

# 電力中央研究所 研究資料

NO. Y19506

## 洋上風力発電の促進区域選定における 海鳥への影響評価に関する考察

2020年 3月

一般財団法人 電力中央研究所

**IR**

**CRIEPI**

---

Central Research Institute of  
Electric Power Industry

# 洋上風力発電の促進区域選定における 海鳥への影響評価に関する考察

尾羽 秀晃<sup>\*1</sup> 風間 健太郎<sup>2</sup> 橋本 啓史<sup>\*3</sup> 永井 雄宇<sup>\*4</sup> 朝野 賢司<sup>\*5</sup>

---

\*1社会経済研究所 エネルギーシステム分析領域 特別契約研究員

\*2早稲田大学 人間科学学術院 准教授

\*3名城大学 農学部 生物環境科学科 准教授

\*4社会経済研究所 エネルギーシステム分析領域 主任研究員

\*5社会経済研究所 エネルギーシステム分析領域 上席研究員

## 背景

2019年4月に再エネ海域利用法<sup>注1)</sup>が施行され、同法内の基準に適合する一定の海域を、洋上風力発電（以下、洋上風力）の「促進区域」<sup>注2)</sup>として指定することが可能となった。他方で、洋上風力の導入が進む諸外国では、洋上風力の立地対象として選定された海域においても、環境影響評価で海鳥への影響が問題となり、計画中止となった事例が複数存在する。そのため、我が国の「促進区域」の検討初期において、洋上風力の設置による海鳥への影響を把握することが重要である。しかし、我が国では海鳥の行動データに関する情報は整備されていないため、環境影響評価前における海鳥への影響評価が不十分であった。

## 目的

諸外国の事例を踏まえ、我が国の「促進区域」の選定において、洋上風力による海鳥への影響評価を行う際の留意点を明らかにする。その上で、地理情報システムを用いることで、海鳥への影響が懸念される海域を特定し、今後の「促進区域」の検討に向けた示唆を得る。

## 主な成果

### 1. 諸外国における海鳥への影響評価の考え方と留意点

洋上風力の導入が進む欧州や中国では、洋上風力の立地を促進する区域を定める上で、EU指令等に基づく保護区域や、海鳥の採餌範囲などを考慮している。他方で、種の個体数減少をもたらす風車との衝突による海鳥の死亡や、餌場喪失による海鳥への影響などは考慮されていない。そのため、海鳥の分布情報に、これらの影響を考慮した風力発電感受性指標（WSI<sup>注3)</sup>）の研究が行われている。

WSIとは、海鳥の分布密度と、海鳥に対するリスク感受性指標（SSI<sup>注4)</sup>）の2点で決定される評価指標である（図1）。WSIの変数となるSSIは、海鳥の特徴に基づき、衝突リスク、生息地改変リスク、希少性に関わる9種類のリスクパラメータの得点（5段階）を決定し（表1）、図2に示すモデルで計算される。WSIを用いることにより、海鳥の各特性を考慮した評価を、広域でかつ多くの種を対象に把握することが可能となる。

ただし、我が国でWSIを用いた評価を行う場合には、海鳥の分布密度を文献情報等から推定する必要性がある点<sup>注5)</sup>や、リスクパラメータの得点算定時に、専門家によるばらつきが生じる点について十分留意する必要がある。今後精度の高い評価を行う上では、海鳥の行動などの生態学的実データを蓄積し、定期的に前提条件やSSIモデル等の見直しを行うことが重要である。

## 2. 北海道を事例とした海鳥への影響評価の検討

### (1) 風力発電感受性指標を用いた評価方法

海鳥の生息数が多い北海道周辺の海域を対象とし、500 m 四方の海域メッシュにおける WSI を推計した。なお、WSI の 2 種類の変数については、以下の通り検討した。

(i) 海鳥の分布密度: 北海道で繁殖する 13 種類の海鳥を対象とし、「海鳥コロニーデータベース」を基に、計 211 の営巣地の緯度経度、営巣数、採餌半径の情報を整備し、海鳥の分布密度を推計した。

(ii) リスク感受性指標: 対象とした海鳥もしくは近縁種の特徴に関する文献情報に基づき、各リスクパラメータの得点を決定し、Garthe モデルと Bradbury モデルの 2 種類のモデルで SSI を推計した (図 3)。

### (2) 北海道における海鳥への影響評価の結果

WSI を提唱した Garthe らの評価基準に基づき、WSI に応じて 3 段階の懸念レベルに分類すると、SSI モデルに関わらず、道東と道北で海鳥への影響が特に懸念されることが示された (図 4)。さらに、再エネ海域利用法に基づく「促進区域」の対象海域<sup>注 6)</sup> と重ね合わせると、着床式風車の対象海域の約 7 割、浮体式風車の対象海域の約 5 割で、「懸念大」もしくは「懸念中」の海域と重複する (図 5)。そのうち「懸念大」の海域においては、希少性が高い種 (ウミスズメ科・ウ科) と、衝突リスクが高い種 (カモメ科) の両方が分布する (表 2)。そのため、環境影響評価においては特に慎重な配慮を要する。

## 政策的示唆

既に「促進区域」の指定に向けた検討が進められている中で、現状では生態系影響に関する具体的な評価手法や基準は定められていない。一方で、本研究の成果からは北海道で「促進区域」の対象となる海域の多くでは、海鳥への影響が特に懸念される海域と重複することが明らかとなった。今後は、国を主体とした海鳥の分布密度の収集などによって、WSI を用いた評価の精度を高めることで、事業開始前の環境影響評価の項目の削減や、評価期間の短縮化も可能となり得る。一方で、欧州の環境影響評価で既に行われているように、事業開始後のモニタリングや影響評価を重視し、これに基づいた運転計画の変更を行うといった順応的管理を志向することが望まれる。

注 1) 海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律 (平成 30 年法律第 89 号)。

注 2) 再エネ海域利用法の下で、我が国の領海及び内水の海域のうち、同法内の基準に適合する一定の区域を「海洋再生可能エネルギー発電設備整備促進区域」として指定可能である旨が規定されている (第 8 条)。

注 3) Wind farm sensitivity index の略。

注 4) Species-specific sensitivity index の略。

注 5) 欧州では、海鳥の飛行データを船舶や航空機に搭載したレーダーによって収集し、10-30 年間の長期に渡って収集したデータを基に、海鳥の分布密度が評価されている。

注 6) 具体的な対象海域の抽出方法については、尾羽ら (2019) 「再エネ海域利用法を考慮した洋上風力発電の利用対象海域に関する考察」 (研究資料 Y19502) に示す。

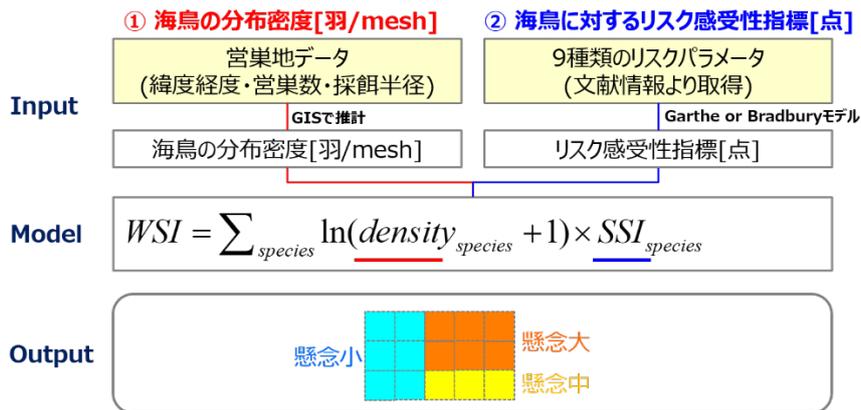


図1 風力発電感受性指標(WSI)の評価モデル

表1 リスク感受性指標で考慮されるリスクパラメータの概要と考え方

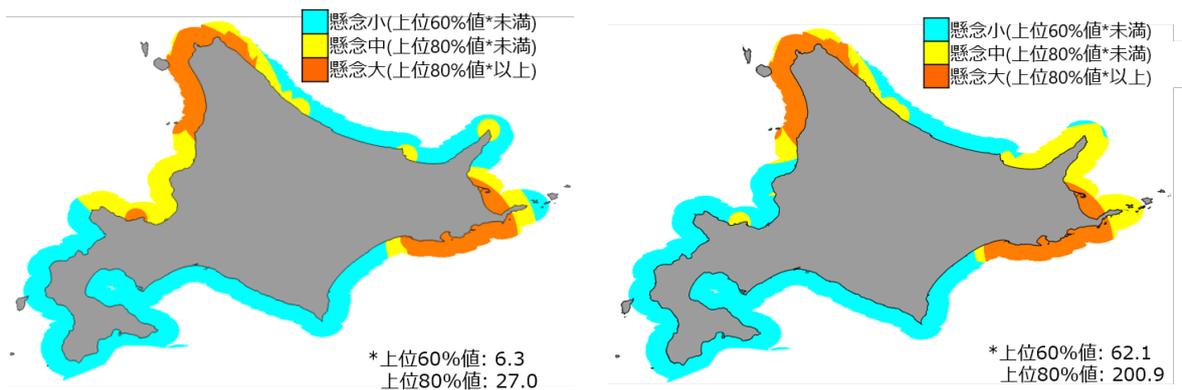
	項目	変数	概要
衝突リスク	飛行高度	$a$	ブレードがある高さを飛行する割合が高い種ほど得点大。ただし、Bradburyモデルでは、割合がそのまま得点となる。
	飛行機動性	$m$	障害物を避けにくい特性がある種ほど得点大。
	飛行時間	$t$	飛行時間が長い種ほど得点大。
	夜間飛行活動	$n$	夜間に飛行する種は得点大。
生息地改変リスク	攪乱感受性	$d$	船の航行などに伴う攪乱に対する感受性が高い程得点大。
	生息地融通性	$h$	特定の生息地に固執する種ほど得点大。
希少性	個体群サイズ	$p$	個体群が小さいほど得点大。
	成鳥生存率	$s$	成鳥の生存率が高いほど得点大。
	絶滅懸念レベル	$e$	種の絶滅懸念レベルが高いほど得点大。

Garthe モデル	$SSI_{Garthe} = \frac{(a+m+t+n)}{4} \times \frac{(d+h)}{2} \times \frac{(p+s+e)}{3}$ <p style="text-align: center;">衝突リスク      生息地改変リスク      希少性</p>
Bradbury モデル	$SSI_{Bradbury} = \max(collision, displacement)$ $collision = a \times \frac{(m+t+n)}{3} \times \frac{(p+s+e)}{3}$ <p style="text-align: center;">衝突リスク      希少性</p> $displacement = \frac{(d \times h) \times (p+s+e)}{10}$ <p style="text-align: center;">生息地改変リスク      希少性</p>

図2 リスク感受性指標(SSI)の評価モデル

	凡例	種名	SSI <sub>Garthe</sub>	SSI <sub>Brad</sub>
ウミスズメ科	——	ウミガラス	20	35
	- - -	ウミスズメ	12	20
	——	エトピリカ	19	25
	- - -	ケイマフリ	20	20
カモメ科	——	ウトウ	9	12
	——	オオセグロカモメ	10	735
ウ科	——	ウミネコ	13	368
	——	ウミウ	19	75
	——	ヒメウ	23	130
ミズナギドリ科	——	チシマウガラス	26	150
	——	カワウ	21	84
	——	コジロウミツバメ	5	37
	——	オオミズナギドリ	8	1

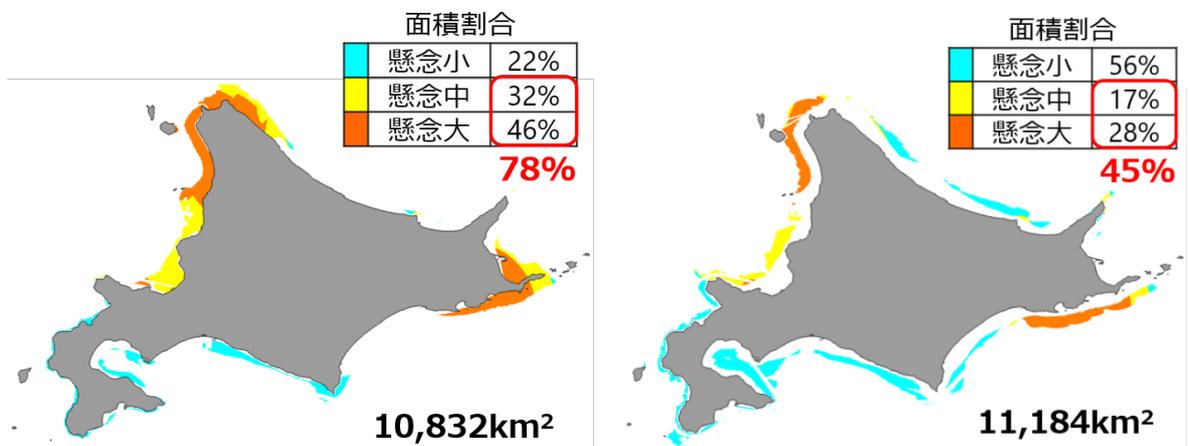
図3 海鳥に対するリスク感受性指標と計211の営巣地情報から推定した海鳥の分布範囲



(A) Garthe モデル

(B) Bradbury モデル

図4 北海道の周辺海域（本島から12海里未満）におけるWSIに基づく懸念レベル



(A) 着床式風車の対象海域（水深60m未満）

(B) 浮体式風車の対象海域（水深60m以深200m未満）

\*本図ではWSIを提唱したGartheのモデルの結果を抜粋した。

図5 「促進区域」の対象となる海域の懸念レベル(Gartheモデル)

