	27
	100万~200万円未満	72		2000~4000円未満	98
	200万~300万円未満	130		4000~6000円未満	170
	300万~400万円未満	151		6000~8000円未満	146
	400万~500万円未満	93		8000~10000円未満	133
	500万~600万円未満	86		10000~12000円未満	101
	600万~700万円未満	47		12000~14000円未満	34
	700万~800万円未満	49		14000~16000円未満	29
	800万~900万円未満	35		16000~18000円未満	19
	900万~1000万円未満	50		18000~20000円未満	14
	1000万~1200万円未満	45		20000円以上	37
	1200万~1500万円未満	35		全く分からない	106
	1500万~1800万円未満	10			
1800万~2000万円未満	8				
2000万円以上	14				
					計 914

3. アンケート調査及び分析手法

(1) アンケート調査概要

本研究ではスクリーニング調査と本調査の計 2 回の Web アンケート調査を行っている。スクリーニング調査では、まず図 1 (上) に示すような仮想的に作成された風景を提示し、自宅から最も近い場所でこれらの風景に似ている場所を思い浮かべるよう指示をしたうえで、思い浮かべた近所の風景と自宅の距離やその場所に風力発電施設が建設された場合の印象、意見について質問を行っている。また、自宅周辺に大規模風力発電所が既に存在するか否かについても調査を行った。本調査では設問がランダムに割り当てられるようスクリーニング調査の回答結果を考慮して二段階二肢選択形式の設問を用意した。この際、図 1 (下) のように視覚的なイメージ図を併せて示しているスクリーニング調査、本調査はそれぞれ 2021 年 12 月 8 日、同年 12 月 22 日に Web で行い、

表 2 環境意識に関する設問とその回答結果

Q:以下の設問においてあなたの環境に対する意識として一番近いものをお選びください。	(%)				
	とても思う			全く思わない	
a) 生きていくうえで環境を守る行動は必要である	20.1	45.0	28.9	5.4	0.7
b) 自然環境の悪化を実感している	13.4	33.6	43.6	9.4	0.0
c) カーボンニュートラル宣言に賛成である	8.7	28.2	51.0	10.1	2.0
d) 環境に関する地域の話し合いがあれば参加する	4.0	26.2	49.0	14.8	6.0
e) 再生可能エネルギーを取り入れることは環境に良い影響を与える	14.1	46.3	32.2	6.0	1.3
f) 環境を守るためならば、景観が悪くなることはやむを得ない	5.4	30.9	45.0	13.4	5.4
g) コストが高くて、環境への負荷が少ない発電方法を選択するべきである	8.1	23.5	56.4	9.4	2.7
h) 風力発電施設によって景観が悪くなるとは限らない	8.7	36.9	40.3	12.1	2.0

日本全国の 18 歳以上の男女を対象とした、スクリーニング調査において 1000 人の回答者が得られ、その回答者 1000 人に対して本調査を実施している。本調査での回答者数は 914 人であった。回答者の属性は表 1 に示す通りである。

(2) CVM を用いた分析

分析にはアンケートでは CVM を用いて WTA の推計を行う。CVM ではアンケート調査を利用するため、調査結果にバイアスがかかりやすいことが指摘されている。そこで栗山⁶⁾を参考にバイアスを減らすよう配慮を行っている。仮想バイアスに関してはアンケート調査では完全になくすることが難しいものの、アンケート実施開始時に予備知識として、日本の再生可能エネルギーの割合や 2030 年、2050 年における目標値について情報を提供した。また、アンケート結果が今後の風力発電施設の建設にかかわる政策の重要な資料になることを明記することで、仮想性を下げている。ここでは、回答者が思い浮かべた場所に発電施設の建設が計画された場合に、電気料金をどの程度割り引けば建設を受け入れるか尋ねることで WTA の推計を行っている。設問では 1 回目に提示額を 5%、10%、15%、20%、25%、30% の 6 パターン用意し、2 回目の提示額は、1 回目の提示額に「はい」のときは半分、「いいえ」のときは 2 倍のパーセンテージになるよう二段階二肢選択形式の設問を設定している。加えて、回答者の環境意識や景観に対する考えについても調査した。WTA の推計にはノンパラメトリックな手法を用いている。この手法では、パラメトリックな分布関数を仮定することなく WTA を推計することが可能である^{10), 11)}。

4. アンケート結果および WTA の推定

(1) アンケート集計結果

図 2 に自宅から風力発電施設までの距離を示している。既に大規模な風力発電施設が近くに建設されていることを把握している回答者は 7% 程度であり、どこにあるかわからないと回答した人は全体の 5 割程度となった。一方、提示した画像に類似する自宅から最も近い場所まで

