

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 27 日現在

機関番号：12608

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2015

課題番号：24710028

研究課題名(和文) 風力発電施設の立地選定における戦略的環境アセスメントの方法論

研究課題名(英文) Methodologies of Strategic Environmental Assessment for Site Selections of Wind Farms

研究代表者

錦澤 滋雄(Nishikizawa, Shigeo)

東京工業大学・総合理工学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：70405231

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、風力発電施設導入に伴う環境紛争の回避に資する戦略的環境アセスメントの方法論を提案することを目的とし、国内外の制度や事例を対象に調査・分析し、立地選定に有用な以下の知見を得た；(1)紛争発生要因の分析として、国内の紛争発生状況とその要因の解明、(2)社会影響の発生状況の分析として、騒音及びシャドウフリッカーの影響に対する住民認知と不快認知状況の地理的分布状況の把握とその要因の解明、(3)市民参加手続と立地難易度の分析として、参加の質が事業結果に及ぼす影響の解明、(4)風力発電の環境アセス効率化の分析として、米国簡易アセスメント及びドイツ洋上ゾーニング制度の方法論について明らかにした。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to clarify the methodologies of strategic environmental assessment for sound implementation of wind energies. Followings were derived through the survey both on impact assessment system and case studies in Japan and overseas. (1) Actual situation of conflict occurrence and their major factors. (2) Local residents' perception and annoyance of noise and shadow flicker impacts. (3) Relation between the quality of the public participation and the project outcome. (4) Methodologies of the concise type assessment in the United States and offshore zoning system in Germany as streamlining EIA.

研究分野：環境影響評価

キーワード：環境アセスメント 風力発電 社会影響 市民参加 環境紛争 戦略的環境アセスメント 立地選定
迅速化

1. 研究開始当初の背景

わが国の環境アセスメント(以下、アセス)は法施行から10年以上が経過し、改正法案が2011年に成立した。その中で風力発電施設が対象事業に加えられることとなった。

これは環境に優しいクリーンエネルギーとして導入が進められてきた一方、近年は施設設置による環境紛争の顕在化が指摘されてきたことによる。施設立地に伴う環境紛争の解決には、透明性高い意思形成プロセスにより事業を進めていくこと、すなわち合理的かつ民主的な立地選定の仕組みを構築する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、風力発電施設導入に伴う環境紛争の回避に資する戦略的環境アセスメントの方法論を提案することを目的とした。具体的には、事業計画の変更が比較的容易な立地選定段階に着目し、複数案検討と市民参加の方法論を解明する。このため、国内の事例調査から、これまで条例等で実施されてきた風力発電を対象とする環境アセスの問題点と限界を整理し、この分野で世界をリードする先進諸外国を対象に、制度的特徴を整理した上で、その運用実態を実地調査から明らかにするとともに、わが国への適用可能性を考察することとした。

ただし、国内外の事例を調査していく中で、立地選定段階での複数案検討、ならびにそのプロセスにおける参加手続を設けることは、わが国の現状とは大きくかい離することがわかった。例えば、米国の土地管理局の場合は、政府が管理する公共用地で複数案が検討されており、私有地で事業提案されているわが国とは状況が大きく異なる。

このため、風力発電施設導入における紛争回避に資する戦略的環境アセスメントの方法論を検討するという本研究課題の基本的なスタンスは維持しつつ、具体の分析として以下4つの項目を再設定した上で、研究を遂行することとした。

- (1) 紛争発生要因の分析：国内における紛争発生状況とその要因の解明
- (2) 社会影響の発生状況の分析：騒音等の住民認知と不快認知状況とその要因の解明
- (3) 市民参加手続と立地難易度の分析：参加の質が事業結果に及ぼす影響の解明
- (4) 風力発電の環境アセス効率化の分析：米国簡易アセスメント、ドイツ洋上ゾーニング制度の方法論の解明

