

洋上風力発電が鳥類等の環境 に与える影響とその評価

(公財)日本野鳥の会

B

自然保護室 主任研究員

浦 達也



洋上風力発電が鳥類に与える影響(陸上と同じ)

衝突死(バードストライク)

風車や関連施設に衝突して死傷すること

生息地放棄

風車周辺が生息地として利用できなくなる

- ・ 生息地放棄…風車周辺が生息地として利用できなくなる
- ・ 障壁影響…風車が鳥類の渡り・移動を阻害し
経路変更を起こす

生息地破壊・消失

風車周辺の環境が消失、または変化すること

- ・ 洋上では生息地放棄と障壁影響は観測・把握しやすい
- ・ 鳥類に影響が出ていれば、他の生物にも影響が出ている可能性が高い(例;海鳥減少=魚類減少など)

日本におけるBSの発生数

2023年1月までに**604羽**を確認(日本野鳥の会調べ)

※系統だった調査や結果の公表が少ないため、この数字は氷山の一角

絶滅危惧種 (準絶滅危惧種を含む)

※海洋を利用する鳥

- ・オジロワシ 73
- ・ミサゴ 9
- ・オオワシ 3
- ・ハイタカ 3
- ・イヌワシ 1
- ・クマタカ 1
- ・ハチクマ 1
- ・ウミスズメ 2
- ・ヒメウ 1
- ・オオジシギ 1



その他、一般種

- ・トビ 94
- ・ウミネコ 22
- ・ノスリ 21
- ・キジバト 18
- ・オオセグロカモメ 16
- ・ハシブトガラス 15
- ・キジ類 13
- 等

種群ごとにみると

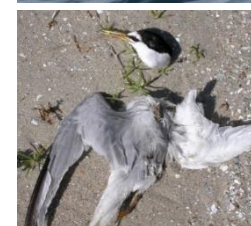
- ・猛禽類 206
- ・カモメ類 68
- ・カラス類 43
- ・カモ類 28
- ・ウミスズメ類 27
- ・ハト類 20
- ・ミズナギドリ類 19
- ・アビ類 15
- 等

沿岸・沖合洋上風力発電の影響事例(欧州)

Zeebrugge沿岸WF(ベルギー)におけるアジサシ類の繁殖個体群に対する影響

Table 9.2 Impact of wind turbines at Zeebrugge on the breeding populations of terns in Flanders, Belgium.

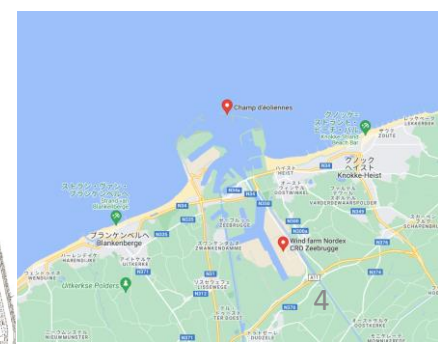
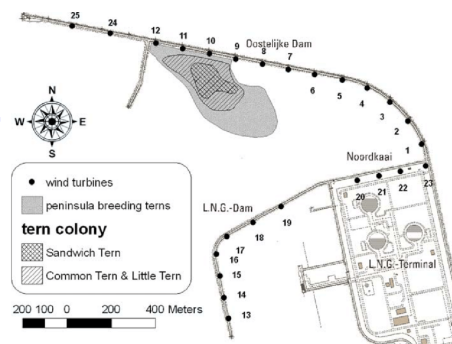
	Number of collision fatalities of adult birds after corrections for available search area, scavenging and search efficiency			Number of breeding adults on the peninsula in Zeebrugge, next to the wind turbines			Total number ^a of breeding adults in Flanders		
	Little Tern	Sandwich Tern	Common Tern	Little Tern	Sandwich Tern	Common Tern	Little Tern	Sandwich Tern	Common Tern
2004	5	54	109	276	8,134	3,664	350	8,134	6,500
2005	2	30	129	30	5,076	2,950	138	5,076	4,900
2006	4	9	156	168	4,124	4,086	202	4,124	5,428
2007	12	7	114	156	2,254	5,582	242	2,254	6,030
2008	2	0	32	250	498	4,006	355	498	4,474
2009	0	0	0	38	8	250	86	8	1,582
2010	0	0	5	60	0	2,500	60	0	3,218
2011	2	0	34	204	108	2,708	204	108	3,140
2012	0	0	5	170	2	1,708	170	2	2,110
2013	0	0	3	164	294	1,346	164	294	1,926
2014	0	0	0	8	2	464	8	2	1,034



The new turbines were installed in early 2009, as shown by the black line. In the period from 2009 to 2014, a Red Fox *Vulpes vulpes* was present on the peninsula, with implications of predation and removal of collided terns. The shaded parts of the table indicate estimated mean annual mortality effects >1% of the regional population as calculated from known mortality rates in north-western Europe.

^aDuring the last years, the data is probably not 100% complete for Flanders. Sue King 2019. Chapter 8 of *Wildlife & Wind Farms Vol 3*. pp216

- ・欧州の洋上WFでは多数のアジサシ類がBS
- ・特に餌場と巣の往復回数が増える育雛期にBSが多い傾向がある



沿岸・沖合洋上風力発電の影響事例(欧州)

