

鳥類等に関する風力発電施設 立地適正化のための手引き

平成 23 年 1 月

環境省自然環境局野生生物課

本書の使い方

本書は平成 19 年度から平成 21 年度までに実施した「風力発電施設に係る適正整備推進事業」の成果としてとりまとめたものである。

風力発電事業者や風力発電事業に関わるコンサルタント会社を主な利用者と想定し、鳥類やコウモリ類（以下「鳥類等」）の保護の観点から、風力発電施設の計画段階から、鳥類等に与える影響を極力軽減できるよう、配慮すべき各種知見・資料、防止策等を取りまとめている。

本書では、国内外の最新の知見を取り入れつつ、できる限り客観的になるような様々な調査や解析手法等を「第 3 章 参考とすべき事項」に取り上げているが、鳥類等の生態については未解明の部分も多く、また風力発電施設の設置に関する影響についての事例も少ない。従って、本書に書かれたことで全ての案件に対応できるわけではなく、最新の知見を踏まえて柔軟に対応を検討していく必要がある。また、調査や影響評価等の検討にあたっては、関係する専門家の指導助言を仰ぐことが肝要である。

目次

はじめに

第1章 風力発電事業における環境影響評価、対策の基本的な方向

1-1 風力発電事業における環境影響評価	・・・1-1
1-1-1 環境影響評価法	・・・1-1
1-1-2 環境影響評価条例等	・・・1-2
1-1-3 風力発電のための環境影響評価マニュアルについて	・・・1-5
1-2 対策の基本的な方向	・・・1-7
1-2-1 風力発電所の設置に伴う環境影響要因	・・・1-7
1-2-2 調査内容	・・・1-10
1-2-3 予測の基本的な手法	・・・1-10
1-2-4 事後調査と順応的管理および鳥類に関わる有識者の役割	・・・1-13
1-2-5 国立・国定公園内における風力発電施設設置のあり方について	・・・1-14
1-3 参考文献	・・・1-16

第2章 鳥類等に係る風力発電施設の環境影響評価の実施のポイント

2-1 風力発電事業の実施プロセス	・・・2-1
2-2 ポイントの解説	・・・2-4
2-3 参考文献	・・・2-10

第3章 参考とすべき事項

3-1 既存文献等による生息概況把握	・・・3-1
3-1-1 国、自治体の関係法令	・・・3-1
3-1-2 鳥類の保護上重要な区域(既存の鳥類関係情報)	・・・3-1
3-1-3 その他の既存資料	・・・3-16
3-2 配慮すべき重要な地域	・・・3-17
3-2-1 渡り経路	・・・3-17
3-2-2 ガン類・ハクチョウ類の主要な集結地	・・・3-32
3-2-3 ガン類の集結地における飛翔高度	・・・3-34
3-2-4 人間活動に伴う鳥類の誘引	・・・3-35
3-3 衝突リスク	・・・3-36
3-4 衝突リスクの高い地形条件	・・・3-44

3-4-1	水際線・断崖線	・・・3-44
3-4-2	山稜線	・・・3-46
3-5	衝突リスク評価のための鳥類調査手法	・・・3-48
3-5-1	対象事業実施区域の特性に基づく調査手法の選定	・・・3-48
3-5-2	鳥類調査の対象、手法および結果の整理	・・・3-51
3-6	衝突リスク解析[計画時]	・・・3-63
3-6-1	衝突リスク解析	・・・3-63
3-6-2	衝突確率モデルを用いた衝突数の解析	・・・3-63
3-6-3	飛翔頻度の高い地域、衝突リスクの高い地形条件の把握	・・・3-64
3-7	保全措置	・・・3-72
3-7-1	風車の配列	・・・3-72
3-7-2	風車ブレードの彩色	・・・3-74
3-7-3	ライトアップ	・・・3-83
3-7-4	弾力的な運用管理	・・・3-86
3-7-5	案山子・反射テープ	・・・3-89
3-7-6	植生および環境管理	・・・3-90
3-8	事後調査手法	・・・3-91
3-8-1	回避行動調査	・・・3-91
3-8-2	死骸調査	・・・3-94
3-8-3	衝突リスク解析[供用時]	・・・3-104
3-9	その他の配慮が望ましい事項	・・・3-106
3-9-1	翼手(コウモリ)類	・・・3-106
3-10	参考文献	・・・3-110
第4章 今後の課題		
4-1	今後の課題	・・・4-1
4-2	参考文献	・・・4-2
第5章 参考資料		
資料(1)	鳥類保護対策の現状	・・・5-1
資料(2)	助成制度	・・・5-9
資料(3)	鳥類は人工物にどの程度衝突しているのか？	・・・5-11
資料(4)	国内における希少猛禽類の傷病要因	・・・5-13
資料(5)	タカ類の最大出現数の補正	・・・5-14
資料(6)	小鳥の渡りの地域による違い	・・・5-15

資料(7) 断崖における飛翔特性	・・・5-17
資料(8) 渡り個体と繁殖/越冬個体の飛翔特性	・・・5-19
資料(9) 船舶レーダの特性について	・・・5-20
資料(10) 気流シミュレーション	・・・5-22
資料(11) ガンカモ類の衝突確率モデル	・・・5-25
資料(12) 飛翔軌跡調査を用いた衝突率推定の試み	・・・5-30
資料(13) 鳥類の風車回避率について	・・・5-35
資料(14) 統計モデルによる飛翔マップの作成	・・・5-37
資料(15) 荒天条件下で発生したライトアップ風車の衝突事象	・・・5-46
資料(16) アルタモントにおける風車群の停止	・・・5-48
資料(17) アルタモントにおける衝突リスク低減案	・・・5-50
資料(18) 国内における猛禽類(イヌワシ)飛来頻度低減(案)	・・・5-51
資料(19) 野外実験による死骸の発見率・残存率の推定	・・・5-53
資料(20) 仮想の風力発電事業地における衝突数の推定	・・・5-54
資料(21) 衝突を感知するシステム開発	・・・5-56
資料(22) 供用時における衝突リスクポテンシャルマップ	・・・5-58
第5章の参考文献	・・・5-63

付表編

付表 A	2次メッシュレベルにおけるイヌワシ、クマタカおよび風車の分布
付表 B	2次メッシュレベルにおける猛禽類の渡り情報
付表 C	2次メッシュレベルにおけるガンカモ類の集結状況
付表 D	ウィンドプロファイラによる鳥エコー出現状況

(お断り)本書に記載されている Windows は、米国 Microsoft Corporation の、米国、日本およびその他の国における登録商標または商標です。

はじめに

本書は、地球温暖化防止対策としての風力発電導入の推進と鳥類の保護の両立を目的とした「風力発電施設に係る適正整備推進事業」(平成 19～21 年度)により作成したものである(下図)。