(1)は戦略アセスにおける立地選定段階での適地抽出における基礎的情報を提供するものである。(2)は(1)で扱った紛争発生要因のうち、社会影響関連の項目に着目し、立地選定段階で有用となる知見を実証研究に基づいて明らかにした。(3)は紛争回避に資する市民参加方法論を明らかにするとともに、事業

アセスにおける対応の限界に関する知見を得た。これらの結論を踏まえて、(4)では諸外国で取り組まれている紛争回避の方法論として、簡易アセスや、意思決定のより上位段階の戦略アセスであるゾーニング制度の仕組みを取り上げた。

3. 研究の方法

上記(1)~(4)の項目を明らかにするため、それぞれ以下の方法を用いた。

- (1) 全国紙3紙と地方一般紙46紙の新聞記事検索から全国の紛争発生状況を把握、2項ロジスティック回帰分析による紛争発生要因の解明
- (2) 国内の5事例(茨城県神栖市・鹿嶋市、兵庫県南あわじ市、静岡県御前崎市・牧之原市)を対象に施設周辺住民にインタビュー調査(計225世帯から聴き取り)
- (3) 条例アセスが適用された8事例を対象に利害関係者(行政、反対団体、事業者など計18団体26人)にインタビュー調査し、参加手続や紛争発生過程を分析
- (4) 米国エネルギー省や環境保護局などを対象に戦略/簡易アセスについて、ドイツの開運水路庁等へ洋上ゾーニング制度について、それぞれインタビュー調査。

4. 研究成果

- (1) 紛争発生要因の分析：国内における紛争発生状況とその要因の解明

2012年4月までに運転開始している総出力7,500kW以上の風力発電事業を対象にし、紛争発生に関するデータを全国紙と地方紙の新聞記事から入手した結果、全109事業中、59事業で紛争が発生していたこと、そのうち30が中止/凍結、16が紛争中、13事業が紛争後に運開したことを確認した。

主な争点は、野鳥衝突35件、騒音28件、自然環境保全20件、景観19件、災害17件などであった。野鳥については、イヌワシ、クマタカなどの稀少猛禽類を争点とするものが大半を占めた。

これらのデータを2項ロジスティック回帰分析により要因分析したところ、以下の知見を得た(表1)。第一に、配置・構造的な要素については、風車の単機出力と風車基数が統計的に有意な紛争発生要因であることがわかった。一般的に騒音の影響要因とされる建物からの距離には有意な関連が認められず、低周波音が社会問題化した2009年以降においては、紛争発生確率が距離に依存せず、ほぼ一定であることが明らかとなった。

第二に、稀少動植物の生息分布については、イヌワシ、クマタカ、オジロワシ等の生息分布への立地が有意な紛争発生要因であり、環境省が公開している2次メッシュデータが紛争回避に有用であることを確認した一方で、サシバ、ハチクマ、ノスリの渡り経路のデータは情報精度の点で必ずしも十分な信頼性

があるとはいえないことを指摘した。

第三に、社会的側面では、過去の紛争経験やメディア報道等が紛争発生要因になりうることを確認し、立地の時期や場所について留意すべきことを指摘した。

これらの成果は、主に論文⑤で詳細を報告している。

表 1. 紛争発生の要因分析

		騒音	災害	景観	自然	野鳥
①物理的要因	単機出力	○		○		○
	風車基数				○	○
	建物からの距離				-	-
②立地的要因	自然公園	-	○			
	鳥獣保護区	-			△	○
	保安林	-	○			
	美観左隣箇所	-	○			
③社会的要因	イヌワシ生息	-	-	-		○
	クマカガ生息	-	-	-	○	○
	タカ3種	-	-	-		△
	海ワシ2種	-	-	-		○
④社会的要因	紛争経験		○	○	○	○
	苦情	○				
	メディア報道等	○				