欧米での陸上海岸のWFとThanet洋上風力発電所における海鳥のBS発生状況の一部

Sue King 2019. Chapter 8 of *Wildlife & Wind Farms Vol 3. pp189*

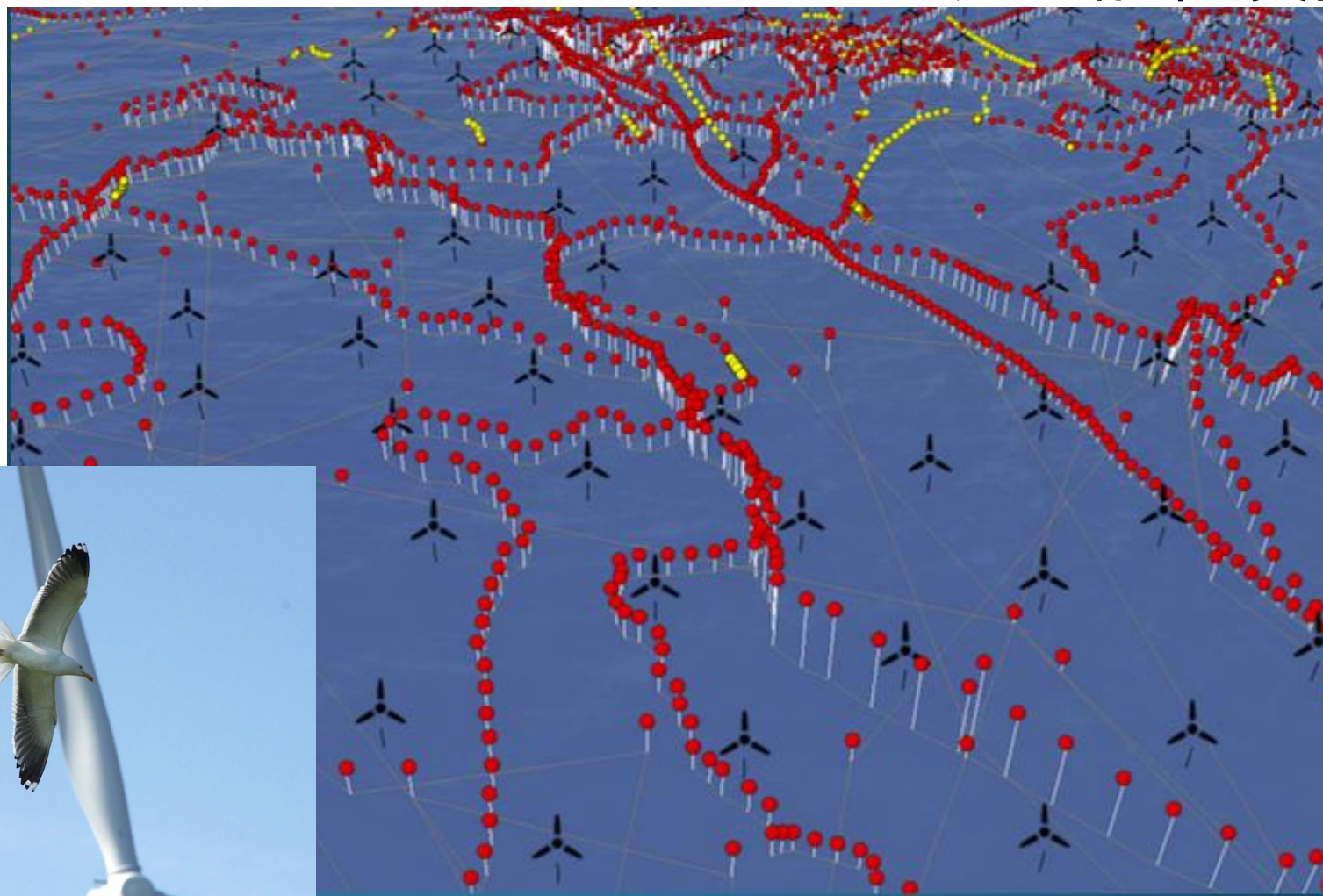
Table 9.1 – continued

Wind farm	Country	No. of turbines	Collision fatalities	Data source(s)
Kluisendok, Gent	Belgium	11	Black-headed Gull	Everaert 2014
Kreekrak	Netherlands	5	Gull species, including Black-headed Gull, Herring Gull, Little Gull	Musters <i>et al.</i> 1996
Marienkoog	Germany	15	Black-headed Gull	Dierschke & Garthe 2006
Nordholz	Germany	25	Common Gull	Dierschke & Garthe 2006
Oosterbierum	Netherlands	18	Gull species, including Black Headed Gull and Herring Gull	Winkelman 1992 ^{a,b}
Project West Wind	New Zealand	62	Southern Black-backed Gull, Sooty Shearwater, Fairy Prion	Bull <i>et al.</i> 2013
Reussenkoge	Germany	17	Herring Gull	Dierschke & Garthe 2006
Simonsberger Koog	Germany	13	Black-headed Gull, Common Gull, Black Tern	Dierschke & Garthe 2006
Studland Bay	Tasmania, Australia	25	Grey-backed Storm Petrel, Short-tailed Shearwater, Australian Gannet	Hull <i>et al.</i> 2013
Thanet 沖合型洋上WF	UK	100	Black-legged Kittiwake, Great/Lesser Black-backed Gull, unidentified gull	Carbon Trust 2016
Tjaereborg	Denmark	1	Gull species	Pedersen & Poulsen 1991, in Percival 2003
Urk	Netherlands	25	Gull species, including Black-headed Gull, Herring Gull and Common Gull	Winkelman 1989
Waterkaaptocht	Netherlands	8	Black-headed Gull	Krijgsveld <i>et al.</i> 2009
Westkuste, Dithmarschen	Germany	32	Black-headed Gull, Common Gull	Dierschke & Garthe 2006
Wilmhelmshaven, Jadewindpark	Germany	3	Herring Gull	Dierschke & Garthe 2006
Zeebrugge	Belgium	25	Black-headed Gull, Herring Gull, Lesser Black-backed Gull, Black-legged Kittiwake, Sandwich Tern, Common Tern, Little Tern	Everaert 2002; 2008; Everaert & Stienen 2007 ^b

カモメ類およびアジサシ類でBSが多い。他はミズナギドリ類とカツオドリ

カモメ類は世界的にバードストライクが多い

3次元ロガーによるニシセグロカモメの追跡結果(英国)



Thaxter & Perrow 2019. Chapter 4 of Wildlife & Wind Farms, Conflicts & Solutions Vol 3