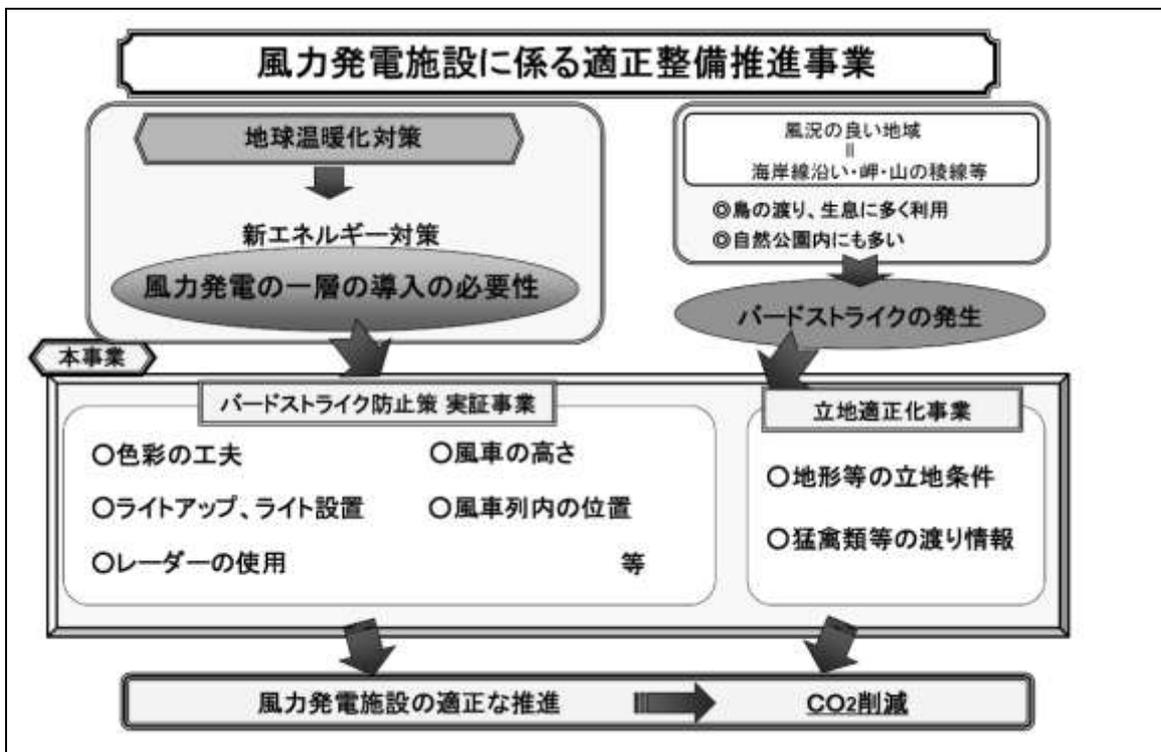


図 風力発電施設に係る適正整備推進事業のフロー

環境省 重点施策・予算情報 <http://www.env.go.jp/guide/budget/h19/h19-gaiyo/005.pdf>

平成 17 年 4 月に閣議決定された「京都議定書目標達成計画」(<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kakugi/080328keikaku.pdf>)において、エネルギー供給面の二酸化炭素削減の柱の一つとして、新エネルギー対策が位置づけられ、風力発電については国の導入目標を 2010 年までに 300 万kW相当と定められているのに対し、2008 年度総設備容量*は 1,854 千kW(185.4 万 kW: 1,517 基)であり、より一層の導入が求められている**。

一方、風力発電施設の設置については、鳥類が風車のブレードに衝突し死亡する事故(鳥類衝突＝バードストライク)が生じている。この課題に円滑に対応するためのデータ等が整備されていないため、風力発電施設設置の適否判断が長引く問題が生じている。

本書は、風力発電施設の立地を検討していく上で、鳥類(特に渡り鳥)とコウモリ類の保護の観

* 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「日本における風力発電設備・導入実績」より。

**鳩山由紀夫首相は 2009 年 9 月 22 日、国連総会の一環として開かれた気候変動首脳会合で演説、温室効果ガス削減目標の中期目標として「1990 年年比で 2020 年までに 25%削減することを目指す」と表明した。ただし、現時点(2009 年 12 月)で風力に関する具体的な数値目標はない。

点から、環境影響評価等の実施のポイントと、その際に配慮すべき各種知見・資料、防止策等とをとりまとめた。これにより、鳥類の保護に配慮した立地選定、立地条件を踏まえた適切な回避、影響低減策が検討・提示・実施されることと、このような対応の手法をあらかじめ明らかにすることにより地域住民や自然保護関係者等と事業者の合意形成が図られることを期待し、野生生物保護と風力発電の推進の両立に資することを目的とするものである。

本書は、現時点で得られた国内外の知見から作成したものであり、今後、新たな知見が集積されるに伴い、随時見直す必要がある。

また、現在、環境影響評価制度の見直しが検討されている。本書の内容は現行の環境影響評価法を想定し記載したものであり、今後、制度が変更になった際には必要に応じて本書を改定する必要がある。

本書に記載された事項は、法令で明文化されたものを除き、義務ではないが、風力発電施設の立地にあたり鳥類への影響を可能な限り低減するため、本書の内容をもとに積極的に対応することが望ましい。それらの知見が集積されることによって、予測精度の向上、調査手法の効率化等が期待できる。

また、風力発電施設の設置は、鳥類等だけでなく、景観、騒音、鳥類以外の動植物等への影響が生じる可能性があることから、条例等に基づく環境影響評価においては、これらの様々な環境要素への影響について総合的に評価を行うことが必要である。

本書を作成するにあたっては、前述の適正整備推進事業に基づく4事業「風力発電施設バードストライク防止策実証事業」、「風力発電施設立地適正化事業」、「渡り経路による衝突影響分析事業」、「渡り集結地衝突影響分析事業」の成果、各事業別の検討会の議論を踏まえ、マニュアル検討会を別途設置し、鳥類保護の観点から風力発電事業の進め方について検討していただいた。

なお、検討時は仮称としてマニュアルとしていたが、その後本書についてまとめる際には手引きという名称とした。

各検討会における委員は以下のとおりである。

<風力発電施設立地適正化マニュアル 検討会>

座長	由井 正敏	岩手県立大学 名誉教授
検討委員	牛山 泉	足利工業大学 学長
検討委員	大野 正人	財団法人 日本自然保護協会 保護プロジェクト部 部長代行
検討委員	鹿野 敏	有限責任中間法人 日本風力発電協会 理事
検討委員	古南 幸弘	財団法人 日本野鳥の会 自然保護室 室長代理
事務局		一般財団法人 日本気象協会

(検討委員は五十音順)

<風力発電施設立地適正化業務 検討会>

座長 由井 正敏 岩手県立大学 名誉教授
検討委員 飯田 誠 東京大学 教養学部附属教養教育開発機構 特任講師
検討委員 牛山 泉 足利工業大学 学長
検討委員 古南 幸弘 財団法人 日本野鳥の会 自然保護室 室長代理
検討委員 中西 幹郎 防衛大学校 地球海洋学科 准教授
(検討委員は五十音順)
事務局 一般財団法人 日本気象協会

<風力発電施設バードストライク防止策実証業務 検討会>

座長 牛山 泉 足利工業大学 学長
検討委員 植田 睦之 NPO 法人バードリサーチ 代表
検討委員 鹿野 敏 一般社団法人 日本風力発電協会 理事
検討委員 鈴木 章弘 (株)風力エネルギー研究所 代表取締役
検討委員 三田 長久 熊本大学 大学院 自然科学研究科 教授
検討委員 由井 正敏 岩手県立大学 名誉教授
(検討委員は五十音順)
事務局 一般財団法人 日本気象協会

<渡り集結地衝突影響分析業務>

座長 樋口 広芳 東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授
検討委員 植松 晃岳 野生生物資料情報室 代表
検討委員 古南 幸弘 財団法人 日本野鳥の会 自然保護室 室長代理
検討委員 中川 元 斜里町立 知床博物館 館長
検討委員 由井 正敏 岩手県立大学 名誉教授
(検討委員は五十音順)
事務局 財団法人 日本鳥類保護連盟・NPO 法人バードリサーチ

