

# 陸上風力 ゾーニングマップ 根拠資料 (バードストライク編)

環境と社会に配慮した合意形成・検討プロセスの記録

## 鳴門ゾーニングプロジェクト協議会

本資料は、鳴門市における陸上風力発電の環境・社会に十分配慮した適正な立地を促すための各種検討のうち、特に『バードストライク面へのリスク』について着目して、立場の異なる関係者で構成される協議会でなされた検討過程、およびその結果を説明するものである。

### 協議会メンバー

- 鳴門市
- 徳島地域エネルギー
- エコみらいとくしま
- WWFジャパン

本資料は、鳴門市において、環境と社会に配慮した適正な陸上風力発電の立地について総合的に判断するため、特にバードストライクの影響を低減させるための検討過程とその結果について、以下の通り説明するものである。

1. バードストライクのリスクについて (定義)	..... p2
2. 検討理由 (背景)	..... p2
3. 検討にあたって	..... p3
4. 実施した検討手順	..... p3
5. 協議結果 (評価)	..... p9
6. 本ゾーニングの注意点	..... p11
7. 参考文献・資料	..... p11

## 1. バードストライクリスクについて（定義）

本協議会の検討では、“風車が建設されることで、飛翔する鳥類が衝突し、死傷する個体が発生する可能性を“バードストライクリスク”として検討を行った。

なお、本評価（バードストライクリスク）では、飛来数が特に多い、渡り鳥を対象として評価を行うものとした（詳しくは後述の“検討にあたって”の項を参照）。

	リスク項目		リスク項目
1	構造物損壊	6	景観（視覚的影響）
2	騒音	7	文化（機能的影響）
3	シャドウフリッカー	8	資産価値
4	バードストライク	9	災害
5	動植物	10	地場産業

## 2. 検討理由（背景）

空中でブレード（羽）が回転することで発電を行う性質上、特に影響を受ける恐れがあるのが鳥類であり、ゾーニングを取り入れている諸外国においても鳥類への影響は重要な検討項目となっている（※1）。また国内におけるガイドライン・マニュアル等（※2、3、4）をはじめとして、環境影響評価（アセスメント）での風力発電の評価について所轄官庁である経産省が提示する手引き（※5）においても、バードストライクの影響評価について言及がされているところである。実際、国内のアセスメントにおいては、鳥類の衝突確率を計算することで、バードストライクの影響を検討する事例がほとんどを占めている（本評価時点までに確認した限りにおいて）。以上のことから、立地検討に極めて重要と考え、今回のゾーニングの検討項目とすることとした。