洋上風力発電の影響事例(欧州)

洋上風車で渡り鳥が衝突死した例

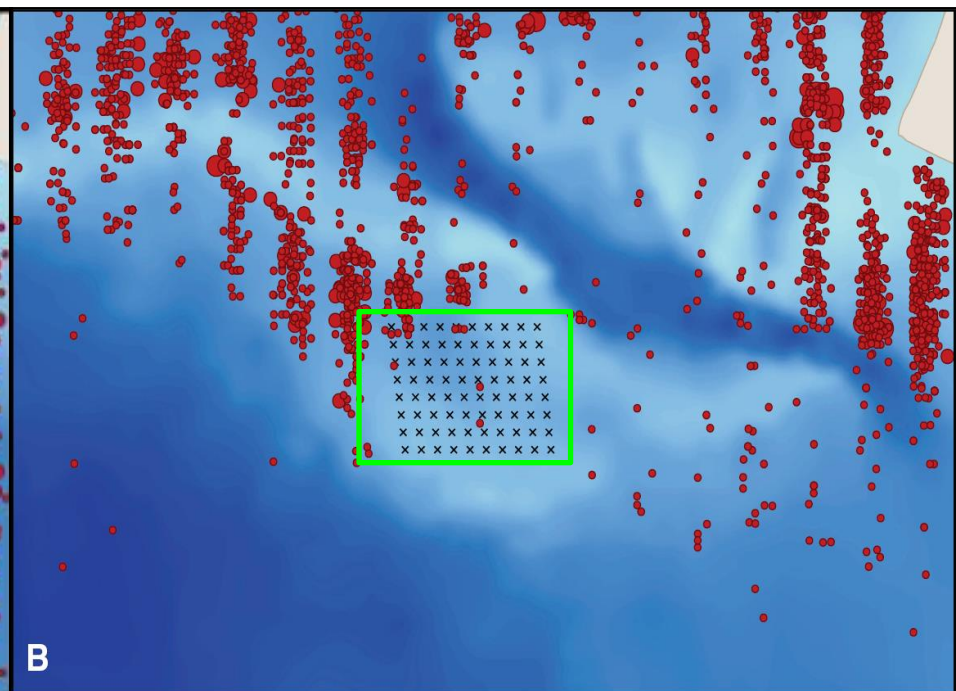
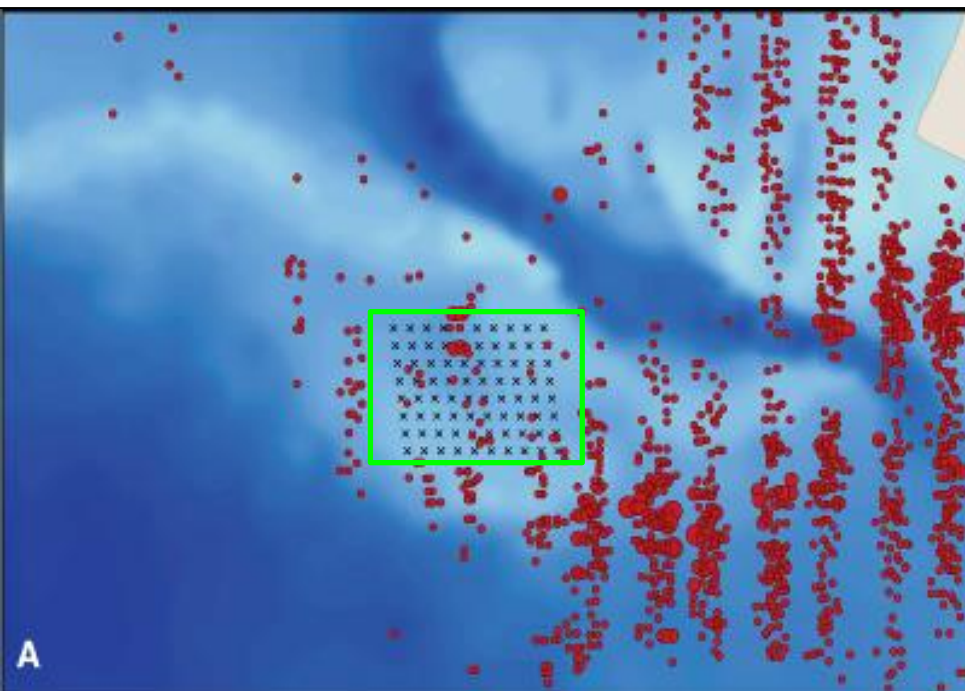
- ・バルト海の風車で1年間に44回の調査で442羽
- ・5年間に166回の調査で34種776羽
- ・半数は悪天候の3晩に集中
- ・ツグミ87%、ホシムクドリ4.8%、ヒバリ科
ハマシギ、カモメ類など

ヘリコプターによる
目視探索調査

(Hüpop et al. 2006)

- ・陸上風力発電施設と違ってBSで発生した死体が残らず、現状ではBS発生の有無の検証は困難(90%は未回収)
- ・欧州では少ないBS把握事例から、洋上風車1基あたり年間 4.35 ± 1.93 羽がBSと推定 de Lucas & Perrow (2017)
- ・また、陸上風車での一般的なBS発生率を当てはめると、欧州の海域にある5,402基の洋上風車で年間約23,499件のBS発生が示唆される。