最後に、本書の作成にあたっては、上記委員のほか、数多くの団体、個人の支援があった。

エコ・パワー株式会社、株式会社ユーラスエナジージャパン、東北自然エネルギー開発株式会社(能代風力発電所)、IPP ジャパン株式会社、茨城県常陸太田市、北海道苫前町、株式会社青山高原ウインドファーム、三重県津市の関係者には、風力発電施設における野外鳥類調査について御支援を頂いた。

塗装、ライトアップによる鳥類の視認性については、日本大学大学院の眞邊一近教授と研究室

の方々に室内実験も含め御支援頂いた。2009 年度にオジロワシ・オオワシの室内実験を実施するにあたって猛禽類医学研究所の齊籐慶輔代表、渡辺有希子獣医師、酒井淳一獣医師の御支援・指導を頂いた。

船舶レーダによる鳥類監視システムの開発については、日本大学の長井浩准教授、目黒光彦専任講師から御助言を頂いた。

国内における風力発電施設の 2 次メッシュデータ整備は、日本猛禽類研究フォーラムの協力を得た。

立地適正化マニュアル検討会では、必要な課題について外部から専門家を招き御講演を頂いた。衝突確率モデルについては横浜国立大学の松田裕之教授、GIS を用いたポテンシャルマップを含む統計モデルについては兵庫県立大学自然環境科学研究所の三橋弘宗氏、ライトアップによる鳥類の誘引効果については福井大学大学院の明石行生准教授、風力発電施設における鳥類の衝突リスク調査・解析法については株式会社竹中工務店の北野雅人氏にそれぞれ御講演頂き、有益な情報、御助言を頂いた。

本書の原稿作成にあたって、各専門分野の方々から御支援を頂いた。なかでも翼手(コウモリ)類に関しては、北海道大学の河合久仁子研究員、独立行政法人森林総合研究所の福井大研究員、NPO 法人コウモリの保護を考える会の向山満理事長、安井さち子氏、奈良教育大学の前田喜四雄センター長、三重県林業研究所の佐野明研究員、山口大学の松村澄子准教授、美祢市立秋吉台科学博物館の石田麻里学芸員、鹿児島国際大学の舩越公威教授の方々に御支援を頂いた。

参考文献にあげた「California Guidelines for Reducing Impacts to Birds and Bats from Wind Energy Development」(平成 19 年度 風力発電施設バードストライク防止策実証業務－米国動向調査報告書に和訳掲載)の翻訳にあたっては岩科友希獣医師、日本語訳の許可手続き等に関しては、カリフォルニア州資源省魚類野生生物局(生息地保全計画部*)の星純子氏に御支援を頂いた。

このほか、全国各地で渡り鳥や猛禽類等の調査を行っている多くの方々による成果も活用させていただいている。多数の方々の支援があって本書を完成させることができたことに、改めて御礼を申し上げます。

* California Department of Fish and Game Habitat Conservation Branch

第1章 風力発電事業における 環境影響評価、対策の基本的な方向

1-1 風力発電事業における環境影響評価

風力発電事業をとりまく環境影響評価の法・条例等の整備状況について記す。

1-1-1 環境影響評価法

環境影響評価法の対象となる13事業(表1-1)には、風力発電施設には含まれていない。

表 1-1 環境影響評価法の対象事業

1.道路、2.河川、3.鉄道、4.飛行場、5.発電所（水力発電所、火力発電所、地熱発電所、原子力発電所）、6.廃棄物最終処分場、7.埋立て、干拓、8.土地区画整理事業、9.新住宅市街地開発事業、10.工業団地造成事業、11.新都市基盤整備事業、12.流通業務団地造成事業、13.宅地の造成の事業

環境影響評価法については、平成22年2月に中央環境審議会から、今後の環境影響評価制度の在り方について答申を得たところであり、風力発電施設については、「風力発電施設の設置を法の対象事業として追加することを検討すべきである。」とされた。今後、答申に基づき、必要な措置を講じる予定となっている。環境影響評価法に基づく手続きを図1-1に示す。環境影響評価制度については、事業の早期段階における環境配慮を図るための計画段階配慮書の手続の新設や、環境保全のために講じた措置等の結果について公表等を行う規定等を含めた「環境影響評価法の一部を改正する法律案」が国会において継続審議扱いとなっており、今後の状況を踏まえつつ、必要な措置を講じる予定である。

(4) 環境アセスメントの手続き

環境アセスメントの手続きの流れ



図 1-1 環境影響評価法に基づく環境影響評価の手続き

環境省 環境影響評価法(環境アセスメント法)について http://www.env.go.jp/policy/assess/2-1outline/3_4.html

1-1-2 環境影響評価条例等

環境影響評価条例において風力発電施設を対象としている地方公共団体は、都道府県が6団体、政令指定都市が4団体である(表 1- 2)。また、高層工作物の建設の事業や、工場または事業場の新設の事業として、条例に風力発電施設を適用した都道府県が2団体ある。(平成 22 年6月時点)

このほか風力発電の環境影響評価や環境調査等に関する要綱、ガイドライン等を作成しているのは、都道府県では秋田県、静岡県、鳥取県、島根県の 4 団体があり、市町村では浜松市、静岡県掛川市、北海道稚内市等においてガイドラインの策定を確認している。長野県は条例で定めるほか、影響が想定されるマップを策定・公開している。

静岡県は、「静岡県風力発電施設等の建設に関するガイドライン」を策定、公開している(http://www.pref.shizuoka.jp/kankyou/ka-050/documents/shizuoka_huryoku_gaido.pdf)。

島根県は、「島根県風力発電所環境配慮指針の制定について」(http://www.pref.shimane.lg.jp/admin/seisaku/keikaku/seisaku_kikaku/gaiyo18/kaigi-16/huryoku-kankyo.html)に基づき、配慮指針(案)を策定・公開している。

長野県は「中・大型風力発電計画に対する長野県の対応について」(<http://www.pref.nagano.jp/kikaku/tochi/furyoku/top.htm>)に基づき、中・大型風力発電施設に関し、災害や環境などの観点から影響が想定される地域のマップを策定・公開している(<http://www.pref.nagano.jp/kikaku/tochi/furyoku/aboutmap.pdf>)。

鳥取県は、「風力発電施設建設ガイドライン」(<http://www.pref.tottori.lg.jp/dd.aspx?menuid=58184>)に基づき、適正な土地利用、環境及び景観の保全並びに自然の保護に関して、事業者が自主的に遵守すべき事項等を示している。

静岡県掛川市は、「掛川市風力発電施設設置ガイドライン」を策定・公開している(<http://lgportal.city.kakegawa.shizuoka.jp/sizen/ondan/wind-guideline.html>)。

北海道稚内市は、「稚内市風力発電施設建設ガイドライン」(<http://www.city.wakkanai.hokkaido.jp/section.main/tiiki.sinkou/gyoumu-sinene-clean.energy-guideline.htm>)を策定・公開している。