※○:オッズ比>10(有罪)、○:オッズ比>1(有罪)、△:有罪ではないがモデルに選択された要因

(2) 社会影響の発生状況の分析：騒音等の住民認知と不快認知状況とその要因の解明
陸上風力の適地の一つとして全国で建設が増えている沿岸域（平地および丘陵地）に立地する風力発電施設を対象に、全国規模のアンケート調査を実施し、地形や居住地等の立地特性や苦情発生状況を把握した。その上で対象事例を選定し、周辺住民へのインタビュー調査から、騒音とシャドウフリッカー認知・不快認知の発生状況及びその要因を分析した。

茨城県神栖市・鹿嶋市（事例地 A）、兵庫県南あわじ市（事例地 B）、静岡県御前崎市・牧之原市（事例地 C）に立地する施設周辺の約 1km 圏内に居住する世帯を対象に戸別訪問調査し、225 世帯から回答を得た。

その結果、平地・丘陵部ともに風車と住居との間の距離は発生要因としては限定的であること（事例地 A・B）、丘陵部では風車がどう見えるかという視覚的な要素が有力な要因であることがわかった（事例地 B）。

特に沿岸域では、施設から同じ距離でも施設北側に位置する居住エリアで影響発生が顕著であり、これはシャドウフリッカーによる影響が大きく寄与していることが示唆された（事例地 A・B；図 1）。

騒音とシャドウフリッカーを同時に認知している世帯は不快認知も高い傾向があり、シャドウフリッカーの影響を緩和することの重要性を指摘した（事例地 A・B）。

また、ドイツ等で採用されている風車羽の直径の 10 倍の距離の範囲内で影響が発生するとの基準が概ね当てはまることを確認したものの、一部でその基準を超える範囲でシャドウフリッカーの影響が発生していることが明らかとなった。シャドウフリッカーは一定の時期・時間帯に発生することから、運転調整による一時的な稼働停止など順応的

管理による対応で紛争解決されていたことを確認した（事例地 C）。

このため、運開後の事後調査やそれらの情報に基づく関係者間でのリスクコミュニケーションの重要性が示唆された。

これらの成果は、主に論文④、⑨などで詳細を報告している。



図 1. 騒音の影響認知と不快認知の分布

(3) 市民参加手続と立地難易度の分析：参加の質が事業結果に及ぼす影響の解明

市民参加手続と紛争回避の関係性を分析するため全国の環境アセスメント条例の対象となった三重県、兵庫県、岐阜県等の 8 事業（福島県内の 3 事業は震災の影響を踏まえて除外）を対象にステークホルダーに聴き取り調査した。

市民参加と紛争回避の関係性を分析するにあたっては、「参加手続の質」と「立地困難度」の概念を規定し分析した。すなわち、前者は、周知（開始時期、網羅性）、情報提供（アクセス、情報の質）、対話（学習協力、発言機会）、意見反映（応答性、計画修正）の 4 点、後者は、法令による土地利用規制に基づく項目（自然公園法、鳥獣保護法、森林法等）、非規制的な項目（イヌワシ等メッシュ、直近住居までの距離等）の 2 点をそれぞれ設定し評価した。

その結果、主に以下の知見を得た（図 2）。第一に、環境紛争の解決可能性は、事業段階における風車の配置・単機出力・機種等の計画修正に至る一連の市民参加プロセスと関連性がみられ、参加プロセスの質が紛争回避に寄与することが示唆された。

第二に、施設の立地場所等の要因で規定される事業固有の難易度には境界（しきい値）が存在し、境界を超える難易度の場合、事業段階で如何なる（質の高い）参加プロセスを経たとしても紛争解決が困難となる。つまり事業段階における対応には限界があり、より上位段階での戦略アセス、例えば土地利用ゾーニング等の必要性を指摘した。

第三に、立地困難度が境界を超えている事業とそうでない事業の比較から、「自然公園法（条例）の特別地域および隣接地」「イヌワシ 10 km 生息メッシュ」への立地回避の