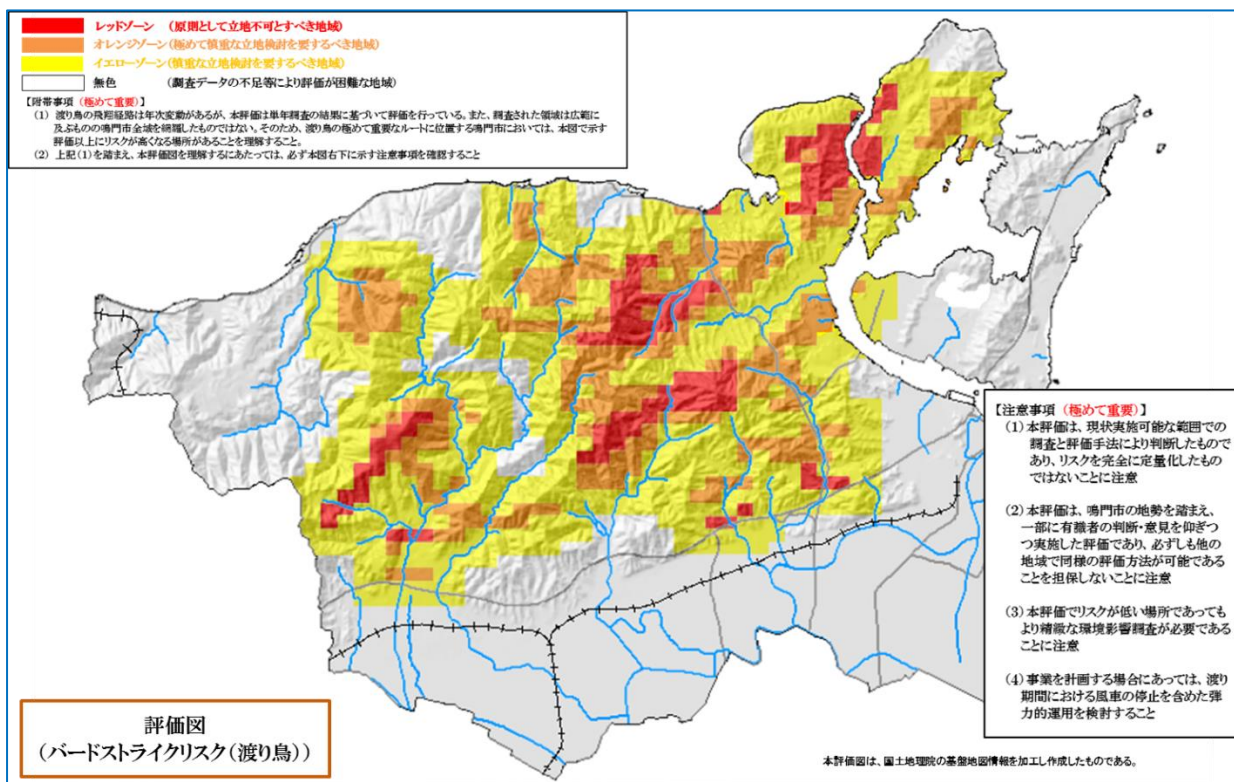


図1 評価図（バードストライクリスク）



### 3. 検討にあたって

#### 【評価対象(渡り鳥)について】

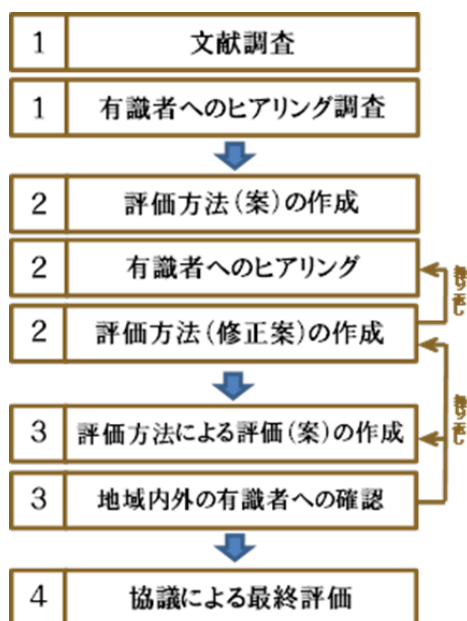
バードストライクの検討にあたっては、“渡り鳥”と“留鳥(鳴門市に生息する)”についての検討が考えられた。ただし検討に先立ち実施した有識者へのヒアリングからは、バードストライクのリスクを評価する場合でも、(諸外国の事例のように)主要なルートを見つけることで影響を避ける場所を特定する渡り鳥への評価方法と、営巣地周辺の飛翔行動から影響を避ける場所を特定する留鳥への評価方法は異なるものと想定がされた。

また、留鳥に関しては、風車立地に伴う影響がバードストライクだけに留まらず、生息地の消失等のリスクについても別途の検討が必要であると想定がされた。これにくわえて、鳴門市では渡り鳥の飛翔が特に卓越していることが当初から指摘されていたことを踏まえると、バードストライクを主とした本評価では“渡り鳥”に特に着目して評価を進めることが適当と考えた。そのため、留鳥のバードストライクの影響については本評価とは切り離して、別途の評価(動植物リスク)で加味するものとした。

#### 【評価を進めるにあたって】

バードストライクのリスク検討では、影響評価の対象が生き物(鳥類)となる。専門性を有する検討項目であるだけでなく、地域性などを踏まえる必要があることを考慮すると、評価対象とすべき種の選定や影響を判断する閾値を設定するにあたっては、単一的な手法や定量的な判断のみにより決めることは難しいと想定された。そのため検討を進めていくにあたっては、なるべく多くの地域内外の有識者にヒアリングを行いながら、定性的な意見も組み入れ、多面的にその評価方法について検討を進めることを念頭においた。

### 4. 実施した検討手順



バードストライクのリスクを検討するにあたっては、ゾーニングの検討に先立ち参考とした文献(※6、7)をはじめとし、各種マニュアル・ガイドブック、風力発電の鳥類への影響評価に言及があると考えられた文献(※2、3、4、5、8、9、10、11、12、13、14、15)について確認を行うとともに、インターネットでも各種論文についての確認を行った。くわえて、実事業におけるバードストライクの影響評価の方法について把握をするため、一般公開中となっていた各地の風力発電事業の環境影響評価書(準備書など)についても確認を行った。

これらの文献調査に合わせて、鳥類やGIS・解析等に詳しい各有識者へのヒアリングを行うことで、現状協議会で可能な評価方法(案)を作成。この評価方法(案)について、複数の外部有識者(鳥類)にヒアリングを重ねて意見を募り、その共通する意見をもとに評価方法(案)の修正を行った。

このように作成した評価方法(修正案)による分析から、バードストライクのリスクを“避けるべき場所”を示す評価(案)を作成。さらに、地域内外の有識者を協議会に招請し、評価(案)に対する意見を汲み取ることで、評価自体はもちろん、必要に応じて評価方法についても遡って修正を行った。最後に、これらの意見を加味した評価案について協議・決定を行った。

(※) 協議については、最後の評価段階のみでなく、評価方法を策定する段階から実施していることに留意

## 【1：文献調査・ヒアリング調査結果(要点)】

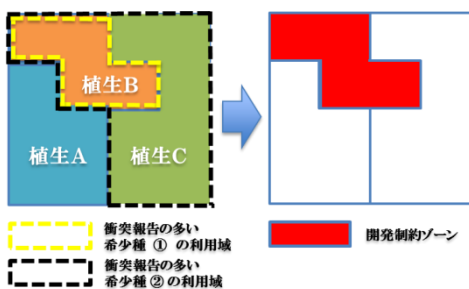


図2 海外の評価事例(RESP)