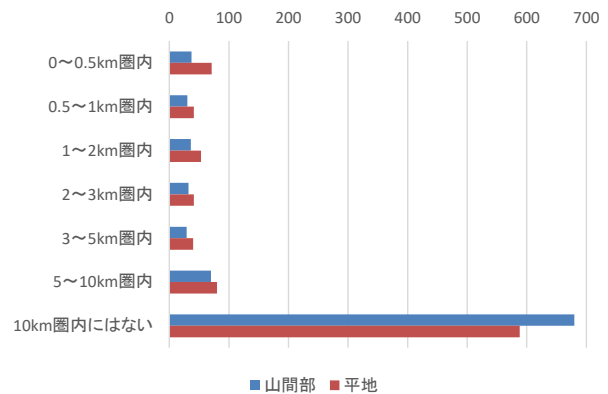


図 2 自宅から既存の大規模風力発電施設までの距離

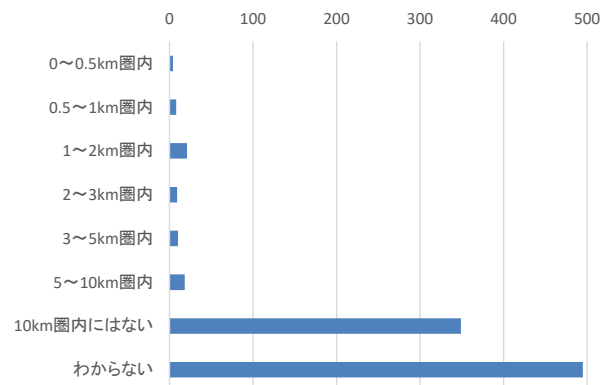


図 3 画像から想起される場所までの距離

の距離に関しては図 3 のような結果となった。平地、山間部ともに、半径 10km 圏内にはないと回答した人が最も多く、それぞれ、64%、74%であった。また、10km 圏内のどのカテゴリーにおいても平地の方が山間部に比べて高い割合となっている。次に、「一般的に見て、今後風力発電施設が増加することに賛成ですか。」という設問に対し、賛成と答えた人は 68%であった。反対理由としては、景観が悪化しそう：9%、電力供給が不安定になりそう：15%、生態系に悪影響がありそう：12%、日常でのリスクが増えそう：9%、その他：1%（複数選択有）となっている。自宅から風力発電施設までの距離別にみると図 4 のような結果となる。自宅と発電施設との距離が近いほど反対の割合が大きくなっているため、