必要性を導出した。

これらの成果は、主に論文⑥で詳細を報告している。

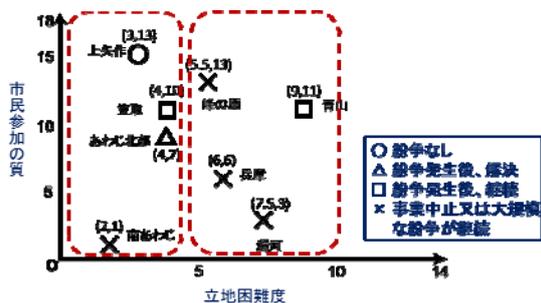


図 2. 市民参加の質と立地困難度が事業成否に及ぼす影響

(4) 風力発電の環境アセス効率化の分析：米国簡易アセスメント、ドイツ洋上ゾーニング制度の方法論の解明

風力発電の導入にあたり、紛争回避に資する効率的な環境アセスの方法論を取り入れている、米国ならびにドイツを対象に海外調査を実施した。

まず米国調査では、時間と費用の観点から効率的な方法で社会的受容性を向上するアセスの方法論として簡易アセスメント制度に着目し、エネルギー省や環境保護局などの連邦政府を対象にした聴き取り調査から、代替案検討や市民参加などの具体手続の制度枠組みや運用実態を明らかにした。

簡易アセス (EA) と通常のアセス (EIS) を比較分析した結果、EA が短期でコストも低く抑えられていることを確認し、その理由を以下の通り解明した (表 2)。

第一に調査・予測・評価の方法では、評価項目の選定範囲について、EA と EIS で大きな差はなかった。違いがあった点は調査方法で、EIS は各評価項目で現地調査を実施しているのに対し、EA では大気質や地質など既存資料のデータを用いるなどにより現地調査を省略しているケースが確認された。

第二に代替案検討では、EIS は代替案の比較検討がなされているのに対して、EA では制度で義務づけられている No Action との比較について簡単な記載があるだけで、準備書段階での本格的な代替案検討が省略されていた。代替案は米国アセスの核心とされるだけに、この点は大きな違いである。

市民参加は、EA では会議ベースの参加機会は義務づけられていないにもかかわらず、実際には公聴会や説明会を設けている事例が半数以上を占めた。パブリックコメントの実施期間も制度規定の 14 日に加えて、30 日間延長している事例が確認された。

すなわち、市民参加手続に関しては、EIS の方がより EA より手厚い制度規定がなされているものの、実態としては大きな違いがなく、EIS に近い丁寧なプロセスで進められていることを明らかにした。

最終年度には、近年、風力発電施設の適地としてわが国でも建設計画が増加している洋上風力の戦略的環境アセスメントの方法論に着目し、紛争回避策としての有効性が期待される、ドイツにおけるゾーニング制度に関する海外調査を実施した。

ゾーニング策定を所管する連邦開運水路庁などにインタビュー調査し (写真 1)、ゾーニング策定の方法論や課題について知見を得た。ドイツでは海岸線から 12 海里以遠の排他的経済水域 (EEZ) を対象に連邦政府が空間計画を策定し適地を選定している。

適地選定にあたっては、航路、軍事、調査研究などを目的とするエリアを除外するなどして適地が抽出されており、ここ数年は同制度実施に伴い、洋上風力の導入量が大幅に増えてきたことが示された。

ゾーニング制度については、わが国でも 2016 年度から環境省を中心に検討が進められており、今後、諸外国の先進的取り組みにより詳細な調査や分析が必要となること、またこれらの方法を含めたアセスメント効率化の方法論の検討が急務であることが今後の研究課題として確認された。

これらの成果は、主に論文⑦、⑧などで詳細を報告している。



写真 1. ドイツ・連邦開運水路庁への聴き取り (Hamburg, 2016.3)