既存の文献調査ではいくつかの鳥類影響に関する分析手法やゾーニングの事例を見つけることができた。一例として海外のゾーニング事例(※6、7)では、鳥類調査の結果をもとにして、調査で発見された鳥類種が利用する共通した植生を特定し、こうした植生地を開発規制の地域とするゾーニングが見られた(図2)。

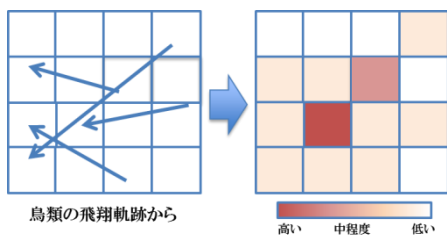


図3 衝突確率の推計イメージ

国内の文献においては、鳥類調査の結果をもとにした、任意の場所における①衝突確率(数)の推計方法(図3)や、統計モデルを活用して対象種の生息場所を推定する②種の分布モデル(図3)など、“バードストライクの影響を避ける場所を検討”する上で活用できると考えられる、いくつかの手法を確認することができた。

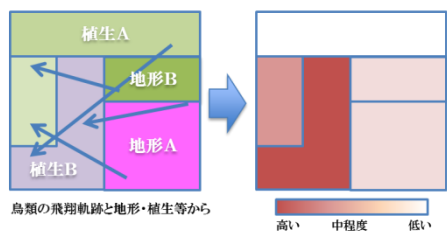


図4 種の分布推計イメージ

こうした評価方法・手法を参考に、鳥類の有識者ならびに実際のアセスメントで統計・解析業務を行っている有識者に話を聞くことで、どのような手法が適当であるかを確認した(表1)。

本評価が、実事業の環境アセスメントにおける影響評価と比べ、(1)費用的制約、(2)時間的制約、があることに加えて、(3)実施した鳥類調査が単年度であること。また、ゾーニングという事前段階での適地評価という性質上、協議においてより多くの関係者が理解して議論できる読解性を有す評価手法が望まれたこと等から、過分に複雑な解析による評価手法は適当ではないとの判断に至った。

表1 ヒアリング調査協力者(1) (※所属・肩書はヒアリング当時のもの)

専門分野	有識者名	所属・肩書	備考
鳥類	A氏	自然保護団体 職員	対面によるヒアリングを数回実施
地理情報システム	B氏	NPO 理事(GIS技術者)	対面によるヒアリングを1回実施
地理情報システム	C氏	GIS・解析技術者	対面によるヒアリングを1回実施

## 【2：評価方法(修正案)について(要点)】

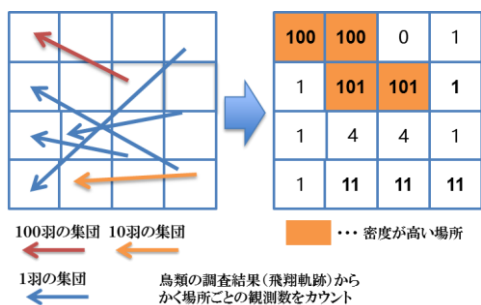


図5 密度分布図のイメージ

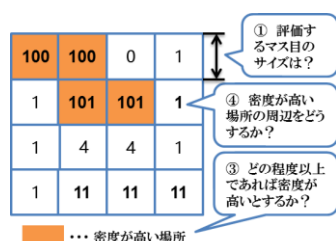


図6 密度分布図での不明点

以上の文献調査・ヒアリング調査結果を踏まえ、協議会では鳥類調査の結果を用いて“密度分布図”を作成することにより、渡り鳥の市内各所における飛翔濃淡を把握し、バードストライクを避ける上での重要地を明確にする方法を採用することとなった(図5)。

ただし、バードストライクを避けるべき場所を明確にするために、密度分布図を作成することで評価するためには、次に示すいくつかの不明点を明確にする必要があった。

- ① どの程度の“区画ごと”に密度を評価するか(メッシュサイズ)
- ② どの程度の“個体数ごと”に密度表示を変えるか(凡例幅)
- ③ どの程度の“密度”であれば避けるべき場所とするか(閾値)
- ④ どの程度の“緩衝地域”を評価に設けるか(バッファ)

これらを明確にするため、以下の有識者にヒアリングを実施(表2)。密度分布図によって、バードストライクのリスクがある場所を特定する方法で問題がないかを改めて確認するとともに、こうした不明点について意見を伺った。

表2 ヒアリング調査協力者(2) (\*所属・肩書はヒアリング当時のもの)

専門分野	有識者名	所属・肩書	備考
鳥類	D氏	大学特任教授	対面によるヒアリングを1回実施
鳥類	E氏	自然保護団体A 代表	対面によるヒアリングを1回実施
鳥類	G氏	自然保護団体B 職員	対面によるヒアリングを1回実施
鳥類	H氏	自然保護団体B 職員	対面によるヒアリングを数回実施
鳥類	I氏	大学名誉教授	対面によるヒアリングを1回実施
環境政策・計画	J氏	電力事業者 職員	電話によるヒアリングを1回実施
—	環境省	環境影響政策課 野生生物課	電話と対面によるヒアリングを数回実施