市町村レベルでの要綱、ガイドライン等は、このほかにも策定されている可能性があることから、実際の運用にあたっては各地方公共団体への問い合わせが必要である。

条例に基づく環境影響評価の手続きの一例を図 1- 2 に示す。

表 1- 2 条例の制定状況と適用件数*

地方公共団体名	事業種	規模要件	適用件数
福島県	風力発電所	第 1 区分事業：出力 1 万 kW 以上又は風車の台数 15 台以上 第 2 区分事業：出力 7000kW 以上 1 万 kW 未満又は風車の台数 10 台以上 14 台以下	6
長野県	風力発電所の建設	出力 1 万 kW 以上	1
岐阜県	高層工作物又は高層建築物の建設	高層工作物又は高層建築物の建設（接する地盤からの高さが 50m 以上のもの）	2
三重県	工場又は事業場	事業の用に供する敷地面積が 20ha 以上であるもの	3
滋賀県	風力発電所	1500kW 以上	無
兵庫県	風力発電所の建設	県下一律 1500kW 以上、自然公園等特別地域 500kW 以上	1
岡山県	風力発電所の建設	1500kW 以上	無
長崎県	風力発電所	総出力 15000kW 以上、又は、風車 10 台以上	無
川崎市	電気工作物の新設	電気工作物のうち発電の用に供する新設であった、当該電気工作物の出力が 50000kW 以上のもの *第 1 種行為：電気工作物の出力が 100,000kW 以上のもの *第 2 種行為：電気工作物の出力が 100,000kW 未満のもの	無
新潟市	風力発電所	一般地域：1 万 kW 以上、特別配慮地域：6,000kW 以上	無
名古屋市	発電所の建設	事業：発電所の建設 規模：5 万 kW 以上	無
神戸市	発電所の建設	○出力 2 万 kW 以上である発電所の新設または増設 ただし、兵庫県の「環境影響評価に関する条例」に定める対象事業であって、「神戸市環境影響評価に関する条例」で対象になっていない事業についても、アセスメントの手続きを行うこととなっている。	無

*平成 22 年 6 月現在

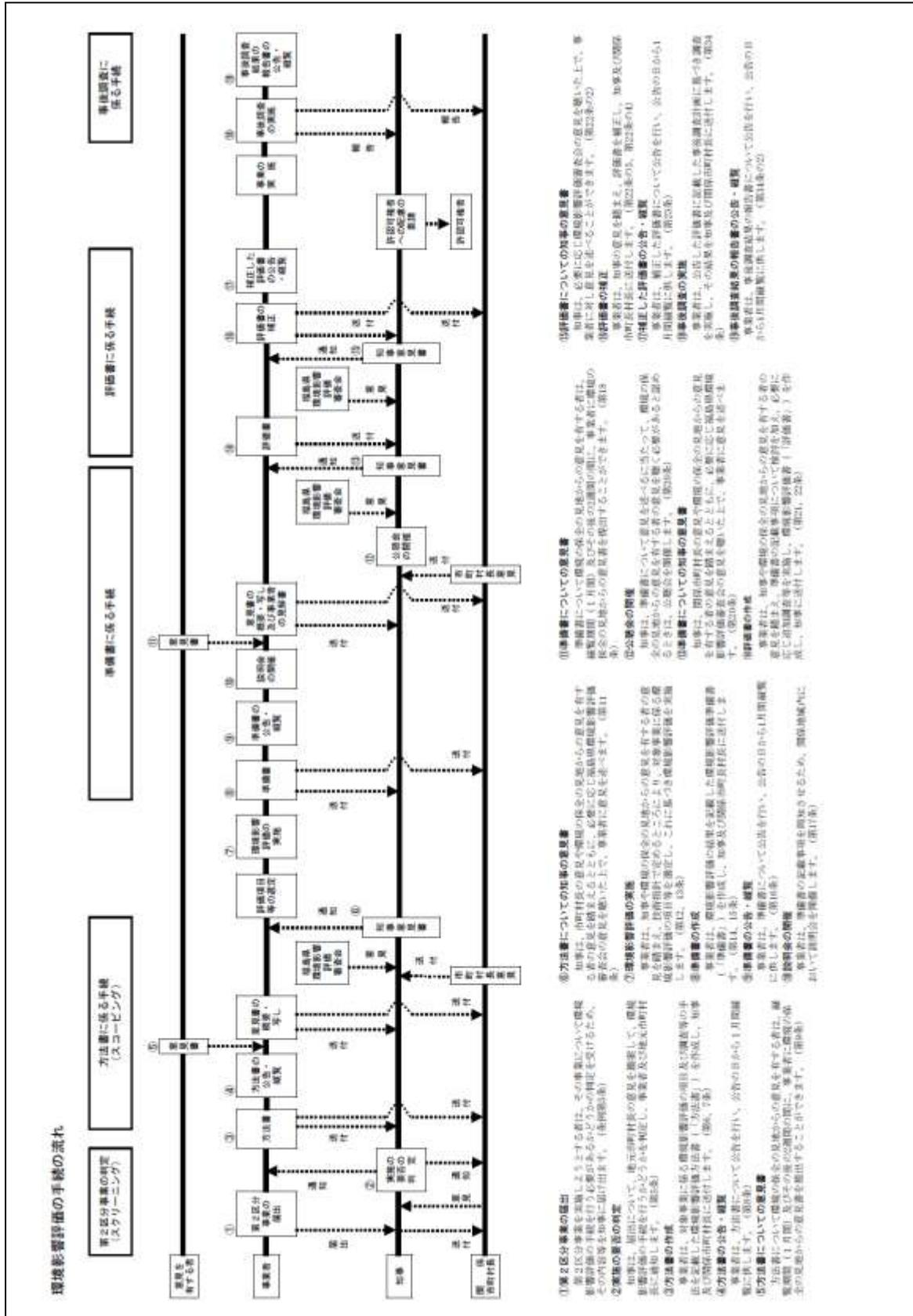


図 1-2 条例に基づく環境影響評価の手続き(福島県)

福島県 環境影響評価の手続きの流れ http://www.cms.pref.fukushima.jp/download/1/tetuduki_180322.pdf

1-1-3 風力発電のための環境影響評価マニュアルについて

2003年、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)は、「風力発電のための環境影響評価マニュアル」を作成・公表した。2006年には改訂(第2版)が行われ(独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 2006 以下 NEDO マニュアル)、これはホームページから入手可能である(<http://www.tech.nedo.go.jp/PDF/100008695.pdf>)。NEDO マニュアルでは1万kW以上の風力発電所を対象としているが、上記規模に満たない事業においても参考にしている。NEDO マニュアルにおける環境影響評価の手続きを図1-3に示す。