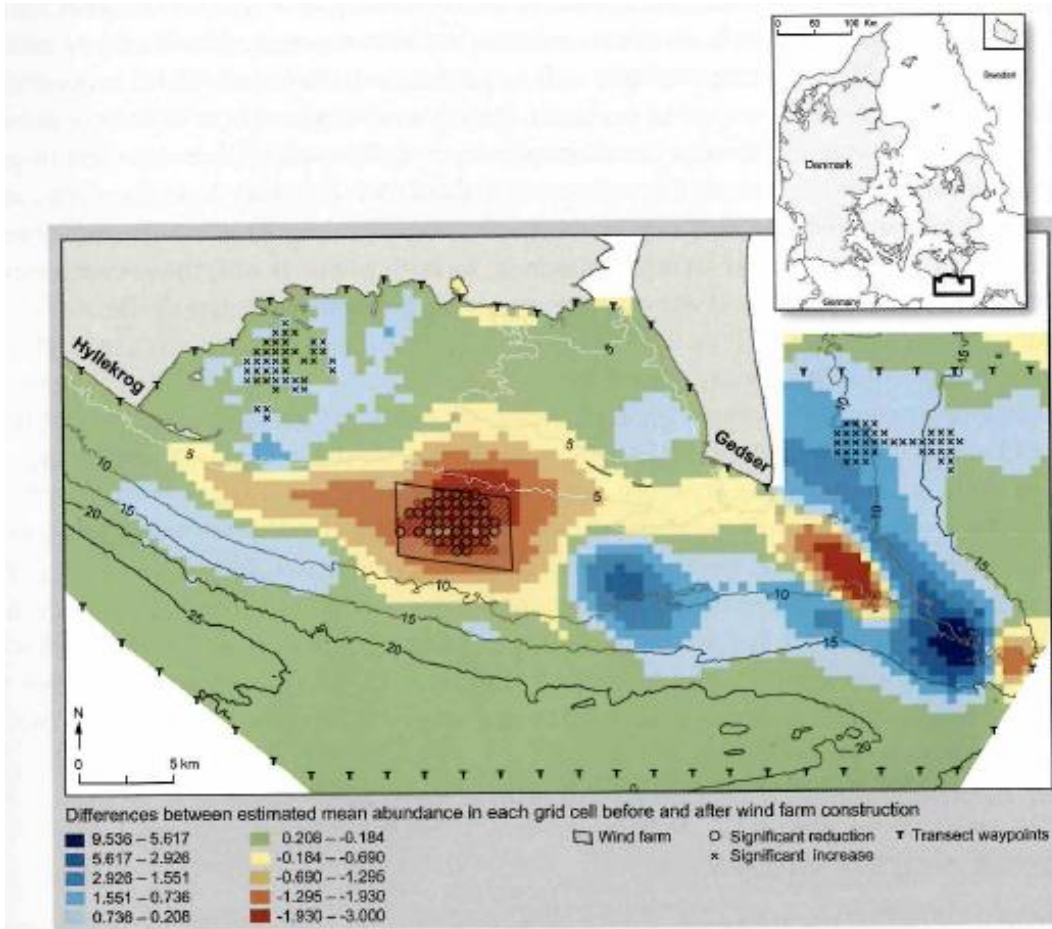
デンマークの洋上風力発電所における 風車建設前後のクロガモの生息分布の変化 (Desholm M. 2004)