以上の有識者へのヒアリングを行った結果、以下のような意見を得ることができた。

表3 有識者からの意見(抜粋)

	共通した意見	その他の意見
1) 密度分布図による 評価方法の妥当性 について	ゾーニングでの渡り鳥の評価方法については不明。 現状できる方法としては、密度分布図による評価は 一定の妥当性があり	・ 観測記録が不足している場所につ いては、推察で開発可否の判断を しないこと
2) 評価メッシュサイズ	一般的な評価サイズとしては250(m)が妥当	・ 評価表現については十分に気をつ けること(ここでの手法が他地域で も無条件に活用できるわけでない)
3) 凡例幅	これといった正解は知らない。作成したい目的に応じ て、凡例幅を適時変更することが考えられる	・ 衝突確率を、開発可否を判断する 際の閾値の参考にはしては
4) 閾値	これといった正解は知らない。作成したい目的に応じ て、閾値を適時変更することが考えられる	・ 海外では渡り鳥の“主要ルート”を 開発規制地とし、ルート周辺にバッ ファを設けている(ドイツ)
5) バッファ	これといった正解は知らない。	

こうした有識者の意見を踏まえて検討をした結果、本協議会では、次のように密度分布図を作成することにより、渡り鳥の飛行密度が濃い場所(主要ルート)を明確にし、バードストライクの影響が高いと考えられる場所を求めることとした。

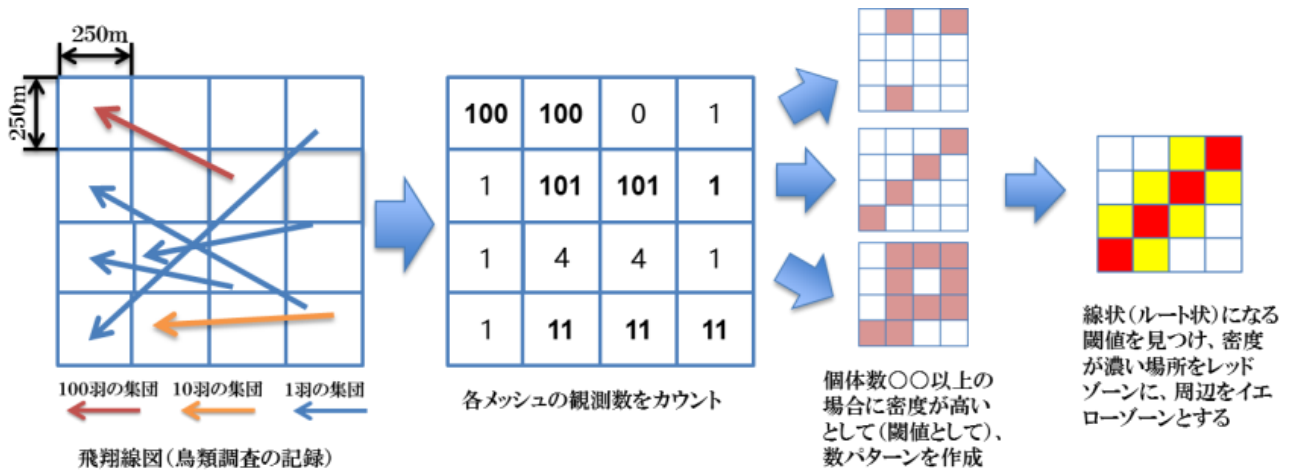


図7 評価方法のイメージ

なお評価対象種については、鳴門市での鳥類調査結果(※16)を参考に以下のように選定した。



表4 バードストライクのリスクの評価対象種

		観測数(秋季)	観測数(春季)	選定理由(※1, 2)
猛禽類	サシバ	5995	805	猛禽類では渡りのメインである秋季において観測数が最も多く、希少猛禽類で危惧指定(VU)を受けていることから選定
	ノスリ	2410	2530	希少猛禽類としての危惧指定はないものの、サシバに次ぎ観測数が多く、他の猛禽類観測数と比べても1桁多いことから選定
	ハイタカ	481	336	サシバ、ノスリと比較すると少ないものの、観測数は多く、希少猛禽類の危惧指定(NT)であることから選定
	ハチクマ	383	276	サシバ、ノスリと比較すると少ないものの、観測数は多く、希少猛禽類の危惧指定(NT)であることから選定
小鳥類	ヒヨドリ	48203	6628	猛禽類ではなく、また危惧種として指定を受けている種ではないものの、特に秋季の観測数が卓越しており、かつ秋季の高度Mにおける飛翔割合が高いことから選定(※3)
	ツバメ	1809	290	猛禽類ではなく、また危惧種として指定を受けている種ではないものの、特に秋季の観測数が卓越しており、かつ秋季の高度Mにおける飛翔割合が高いことから選定(※3)