表 2. 簡易アセス (EA) と通常アセス (EIS) の手続期間と費用の比

	EA (344件)	EIS		平均値(中央値)の比 =EA/全EIS * 100
		プログラム/立地選定 段階EIS(11件)	事業段階EIS (68件)	
費用 (1,000 \$)	3~1,230 110 (60)	56~17,300 4,840 (2,200)	320~85,000 6,020 (1,350)	56~85,000 5,800 (1,390) 1.9% (4.3%)
期間 (月)	1.2~97 13 (9)	21~101 45 (41)	10~84 30 (26)	10~101 33 (29) 39.4% (31.0%)

注) 数値は 最小値~最大値
平均値 (中央値) をそれぞれ意味する。NEPA Lessons Learned vol.76, 2013を元に作成。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 11 件)

- ① 錦澤滋雄, アセス効率化に向けたスクリーニング手続の見直し, 環境と公害 45(1), 招待論文・査読無, 2015, 24-29
- ② Smuthkalin, C., Murayama, T. and Nishikizawa, S., The Social and Environmental Impacts of Wind Turbine Power Plants in Thailand, J. of Environmental Information Science, 43(5), 査読有, 2015, 125-132
- ③ Nishikizawa, S., Environmental Impact Assessment Research In Japan: Retrospective And Prospective, J. of Environmental Assessment Policy and Management, Vol. 17(1), 招待論文・査読有, 2015, 1550013 (9 pages)
http://www.nishikiz.depe.titech.ac.jp/pdfs/2015/2015_JEAPM_paper.pdf
- ④ 半田哲也, 錦澤滋雄, 村山武彦, 沿岸域の丘陵地帯における風力発電施設による社会影響の発生要因, 環境情報科学論文集, No.28, 査読有, 2014, 43-48
http://www.nishikiz.depe.titech.ac.jp/pdfs/2014/2014CEIS_Hand.pdf
- ⑤ 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), 査読有, 2014, 11-22
http://www.nishikiz.depe.titech.ac.jp/pdfs/2014/Azechi_ER_201403.pdf
- ⑥ 畦地啓太, 錦澤滋雄, 原科幸彦, 風力発電事業の事業段階における紛争解決要因の実証分析, 計画行政 37(1), 査読有, 2014, 54-64(研究奨励賞受賞)
http://www.nishikiz.depe.titech.ac.jp/pdfs/2014/Azechi_JAPA_2014.pdf
- ⑦ 錦澤滋雄, 米国 NEPA アセスの理念と簡易アセス, Eco-Forum29(1), 招待論文・査読無, 2013, 9-14
- ⑧ 錦澤滋雄, 岡島雄, 村山武彦, 原科幸彦, 米国・国家環境政策法 (NEPA) における簡易アセスメントの特徴, 日本不動産学会誌 27(1), 特集論説・査読無, 2013, 56-62
- ⑨ Nishikizawa, S., Mitani T. and Murayama, T., Perception and Annoyance Related to Environmental Impacts of Coastal Wind Farms in Japan, Proceedings of 2013 Annual conference of IAIA, peer reviewed, 2013
http://www.nishikiz.depe.titech.ac.jp/pdfs/2013/IAIA_paper_nishikiz.pdf
- ⑩ Nishikizawa, S., Energy Crisis and Strategies for Wind Power Development in Japan, Proc. of 3rd Int'l Forum for Environmental Assessment, 招待論文・査読無, 2012, 184-188
http://www.nishikiz.depe.titech.ac.jp/pdfs/2012/10KEI_paper.pdf
- ⑪ Azechi, K., Nishikizawa, S. and Harashina, S., EIA as a Conflict Tool for Wind Farm Projects

in Japan, Proceedings of 2012 Annual conference of IAIA, peer reviewed, 2012
http://www.nishikiz.depe.titech.ac.jp/pdfs/2012_azechi_IAIA.pdf

[学会発表] (計 11 件)