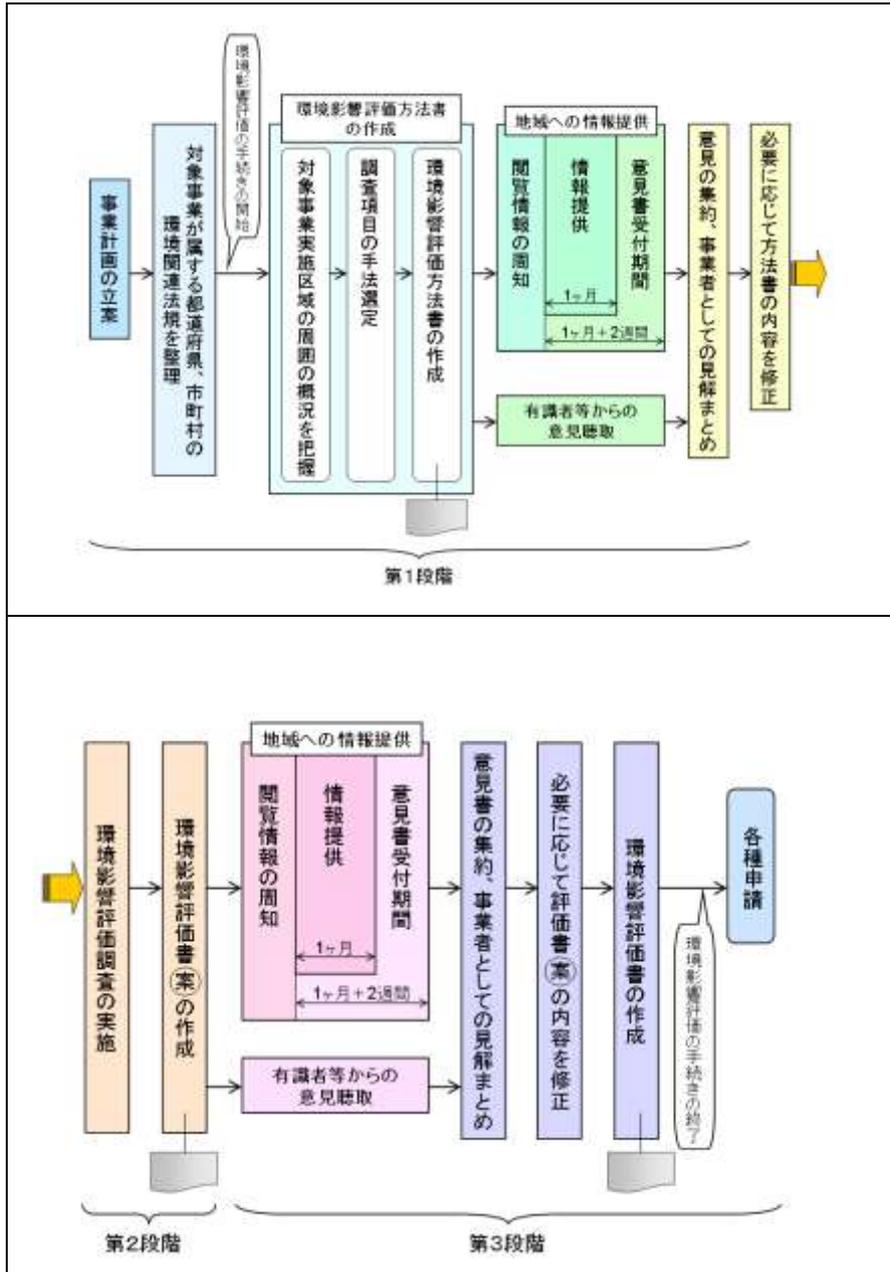


図1-3 NEDO マニュアルにおける風力発電施設の環境影響評価の手続き

(独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 2006)

このほかに(当時)環境庁(1997)による「風力発電導入マニュアル」がある。この導入マニュアルの「6.3 風力発電システムの設置に対する環境影響評価」には、風力発電システムの設置に対する環境影響評価は事前調査(風力開発候補地域の選定)、システム設計それぞれの段階で実施されるとし、環境影響評価の対象となる項目として、騒音、電波障害、鳥類および景観への影響の 4 項目が挙げられている。ただし、環境影響評価の手続きフロー等についての記述はない。

なお、一般社団法人日本風力発電協会(JWPA)は、2009年10月ホームページに「風力発電の環境影響評価規程制定に関して(中間報告)」として、将来、民間の風力発電事業者のほぼ100%の協会加入が見込めることから、国内の環境影響評価手法について、NEDO マニュアルをベースに「風力発電の環境影響評価規程を制定」するとしている(日本風力発電協会 <http://log.jwpa.jp/content/0000288774.html>)。

1-2 対策の基本的な方向

1-2-1 風力発電所の設置に伴う環境影響要因

前出の中央環境審議会資料によれば、風力発電事業における環境影響評価の実施状況について、事業者に対してアンケート調査を実施したところ、回答 130 件のうち、条例に基づく環境影響評価を実施したと回答したものが 5 件(3.8%)、環境影響評価を全く実施していないと回答したものが 2 件(1.5%)あり、123 件(94.6%)が条例以外による環境影響評価等を実施したと回答している。さらに条例以外の環境影響評価等で、鳥類を項目選定したと回答したのは、それぞれ 39 件(98%:1 万 kW 以上・補助あり)、73 件(95%:1 万 kW 未満、補助あり)、5 件(83%:1 万 kW 未満、補助なし)であり、合計 117 件(95%)が鳥類調査を実施していた。したがって、風力発電事業においては、条例の対象外であったとしても、環境影響評価を実施し、鳥類調査を行うことはほぼ定着していると考えられる。

条例以外による環境影響評価の際に用いられた方法として、前述した NEDO マニュアルがある。同マニュアルの中で、風力発電所の設置に伴う動物への環境影響要因として 6 点を整理している(表 1-3)。

表 1-3 風力発電所の設置に伴う環境影響要因

影響要因	分類群	哺乳類	鳥類	両生・爬虫類	昆虫類
改変による生息環境の減少・喪失		●	●	●	●
騒音による生息環境の悪化		●	●	●	—
騒音による餌資源の逃避・減少		●	●	—	—
繁殖・採餌に係わる移動経路の遮断、阻害		●	●	—	—
ブレード、タワー等への接近・接触		—	●	—	—
夜間照明による誘引		●	●	—	●

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2006)

NEDO マニュアルで指摘された鳥類への影響要因については、運用を通して、解決の方向性が得られた要因もあるが、現段階(平成 21 年)において未解決のものもある。これらを整理して表 1-4 に示す。

表 1-4 鳥類へ及ぼす影響要因の現状と課題

影響要因	現状と課題
変更による生息環境の減少・喪失 騒音による生息環境の悪化 騒音による餌資源の逃避・減少	開発行為全般に共通する影響要因であり、道路、ダム等の 工事対策手法に準じて、予測・評価・保全を図っている。 イヌワシ・クマタカ等については「猛禽類保護の進め方」 等によって、保護の指針が示されている。
繁殖・採餌に係わる移動経路の遮断、阻害 ブレード、タワー等への接近・接触	巨大橋梁等でも同様の現象が想定される。 このうち「回転するブレードへの接触」は、風力発電事業 を特徴づける影響要因と考えられる。
夜間照明による誘引	夜間照明は風力発電施設に限らず、屋外照明全般について 想定される。

6つの影響要因のうち、「変更による生息環境の減少・喪失」「騒音による生息環境の悪化」および「騒音による餌資源の逃避・減少」については、道路・ダム建設等の一般的な開発行為に伴う影響要因と同等に扱われ、影響予測・評価、保全措置についての数多くの資料・マニュアルが参照できる。たとえば、開発行為全般に関する資料としては、財団法人ダム水源地環境整備センター(2009)、関東森林管理局編(2009)、尾崎・遠藤(2009)、建設事業に伴う騒音の猛禽類影響予測については国土技術政策総合研究所による騒音・振動シミュレータ、森本・安田(2001)、松永忠久ほか(2006)等がある。また、イヌワシ、クマタカ、オオタカについては、環境庁(1996)による「猛禽類保護の進め方*」も参照できる(これらをまとめて表 1-5 に示す)。したがって、これらの影響要因については、当該資料・マニュアルを活用し、調査実績を積み重ねていくことで、信頼性の高い予測評価が期待できる。