表2 懸念レベルに応じた海域の特徴

	基準	特徴
懸念小	WSI 上位60%値未満	海鳥の営巣地が少ないため、採餌を行う海鳥(夏期のみ)は比較的少ない。ただし、冬季において渡り鳥が飛来する場合がある。
懸念中	WSI 上位60%値以上80%値未満	海鳥が約5-10羽/meshの密度で分布しており、希少性が高い種（ウミスズメ科・ウ科）、もしくは衝突リスクが高いとされる種（カモメ科）のいずれかが分布する傾向にある。そのため、環境影響評価においては慎重な配慮を要する。
懸念大	WSI 上位80%値以上	海鳥が約30-50羽/meshの密度で分布しており、希少性が高い種（ウミスズメ科・ウ科）、および衝突リスクが高いとされる種（カモメ科）の両方が分布する傾向にある。そのため、環境影響評価においては特に慎重な配慮を要する。

\* WSI を提唱した Garthe らの評価では、上位 60%値未満を” Less concern” , 上位 60%値以上 80%未満を” Concern” , 上位 80%以上を” Major concern” としているため、本研究でも同じ基準で分類を行った。



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

# 洋上風力発電の促進区域選定における 海鳥への影響評価に関する考察

(一財) 電力中央研究所 社会経済研究所

尾羽 秀晃\*1 風間 健太郎\*2 橋本 啓史\*3  
永井 雄宇\*1 朝野 賢司\*1

\*1 電力中央研究所 社会経済研究所, \*2 早稲田大学人間科学学術院, \*3 名城大学 農学部 生物環境科学科

2020年3月

RI 電力中央研究所

© CRIEPI 2020

1

RI 電力中央研究所

## 目次

<b>1. 背景と目的</b>	3
<b>2. 諸外国における海鳥への影響評価に関する考え方</b>	
(1) 諸外国の海域選定時における考え方	12
(2) 洋上風力が海鳥へ与えるリスクを考慮した指標の研究事例	17
<b>3. 北海道を事例とした海鳥への影響評価の検討</b>	
(1) 本研究における海鳥への影響評価の考え方	28
(2) 海鳥の分布密度の推計	32
(3) 海鳥のリスク感受性指標の推計	38
(4) 風力発電感受性指標の評価結果	45
<b>4. 結論</b>	54
<b>参考文献</b>	57

# 1. 背景と目的

## 本研究の背景

- 2019年4月に「**再エネ海域利用法**」\*1が施行され、洋上風力発電(以下洋上風力)に係る海域の利用を促進するための手続きや、先行利用者との調整の枠組みが整備され、我が国の領海及び内水の海域の内、同法内の基準に適合する一定の区域を「海洋再生可能エネルギー発電設備促進区域(**促進区域**)」として指定することが可能となった。
- 同法に基づく「促進区域」を指定する上で、同法第8条第1項および第3条で規定される要件を満たす必要がある。これまで五島沖が「促進区域」に指定されたものの\*2、海鳥などの**生態系影響に関する要件**や、生態系影響を踏まえた**具体的な許認可プロセスは未確定**である。

表 再エネ海域利用法第8条第1項における促進区域指定要件

号	要件
一	気象、海象その他の <b>自然的条件が適当</b> であること。
二	<b>航路及び港湾の利用</b> 、保全及び管理に支障を及ぼすことがないこと。
三	人員及び物資の輸送に関し <b>港湾とを一体的に利用</b> することが可能であると認められること。
四	運用する <b>電線路との電気的な接続</b> が適切に確保されることが見込まれること。
五	<b>漁業に支障</b> を及ぼさないことが見込まれること。
六	漁港の区域、港湾区域、海岸保全区域、低潮線保全区域と重複しないこと。

\*1 海洋再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律（平成30年法律第89号）

\*2 2019年12月27日に指定[1]。

# 再エネ海域利用法の要件を満たす海域

当所研究資料[2]では、再エネ海域利用法の要件を満たし、洋上風力の利用対象となると考えられる海域(計53,665km<sup>2</sup>)を以下のように示した。しかし、前述のように生態系影響に関する要件は未確定であるため、以下の海域の抽出時において、生態系影響は考慮されていない。

図1 水深60m未満の海域

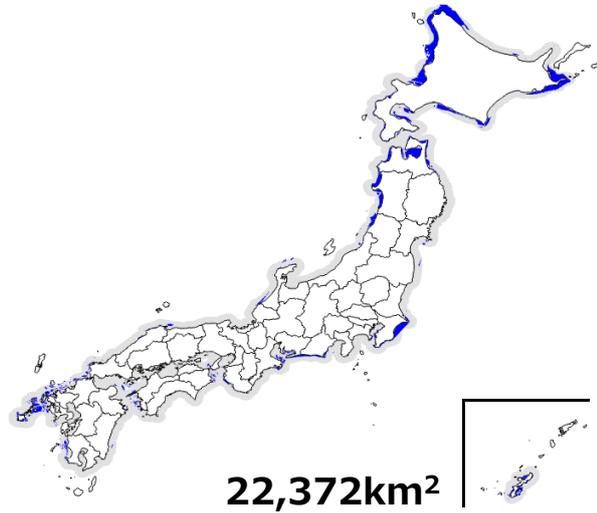
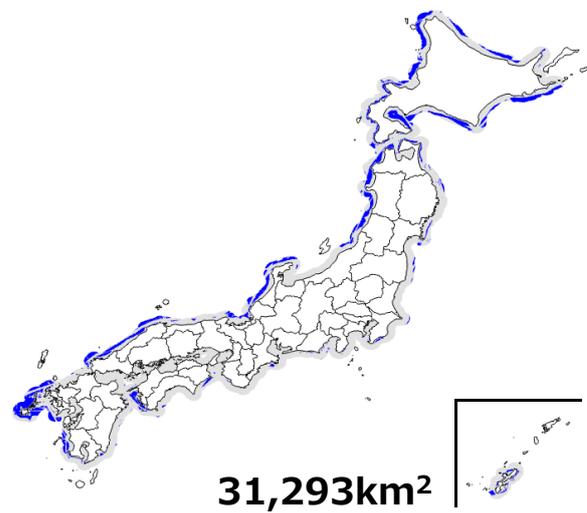


図2 水深60m以深200m未満の海域



# Scroby Sands建設着工後の生態系影響

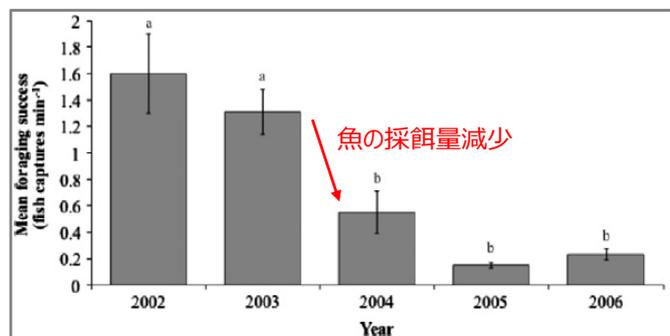
2004年に英国で建設されたScroby sands wind farmでは、風車設置後に海鳥であるアジサシの採餌量の減少や、繁殖場所の変化が見られたことが報告されている[3][4]。  
 → 洋上風力の設置によって、実際に海鳥の行動などに影響を与える可能性もある。

図1 Scroby Sands周辺の海砂[3]



\* 図中のcは、2004年に生じた海砂。

図2 アジサシの採餌量(ニシン類)の推移[4]



\* 2003/11-2004/2に風車設置。

\* 文献[4]では、ニシンの産卵期である冬季において、着床式風車のモバイル設置作業の騒音が発生したため、採餌量が減少したためと推察している。

## 海域選定後に海鳥への影響が問題となった事例

英国では、洋上風力の立地に対する海域リースの対象区域においても、その後の環境影響評価を受けた許認可取消や、訴訟問題に発展した事例が複数存在する。

→ このような場合、**許認可取消による損失**や、**建設期間の長期化**を招くこととなる。

### Docking shoal(中央政府による許認可取消)

エネルギー・気候変動省によるAppropriate Assessment(AA)の結果、周辺の風車との累積的影響によって、長期的にサンドイッチアジサシ(海鳥)の個体数が5-10%減少するとし、電力法に基づく風力発電設備の建設許可の**取消**を行った。事業者は海鳥の影響調査のために**1000万ポンドを要した**とされる[5]。

### London Array Phase 2(株主によるプロジェクト断念)

英国王立鳥類保護協会(RSPB\*1)により、特別保護区域\*2への影響がないことを実証するよう要求を受けた。2014年のアセスメントの結果、アビ(海鳥)の個体数の保全に関する十分な保証が得られないことが示されたため、**株主がプロジェクトを断念**した[6]。

### Forth and Tay(訴訟)

シロカツオドリ(海鳥)の繁殖地となっている海域であり、特別保護区域への影響が懸念されるため、RSPBがスコットランド大臣に対し、許認可取消を求める**訴訟**を行った\*3[7]。

\*1 Royal Society for the Protection of Birdsの略。

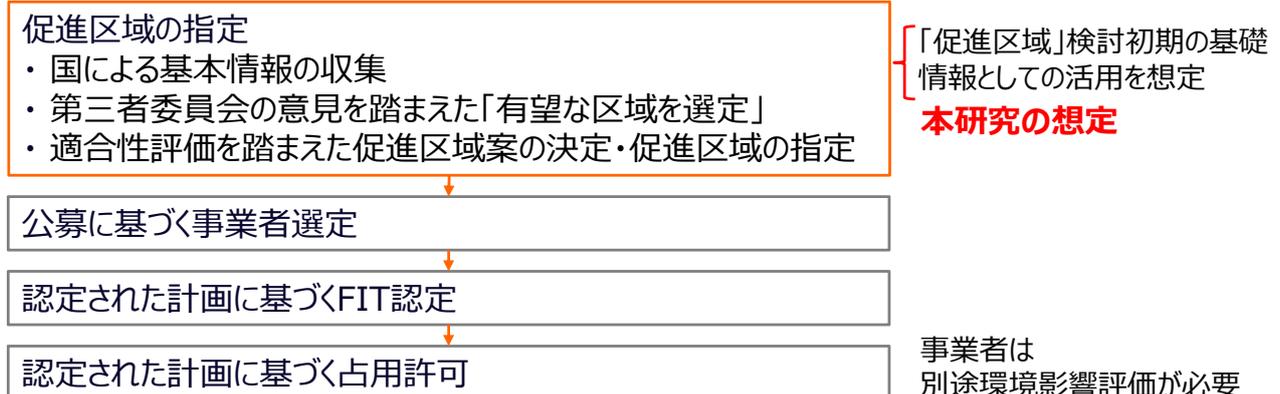
\*2 詳細については12ページに示す。

\*3 第一審ではRSPBが勝訴したものの、第二審ではスコットランド大臣のapelにより敗訴となった。

## 「促進区域」の検討初期における評価の必要性

- 現行の再エネ海域利用法においては、事業者による環境影響評価が必要となるため、海鳥への影響に関する詳細評価は、通常「促進区域」の指定後に行われる。
- 環境影響評価を受けた立地場所の変更や、規模縮小などの計画の見直しを防ぐために、海鳥への影響が懸念される海域を、「**促進区域**」の検討初期の段階から**把握することが重要**である。

図 再エネ海域利用法における促進区域の指定プロセス([8]を基に作成)



# 環境省アセスメントデータベース

環境省は、陸上風力発電の設置を対象とした鳥類のセンシティブティマップを公開している[9]。しかし、現段階(2020/2現在)では、洋上のデータベースは整備されていないため、海鳥への影響が懸念される海域を、「促進区域」の検討初期で把握することは困難である。

図1 鳥類の渡りルート

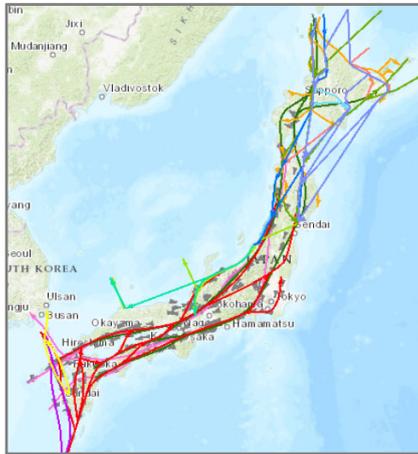
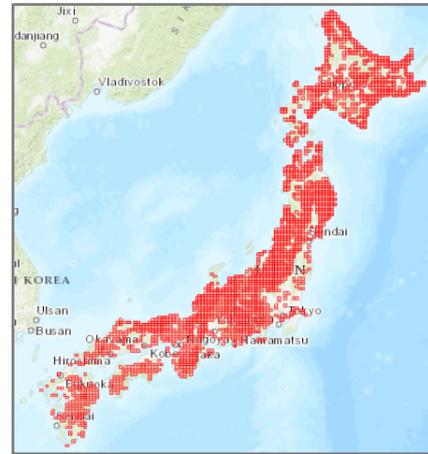


図2 重要種の分布図



\* 2020/2現在、国内の洋上を対象としたセンシティブティマップに関する学術研究は確認されていない。  
 \* 現在環境省研究課題の一環として、特定の海鳥を対象とした利用空間の予測、およびセンシティブティマップの検討が進められており[10]、五島市の協議会意見とりまとめ[11]でも、同結果を踏まえた環境保全措置を行うこととしている。

# 鳥類への影響評価手法に関する既往研究

- これまで実測データの取得を前提に、陸上風力の設置に伴う鳥類への影響評価手法や、センシティブティマップの検討は複数行われている。
- 他方、**実測データの取得が困難**な洋上風力に対しては、**洋上風力の設置に伴う鳥類への影響に関する指摘が不十分**である。