(※1) 上記における猛禽類の危惧度は環境省レッドリスト2015を参考としたもの

(※2) 実際の環境アセスメントでは、レッドリスト等における危惧度でNT(準絶滅危惧)についても危惧種の対象として評価している事例が多いことから(この時点までの一般公開中の環境アセスメントの事例を確認した範疇において)、本評価においても同様に危惧指定の範疇と考えた。

(※3) 小鳥類に関しては、観測数が卓越しており、かつ高度M(風車ブレード高さ)の飛翔割合が高いのが秋季であることから、秋季の観測記録のみを対象として評価することとした

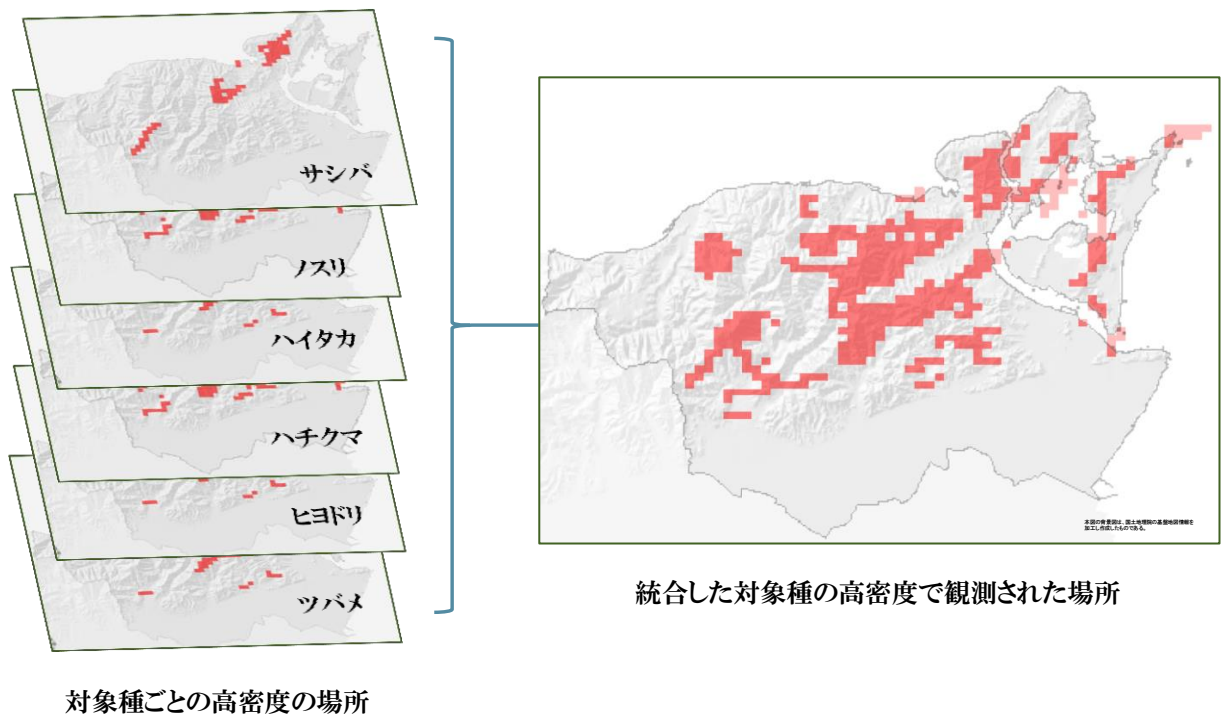


図8 対象種の密度分布図を作成することによるバードストライクの高リスク場所の評価方法(修正案)



### 【3 :評価(案)について(要点)】

こうして検討した評価方法(修正案)による分析から、バードストライクの高リスクを避けることが望ましい場所”を検討するための密度分布図を作成した。以下にその図を示す。