「繁殖・採餌に関わる移動経路の遮断、阻害」は、巨大橋梁等でも同様の現象が想定される。「夜間照明による誘引」は、風力発電施設に限らず、屋外照明全般について想定されるところであるが、風力発電の夜間照明(ライトアップ)が鳥類の夜間の渡りにとって保全措置になるかは意見の分かれるところである。

「ブレード、タワー等への接近・接触」のうち、「回転するブレードへの接触」(風車への衝突)は、風力発電を特徴づける影響要因と考えられ、その予測評価等に関する統一的なガイドライン、マニュアル等は、現在のところ国内にはみあたらない。本書の意義はその点にあり、この点に焦点を当て、配慮すべき各種知見・資料、防止策等を提示する。

なお、鳥類の人工物への衝突数、国内における希少猛禽類の傷病要因については、資料(3)～(4)に整理している。

* 現在(平成 22 年 2 月)、見直し中である。

表 1-5 猛禽類に関する資料・マニュアル等

開発行為全般に関する資料としては：

- ・環境庁(1996) 猛禽類保護の進め方ー特にイヌワシ、クマタカ、オオタカについてー*
- ・(財)ダム水源地環境整備センター(2009) ダム事業におけるイヌワシ・クマタカの調査手法 [改訂版]
- ・関東森林管理局編(2009) オオタカの営巣地における森林施業 2-生息環境の改善を目指して-
- ・尾崎・遠藤(2009) オオタカの生態と保全-その個体群保全に向けて-

建設事業に伴う騒音の猛禽類影響予測については：

- ・国総研版騒音・振動シミュレータの開発 国土技術政策総合研究所(<http://www.nilim.go.jp/lab/ddg/naiyo/shindou/shindou.html>)
- ・森本・安田(2001) オオタカの営巣地と工事騒音との関係 ダム水源地環境技術研究所 所報
- ・松永ほか(2006) 建設事業による希少猛禽類への騒音影響予測システム(国総研版騒音・振動シミュレータの開発 こうえいフォーラム第14号)

*現在(平成23年1月)、見直し中である。

1-2-2 調査内容

NEDO マニュアルでは、鳥類に関する調査すべき内容として、「鳥類相および重要な種及び注目すべき生息地の分布、生息の状況および生息環境の状況について」と記載されている。鳥類相については、調査区域内における鳥類相を把握するための調査手法(既存資料と現地調査)が記載されている。重要な種及び注目すべき生息地の分布、生息の状況および生息環境の状況についてみると、重要な種は定義されているものの、注目すべき生息地は特性を述べるだけに留まっている。

本書における調査すべき内容は、以下のとおりとした(表 1-6)。第一に鳥類相については、供用時に回転する風車ブレードへの衝突危険性(衝突リスク)を解析(予測)しうる調査手法(空間飛翔調査等)を加えた。第二に、重要な種及び注目すべき生息地については、主に鳥類の渡りに着目し、具体的に渡りのルートや集結地を明記することによって、「鳥類保護上の重要な地域」および「配慮すべき重要な区域」(以下、重要な地域・区域)と定義した。これらの地域における飛翔特性を調査するにあたっては、地形条件に着目しつつ、供用時に回転する風車ブレードへの衝突危険性(衝突リスク)を解析(予測)しうる調査手法とした。

表 1-6 環境影響評価手続きにおいて調査すべき内容(鳥類)

項目	NEDO マニュアル	本書
鳥類相	調査区域内における鳥類相の概要を把握。	NEDO マニュアルの鳥類相調査に加え、供用時の衝突リスクを解析(予測)しうる鳥類調査手法(空間飛翔調査等)とした。
重要な種及び注目すべき生息地等	重要な種を定義、注目すべき生息地は未定義(特性のみ)。	注目すべき生息地(保護上重要な地域)を定義した。 地形条件に着目しつつ供用時の衝突リスクを解析(予測)しうる鳥類調査手法とした(飛翔軌跡調査)。

1-2-3 予測の基本的な手法

NEDO マニュアルによれば、「重要な種及び注目すべき生息地の分布域のうち、事業の実施に伴って予想される影響要因に応じた環境影響について、直接的損傷を受ける区域及び生息環境の変化がおよぶと考えられる区域を推定するとともに、推定した区域において重要な種及び注目すべき生息地への影響の種類(死滅、逃避、生息・繁殖阻害、生息域の減少等)を推定する。その際、その結果に基づいて環境影響を回避・低減するための保全対策を検討する。」とし、やむを得ず生じる影響については「事業の実施により損なわれる環境の持つ価値又は機能を代償するための措置を検討する。保全対策の優先順位は、1)回避 2)低減 3)最小化 4)代償措置 とする」と記載されている。予測の基本的な手法については、前掲表 1-3 に示す環境影響要因に応じて「環境影響の量的又は質的な変化の程度を推定するものとし、具体的には、文献その他の資料による類似事例の引用又は解析により行い、必要に応じ専門家その他の環境影響に関する知見を有するものの助言を得ることとする」としている。

これに対して本書は、重要な種、重要な地域・区域の有無にかかわらず、鳥類の衝突リスクを予測し、その予測結果に基づいて、必要に応じてリスクを回避・低減する保全措置を検討することを推奨する(表 1- 7)。衝突リスクとは、「風車の回転するブレードへの接触(衝突)の可能性」をいい、衝突リスク解析とは、計画段階もしくは供用後(事後調査)等で得られた調査結果から、衝突の可能性を定性的もしくは定量的に得ることをいう(衝突リスク解析については、3 章と 5 章に記載した)。

予測を行うための調査結果の整理について、NEDO マニュアルは、「対象事業実施区域の植生、地形等の自然環境と(注目すべき生息地等)の結びつきを整理し、対象事業実施区域と(注目すべき生息地等)の重複・近接、損失の程度を整理する」と記載されている。本書では、これらに準拠するとともに、衝突リスク解析を通して、衝突の可能性を定性的もしくは定量的に把握し、その結果に応じた保全措置を講ずることにより衝突リスクを回避・低減させ、結果的に重要な地域・区域の機能の維持(営巣地、渡りルート、集結・中継地、餌場と休息地の移動経路、集団繁殖地等の維持)を目標とする。

保全措置は、1)回避、2)低減(最小化)、3)代償措置の順に検討することを基本的な流れとする。本書では、平成 19～21 年度に実施した「風力発電施設バードストライク防止策実証業務」「風力発電施設立地適正化業務」等の成果を踏まえ、有効性が期待できる保全措置についても記載した(3 章と 5 章)。これらの措置は計画段階でのみ実行可能なものと供用後でも実行可能なものがある。表 1- 8～表 1- 9 に風力発電事業における保全措置の概略を示す。ただし、明確に効果が認められなかったものが含まれるため実施の際には留意する必要がある。

なお、前掲表 1- 4 に示した影響要因の現状と課題のうち「改変による生息環境の減少・喪失」「騒音による生息環境の悪化」および「騒音による餌資源の逃避・減少」については、NEDO マニュアルに、イヌワシ、クマタカ、オオタカ等の希少性猛禽類については、環境庁(1996)「猛禽類保護の進め方」(平成 22 年 3 月現在、見直し中)にそれぞれ準拠し、調査を進めることが望まれる。

「繁殖・採餌に関わる移動経路の遮断・阻害」については、前述の巨大橋梁等、一般的な人工構造物における事例から影響を推定することが可能と考えられるため、本書では取り扱わなかった。また、「夜間照明による誘引」については、3-7-3 ライトアップの項で若干触れるにとどめた。