表 鳥類への影響評価手法に関する既往研究

文献	概要
島田ら[12]	個体群サイズと衝突数のモニタリング結果に基づき、風力発電の稼働率を調整することにより、個体群の管理を目指す鳥衝突リスク管理モデルを検討。
NEDO[13]	鳥類相の把握をした上で、重要種の生息状況に関して影響評価を行う方法を示す。
環境省[14]	衝突リスクの解析や衝突リスク評価のための鳥類調査手法、保全措置等についてとりまとめた手引き。
Sugimoto[15]	回避率の測定結果に基づき、福井県あわら市の陸上風力発電所の設置に伴う鳥衝突率を定量的に評価。
日本野鳥の会[16]	陸上風力が鳥類へ与える影響が大きい場所を示したセンシティブティマップの事例紹介。
北村[17]	風力発電施設が鳥類に与える影響と評価手法に関する文献調査。
白井ら[18]	洋上風力を設置した際における、海鳥の回避行動による飛行距離や飛行に費やすエネルギー増加の影響に関する評価手法の検討。

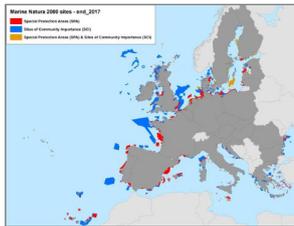
# 本研究の目的

本研究では、「促進区域」の検討初期の段階において、海鳥への影響が懸念される海域の把握に向けて、以下2点を明らかにする。

**Q1. 「促進区域」の検討時において海鳥への影響をどのように評価すべきか？**

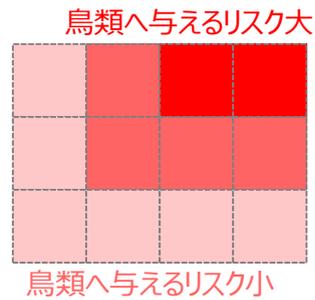
→ 諸外国の海域選定の考え方や学術研究の手法を踏まえた考察。

図 Natura2000の指定エリア[19]



**Q2. 海鳥への影響が懸念される海域はどこに存在するか？**

→ 諸外国における考え方を踏まえた、地理情報システム(GIS\*)による評価。



\* Geographic Information Systemの略で、地理情報に関する各種データを解析するツールを差す。

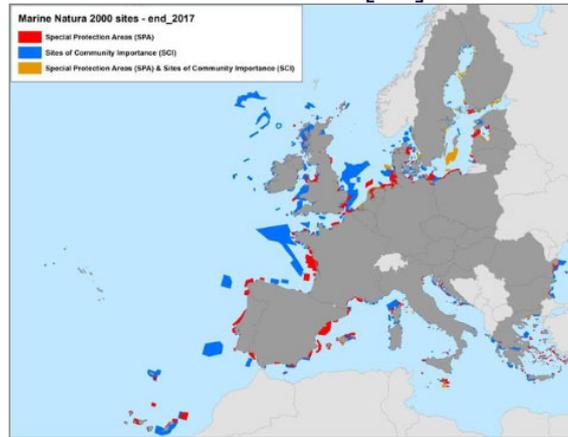
## 2. 諸外国における海鳥への影響評価に関する考え方

- (1) 諸外国の海域選定時における考え方
- (2) 洋上風力が海鳥へ与えるリスクを考慮した指標の研究事例

## 欧州の海域選定時で考慮されている区域

欧州では、洋上風力の立地を促進する区域を定める上で、EU指令等に基づく種にとって重要な場(SCI)<sup>\*1</sup>および特別保護地域(SPA)<sup>\*2</sup>や、ラムサール条約の保護区域を考慮要件としている<sup>\*3</sup>。しかし、我が国の洋上での保護区域は、鳥獣保護区と自然公園などの一部の海域のみに留まる。

図 SCIおよびSPA[19]



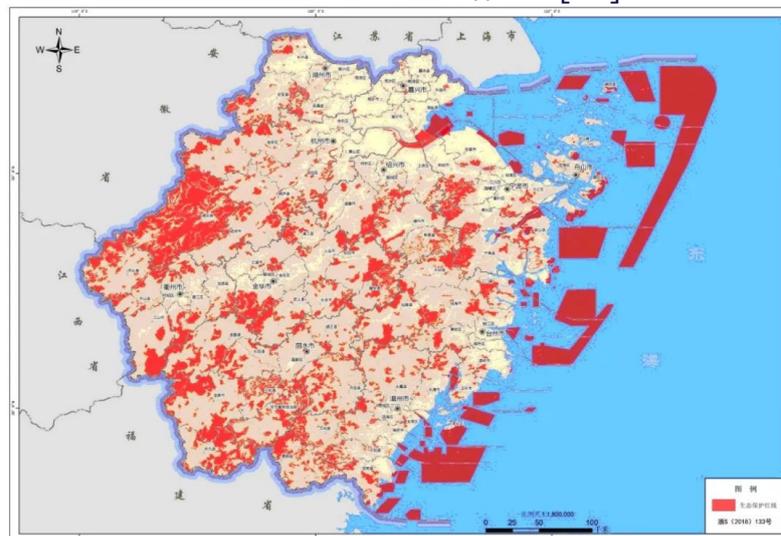
青:SCI  
赤:SPA

- \*1 Habitats Directive 92/43/EECに基づくSites of Community Importanceを指す。
- \*2 Special Area ConservationおよびBirds Directive (2009/147/EEC)に基づく、Special Protection Areaを指す。  
海鳥の重要生息地に関する指標としてマリンIBA(Important bird and biodiversity areas)が存在するが、SPAはそのうちの7割以上を占める。
- \*3 洋上風力の導入量上位5か国のうち、英国[20]、ドイツ[21]、デンマーク[22]、オランダ[23]で考慮されている。

## 中国で洋上風力の立地が禁止されている区域

洋上風力の導入量世界第3位の中国では、海洋自然保護区・海洋特別保護区・渡り鳥飛来地・生態保護区における、洋上風力の立地が禁止されている[24]\*。

図 浙江省における生態保護区[25]



\* 「海上風力開発建設管理方法」第7条による。

# 英国における海域選定

洋上風力導入量世界第1位の英国においては、過去に海鳥が多く分布するエリアに立地が集中した経緯から、Round3以降で海鳥の採餌範囲を考慮した海域選定を行っている。

英国における洋上風力の促進区域

## Round 1 (2001-)

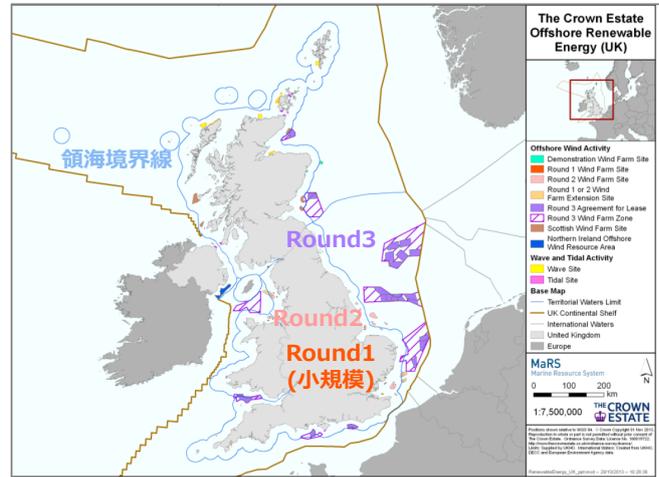
試験的事業として実施。事業者が海域を選定。沿岸に近い場所に立地が集中した。

## Round 2 (2003-)

The Crown Estateが水深や離岸距離(最低8km)を考慮し、3エリアを立地の対象としたが、海鳥が多く分布するエリアに立地が集中した[26]\*1。

## Round 3 (2007-) / Round 4(2020-)

Round2の問題を受けて、エネルギー・気候変動省が促進区域の一次抽出を行った上で、さらにThe Crown Estateが海鳥の採餌範囲などを考慮\*2し、二次抽出を行った[26][27]。



文献[20]を基に領海境界線・各Roundの表記を加筆

\*1 スライド7で示したDocking Shoal, London Array Phase 2がRound 2のサイトに該当する。

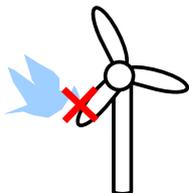
\*2 Round4では、海鳥の分布密度データベース(European Seabirds at Sea: ESAS)を基に、22m以上の高さを飛行する5種類の海鳥が対象となった[27]

# 諸外国における評価方法の課題

欧州・中国では、各地域で指定されている保護区域や、海鳥の採餌範囲などを考慮して海域を選定している。しかし、これらの評価では、海鳥の個体数減少に影響する衝突リスク、生息地改変リスク、希少性などは必ずしも反映されない。

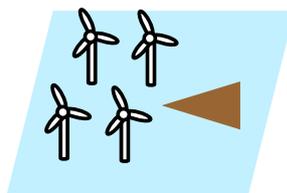
図 海鳥の採餌場所を用いた評価において考慮されない項目の例

### ① 衝突リスク



風車や施設への衝突による個体数減少

### ② 生息地改変リスク



採餌環境の破壊による環境収容力の低下

### ③ 希少性



個体数の違いによるインパクトの違い

「促進区域」の検討を行う上では、海鳥の採餌範囲に加え、洋上風力が海鳥へ与える影響を考慮した評価方法の検討も必要とされる。

## 2. 諸外国における海鳥への影響評価に関する考え方

- (1) 諸外国の海域選定時における考え方
- (2) 洋上風力が海鳥へ与えるリスクを考慮した指標の研究事例

## ドイツの生態系評価プロジェクト(MINOS)

ドイツでは、海鳥の分布の把握と、洋上風力が海鳥へ与える影響評価方法の確立に向けた研究プロジェクト(MINOS<sup>\*1</sup>)の一環として、海鳥の分布密度に対し、洋上風力が与えるリスク影響を考慮した風力発電感受性指標(WSI<sup>\*2</sup>)が検討されている[28]。

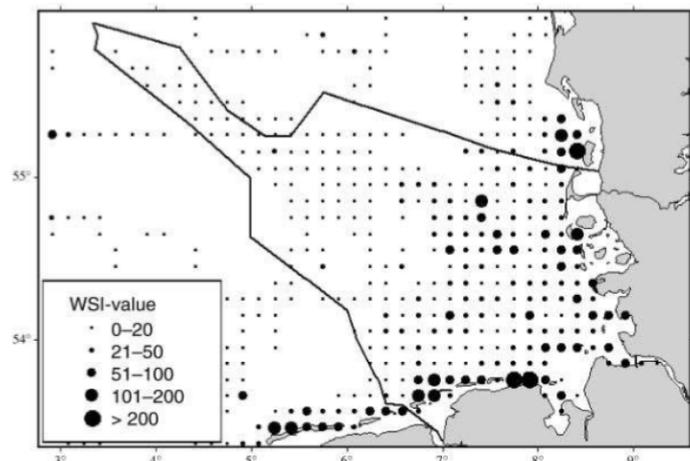
### WSIを用いた評価のメリット

WSIを用いることにより、鳥類の各特性を考慮した評価を、**広域でかつ多くの種を対象に実施することが可能**となる。  
(従来の環境影響評価の手法では困難)



洋上風力の適地や保護区域を検討する上での一助となる。

図 各メッシュにおけるWSI[28]  
(春季における計26種の合算値)

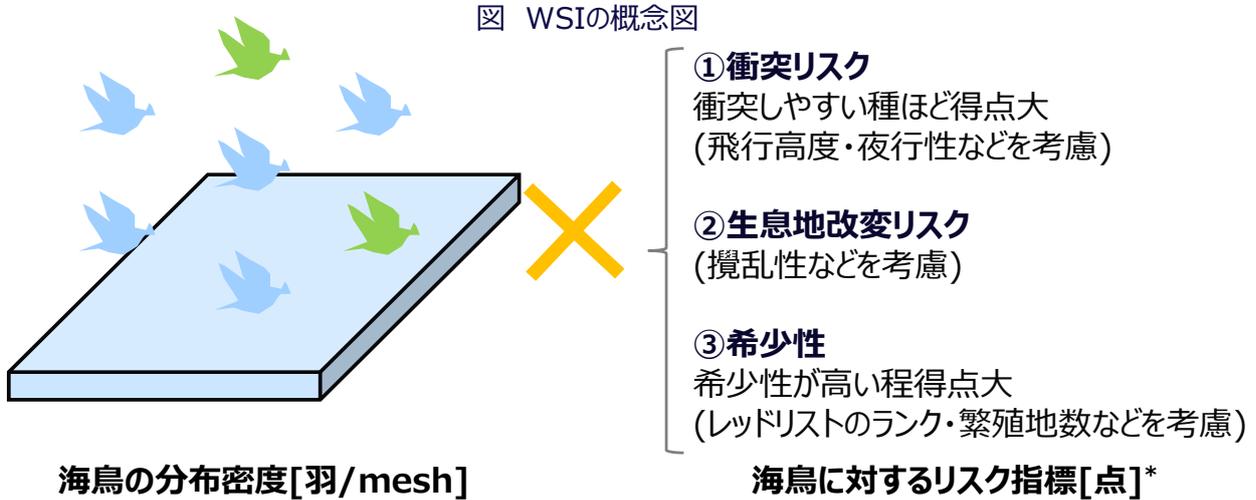


\*1 Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee (Marine warm-blooded animals in the North and Baltic Seas)の略。