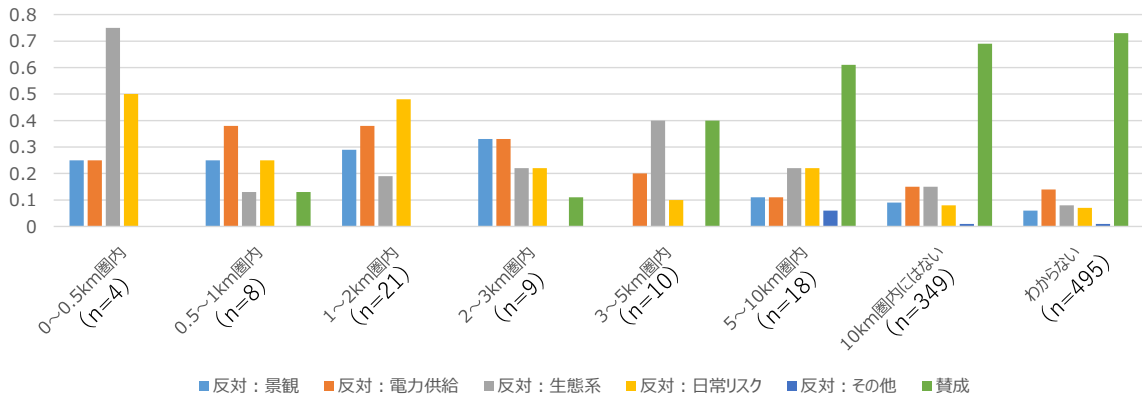


図 4 大規模風力発電施設までの距離と風力発電増加に対する賛否

既存研究とも整合的な結果となっている。

環境意識に関する回答結果は表 2 の通りである。設問は 7 項目あり、とても思う、思う、どちらでもない、思わない、全く思わないの 5 段階で回答を得ている。生きていくうえで環境を守る行動が必要と思う人は全体の 65% に上るが、カーボンニュートラル宣言に賛成している人は 37% 程度であった。どちらでもない、という解答も多くの割合を占めているため、明確な反対を示す人は 12% 程度にとどまっている。さらに、環境に関する話し合いがあれば参加する人は 30% 程度となっている。このように行動に移そうと思う人の割合は減ることがわかる。再生可能エネルギーの取入れについては 60% の人がいい影響を与えると回答しており、そう思わない人は 7% 程度であった。環境と景観のバランスに関する項目 f) では、景観の悪化をやむを得ないと思う人が 36% に対し、思わない人が 20% 近い結果となっている。項目 a) では 65% が環境を守る必要があると答えていたものの、景観とのバランスは考慮すべき重要な要素の一つと言えるだろう。コストと環境のバランスに関する項目 g) は、どちらでもないと答える人の割合が多く、高コストでも環境負荷の少ない発電を利用すべきと思う人は 32% 程度、そう思わない人は 12% 程度となっている。

(2) WTA 推計結果

本研究では、回答として得られたひと月当たりのおおよその電気料金および自宅の居住者数から一人当たりの電気料金 (円/月) を算出し、さらに設問で与えた割引率をかけることで各個人の WTA を計算している。山間部と平地の全回答に対する WTA を図 5 に示す。山間部の風力発電施設に対する WTA と平地の風力発電施設に対する WTA の平均値はそれぞれ 551 円、596 円となった。これは、提示した図において山間部では風車が山間に小さく表示されるのに対し、平地では全面的に風車が示されている影響も含まれていると考えられ、圧迫感の

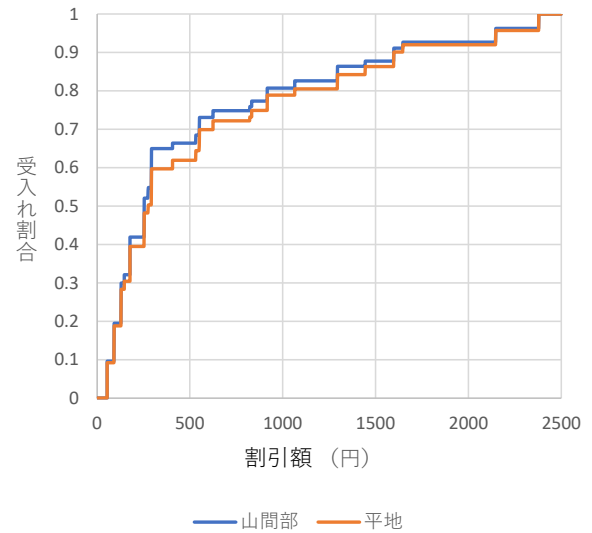


図 5 全回答者による WTA

少ない山地部への建設に対しては受け入れやすい可能性がある。

次に自宅から風力発電施設までの距離別および、提示した画像に類似する自宅から最も近い場所までの距離別に WTA を推計したところ図 6 のような結果となった。自宅から風力発電施設との距離が近い回答者の WTA が一番安く、少し離れている回答者の WTA が一番高くなるという結果が出ている。本巢ら¹²⁾、Motosu et al.¹³⁾の研究では、既存風力発電施設と新規風力発電施設との賛否を比較すると前者の賛成率が 8% ほど高くなることを指摘しており、その要因として、風力発電の存在が環境対策への貢献、また地域貢献への期待などが精神的な豊かさにつながると分析している。今回の結果では、2km 圏内に既に大規模な風力発電施設がある人にとっては、ある程度近くに施設がある人 (2~10km 圏内) に比べ、本巢らの指摘するような地域貢献への意識高い可能性がある。一方、2~10km 圏内の回答者の WTA が高くなるのは、ある程度近くにそのような施設があることで、より近く