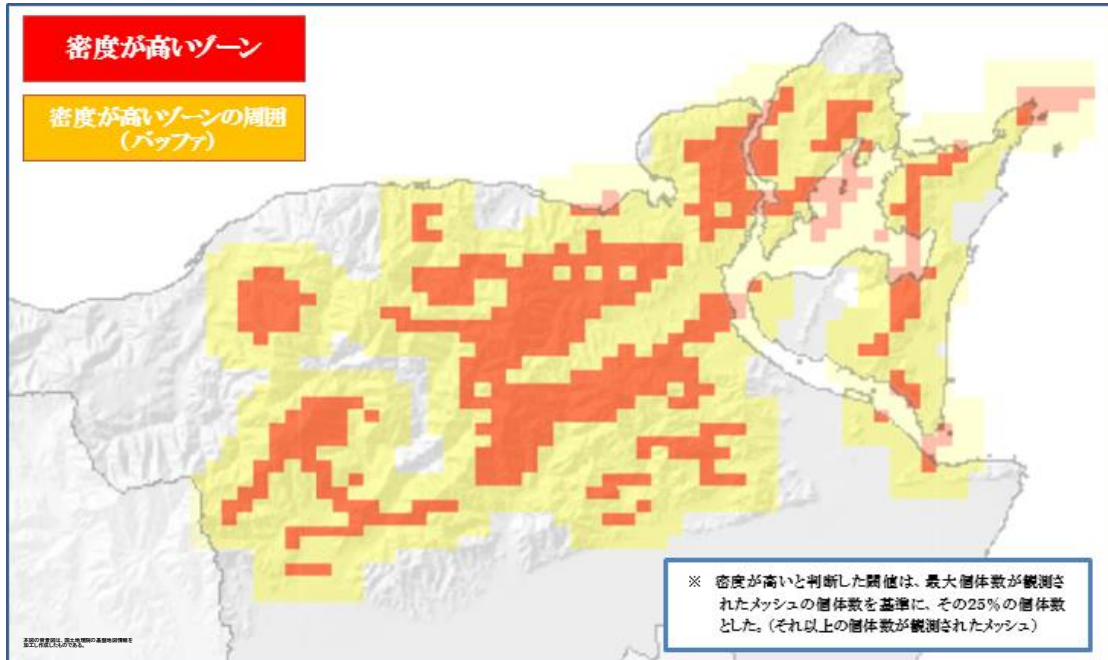


図9 評価(案)

なお、密度分布図における“密度が高いゾーン”をレッドゾーン(原則として立地不可とする地域)、“その周辺の場所(バッファ)”をイエローゾーン(慎重な検討を要する地域)と仮定して評価(案)とした。

次に、この評価(案)の妥当性を判断するため、地域内外から有識者を協議会に招請、意見を伺ったところ、以下のような意見・指摘があった。

表5 ヒアリング調査協力者(3) (※所属・肩書はヒアリング当時のもの)

専門分野	有識者名	所属・肩書	ヒアリング日時
鳥類	K氏	自然保護団体A 職員	対面によるヒアリングを数回実施
鳥類	L氏 M氏	自然保護団体B 関係者	対面によるヒアリングを数回実施
ゾーニング	N氏	行政職員(専門家)	対面によるヒアリングを1回実施

#### [評価案に対する意見(抜粋)]

(評価の妥当性に関するもの)

- (1) 実際にはより広域に多く飛翔していると認識。今回の鳥類調査では、調査視野が完全には市内全域を捕捉できていないため、評価できていない多くの個体がいる可能性が高い。

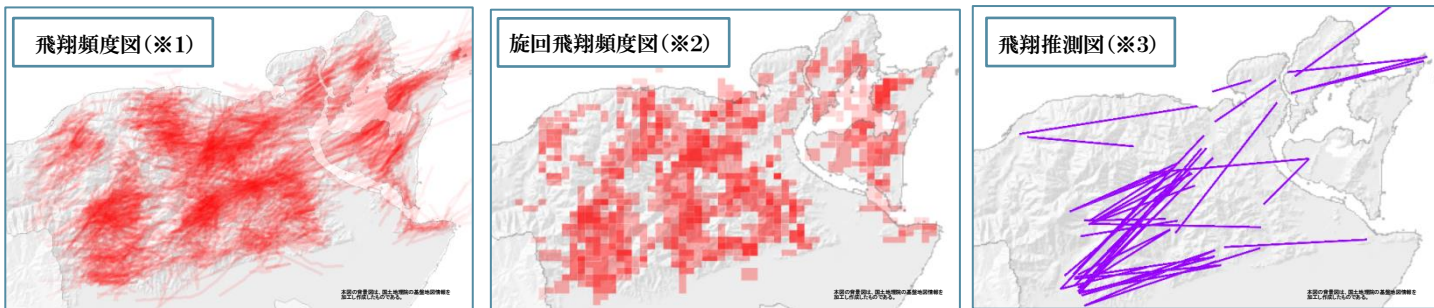
- (2) 鳴門市が渡り鳥の大変重要なルートであることを評価の読み手に理解させることが重要。調査は完全ではない点を踏まえ、評価が低い場所であっても、即開発可能と誤解されない配慮が必要。
- (3) 大毛島については、こうした渡りのルートを見出す評価を前提とした調査をしていないため、今回の密度分布図による評価結果と乖離する可能性がある。
- (4) 渡りの時期に風車停止などの対策を講じることで影響を低減できうる。そのため、密度が高い場所を即時開発不可(レッドゾーン)と判断できるものではない。
- (5) 現時点で地域に自然エネルギー(風力発電含む)の定量的な導入目標がないため、どの程度の開発を許容できるかは判断が難しく、それゆえに開発不可とすることは難しいと考えられる。

**(評価の方法に関するもの)**

- (1) 一般論として、科学的データにもとづき合理的な判断のもとで進めることが望ましい。
- (2) 密度分布のみではなく、旋回上昇の重要なポイントや地形なども加味した評価が望ましい。

などが代表的な意見となる。

こうした意見・指摘をうけ、バードストライクが起きやすい場所を判断する上で、密度分布図以外にも有用と考えられる図をいくつか補助的に作成した(以下に各検討図を示す)。また、これまでの有識者へのヒアリングでも指摘があり、かつ文献調査においてもバードストライクの影響を図る指標として記述の多かった「衝突確率」についても計算を行った。



- (※1) 飛行頻度図・・・ここでは、異なる観測日に観測された回数が多いメッシュがより濃く表示されるようにした図を指す
- (※2) 旋回飛行頻度図・・・ここでは、異なる鳥類種での旋回の利用が多い場合により濃く表示されるようにした図を指す
- (※3) 飛行推測図・・・ここでは、10羽以上の群れの飛行線を補完した(前後関係のある飛行線をつないだ)図を指す