\*2 Wind farm sensitivity indexの略。

# 風力発電感受性指標(WSI)の概念と意義

WSIは、海鳥の分布密度に対し、海鳥に対するリスク指標を掛け合わせることで推計される。これにより、従来の採餌範囲の情報のみでは把握が困難であった、**鳥類の衝突や生息地改変による影響を考慮した評価を行うことが可能**となる。

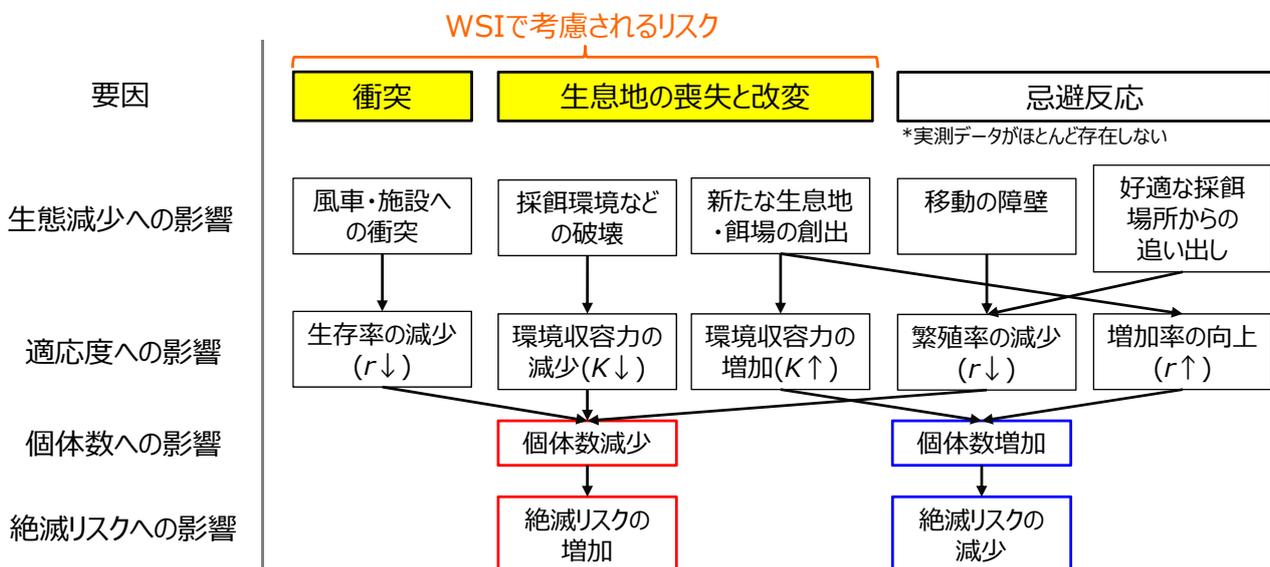


\* 詳細については第3章で示す。

# 風力発電感受性指標(WSI)で考慮されるリスク

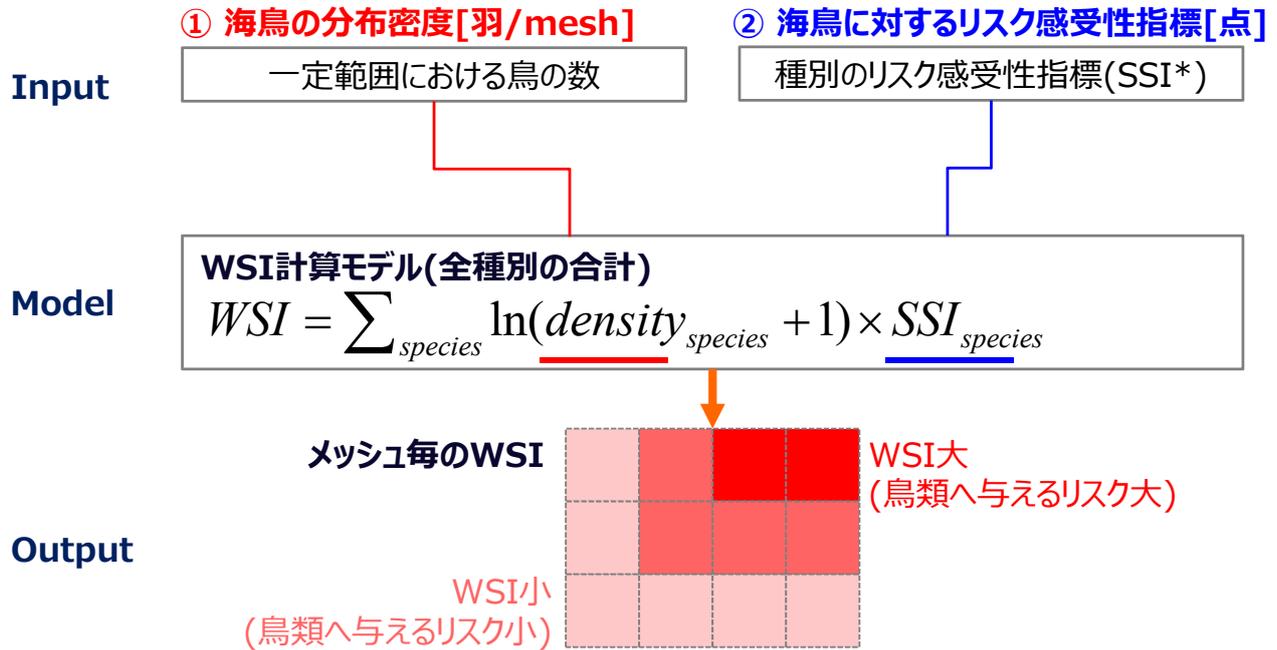
WSIでは、洋上風力が海鳥に与える影響のうち、**衝突リスクや生息地の喪失と改変に伴うリスク**の影響が考慮される。環境影響評価では、風車設置に伴う個体群への影響が重要となるため、これらリスクを考慮した事前評価が有効とされる。

図 風力発電施設が鳥類へ与える影響([17],[29]を基に作成)



# 風力発電感受性指標(WSI)の評価モデル

WSIは、海域の各メッシュ毎に決定される数値で、以下のモデルによって推計される。



\* Species-specific sensitivity indexの略

# イングランドを対象とした評価事例

Bradburyら[30]は、船舶と航空機によって取得した海鳥の分布密度のデータをもとに、ドイツで検討されたWSIを用いて、計54種の海鳥を対象としたリスク評価を行っている。

図1 海鳥の分布密度[30]  
(以下は夏季のシロカツオドリの例)

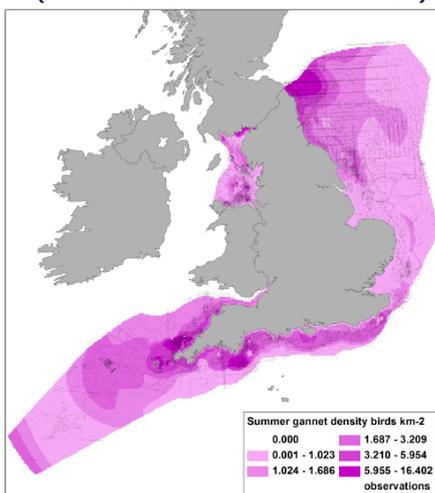
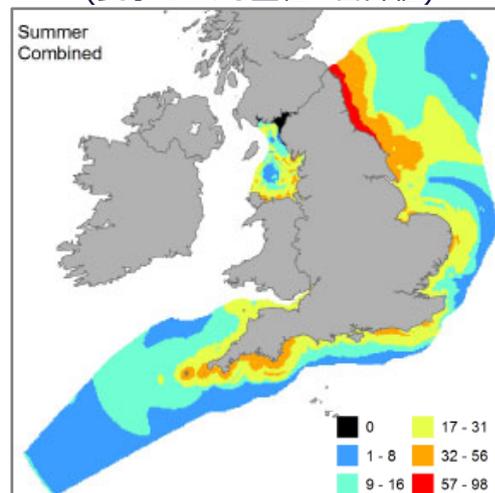


図2 各メッシュにおけるWSI[30]  
(夏季における全種の合算値)



\* 分布密度は夏季と冬季で推定された。

## (参考)洋上風力以外のリスクを対象とした評価

分布密度に鳥類へのリスク影響を考慮した評価については、洋上風力の設置によるリスク評価以外でも用いられている。これらの評価の考え方は、前述のWSIの考え方の諸元となっている。

図1 海洋汚染に対するセンシビティマップ[31]

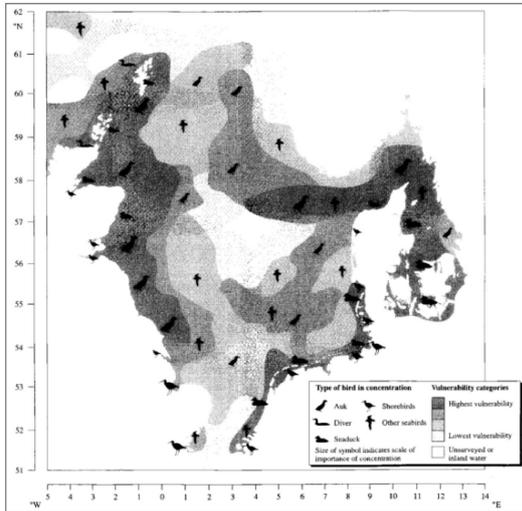
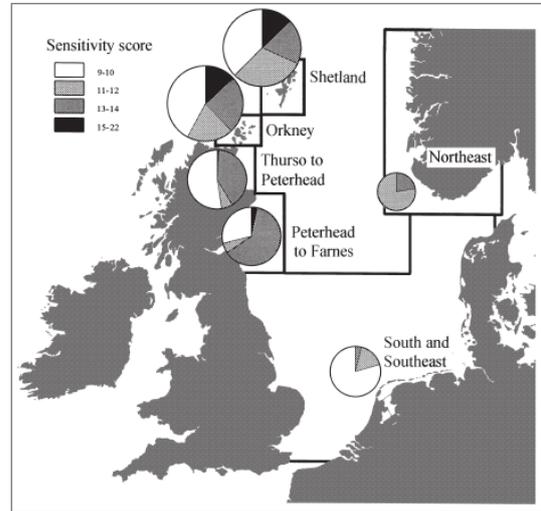


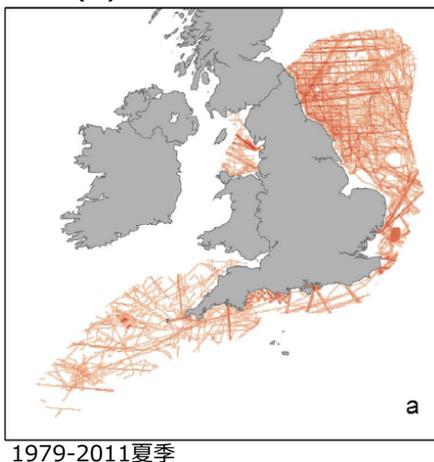
図2 ウナギの減少に対するセンシビティマップ[32]



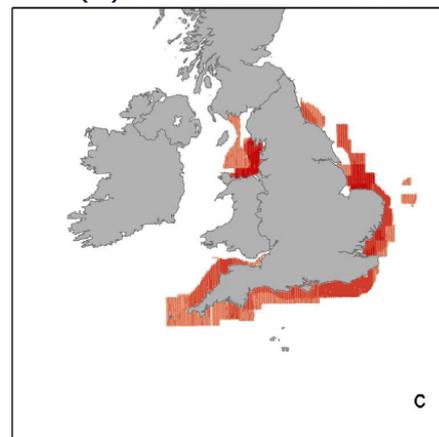
## WSIの留意点① 海鳥の分布密度

- 既往研究では、船舶などによる分布密度の長期観測データ(10-30年)に基づきWSIが評価されている。しかし、我が国においては**海鳥の分布密度のデータは整備されていない**。
- 日本においても、海鳥の採餌範囲などを把握する上で、分布密度のデータ整備は必要とされる。しかし、海鳥の洋上分布変動を考慮し、長期間に渡る観測が必要と考え、我が国の「促進区域」の検討初期においては、**分布密度を文献情報などから推定する必要がある**。

図 Bradburyらの評価で用いた分布密度データの測定範囲(測定範囲外のメッシュは補間)[30]  
 (A) 船舶による観測範囲 (B) 航空機による観測範囲



1979-2011夏季



2001-2011夏季

## WSIの留意点② 種別のリスク感受性指標

- 種別のリスク感受性指標(SSI)における、各リスクの統合方法は文献により異なる。
- モデルやリスクパラメータ(1-5の得点で決定される変数)の考え方は、専門家判断に基づく場合があるため(生息地改変リスクなど)、**専門家によるばらつきが生じる点に留意が必要**である。
- 海鳥の回避行動などの生態学的実データに基づき、**定期的な見直しが必要**とされる。