Pre-construction distribution 建設前の分布

Post-construction distribution 建設後の分布

生息地放棄…好適生息環境から追出し・生息分布変化

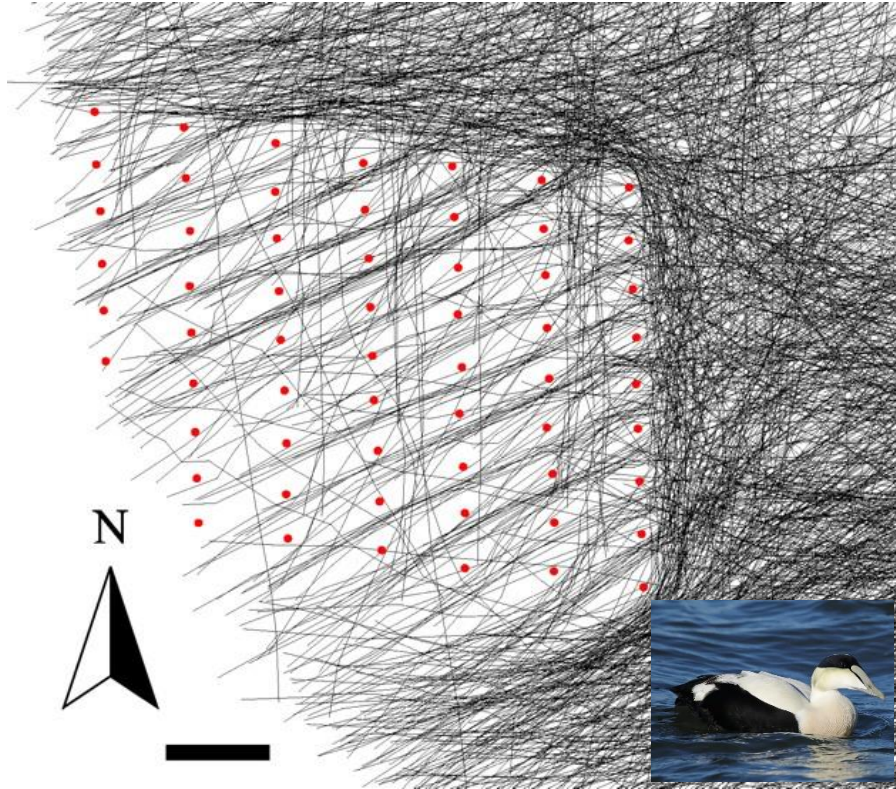


Vanermen & Stienen 2019.
Chapter 8 of Wildlife & Wind Farms Vol. 3. pp179

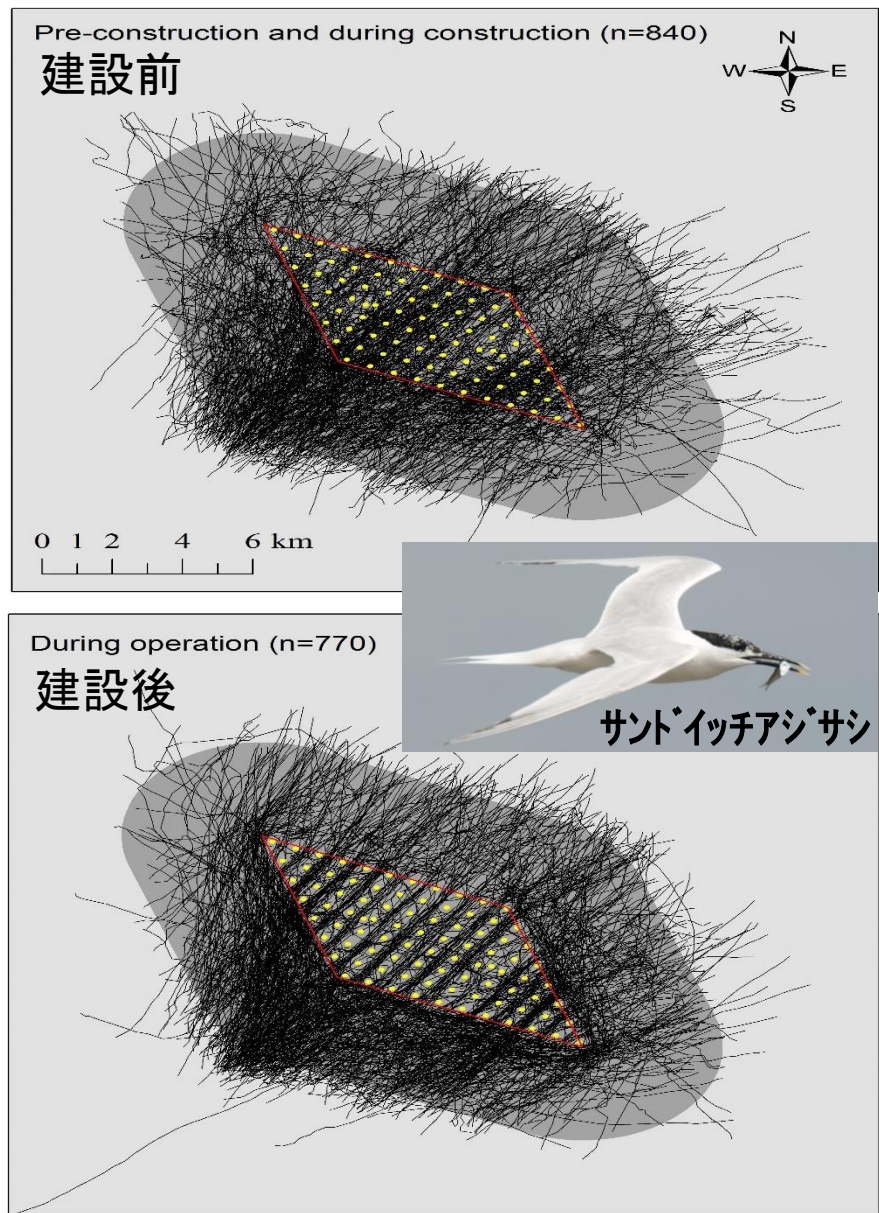
コオリガモの生息分布について、Nysted洋上WF(デンマーク)の建設前と後で比較した結果赤色みが濃い場所で生息地放棄が強く起きており、青色みが濃い場所に移動した

強制移動→採餌環境の変化→餌資源量減少→採食時間増加
またはエネルギー不足→繁殖に影響→個体群の存続性に影響

障壁影響…視覚的忌避行動

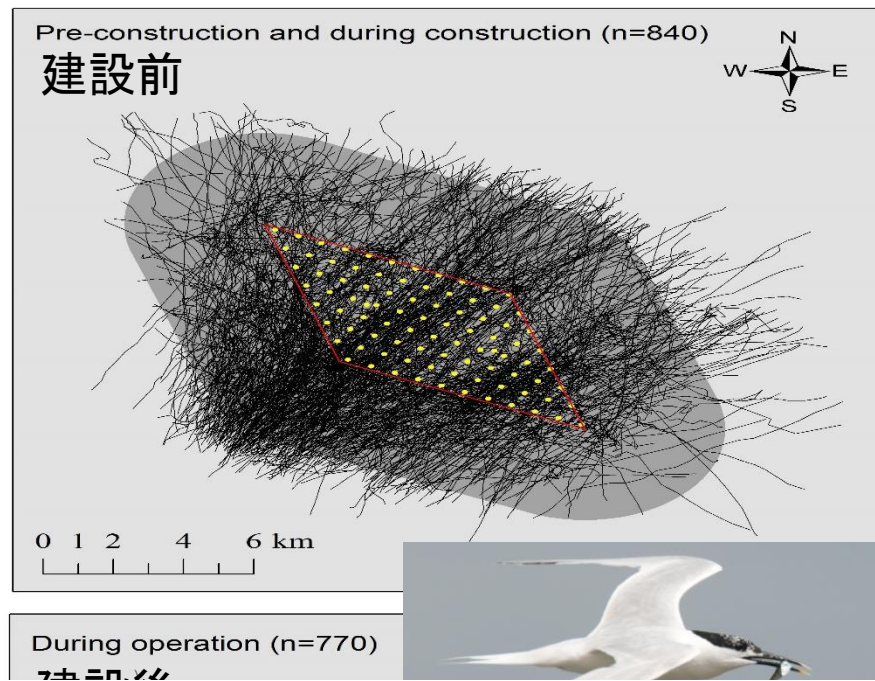
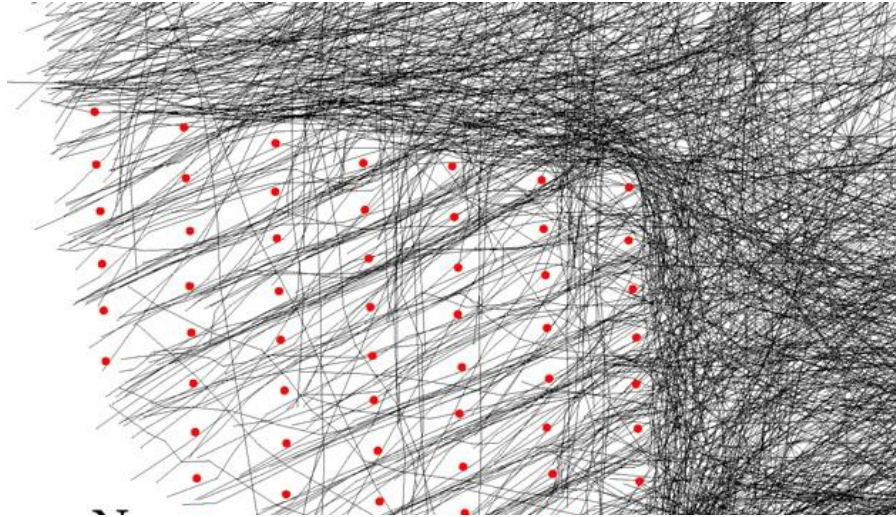