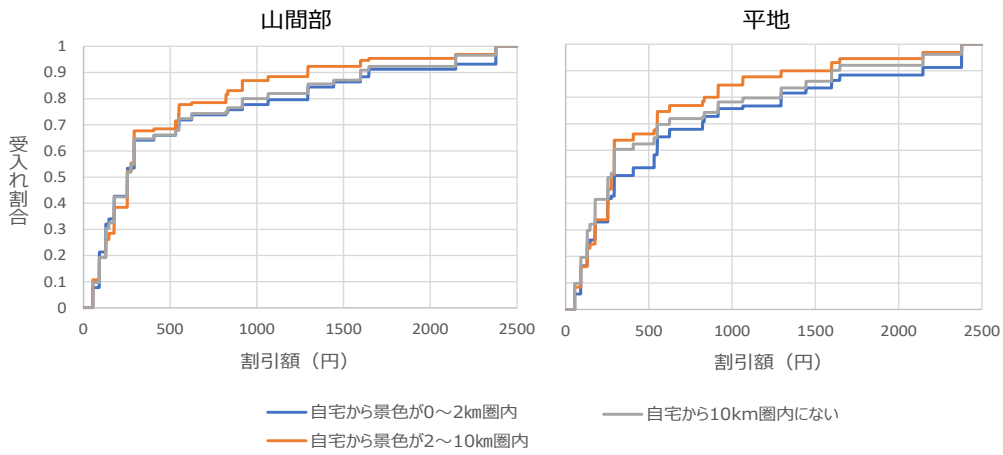


図 6 既存風車との距離別の WTA

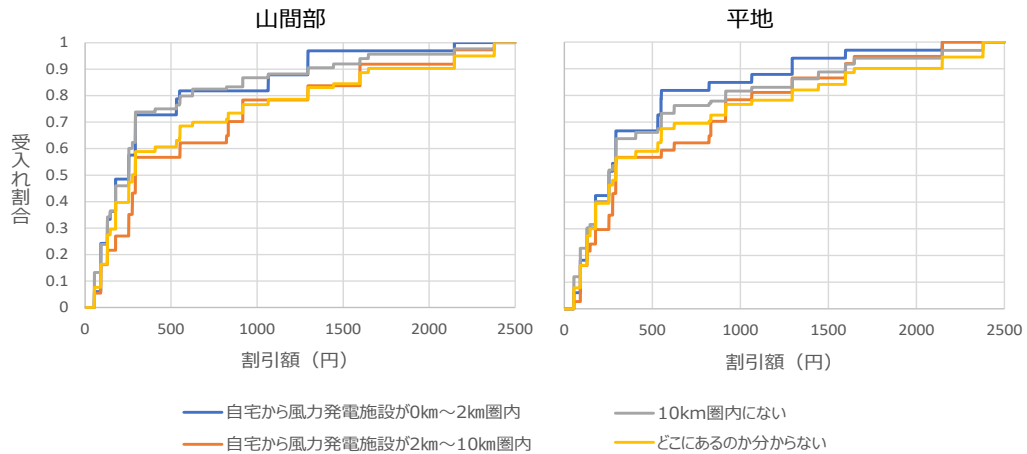


図 7 画像から想起した場所との距離別の WTA

表 3 平均 WTA

既存の風力発電施設までの距離	山間部	平地
0~2km圏内	422	450
2~10km圏内	663	629
10km圏内がない	437	537
どこにあるかわからない	631	644
想起した場所までの距離		
0~2km圏内	587	696
2~10km圏内	477	520
10km圏内がない	559	595
f) 景観に対する環境優先度		
とても思う・思う	379	380
どちらでもない	590	656
思わない・全く思わない	875	970
g) コストに対する環境優先度		
とても思う・思う	469	484
どちらでもない	599	670
思わない・全く思わない	645	696
h) 景観への影響度		
とても思う・思う	348	377
どちらでもない	678	733
思わない・全く思わない	885	955

に建設計画が生じることに危機感を抱えている可能性がある。また、風力発電施設が 10km 圏内がない回答者及び建っている場所が分からない回答者で WTA に差が生じていることも分かる。どこにあるかわからないと回答している人の方が WTA が高くなっており、環境問題への関心の薄さが関係している可能性が考えられる。

次に、画像から想起された場所と自宅との距離別に WTA を推計したところ、図 7 が得られた。自宅が想起された場所から遠い回答者の WTA は、自宅から想起された場所に近い回答者の WTA が高くなるという結果が得られた。また、風景が自宅から 10km 圏内がない人の WTA は、距離が近い人と遠い人の真ん中を通るような形となり、これは風景が 10km 圏内がない人は設問に対して比較的現実感が薄くなっている可能性が考えられる。

表 3 にこれらの平均 WTA および表 2 の項目 f), g), h) の回答別の平均 WTA を推計した結果を示す。提示した画像が平地の場合の方が WTA が高くなることがわかる。特に、項目 f) において景観よりも環境を優先すべきと回答した人(とても思う・思う)は山間部でも平地でも同程度に低い WTA を示しているが、同設問において反対した人(思わない・全く思わない)の WTA は山間部か

平地かによって大きく差が生じている。これは項目 h)の質問においても風力発電は景観を悪化させると考えている人(思わない・全く思わない)の WTA が高くなることから分かる。WTA が最も低くなっているのは、この項目 h)において風力発電が景観を悪化させるとは限らないと考えている人(とても思う・思う)になっていることから、山嶺に風車が並ぶ風景は、一部の人のため受け入れやすい風景なのかもしれない。