表 リスク感受性指標の算出モデル

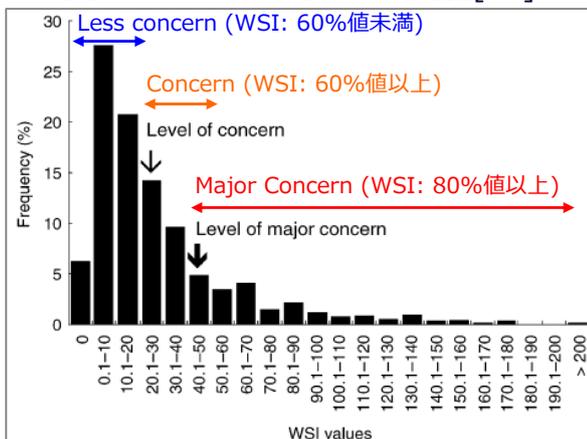
文献	対象地域	SSIの算出式
Gartheら [28]	ドイツ	$SSI_{Garthe} = \frac{(a+m+t+n)}{4} \times \frac{(d+h)}{2} \times \frac{(p+s+c)}{3}$ <p style="text-align: center;"> <span style="color: red;">衝突リスク</span>    <span style="color: blue;">生息地改変リスク</span>    <span style="color: green;">希少性</span> </p>
Bradburyら [30]	イングランド	$SSI_{Brad} = \max(\text{collision}, \text{displacement})$ $\text{collision} = a \times \frac{(m+t+n)}{3} \times \frac{(p+s+u+b)}{\text{希少性}}$ <p style="text-align: center;"> <span style="color: red;">衝突リスク</span>    <span style="color: green;">希少性</span> </p> $\text{displacement} = \frac{(d \times h) \times (p+s+u+b)}{10} \text{ 希少性}$ <p style="text-align: center;"> <span style="color: blue;">生息地改変リスク</span>    <span style="color: green;">希少性</span> </p>

m: 飛行機動性 a: 飛行高度 t: 飛行時間 n: 夜間飛行活動 d: 攪乱感受性 h: 生息地融通性, b: 生物学的個体数 s: 成鳥生存率 c: 欧州保護ランク u: 英国保護ランク b: 鳥類指令ランク a': プレード高さを飛び割合[%]

## WSIの留意点③ 推計値の位置づけ

- WSIは対象する海鳥の数などに依存するため、**相対的な評価指標**とされており、既往研究ではWSIの頻度分布を基に懸念レベルのランク分けを行っている[28]。
- そのため、環境影響評価において重要となる個体数減少への影響については、**直接的には評価できないことに留意**する必要がある。

図1 Gartheらによるレベルの定義[28]



\* 文献[28]をもとに、各懸念レベルの注記を加筆

図2 レベルに応じたセンシビリティマップ[28]

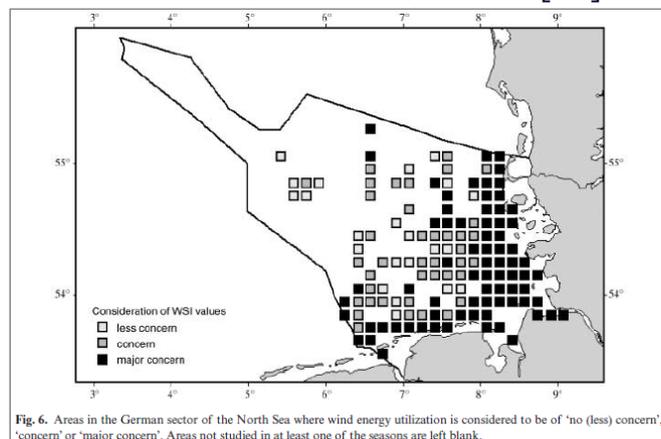


Fig. 6. Areas in the German sector of the North Sea where wind energy utilization is considered to be of 'no (less) concern', 'concern' or 'major concern'. Areas not studied in at least one of the seasons are left blank.

## WSIを用いる際の留意点のまとめ

WSIを用いることにより、衝突リスクや生息地改変リスクを考慮した評価を広域で、かつ多くの種を対象に行うことが可能となる。他方で、WSIを用いた評価を行う場合には、以下の点について十分留意する必要がある。

「促進区域」の検討初期でWSIを用いる際の留意点

### 海鳥の分布密度の推定

既往研究では、船舶などによる分布密度の長期観測データに基づきWSIが評価されている。しかし、我が国では分布密度のデータは整備されていないため、**文献情報などから分布密度を推定する必要がある**。

### 種別のリスク感受性指標の不確実性

リスク感受性指標のモデルは文献によって異なる。また、リスクの算定に必要な各種パラメータは、専門家判断に基づくものであり、バイアスが生じている可能性がある点に留意が必要である。今後精度の高い評価を行う上では、海鳥の回避行動などの生態学的実データを蓄積し、**定期的に前提条件やSSIモデルの見直しを行うことが重要である**。

### WSIの推計値の位置づけ

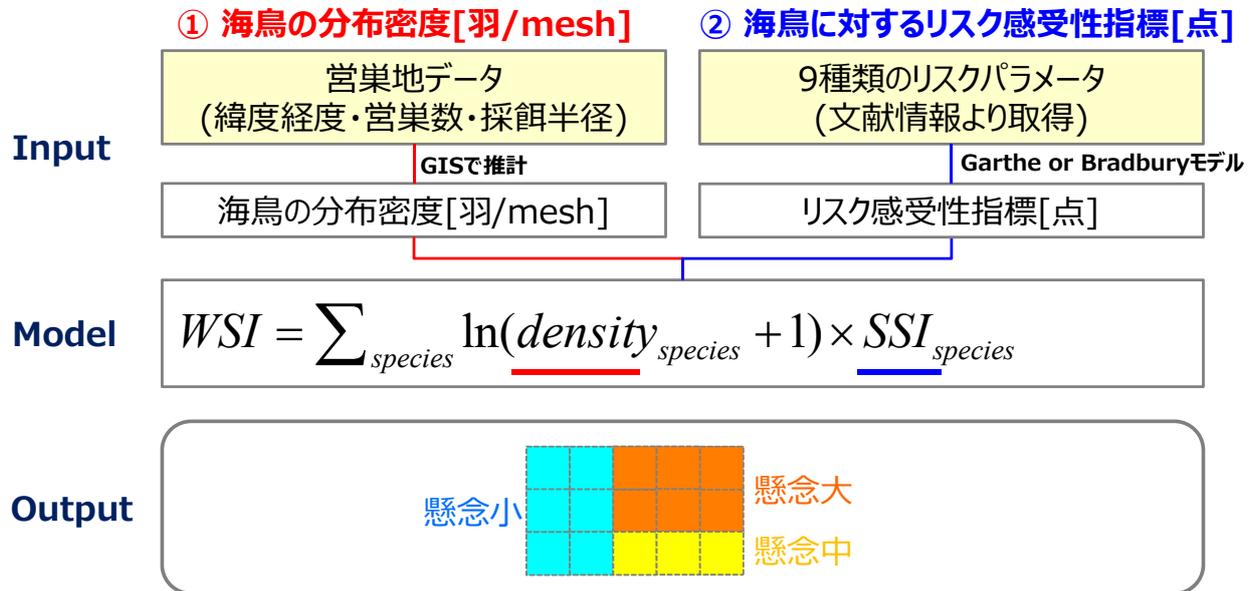
WSIは、対象とする鳥類の数などに依存するため、相対的な評価指標で用いられることとされている。そのため、環境影響評価において重要となる個体数減少への影響については、**直接的には評価ができないことに留意する必要がある**。

## 3.北海道を事例とした海鳥への影響評価の検討

- (1) 本研究における海鳥への影響評価の考え方
- (2) 海鳥の分布密度の推計
- (3) 海鳥のリスク感受性指標の推計
- (4) 風力発電感受性指標の評価結果

# 本研究におけるWSI評価の考え方

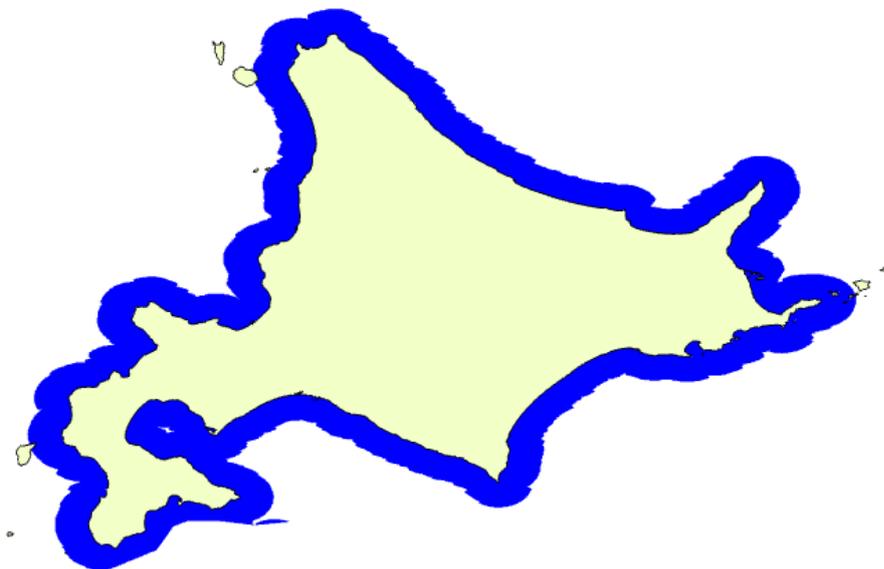
本研究では、既往研究を踏まえたWSIの評価を行った。ただし、我が国では海鳥の分布密度のデータが整備されていないため、営巣地データをもとに推定した。



# 本研究における評価範囲

本研究では、再エネ海域利用法の対象となる我が国の領海のうち、特に海鳥の生息数が多い北海道に着目し、北海道本島から12海里(22.2km)以内の範囲を評価対象とした。また、水深60m未満に着床式風車、水深60m以深200m未満に浮体式風車を設置するとした。

図 評価対象範囲



# 対象とする鳥類

本研究では、北海道で繁殖する以下の計13種類の海鳥を対象とした。

表 対象とする海鳥

	種名	環境省レッドリスト(2019)
ウミスズメ科	ウミガラス	絶滅危惧IA
	ウミスズメ	絶滅危惧IA
	エトピリカ	絶滅危惧IA
	ケイマフリ	絶滅危惧II
	ウトウ	-
カモメ科	オオセグロカモメ	-
	ウミネコ	-
ウ科	ウミウ	-
	ヒメウ	絶滅危惧IB
	チシマウガラス	絶滅危惧IA
	カワウ	-
ミズナギドリ科	コシジロウミツバメ	-
	オオミズナギドリ	-

## 3.北海道を事例とした海鳥への影響評価の検討

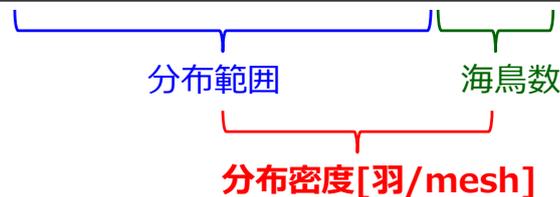
- (1) 本研究における海鳥への影響評価の考え方
- (2) 海鳥の分布密度の推計
- (3) 海鳥のリスク感受性指標の推計
- (4) 風力発電感受性指標の評価結果

# 海鳥の分布密度の推計方法

- 海鳥の分布密度の推計にあたり、コロニーデータベース(2020/2)[33]の情報を基に、重複やデータの信頼性についての精査を行った上で、計211の営巣地情報の整備を行った。
- 本研究では、営巣地情報から**分布範囲**と**海鳥数**を推定し、これらにより**分布密度**を推計した。

表 整備した海鳥の営巣地情報(計211)

No	種名	最大採餌半径[km]	緯度	経度	営巣数	諸元
01	ウミウ	15.7	42.950	144.575	98	中村佳弘ほか(1997)
02	オオセグロカモメ	147	42.950	144.575	136	中村佳弘ほか(1997)
03	ウミウ	15.7	42.969	144.368	98	Osa and Watanuki 2002
04	オオセグロカモメ	147	43.061	141.339	47	小平(2009)
05	チシマウガラス	15	43.385	145.817	3	倉沢(2011)
06	チシマウガラス	15	43.232	145.601	4	Osa and Watanuki 2002
...			...			



# 営巣地情報の精査の考え方

本研究では、コロニーデータベースの営巣地情報に対し、以下の通り精査を行った。

## 緯度・経度情報の付加

- 島の営巣地情報については、島の中心の緯度経度とした。
- 岬の営巣地情報については、突端とした。
- 「〇〇岩」など緯度経度が取得可能なものについては、その位置情報を適用した。
- 曖昧な営巣地情報（釧路沿岸など）については、市街地から最も近い岬地形の座標とした。
- 「〇〇沖」の営巣地情報については、海岸線中央部を指定した。

## 重複情報の削除

- サイト名と種名が重複した場合、論文情報を優先し、それ以外を削除した。
- 論文情報が重複した場合は、情報年の古い方を削除した。
- 著者・発表年が同じのものは、営巣数が少ない方を削除した。
- 論文情報と研究機関データが重複する場合は、営巣数が記載されていない方を削除した。

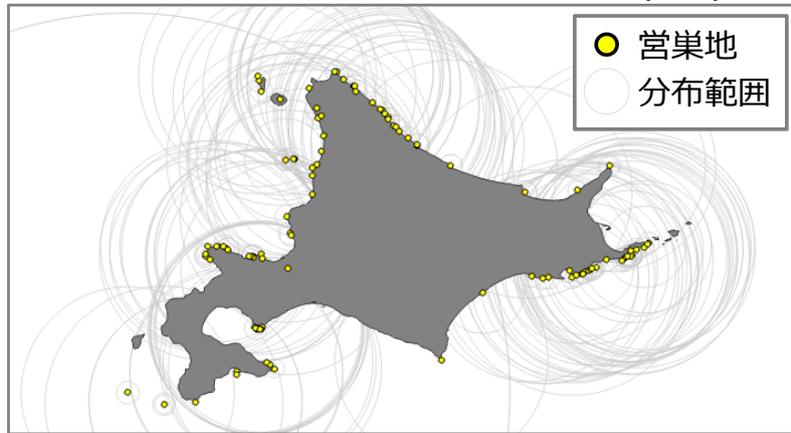
## 情報の信頼性の判断

- マダラウミスズメについては、営巣地が特定できないことに加え、情報ソースが古いため削除した。
- 最新の環境省報告に基づき、天売島以外のウミガラスは削除した。
- 研究者所有以外の私信データについては削除した。
- 1979年以前(50年前)のデータについては削除した。