Desholm & Kahlert. 2005. Avian collision risk at an offshore wind farm. より、「渡り時の水禽類における、西風時の稼働風車に対する反応」
※デンマークの事例



Perrow et al. (2011) *J. Field Ornithol.* 82

障壁影響…視覚的忌避行動



- ・鳥は渡り距離が50km伸びると、体重の1%が余計に減少
(Masden E. et al. 2009)
- ・日常の移動時に1日10km迂回で、その日に使うエネルギーの20%を余計に消費
(Masden E. et al. 2010)
- ・近年はコウモリ類が洋上を渡ることが知られている

(AHLÉN 1997, BOSHAMMER & BEKKER 2008, AHLÉN *et al.* 2009, HÜPPOP 2009, BACH & BACH 2011, FREY *et al.* 2011, 2012, MEYER 2011, SKIBA 2011, BACH *et al.* 2013a, ERIKSSON *et al.* 2013, POERINK *et al.* 2013, SEEBENS *et al.* 2013, RYDELL *et al.* 2014, BCT 2014)。

欧州の洋上WF計画における海鳥調査の考え方

(A.D. Fox et al 2006, I.M.D. Maclean et al 2009)

調査時期と頻度を決める要因

- ・ 季節的な最大個体数を特定 (生息地放棄の評価)
- ・ 平均個体数を特定 できるように十分な調査頻度を確保
- ・ 季節的な環境利用パターン を特定
- ・ 1年を通じ十分長い調査期間を確保し、ある時期に集中させない

調査期間

- ・ **最低2年間以上**
(デンマーク=3年間、ドイツ=事前2年間・事後3~5年間)
- ・ 採食地の放棄の有無を把握するには3年間以上の調査が必要
(年変動除去)

調査頻度

- ・ **船舶…年12回以上** (年間を通じて毎月実施)
- ・ **航空機…年8回以上** (主要関心鳥類種が多い時期を中心に実施)

変動が激しい海洋環境(鳥類の生息状況)を捉える必要があり、陸上よりも綿密な調査が必要になる

福島県沖における船舶による海鳥調査結果 (分類群別鳥類の確認個体数) (経産省の浮体式洋上風力発電実証実験に係る事前アセスの結果)