5. まとめ

本研究では、風力発電施設が NIMBY として疎まれる要因がどのような景観や立地条件によって生じるのかを明らかにし、CVM を用いて風力発電施設が生み出す景観の価値を評価した。これにより、回答者の居住環境との整合性を保ちつつ地域特性を排除した推計を行った。環境に高い意識を持っている人は再生エネルギーに対して肯定的な意見が多く、風力発電が景観を悪化させるとは限らないと考えている人も多きことも分かった。今回の調査では山間部と平地という 2 種類の情景を想定させて、それぞれに対して WTA の推計を行った。全体的に平地の風力発電施設に関して高い値が結果として得られており、建設後の風景によって受け止められ方が変わる可能性が示唆された。また、すでに風力発電施設が自宅周辺に存在しているという回答者の WTA は山間部、平地共に比較的低くなっている。これは、過去の研究結果とも整合的と言えるだろう。一方、提示した画像からの想起された場所への風力発電施設の建設計画に対し、10km 圏内にそのような場所を想起できた回答者においては、近いほど WTA が高くなることがわかり NIMBY 症候群と考えられるが、10km 圏内にそのような場所を想起できなかった回答者の WTA は高めの値となっている。これは、具体的な場所がイメージ出来なかったことにより仮想バイアスが増加した可能性が考えられるが、より精査な調査が必要であろう。景観や環境に対する考え方の違いは WTA に大きく反映されている。景観や環境は地域によって大きく変わるものの、今回の分析では、具体的な地域を指定しないにもかかわらず現実的な場所を想起させることで、そのような地域特性が排除し、その上で WTA に差が生じることを示すことができた。今後は、より詳細な風景要素を取り入れて、住民に受け入れられやすい状況の解明を目指す必要がある。

謝辞：本研究の一部は、文部科学省科学研究費(基盤研究(若手)19K15114)による助成を受けて実施したものである。

参考文献

- 1) 経済産業省：第 6 次エネルギー基本計画，2021。
- 2) Burningham, Kate, Julie Barnett, and Diana Thrush: The limitations of the NIMBY concept for understanding public engagement with renewable energy technologies: a literature review, Economic and Social Research Council Working Paper, 2006.
- 3) 畦地啓太, 堀周太郎, 錦澤滋雄, 村山武彦：風力発電事業の計画段階における環境紛争の発生要因。エネルギー・資源学会論文誌, 35(2), pp.11-22, 2014.
- 4) 国土交通省：令和 3 年版国土交通白書。https://www.mlit.go.jp/statistics/file000004.html, 2021.
- 5) Mozumder, Pallab, William F. Vásquez, and Achla Marathe: Consumers' preference for renewable energy in the southwest USA, Energy economics, 33.6, pp.1119-1126, 2011.
- 6) Kim, Hwarang Lee and Yoonmo Koo: Research on local acceptance cost of renewable energy in South Korea : A case study of photovoltaic and wind power projects, Energy Policy, Vol.144, pp.1-9, 2020.
- 7) Ladenburg, J., and Dubgaard, A: Willingness to pay for reduced visual disamenities from offshore wind farms in Denmark. Energy Policy, 35(8), pp.4059-4071, 2007.
- 8) Meyerhoff, J., Ohl, C., and Hartje, V.: Landscape externalities from onshore wind power. Energy Policy, 38(1), pp.82-92, 2010.
- 9) Groothuis, P. A., Groothuis, J. D., and Whitehead, J. C.: Green vs. green: Measuring the compensation required to site electrical generation windmills in a viewshed, Energy policy, 36(4), pp.1545-1550, 2008.
- 10) Kriström, B.: A non-parametric approach to the estimation of welfare measures in discrete response valuation studies, Land economics, 66(2), pp.135-139, 1990.
- 11) 寺脇拓：都市近郊農業の外部経済効果の計測 二段階二肢選択 CVM における WTP 分布のノンパラメトリック推定, 農業経済研究, 69(4), pp.201-212, 1998.
- 12) 本巢芽美, 丸山康司：風力発電所による近隣住民への影響に関する社会調査, 日本風力エネルギー学会論文集, Vol.44, No.4, 2020
- 13) Memi Motosu, Yasushi Maruyama: Local acceptance by people with unvoiced opinions living close to a wind farm: A case study from Japan, Energy Policy, Vol.91, pp.362-370, 2016.

(Received ?)
(Accepted ?)