# 海鳥の分布範囲の推定

- Soanesら[34]は、海鳥の分布に関する情報がない場合、海鳥の洋上での分布を予測する上では、海鳥の**最大採餌範囲(同心円)**を用いることが**有効**であることを示している。
- 従って、本研究では営巣地毎の最大採餌範囲と緯度経度を基に、GISを用いて海鳥の分布を推定した\*1。なお、以下は繁殖が行われる**夏季のみが対象**\*2であることに留意する必要がある。

図 営巣地情報を基に推定した海鳥の分布範囲(全種)



\*1 営巣地は長期的には場所が変わる場合があるが、本研究では洋上風力の促進区域の指定における事前評価に活用されることを想定し、時系列変化については未考慮とした。

\*2 北海道外の営巣地から採餌に来る海鳥(オオミズナギドリなど)や、南半球などで繁殖を終えた後に北海道沿岸に移動する海鳥も存在するが、本評価では考慮されない。

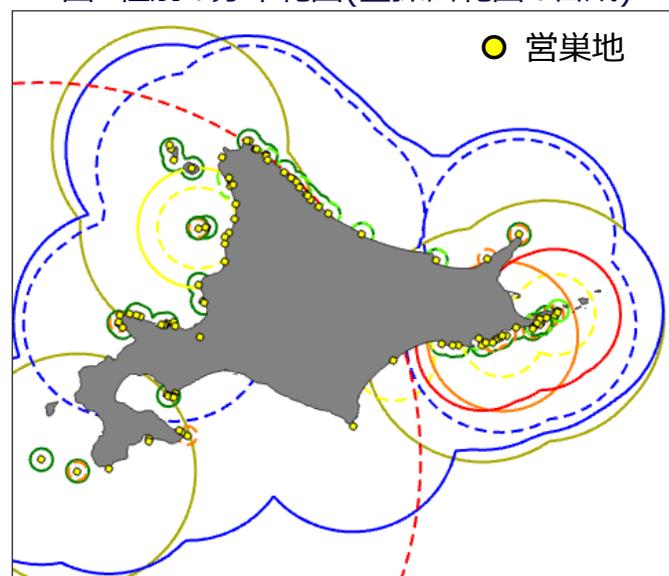
# 種別の海鳥の分布範囲

海鳥の分布範囲を種別に示した図を以下に示す。

表 対象とする海鳥

	凡例	種名
ウミスズメ科		ウミガラス
		ウミスズメ
		エトビリカ
		ケイマフリ
		ウトウ
カモメ科		オオセグロカモメ
		ウミネコ
ウ科		ウミウ
		ヒメウ
		チシマウガラス
		カワウ
ミズナギドリ科		コシジロウミツバメ
		オオミズナギドリ

図 種別の分布範囲(全採餌範囲の合成)



# 海鳥の分布密度(全種合算)

推定した海鳥の分布範囲に、海鳥数を考慮することにより、以下の通り海鳥の分布密度を推計した。

図 採餌における海鳥の分布密度(全種合算)



\* 各営巣の片親が採餌範囲内を一樣に飛行する仮定の下、営巣数=分布範囲内の海鳥数とした。

## 3.北海道を事例とした海鳥への影響評価の検討

- (1) 本研究における海鳥への影響評価の考え方
- (2) 海鳥の分布密度の推計
- (3) 海鳥のリスク感受性指標の推計
- (4) 風力発電感受性指標の評価結果

# リスク感受性指標の評価モデル

- 本研究では、既往研究で用いられているリスク感受性指標の評価モデルをベースに推計した。なお、前章で示した通り、文献によりモデルが異なるため、2種類の評価モデルで計算を行った。
- いずれのモデルにおいても、9種類のリスクパラメータ[点]によって推計される。

表 本研究で用いた評価モデル

ベースモデル	対象地域	SSIの算出式
Gartheら [28]	ドイツ	$SSI_{Garthe} = \frac{(a+m+t+n)}{4} \times \frac{(d+h)}{2} \times \frac{(p+s+e)}{3}$ <p style="text-align: center;"> <span style="color: red;">衝突リスク</span>    <span style="color: blue;">生息地改変リスク</span>    <span style="color: green;">希少性</span> </p>
Bradburyら [30]	イングランド	$SSI_{Bradbury} = \max(\text{collision}, \text{displacement})$ $\text{collision} = a' \times \frac{(m+t+n)}{3} \times \frac{(p+s+e)}{\text{希少性}}$ <p style="text-align: center;"> <span style="color: red;">衝突リスク</span>    <span style="color: green;">希少性</span> </p> $\text{displacement} = \frac{(d \times h) \times (p+s+e)}{10 \text{ 希少性}}$ <p style="text-align: center;"> <span style="color: blue;">生息地改変リスク</span>    <span style="color: green;">希少性</span> </p>

*m*: 飛行機動性 *a*: 飛行高度 *t*: 飛行時間 *n*: 夜間飛行活動 *d*: 攪乱感受性 *h*: 生息地融通性, *p*: 個体群サイズ, *s*: 成鳥生存率  
*e*: 絶滅懸念レベル(ベースモデルでは欧州や英国の懸念レベルを参照しているのに対し、本研究では環境省のレッドリストのレベルを参照した)  
*a'*: 飛行高度[%] (Bradburyモデルでは、飛行高度の割合(0-100)[%]が直接SSIに反映される)

# リスクパラメータの概要・考え方

既往研究[28][30]を参考に、本研究では以下の9種類のリスク要因を考慮した。

表 リスク感受性指標で考慮されるリスクパラメータの概要と考え方

	項目	変数	概要・考え方
衝突リスク	飛行高度	<i>a</i>	ブレードがある高さを飛行する割合が高い種ほど得点大。
	飛行機動性	<i>m</i>	障害物を直前で避けられるかどうかの指標。 障害物を避けていく特性がある種ほど得点大。
	飛行時間	<i>t</i>	飛行時間が長い種ほど得点大。
生息地改変リスク	夜間飛行活動	<i>n</i>	夜間は視認性が悪く、衝突しやすいと想定されるため、夜間に飛行する種は得点大。
	攪乱感受性	<i>d</i>	船の航行やヘリコプターの飛行に伴う攪乱に対する感受性。 同感受性が高いほど、風車設置によって攪乱しやすいと考えられるため得点大。
希少性	生息地融通性	<i>h</i>	特定の生息地に固執する種ほど、風車設置によって影響されやすいと考えられるため得点大。
	個体群サイズ	<i>p</i>	個体群が小さいほど得点大。
	成鳥生存率	<i>s</i>	成鳥の生存率が高いほど得点大。
	絶滅懸念レベル	<i>e</i>	種の絶滅懸念レベルが高いほど得点大。

## リスクパラメータの諸元

対象とした海鳥もしくは近縁種の特徴に関する文献情報をもとに、以下の通り9種類のパラメータに対して得点(5段階\*1)を与えた。

表 各リスクパラメータの諸元

	項目	本研究の諸元	既往研究[26]の諸元
衝突リスク	飛行高度	同種もしくは近縁種の飛行高度別割合[35]より算出 (1: 0-20%, 2: 20-40%, 3: 40-60%, 4: 60-80% 5: 80-100%)	専門家聞き取り
	飛行機動性	同種もしくは近縁種のスコア[35]	実測
	飛行時間	同種もしくは近縁種のスコア[35]	実測
	夜間飛行活動		専門家聞き取り
生息地改変リスク	攪乱感受性	同種もしくは近縁種のスコア[35]	専門家聞き取り
	生息地融通性		専門家聞き取り
希少性	個体群サイズ	北海道の営巣数よりスコア算出*2 (1: 100,000-, 2: -100,000, 3: -10,000 4: -1,000 5: -100)	実測
	成鳥生存率	近縁種の生存率[36]よりスコア算出 (1: -75%, 2: 75%- 3: 80%- 4: 85%- 5: 90%-)	実測
	絶滅懸念レベル	環境省レッドリストよりスコア算出 (1: NT, 2: - 3: VU 4: EN 5: CR)	欧州の絶滅懸念レベル

\*1 Bradburyモデルでは、例外的に飛行高度の割合[%](最大100点)がそのまま得点となる。

\*2 精査したコロニーデータベースの情報に基づく。

## スコア・生存率参照の近縁種

対象となる海鳥のスコア・生存率のデータがない場合には、以下の近縁種を参照した。

表 スコア・生存率参照の近縁種

	種名	スコア参照近縁種	生存率参照近縁種
ウミスズメ科	ウミガラス	—	—
	ウミスズメ	Little Auk	—
	エトピリカ	Atlantic Puffin	Atlantic Puffin
	ケイマフリ	Black Guillemot	—
	ウトウ	Atlantic Puffin	Atlantic Puffin
カモメ科	オオセグロカモメ	Herring Gull	Herring Gull
	ウミネコ	Common Gull	California Gull
ウ科	ウミウ	Great Cormorant	Great Cormorant
	ヒメウ	Shag	—
	チシマウガラス	Shag	Pelagic Cormorant
	カワウ	—	—
ミズナギドリ科	コシジロウミツバメ	—	—
	オオミズナギドリ	Manx Shearwater	Short-tailed Shearwater

# リスクパラメータの推計結果

図1 ウミスズメ科

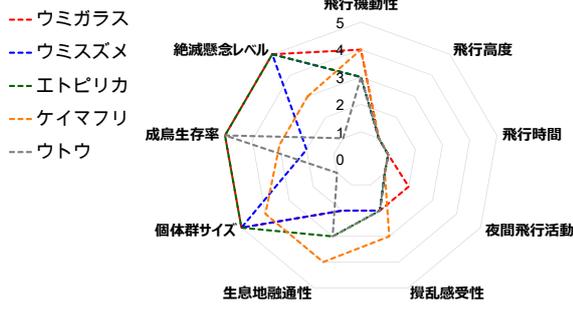


図2 カモメ科

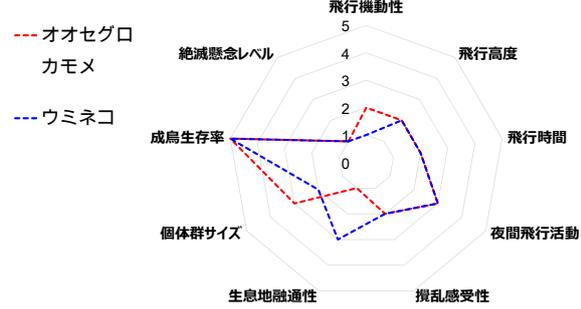


図3 ウ科

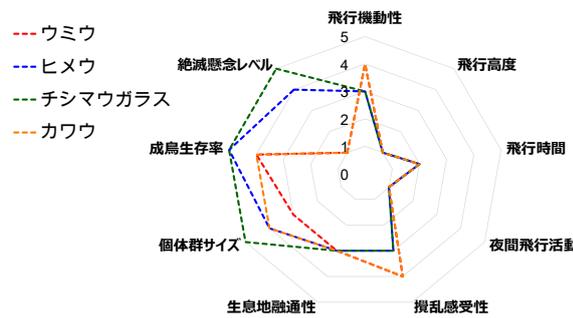
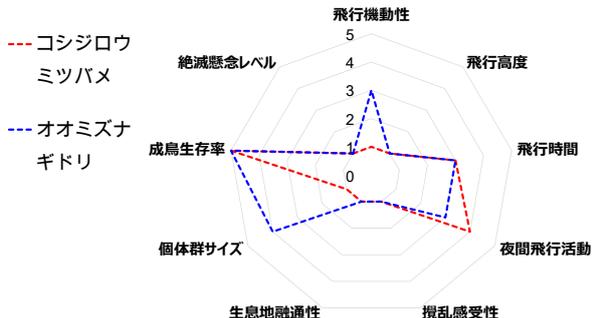


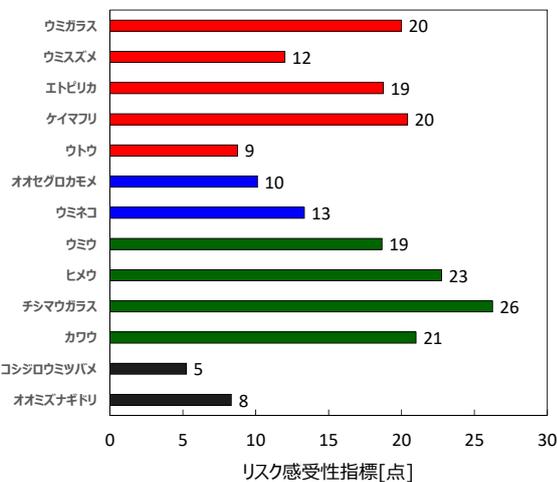
図4 ミズナギドリ科



# リスク感受性指標の評価結果

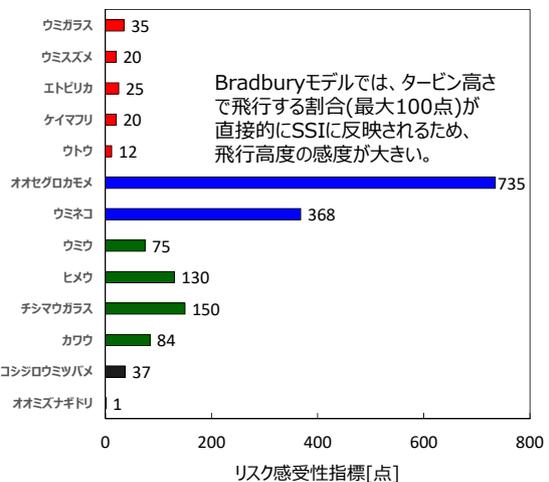
推計したリスクパラメータに対し、2種類のモデルでリスク感受性指標を算定した結果を以下に示す。