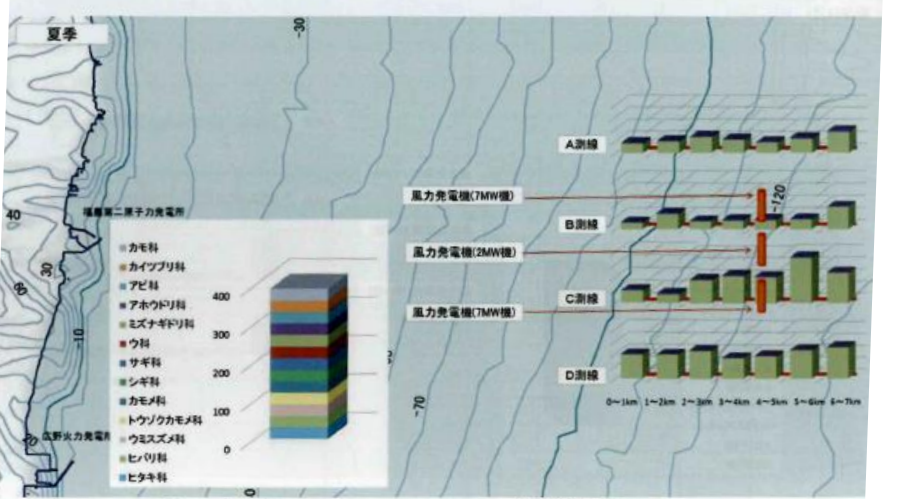
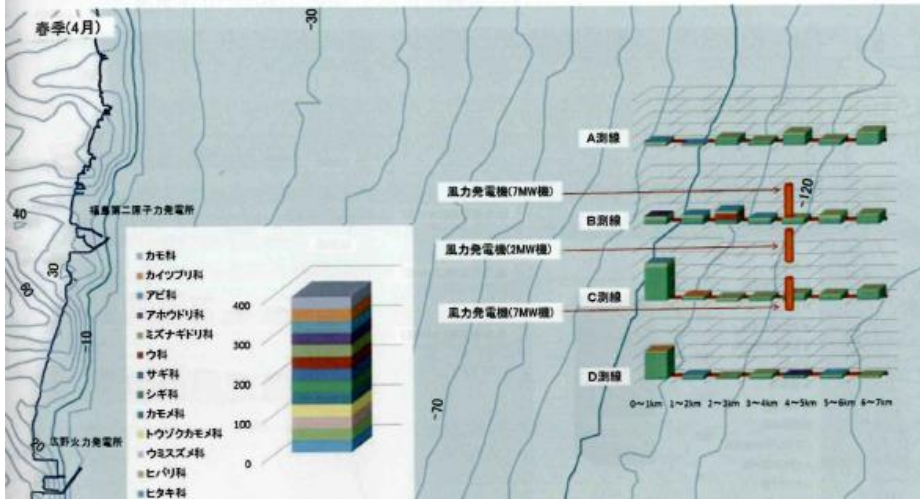
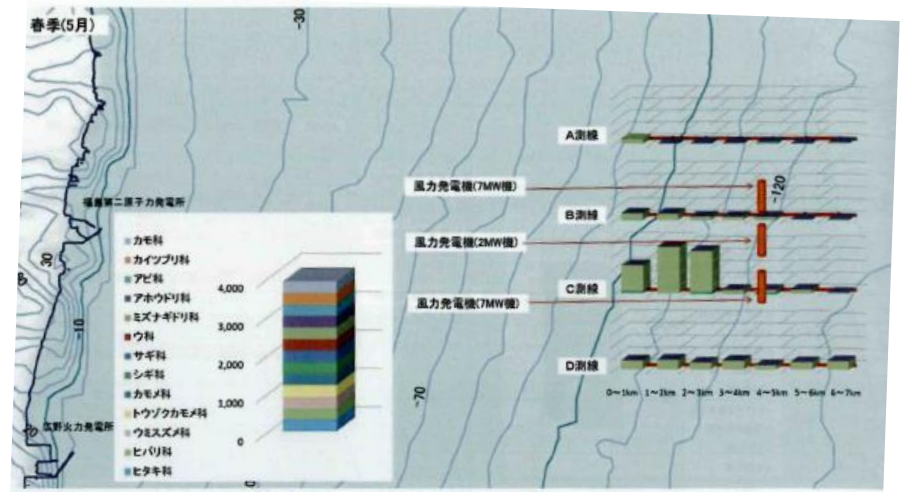
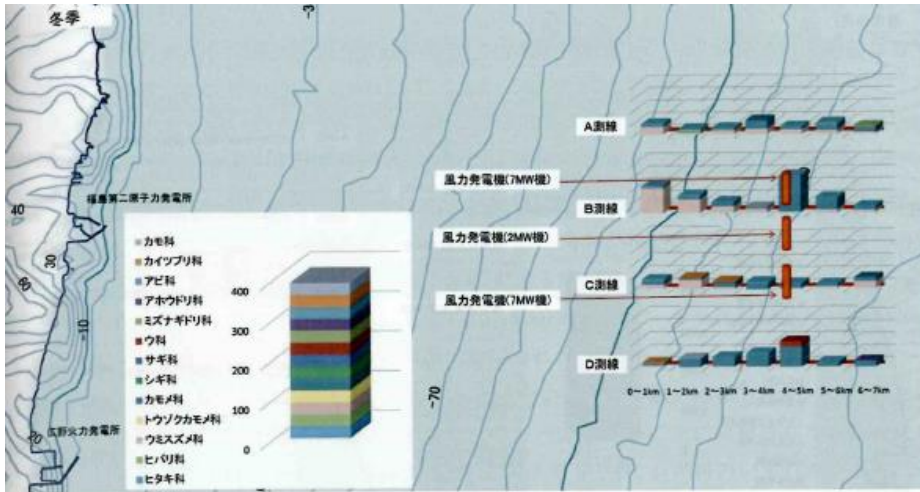


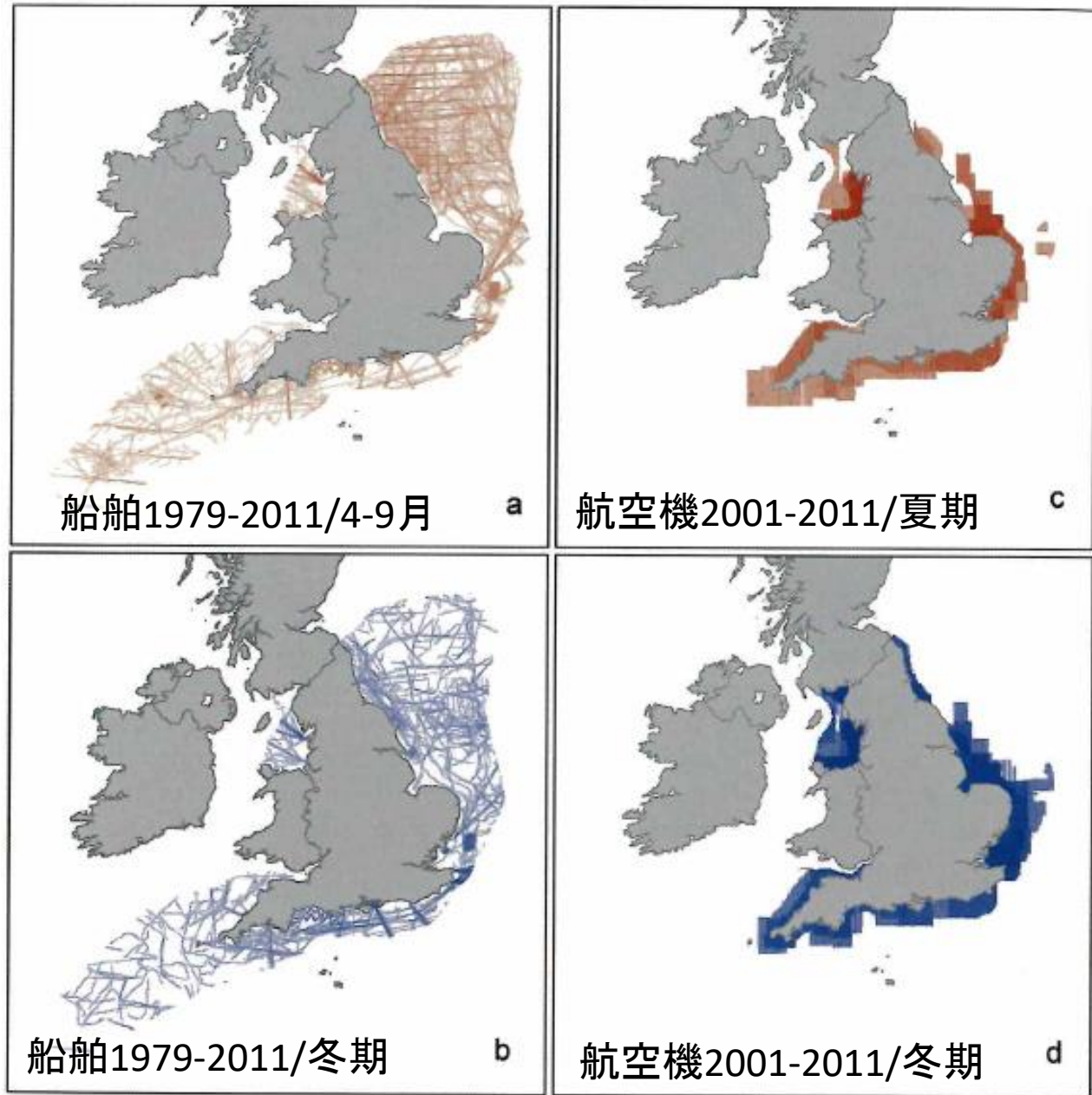
図8.1.4-5(1) 鳥類の分類群別・距離区分別確認個体数
(上: 冬季、下: 春季(4月) 調査 測線方向: 東西)