表 1-7 対象種・地域に応じた調査結果の整理

対象種・地域	NEDO マニュアル	本書
希少猛禽類*	対象事業実施区域の植生、地形等の自然環境と行動圏の結びつきを整理し、対象事業実施区域と行動圏の重複・近接、損失の程度を整理する。	同左に加え、衝突リスク解析を通して、生息地（営巣）の機能の変化を予測する。
渡りのルート・渡り集結地（中継地）	対象事業実施区域の植生、地形等の自然環境と渡りのルート・中継地の結びつきを整理し、対象事業実施区域と渡りのルート・中継地の重複・近接、損失の程度を整理する。	同左に加え、衝突リスク解析を通して、渡りルート・渡り集結地（中継地）の機能の変化を予測する。
餌場と休息地の移動*	対象事業実施区域の植生、地形等の自然環境と餌場、休息地及び移動経路の結びつきを整理し、対象事業実施区域と重複・近接、損失の程度を整理する。	同左に加え、衝突リスク解析を通して、餌場と休息地の移動機能の変化を予測する。
集団繁殖地*	対象事業実施区域の植生、地形等の自然環境と集団繁殖地の結びつきを整理し、対象事業実施区域と集団繁殖地の重複・近接、損失の程度を整理する。	同左に加え、衝突リスク解析を通して、集団繁殖地の機能の変化を予測する。

*：コウモリ類のコロニーを含む

表 1-8 環境省(2008a～10a)において有効性が示唆された保全措置

措置	概要	計画時	供用後
衝突リスクを考慮した設置位置	鳥類が集中し、衝突リスクが高まると予測される区域を外して風車を建設する。	●	×
風車の配列・位置	風車の配列・位置を変更して、衝突リスクの回避・低減を期待する。	●	×
風車ブレードの彩色	風車ブレードに彩色を施し、鳥類からの視認性を高め、衝突リスクの回避・低減を期待する。	●	●
ライト・オフ	ライトアップにより鳥類が誘引され衝突リスクの増加が懸念される場合、ライト・オフによって衝突リスクの回避・低減を期待する。	●	●
弾力的管理	船舶レーダや視程計によって鳥類の飛来・接近、濃霧による視程の悪化を感知し、風車の弾力的な運転管理を行うことで、衝突リスクの回避・低減を期待する。	●	●
案山子・反射テープ	風車の周囲に案山子・反射テープを設置することにより、希少猛禽類の飛来を低減させ、衝突リスクの回避・低減を期待する。	●	●
植生・環境管理	既設の風車直近の植生・環境を改変することにより、餌動物の増加等に起因する風車周辺への希少猛禽類の飛来を提言させ、衝突リスクの回避・低減を期待する。	●	●

表 1-9 風力発電事業における保全措置の概略

項目	内容	風力発電事業で想定される措置
回避	事業行為の全体または一部を実行しないことによって影響を回避すること。影響要因を遠ざけることによって発生させないことも回避といえる。	事業中止、事業計画変更（一部中止や風車の配列・位置の変更等）
低減（最小化）	事業行為の程度・規模を制限することによって影響を低減（最小化）すること。	弾力的運転管理（飛来の実タイム把握や濃霧・降雨に伴う視程障害による）、風車ブレードの彩色、ライト・オフ、案山子・反射テープ、植生・環境管理
代償	消失または影響を受ける環境にみあう価値の場や機能を新たに創出して、影響を緩和すること。	代替巣（猛禽類）、二次林管理、生息地の造成等（加州ガイドラインには、消失する生息地に見合う保護区の設定（バンキング）も提言されている）

1-2-4 事後調査と順応的管理および鳥類に関わる有識者の役割

前掲表 1-3 に示した 6 つの影響要因のうち、「改変による生息環境の減少・喪失」、「騒音による生息環境の悪化」および「騒音による餌資源の逃避・減少」については、一般的な開発行為における評価事例の蓄積から、比較的精度の高い予測評価が期待できる。

一方、鳥類保全を進める上で、風力発電事業を特徴づける二つの課題がある。

第一に不確実性である。「回転するブレードへの接触」（風車への衝突）は、風力発電事業を特徴づける影響要因であって、その予測精度に関しては、現時点では参照しうる事例が不足しており、予測には不確実性を伴う。したがって、どの程度の衝突数が起こりうるのかを計画段階で精度良く予測することは困難といわざるを得ない。これは野生生物、自然生態系の挙動は極めて複雑であり、不確実性を解消することが困難であることを示している。

第二に、保全措置の担保性や想定外の事態への対応である。これまでの風力発電事業に伴う環境影響評価プロセスにおいては、事業者が鳥類に関わる有識者を招聘し、検討会や委員会を設置した事例があった（座長、委員長に推した事例もあった）。委員会自体は評価されるべき取り組みであるものの、供用後に想定外の事態や懸念される事態（希少種の衝突など）が発生した時、速やかに保全措置を実施できる体制の確保が重要である。

これらの課題（不確実性、保全措置の担保性、想定外の事態への対応）を解決するひとつの進め方として、「環境影響評価の段階で、供用後に想定されるシナリオを複数準備した上で、供用後にモニタリング（事後調査）を実施し、ある事態が発生したとき、あらかじめ定めておいた保全措置を実施する」考えがある。これは順応的管理（Adaptive Management）のひとつといえる（図 1-4）。とりわけ対象事業実施区域が重要な地域・区域に含まれる場合は、この管理手法を検討することが望まれる。

ここで鳥類に関わる有識者の役割とは、科学的、客観的、数量的な（営巣放棄の有無、衝突確率や絶滅確率の数値そのもの）評価を示すことであり、その価値判断（事業計画・実施の妥当性等）とは区別しなければならない。一例として、日本生態学会生態系管理専門委員会（2005）の指

針において、有識者(=専門家)の役割(=使命)は以下の通り記述されている。「専門家としての科学者の使命は、まず、科学的命題と価値観が関わる判断を区別し、前者に関しては、信頼性の高い情報や実証的分析結果は何であるか、どのような調査や分析によってデータの信頼性を高めることができるかを、一つ一つ明示していくことである。」