図1 Gartheモデルによるリスク感受性指標



→ Gartheモデルを用いた場合、希少性の得点が高いウミスズメ科やウ科のSSIが高く評価される傾向。

図2 Bradburyモデルによるリスク感受性指標



→ Bradburyモデルを用いた場合、ブレードの高さで飛行する割合が高く、衝突リスクが高いとされるカモメ科のSSIが高く評価される傾向。

### 3.北海道を事例とした海鳥への影響評価の検討

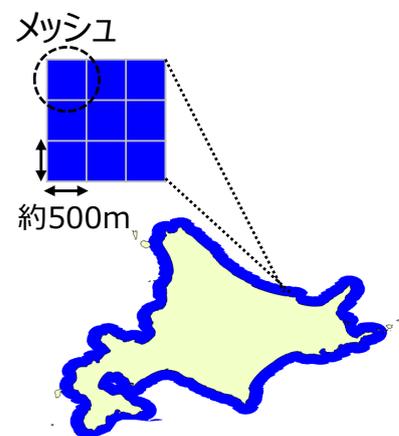
- (1) 本研究における海鳥への影響評価の考え方
- (2) 海鳥の分布密度の推計
- (3) 海鳥のリスク感受性指標の推計
- (4) 風力発電感受性指標の評価結果

## GISで整備したメッシュデータ

北海道本土周辺の海域を4次メッシュ(約500m四方\*)に分割した上で、海域利用などのデータを整備し、地理情報システム(GIS)によるマップの可視化および面積推計を行った。

表 本研究にて整備したメッシュデータ

要素	諸元
分布密度	海鳥の種別の分布密度
$WSI_{Garthe}$	$SSI_{Garthe}$ で計算したWSI
$WSI_{Brad}$	$SSI_{Brad}$ で計算したWSI
促進区域	促進区域の対象有無[2]
離岸距離	本研究にて計算
水深	J-EGG 500の水深データ[37]



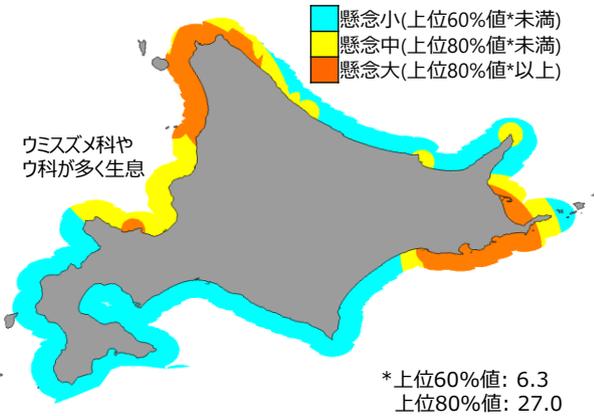
\* 緯度の間隔15秒、経度の間隔22.5秒で決定されるメッシュ。本研究では、UTM座標系(第53帯)を用いてメッシュ面積の計算を行った。

# 各モデルによるWSIの評価結果

①分布密度 ②リスク感受性指標の2種類を用いることにより、北海道周辺の各海域メッシュにおけるWSIの評価を行った。その結果、リスク感受性指標のモデルに依らず、**道北**および**道東**で「**懸念大**」の海域が多くを占める傾向が示された。

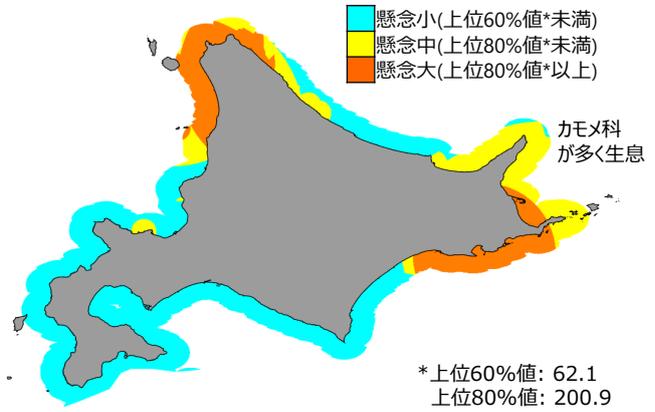
図 北海道の周辺海域(本島から12海里未満)のWSI

(A) Gartheモデル



→ Gartheモデルを用いた場合、希少性の得点が高いウミスズメ科やウ科が多く生息する海域でWSIが高く評価される傾向。

(B) Bradburyモデル



→ Bradburyモデルを用いた場合、衝突リスクの得点が高いカモメ科が多く生息する海域でWSIが高く評価される傾向。

# 道東周辺の海域の特徴

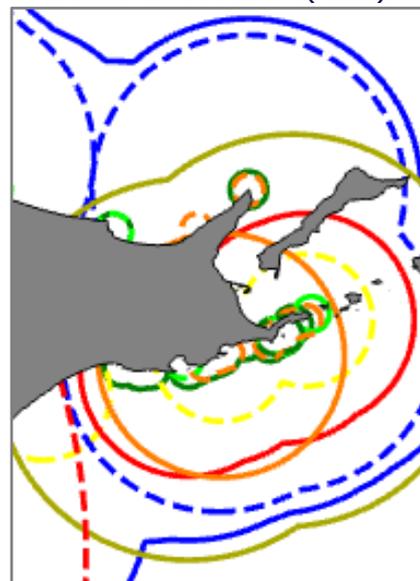
「懸念大」の海域が多くを占める道東では、9種類の海鳥が生息しており、**希少性の得点が高い種**(ウミスズメ科・ウ科)と、**衝突リスクの得点が高い種**(カモメ科)が分布している。

→ この要因により、いずれのモデルを用いた場合でもWSIが高く評価されたと考えられる。

表 採餌範囲に道東が含まれる海鳥 (対象とした13の海鳥のうち9種)

	凡例	種名	SSI <sub>Garthe</sub>	SSI <sub>Brad</sub>
ウミスズメ科	<span style="color: yellow;">---</span>	ウミスズメ	12	20
	<span style="color: orange;">---</span>	イトピリカ	19	25
	<span style="color: red;">---</span>	ケイマフリ	20	20
	<span style="color: green;">---</span>	ウトウ	9	12
カモメ科	<span style="color: blue;">---</span>	オオセグロカモメ	10	735
	<span style="color: purple;">---</span>	ウミネコ	13	368
ウ科	<span style="color: green;">---</span>	ウミウ	19	75
	<span style="color: lightgreen;">---</span>	チシマウガラス	26	150
ミスナギドリ科	<span style="color: red;">---</span>	コシジロウミツバメ	5	37

図 海鳥の採餌範囲(道東)



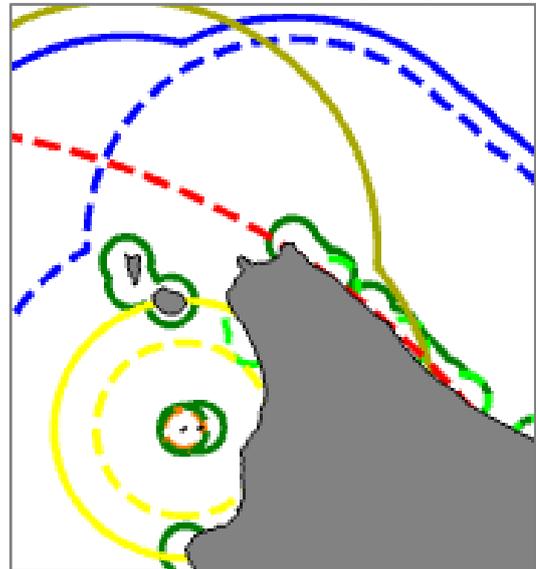
## 道北周辺の海域の特徴

「懸念大」の海域が多くを占める道北においても、道東と同様に、**希少性の得点が高い種**（ウミスズメ科・ウ科）と、**衝突リスクの得点が高い種**（カモメ科）が分布している。

表 採餌範囲に道北が含まれる海鳥  
(対象とした13の海鳥のうち9種)

	凡例	種名	SSI <sub>Garthe</sub>	SSI <sub>Brad</sub>
ウミスズメ科		ウミガラス	20	35
		ウミスズメ	12	20
		ケイマフリ	20	20
		ウトウ	9	12
カモメ科		オオセグロカモメ	10	735
		ウミネコ	13	368
ウ科		ウミウ	19	75
		カワウ	21	84
ミズナギドリ科		オオミナズキドリ	8	1

図 海鳥の採餌範囲(道北)



## 懸念レベルに応じた海域の特徴

WSIを提唱したGartheらの評価の基準を基に、北海道周辺の海域を三段階の懸念レベルに分類し\*、各レベルに応じた海域の特徴についての考察を行った。

表 懸念レベルに応じた海域の特徴

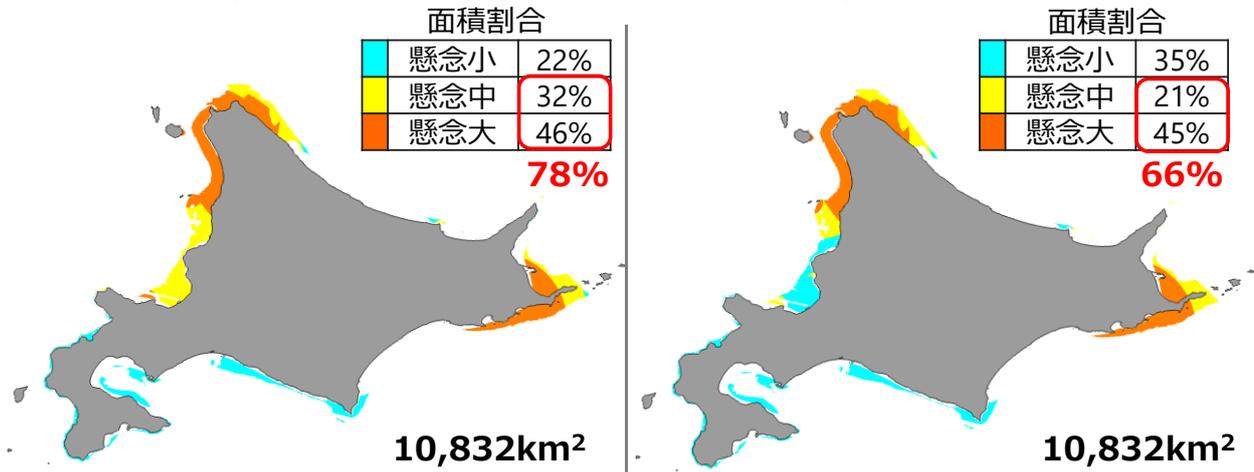
レベル	基準*	北海道における海域の特徴
懸念小	上位 60%値未満	海鳥の営巣地が少ないため、採餌を行う海鳥(夏期のみ)は比較的少ない。ただし、冬季において渡り鳥が飛来する場合がある。
懸念中	上位 60%値以上 80%値未満	海鳥が約5-10羽/meshの密度で分布しており、希少性が高い種(ウミスズメ科・ウ科)、もしくはブレードの高さを飛行し、衝突リスクが高いとされる種(カモメ科)の <b>いずれかが分布する傾向</b> する。そのため、環境影響評価においては慎重な配慮を要する。
懸念大	上位 80%値以上	海鳥が約30-50羽/meshの密度で分布しており、希少性が高い種(ウミスズメ科・ウ科)、および衝突リスクが高いとされる種(カモメ科)の <b>両方が分布する傾向</b> にある。そのため、環境影響評価においては特に慎重な配慮を要する。

\* Gartheら[28]の基準では、上位60%値未満を“Less concern”, 上位60%値以上80%未満を“Concern”, 上位80%以上を“Major concern”としているため、本研究でも同じ基準で分類を行った。

## 促進区域の対象海域における懸念レベル(着床式)

- 北海道本土周辺の海域の内、当所研究資料[2]に基づき、再エネ海域利用法に基づく「促進区域」の対象となる海域と重ね合わせた結果を以下に示す。
- その結果、使用するSSIモデルに依存するものの、**着床式風車**の対象海域のうち、**7-8割**が「懸念中・大」の海域と重複することが示された。

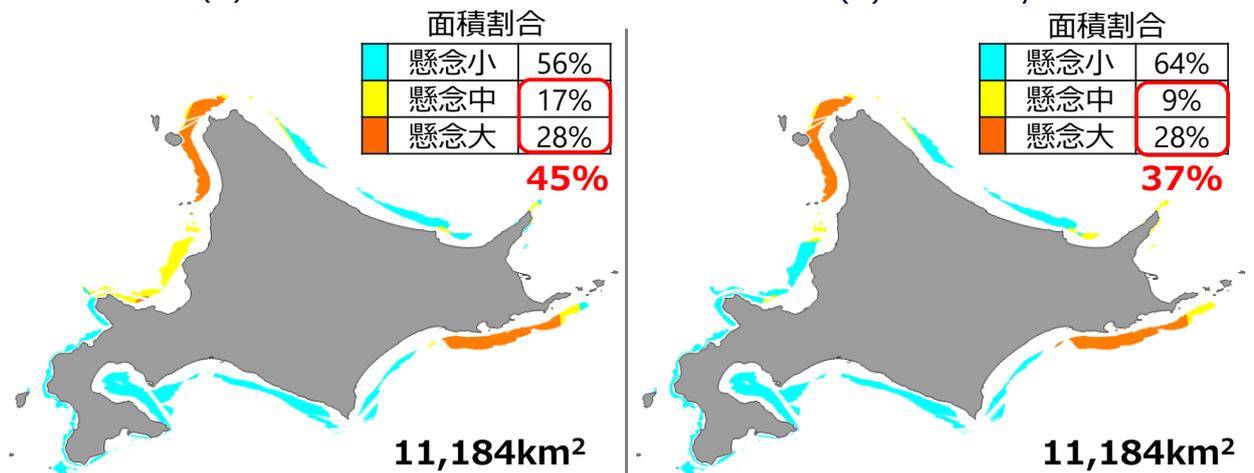
図 「促進区域」の対象海域における懸念レベル(水深60m未満)  
 (A) Gartheモデル (B) Bradburyモデル