- ① 錦澤滋雄, 自主的環境配慮を促すスクリーニング手続の改善に向けた一考察, 環境アセスメント学会大会要旨集, 2015.9.4, 龍谷大学瀬田キャンパス・大津市, 91-95
- ② 今村友彦, 錦澤滋雄, 村山武彦, 風力発電施設建設のための農地転用に関する研究, 環境アセスメント学会大会要旨集, 2015.9.5, 龍谷大学瀬田キャンパス・滋賀県大津市, 216
- ③ Tong, L., Nishikizawa, S., and Murayama, T., Information Disclosure and Public Participation in Chinese EIA system, Proceedings of 4th Japan-Korea-China Tripartite EIA Conference, 2015.10.17, Daejeon, Korea, 38
- ④ 畦地啓太, 錦澤滋雄, 風力発電所立地に関するゾーニング: 日本への適用可能性と課題, 第 36 回風力エネルギー利用シンポジウム, 2014.11.28, 科学技術館・東京都千代田区(奨励賞受賞)
- ⑤ Nishikizawa, S., Handa, T., Mitani, T. and Murayama, Social Impacts due to Coastal Wind Farms in Japan, Grand Renewable Energy 2014 International Conference and Exhibition, 2014. 7.29, Tokyo, Japan
- ⑥ Nishikizawa, S., Handa, T. and Murayama, T., Community response of coastal wind farms, The 34th annual conference of the Int'l Association for Impact Assessment, 2014.4.11, Viña Del Mar, Chile
- ⑦ Nishikizawa, S., Mitani, T. and Murayama, T., Community Response of Environmental Impacts due to Coastal Wind Farms in Japan, The 3rd Japan-Korea-China Tripartite EIA & SEA Conference Proceedings, 2013.11.7, Chiba, Japan, 8-11
- ⑧ Nishikizawa, S., Mitani, T. and Murayama, T., Perceptions and Feelings of Annoyance Related to Environmental Impacts of Coastal Wind Farms in Japan, The 33rd annual conference of the Int'l Association for Impact Assessment, 2013.5.16, Calgary, Canada
- ⑨ Azechi, K., Hori, S., Nishikizawa, S. and Murayama, T., Factors influencing conflict occurrence over wind farm projects, The 33rd annual conference of the Int'l Association for Impact Assessment, 2013.5.16, Calgary, Canada
- ⑩ 堀周太郎, 畦地啓太, 錦澤滋雄, 村山武彦, 風力発電事業における立地から見た環境紛争の発生要因, 日本計画行政学会若手研究交流会予稿集, 2013.3.2, 明星大学(東京都日野市), 61-64
- ⑪ Azechi, K., Nishikizawa, S. and Harashina, S., Demonstration of the Effectiveness and

Limitation of EIA as a Conflict Resolution Tool for Wind Farm Projects in Japan, The 2nd Japan-Korea-China Tripartite EIA & SEA Conference Proceedings, 2012.11.2, Jeju, Korea

[図書] (計 0 件)

[産業財産権] 該当なし (計 0 件)

[その他]

- 中部電力主催の風力発電・合意形成に関する研修会で講演 (2013 年 12 月 20 日、愛知県名古屋市)
- 環境省北海道地方環境事務所主催の風力発電に関する研修会で講演 (2014 年 3 月 8 日、北海道札幌市)
http://hokkaido.env.go.jp/earth/mat/m_2_2_2.html
- 錦澤研究室ホームページでの成果公表
<http://www.nishikiz.depe.titech.ac.jp/researchprojects.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

錦澤 滋雄 (NISHIKIZAWA, Shigeo)
東京工業大学・大学院総合理工学研究科・准教授

研究者番号 : 70405231

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし

(4) 研究協力者

村山 武彦 (MURAYAMA, Takehiko)
畦地 啓太 (AZECHI, Keita)
三谷 辰秋 (MITANI, Tatsuaki)
半田 哲也 (HANDA, Tetsuya)
堀 周太郎 (HORI, Shutaro)