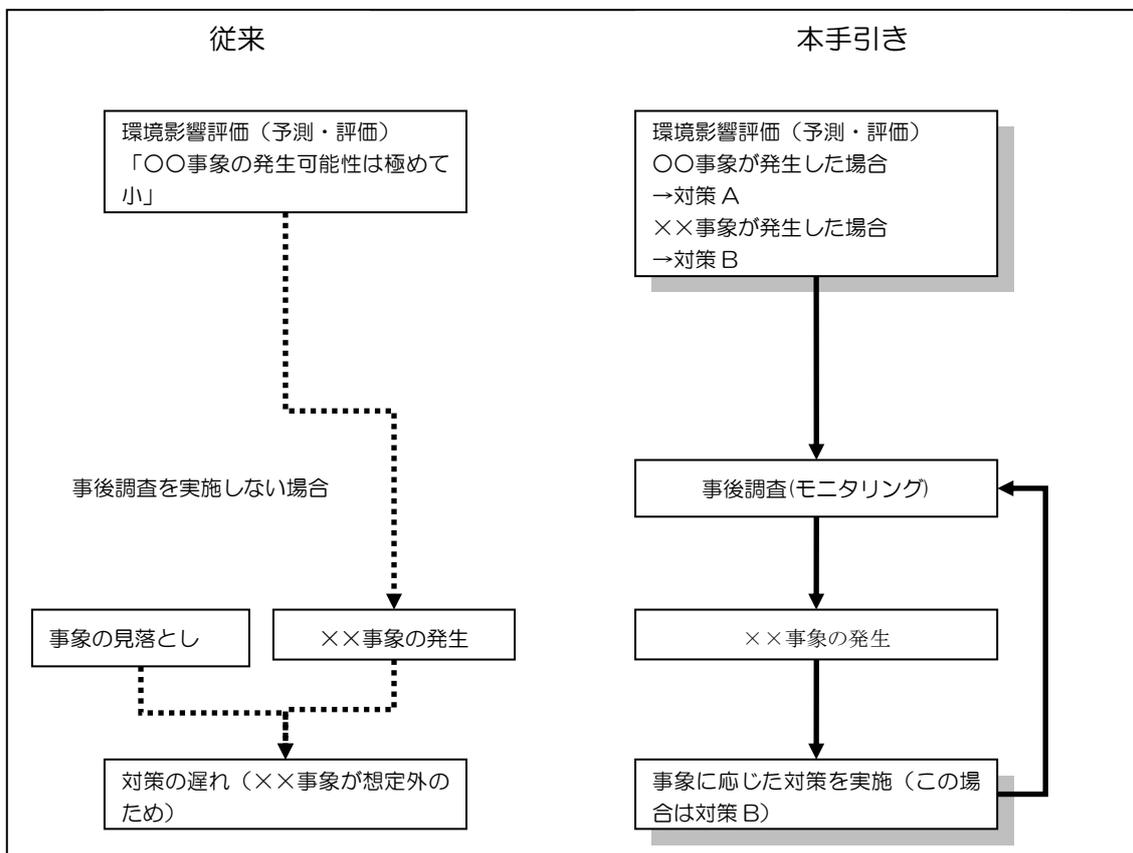


図 1-4 順応的管理手法を取り入れた環境影響評価と供用後の作業フロー

1-2-5 国立・国定公園内における風力発電施設設置のあり方について

環境省(2004)は、「国立・国定公園内における風力発電施設設置のあり方に関する基本的考え方」(<http://www.env.go.jp/info/iken/h160315a/a-3.pdf>)を作成・公開している。

基本的方針として、「優れた自然の風景地として、国家的見地から保全上の意義を認められ区域指定された国立・国定公園内においては、財産権の尊重や国土の開発その他の公益との調整に留意しつつも、人為的な影響を極力抑制し、自然景観の保護と生物多様性の保全を主として考えること」としている。国立・国定公園における風車の立地を計画した場合、バードストライク等野生生物の影響に関しては「事前の環境影響の結果を踏まえて鳥類等の野生生物の重要な生息地・生育地(例えば猛禽類をはじめとした希少種の生息地や、渡り鳥や海鳥の重要な渡来地、中継地、繁殖地等)においては、立地計画段階において回避する等の環境保全措置を講ずる

ことが必要である。また、それ以外の場所においても、地域の生物相の特質を考慮した十分な環境影響調査の結果を踏まえ、適切な環境保全措置を検討する。」としているほか、本書に掲載した項目の一部については、慎重に検討すべき項目がある。具体例をあげると、3-4-2 山稜線については「眺望対象である山稜線など景観上目立つ場所への立地を回避する」(3(3)① 自然景観)の観点から、3-7-2 風車ブレードの色彩については「色彩等が周囲の風景と調和していること」((4) 審査基準のポイント)および「当該工作物の外部の色彩又は形態がその周辺の風致又は景観と著しく不調和でないこと」(同)の観点から、3-7-3 ライトアップについては「ライトアップによる自然景観や生物多様性への支障について十分に検討した上で慎重に取り扱うべきである」(3(3)③その他)の観点から、3-7-5 案山子・反射テープについては「当該工作物の外部の色彩又は形態がその周辺の風致又は景観と著しく不調和でないこと」((4) 審査基準のポイント)の観点から、3-7-6 植生および環境管理については「風力発電施設の設置に伴う環境の改変を最小限にとどめる」(3(3)②生物多様性)および「樹木の伐採を最小限とする」(同)の観点から、それぞれ慎重な検討が求められる。これらについては該当項目に追記した。

1-3 参考文献

- California Energy Commission and California Department of Fish and Game (2007) California guidelines for reducing impacts to birds and bats from wind energy development.
(和訳: 風力エネルギー開発による鳥類およびコウモリへの影響を軽減するためのカリフォルニア州ガイドライン)「平成19年度 風力発電施設バードストライク防止策実証業務－米国視察動向調査－」に収録)
- Erickson WP, Johnson GD, Strickland MD, Young Jr DP, Sernka KJ, Good RE (2001) Avian Collisions with Wind Turbines: A Summary of Existing Studies and Comparisons to Other Source of Avian Collision Mortality in the United States. National Wind Coordinating Committee (NWCC) Resource Document: 1-62
- 関東森林管理局編 (2009) オオタカの営巣地における森林施業2-生息環境の改善を目指して-.
- 松永忠久・宮川健・遠藤和志・檜枝俊輔 (2006) 建設事業による希少猛禽類への騒音影響予測システム. こうえいフォーラム第14号 http://www.n-koei.co.jp/library/pdf/forum14_009.pdf
- 環境庁 (1996) 猛禽類保護の進め方－特にイヌワシ、クマタカ、オオタカについて－.
- 環境庁 (1997) 風力発電導入マニュアル.
- 環境省 (2004) 国立・国定公園内における風力発電施設設置のあり方に関する基本的考え方. http://www.env.go.jp/nature/wind_power/index.html
- 森本英樹・安田成夫 (2001) オオタカの営巣地と工事騒音との関係. 平成13年度 ダム水源地環境技術報告書所報. http://www.wec.or.jp/center/jyouhou/ronbun/H13syohou/pdf/H13_1-04.pdf
- 国土技術政策総合研究所 環境研究部 緑化生態研究室 国総研版騒音・振動シミュレータ. <http://www.nilim.go.jp/lab/ddg/naiyo/shindou/text.html#jump2>
- 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2003) 風力発電のための環境影響評価マニュアル.
- 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2006) 風力発電のための環境影響評価マニュアル(第2版).
- 尾崎研一・遠藤孝一 (2008) オオタカの生態と保全-その個体群保全に向けて-. 日本森林技術協会、東京.
- 資源エネルギー庁 (2008) 新エネルギー等導入促進基礎調査事業(風力発電施設と自然環境保全に関する海外動向調査) 報告書.
- 財団法人ダム水源地環境整備センター (2009) ダム事業におけるイヌワシ・クマタカの調査手法 [改訂版]. 信山社、東京.
- 日本生態学会生態系管理専門委員会(2005) 自然再生事業指針. 保全生態学研究 10: 63-75
- 日本野鳥の会 (2004) 風力発電の鳥類に与える影響に関する評価. 風力発電施設と自然環境保

全に関する研究会(第1回)配布資料.

日本野鳥の会(2007) 野鳥と風車ー風力発電施設が鳥類に与える影響評価に関する資料集. 野鳥保護資料集第21集

日本野鳥の会(2009) 再生可能エネルギーの利用が生物の多様性に及ぼす影響ー鳥類とコウモリ類の事例ー. 野鳥保護資料集第25集.