## 促進区域の対象海域における懸念レベル(浮体式)

- 浮体式風車の対象海域については、使用するSSIモデルに依存するものの、対象海域の**4-5割**が「懸念中・大」の海域と重複することが示された。
- 着床式風車・浮体式風車ともに、促進区域の対象海域の多くでは、**海鳥への影響が懸念される海域と重複**する。そのため、環境影響評価では特に慎重な配慮を要する。

図 「促進区域」の対象海域における懸念レベル(水深60m以深200m未満)  
 (A) Gartheモデル (B) Bradburyモデル



## 今後のWSIを用いた評価の課題

- WSIは、海鳥の分布密度をベースに推計されるが、船舶や航空機を用いて分布密度のデータを整備した欧州と異なり、我が国では分布密度のデータは整備されていない。
- しかし、我が国ではGPSロガーや電波発信機により、海鳥の採食場所や飛行経路の取得に向けた研究が行われており、今後の研究発展によってより精緻な評価が期待される。
- 海鳥の分布密度は、欧州のアセスメントにおいても用いられている重要な基礎情報であり[38]、我が国においてもデータ整備の在り方について十分な検討が行われることが望まれる。

図 道北のウミネコを対象としたGPSによるトラッキング[39]



(白線部)  
採食地点

## 4. 結論

## 結論

本研究では、諸外国における海鳥の影響評価の考え方を示した上で、北海道を対象に海鳥への影響が懸念される海域の特定を行った。

- ◆ WSIを用いた評価を行う際には、海鳥の分布密度を文献情報等から推定する必要がある点や、リスクパラメータの得点算定時に、専門家によるばらつきが生じる点に十分留意する必要がある。今後精度の高い評価を行う上では、海鳥の行動などの生態学的実データを蓄積し、定期的に前提条件やSSIモデル等の見直しを行うことが重要である。
- ◆ 海外の研究に倣い、WSIを用いた評価を行った結果、SSIモデルに関わらず、**道東および道北**で海鳥への影響が特に懸念されることが示された。また、再エネ海域利用法に基づく「促進区域」の対象海域と重ね合わせると、**着床式風車の対象海域の7-8割、浮体式風車の対象海域の4-5割**が、「懸念中」・「懸念大」の海域と重複することが示された。
- ◆ そのうち、「懸念大」の海域では、海鳥が約30-50羽/meshの密度で分布しており、希少性が高い種(ウミスズメ科・ウ科)と、衝突リスクが高いとされる種(カモメ科)の両方が分布する傾向にある。そのため、**環境影響評価においては特に慎重な配慮を要する**。

## 政策的示唆

- ◆ 既に「促進区域」の指定に向けた検討が進められている中で、現状では生態系影響に関する具体的な評価手法や基準は定められていない。
- ◆ 本研究の成果からは、北海道で「促進区域」の対象となる海域の多くでは、**海鳥への影響が特に懸念される海域と重複**することが明らかとなった。
- ◆ 今後は、国を主体とした海鳥の分布密度の収集などによって、WSIを用いた評価の精度を高めることで、事業開始前の環境影響評価の項目の削減や、評価期間の短縮化も可能となり得る。
- ◆ 一方で、欧州の環境影響評価で既に行われているように[3][4]、事業開始後のモニタリングや影響評価を重視し\*1、これに基づいた運転計画や風車の設置場所の変更\*2を行うといった、**順応的な生態系管理を志向することが望まれる**。

\*1 現状の環境影響評価の下では、事業開始後の影響評価は義務となっていない。

\*2 風車の設置場所が変更できるケースは、基本的に浮体式風車を設置する場合に限られる。

## 参考文献

## 参考文献(1)

- [1] 経済産業省(2019), 長崎県五島市沖について、再エネ海域利用法に基づく促進区域の指定を行いました, 2019年12月27日.  
<https://www.meti.go.jp/press/2019/12/20191227002/20191227002.html>
- [2] 尾羽秀晃, 永井雄宇, 豊永晋輔, 朝野賢司, 再エネ海域利用法を考慮した洋上風力発電の利用対象海域に関する考察, 電力中央研究所研究資料(Y19502) .
- [3] E.R.Skeate, M.R. Perrow, J.J.Gilroy, Likely effects of constructions of Scroby Sands offshore wind farm on a mixed population of harbor Phoca vitulina and grey Halichoerus grypus seals, Marine Pollution Bulletin 64. 2012, p.872-881.
- [4] M.R.Perrow, J.J.Gilroy, E.R.Skeate, M.L.Tomlinson, Effects of the construction of Scroby Sands offshore wind farm on the prey base of Little tern Sternula albifrons at its most important UK colony, Marine Pollution Bulletin, 2011, Vol 62, p.1661-1670.
- [5] Ian.D.Broadbent, Caroline L.B. Nixonm Refusal of planning consent for the Docking Shoal offshore wind farm: Stakeholder perspectives and lessons learned, Marine policy 110, 2019, p.1-10.
- [6] London Array Website.  
<https://www.londonarray.com/the-project-3/phase-2/>
- [7] Royal Society for the Protection of Birds Website.  
<https://www.rspb.org.uk/our-work/our-positions-and-casework/casework/cases/forth-and-tay-wind-farms/>
- [8] 経済産業省資源エネルギー庁、国土交通省港湾局、再エネ海域利用法に基づく促進区域の指定について、2019年1月30日.  
[https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku\\_gas/saisei\\_kano/yojo\\_furyoku/pdf/002\\_02\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/yojo_furyoku/pdf/002_02_00.pdf)
- [9] 環境省, 環境アセスメントデータベース.  
<https://www2.env.go.jp/eiadb/ebidbs/>
- [10] 環境省, 平成31年度洋上風力発電施設立地検討のためのセンシティブティマップ作成等委託業務.  
[https://www.env.go.jp/kanbo/chotatsu/20190212\\_104493.html](https://www.env.go.jp/kanbo/chotatsu/20190212_104493.html)

## 参考文献(2)

- [11] 長崎県, 協議会意見とりまとめ(案), 長崎県五島市沖における協議会(第2回)資料6.  
<https://www.pref.nagasaki.jp/bunrui/shigoto-sangyo/kogyo-kagakugijutsu/kaiyouenergy/kaiikiryoyou/410651.html>
- [12] 島田泰夫, 松田裕之, 風力発電事業における鳥類衝突リスク管理モデル, 保全生態学研究 Vol 12, p.126-142, 2007.
- [13] 新エネルギー・産業技術総合開発機構, 風力発電のための環境影響評価マニュアル(第2版).
- [14] 環境省, 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, 2011.  
[https://www.env.go.jp/nature/yasei/sg\\_windplant/guide/post\\_91.html](https://www.env.go.jp/nature/yasei/sg_windplant/guide/post_91.html)
- [15] H.Sugimoto, H.Matsuda, Collision risk of white-fronted geese with wind turbines, Ornithological science vol 10, p.61-71, 2011.
- [16] 日本野鳥の会, 野鳥と風力発電のセンシティブマップーその作成と活用事例, 2017, 野鳥保護資料集第31集.
- [17] 北村亘, 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, 電中研報告(V11055).
- [18] 白井正樹, 竹内亨, 洋上風力発電における海鳥への影響評価手法の検討, 風力エネルギー利用シンポジウム vol 37, p.185-188, 2015.
- [19] V.Nikolic, Nature legislation and the CFP, DG Environment, NADEG, 2018.  
<http://slideplayer.com/slide/15917399/>
- [20] N.Everington, The Crown Estate An Overview of UK Offshore Mineral Activity, 2013.  
<https://dredging.org/media/ceda/org/documents/presentations/ceda-uk/ceda-uk-2013-12-03-everington.pdf>

## 参考文献(3)

- [21] Federal Maritime and Hydrographic Agency, Maritime spatial planning.  
[https://www.bsh.de/EN/TOPICS/Offshore/Maritime\\_spatial\\_planning/maritime\\_spatial\\_planning\\_node.html](https://www.bsh.de/EN/TOPICS/Offshore/Maritime_spatial_planning/maritime_spatial_planning_node.html)
- [22] Danish Energy Agency, Energy Policy Toolkit on Physical Planning of Wind Power Experience from Denmark, 2015.  
[https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/physical\\_planning\\_of\\_wind\\_power.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/physical_planning_of_wind_power.pdf)
- [23] The Dutch Ministry of Infrastructure and the Environment, the Dutch Ministry of Economic Affairs, Policy Document on the North Sea 2016-2021, 2015.  
<https://www.government.nl/documents/policy-notes/2015/12/15/policy-document-on-the-north-sea-2016-2021-printversie>
- [24] 国家能源局, 国家海洋局关于印发《海上风电开发建设管理办法》的通知, 国能新能[2016]394号, 2016年12月29日, (中国語).  
[http://zfxgk.nea.gov.cn/auto87/201701/t20170104\\_2417.htm](http://zfxgk.nea.gov.cn/auto87/201701/t20170104_2417.htm)
- [25] 浙江省生態環境庁Website.  
[http://www.zjepb.gov.cn/art/2018/11/1/art\\_1201924\\_29266710.html](http://www.zjepb.gov.cn/art/2018/11/1/art_1201924_29266710.html)
- [26] J.Koppel, J.Biehl, M.Dahmen, G.Geissler, M.E.Portman, Wildlife and Wind Farms – Conflicts and Solutions: Volume 4 Monitoring and mitigation, p.288-292, 2019.
- [27] The Crown Estate, Resource and Constraints Assessment Methodology Report, 2020.  
<https://www.thecrownestate.co.uk/media/3331/tce-r4-resource-and-constraints-assessment-methodology-report.pdf>
- [28] S.Garthe, Ommo Hüppop, Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: Developing and applying a vulnerability index, Journal of Applied Ecology, vol41, 2004,
- [29] 松田裕之、門畑明希子、風力発電事業による環境影響とその対処、再生可能エネルギーのリスクとガバナンス：社会を持続していくための実践 第3章、p61-p92
- [30] G.Bradbury, M.Trinder, B.Furness, A.N.Banks, R.W.G.Caldow, D.Hume, Mapping seabird sensitivity to offshore wind farms, PLOS ONE, vol12(1), 2014.

## 参考文献(4)

- [31] J.M.Williams, M.L.Tasker, I.C.Carter, A.Webb, A method of assessing seabird vulnerability to surface pollutants, IBIS vol 197, p.147-152, 2004.
- [32] R.W. Furness, M.L.Tasker, "Seabird fishery interactions Quantifying the sensitivity of seabirds to reductions in sandeel abundance and-identification of key areas for sensitive seabirds in the North Sea, Marine ecology progress series, vol 202, p.253-264, 2000.
- [33] 海鳥コロニーデータベース.  
<https://www.sizenken.biodic.go.jp/seabirds/>
- [34] Soanes L.M., Bright J.A., Angel L.P., Arnould J.P.Y., Bolton M., Berlincourt M., Lascelles B., Owen E., Simon-Bouhet B. & Green J.A. Defining marine important bird areas: Testing the foraging radius approach. Biological Conservation, 196, 69-79, 2016.
- [35] RW.Furness, HM,Wade, EA.Masden, Assessing vulnerability of marine bird populations to offshore wind farms, Journal of Environmental Management vol 119, p.56-66, 2013.
- [36] E.A. Schreiber, J.Burger, Biology of marine birds, 1<sup>st</sup> Edition, CRS Press, 2001.
- [37] 日本海洋データセンター, 500mメッシュ水深データ (J-EGG500) .  
[https://www.jodc.go.jp/jodcweb/JDOSS/index\\_j.html](https://www.jodc.go.jp/jodcweb/JDOSS/index_j.html)
- [38] NIRAS, OWF Extensions Plan-level Habitats Regulations Assessment, Report to Inform an Appropriate Assessment, 2019.
- [39] K.Kazama, B.Nishizawa, S.Tsukamoto, JE.Gonzalez, MT.Kazama, Y.Watanuki, Male and female Black-tailed Gulls *Larus crassirostris* feed on the same prey species but use different feeding habitats, Journal of Ornithology vol150, p.923-934, 2018.

(最終アクセス日:2020年3月10日)

\* 本文第三章「北海道を事例とした海鳥への影響評価の検討」における、評価方法の考え方、海鳥の分布密度情報の整備、リスク感受性指標の試算において、早稲田大学人間科学学術院 風間健太郎准教授および名城大学農学部生物環境科学科 橋本啓史准教授にご協力頂き作成した。



**CRIEPI**

---

**Central Research Institute of  
Electric Power Industry**

---

[不許複製]

編集・発行人 一般財団法人 電力中央研究所  
社会経済研究所長  
東京都千代田区大手町1-6-1  
e-mail [src-rr-ml@criepi.denken.or.jp](mailto:src-rr-ml@criepi.denken.or.jp)

---

著作 一般財団法人 電力中央研究所  
東京都千代田区大手町1-6-1

---