図10 密度分布図による評価を補完するため参考として作成した各図

**5. 協議結果(評価)**

上記検討プロセスを経る過程において、計9回にわたる協議を実施した(ここで言う“協議”とは、協議会を招集した回数を指す。実施してきた地域内外の有識者へのヒアリング調査は含まない)。

内外の有識者からは、バードストライクの影響を避けるべき場所を探るため、密度分布図を作成することで判

断する本評価方法については概ね理解が得られたことから、渡り鳥の飛翔密度が濃い場所やその周辺(バッファ)については何かしらのゾーン(線引き)設定をすることで協議会の意見は一致。しかしながら、こうした飛翔密度が濃い場所を現時点においてレッドゾーン(原則として立地不可)と設定するべきかについては意見が分かれた。これは、有識者からの指摘にあるように、①渡り鳥の飛翔は季節性があり、対象期間中において風車の停止措置などの対策を講じる場合には、必ずしもその影響が大きいと現時点では断定が難しいこと、②市内全域を完全にカバーした調査視野の調査結果を基に作成した密度分布図ではないため、その飛翔実態と密度分布にはズレの可能性があることなど、評価を下すうえでの不確実性があることが理由となった。

また、今回の評価が環境アセスメントではなく、具体的な事業計画の決まる前段階での適地評価(ゾーニング)であることから、予防的に評価を厳しくすることは、地域の再エネの導入可能性を過分に狭め得るのではとの懸念があったことも、意見が分かれた理由の1つとなった。

こうした意見を踏まえて協議を行った結果、密度分布図において密度が濃い場所に関しても、現時点ではその全てを即時開発不可とするレッドゾーンとはしないこととした。ただしその一方で、通常的环境アセスメントでは危険と判断され得るような場所については、このゾーニング段階においても当然レッドゾーンと設定しておくことが望ましいと考えられた。そのため、環境アセスメントでも衝突影響の大小を図る上で活用される衝突確率計算を行い、その結果が高いと判断された種については、その飛翔密度が濃い場所をレッドゾーンとして設定することとした。

また、渡り鳥への影響を極力避けるため、衝突確率が計算上高くない種についても、飛翔密度が高い場所については相応の配慮が必要と考えた。そのため、密度が高い場所の周辺に設ける通常のイエローゾーン(慎重な検討を要する場所)とは分けて、“オレンジゾーン(極めて慎重な検討を要する場所)”と表記するものとした。

こうして、密度分布図をベースとして評価対象種ごとに密度が濃い飛翔場所をレッドゾーン、オレンジゾーン、イエローゾーンに線引きしたものに、地元有識者からの指摘(大毛島の密度分布結果に関しては除外すべきとの)を踏まえて修正した図を、協議の結果として承認することとした。

(なお、専門家の意見を参考に、バードストライクの影響を受けやすい場所を検討するために密度分布図とは別に作成した各図(上記、図10)についても、有識者とその内容の確認は行ったものの、影響評価の判断を行う上での閾値を明確にできないなどの理由から、今回は参考程度とし、評価には組み込まないもの判断とした)。

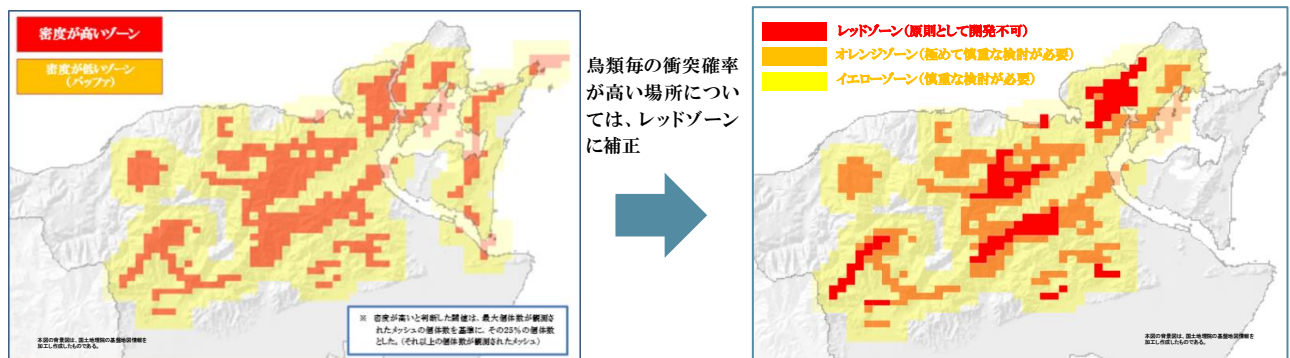


図11 協議における評価の補正



## 6. 本ゾーニングの注意点

本評価については、2015年秋季～2016年春季まで実施された鳴門市内での鳥類調査の調査結果(※16)をもとにして実施した評価である。上記の実施の手順でも示されているとおり、本評価にあたっては、地元有識者ならびに外部の有識者からいくつかの指摘がなされているところである。以下に本評価を読む上での注意点を記載する。

- (1) 大前提として鳴門市は渡り鳥の主要なルートにあり、多くの希少猛禽類の渡りがあることを理解すること
- (2) ナベヅルやコウノトリなど、今回の評価対象ではない鳥類種についても、往来が有識者から指摘されており、注意が必要であること
- (3) 鳴門市で実施した渡り鳥の飛翔調査は単年度調査であり、またその調査における観測視野は必ずしも鳴門市全域を完全にカバーしたものではない。そのため、年次変動のある渡り鳥の飛翔実態の全てを把握したものではなく、調査結果をもとにした本評価がリスクの全てを明示するものではないこと
- (4) 渡り鳥の飛翔状況については、将来において変動する可能性が否めない。したがって、本評価結果は将来にわたり不変ではなく、実態に即して変わりえること
- (5) 事業を想定する場合には、最新の飛翔状況を把握するための精緻な調査を行うこと
- (6) 本評価は、鳴門市での検討における各種制約にくわえ、地域内外の有識者の意見を踏まえて行ったものである。そのため、条件の異なる他の地域において、無条件に同様の方法で評価ができることを担保するものではないこと。同様に、本評価は、当該評価場所での事業成否を担保・補償するものではない。本評価を参照する際は、協議関係者ならびに本評価で活用したデータの帰属先が責任を負うものではないことに注意すること。
- (7) 本評価は、地域において自然エネルギー導入に対して異なる視点をもった関係者により、立地の適正さを評価していくゾーニングマップである。そのため、評価においては様々な意見の相違を踏まえ、なるべく多くの地域関係者に理解が得られるよう、評価プロセスをできるだけ透明にし、多様な関係者との協議を積み重ねて評価を行ったものである。そのため、評価の線引きにおいては、保全のみを最大化とする検討をした場合の線引きと同様にはなっていないことに注意すること。

## 7. 参考文献・資料

- ※1 日本エネルギー経済研究所 (2013) 「平成24年度 国際エネルギー使用合理化等対策事業(海外における再生可能エネルギー事業の立地に関する調査)報告書」資源エネルギー庁
- ※2 日本風力発電協会(JWPA) (2011) 「風力発電環境影響評価規定(JWPA自主規制Ver.1.1)」JWPA
- ※3 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO) (2008) 「風力発電導入ガイドブック(2008年2月改訂第9版)」NEDO
- ※4 環境省 (2013) 「風力発電所の環境影響評価のポイントと参考事例」環境省
- ※5 経済産業省 (2015) 「改定・発電所に係る環境影響評価の手引き」経済産業省
- ※6 Road Island University (2012) *R.I RENEWABLE ENERGY SITING PARTNERSHIP FINAL REPORT*:



- ※7 Road Island University (2012) *R.I RENEWABLE ENERGY SITING PARTNERSHIP FINAL REPORT: VOLUME 2 TECHNICAL REPORTS*, University of Road Island
- ※8 WWF Greece (2014) *Wind farms in Thrace: Updating the proposal for proper site selection*, WWF Greece
- ※9 北村亘 (2012) 「風力発電施設が鳥類に与える影響とその評価手法に関する文献調査」『電力中央研究所 研究報告書』 電力中央研究所
- ※10 環境省 (2011) 「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(H27年改訂)」環境省
- ※11 環境省 (2009) 「平成21年度 渡り集結地衝突影響分析業務報告書」 環境省
- ※12 株式会社東洋設計 (2012) 「平成24年度 風力発電施設等アセス法先行実施モデル事業(せたな風力発電事業(仮称))委託業務報告書」 環境省
- ※13 株式会社東洋設計 (2013) 「平成24年度 風力発電施設等アセス法先行実施モデル事業(岩手北部地域風力発電事業(仮称))委託業務報告書」 環境省
- ※14 株式会社環境総合テクノス・エコ・パワー株式会社 (2013) 「平成24年度 風力発電施設等アセス法先行実施モデル事業(滋賀県高島市風力発電事業(仮称))委託業務報告書」 環境省
- ※15 三洋テクノマリン株式会社 (2012) 「平成24年度 風力発電施設等アセス法先行実施モデル事業(北海道宗谷郡猿払村及び枝幸郡浜頓別町における風力発電事業(仮称))委託業務報告書」環境省
- ※16 アジア航測株式会社 (2016) 「平成27年度 風力発電等環境アセスメント基礎情報整備モデル事業(徳島県鳴門市情報整備モデル事業地区における地域固有環境情報調査事業)委託業務報告書」 環境省

なお、これらの他に、以下の資料についても検討の参考とした。

- ・ 日本野鳥の会(徳島県支部研究部) (2003) 「徳島のタカの渡り: 調査と観察の歩み 1976年秋～2003年春」 日本野鳥の会
- ・ 日本野鳥の会(徳島県支部) (2003) 「徳島のタカの渡り」 日本野鳥の会
- ・ タカ渡りネット全国ネットワーク 「徳島県 渡り観察報告」  
<http://www.gix.or.jp/~norik/hawknet/hawknet0.html>

など