図8.1.4-5(2) 鳥類の分類群別・距離区分別確認個体数
(上: 春季(5月)、下: 夏季調査 測線方向: 東西)

季節により鳥類の種構成や個体数、分布に変化がある

英国政府これまでに行った船舶 & 航空機による海鳥センサスの結果

(1979-2011)



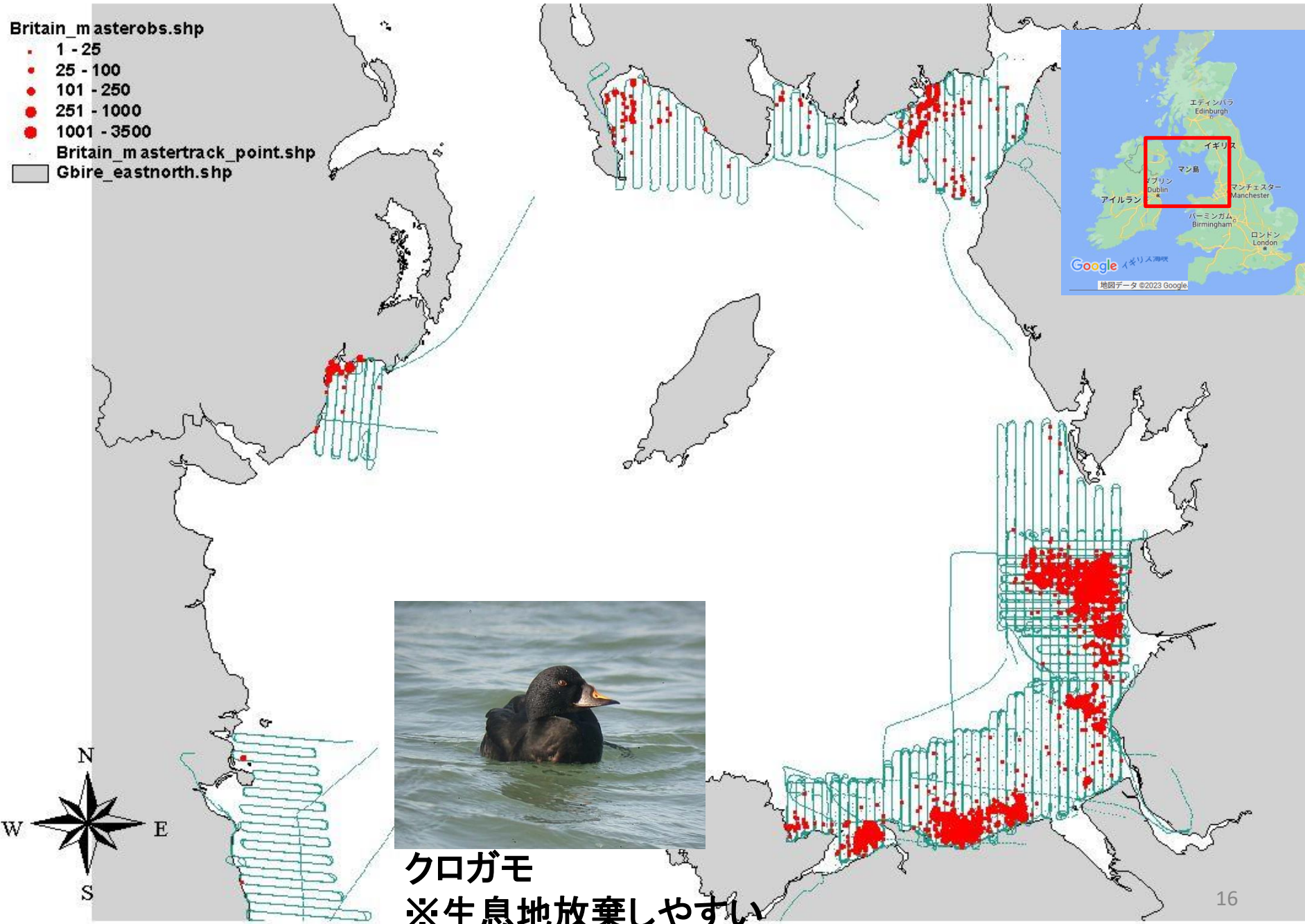
Bradbury *et al.* 2014

英国政府 (CE) が Bristol 海で行った航空機センサス調査

2009年夏 / 2009年冬 / 2010年冬
調査回数: 150フライト
調査費用: 総額250万ポンド (3億4千万円)



英国政府(CE)がアイリッシュ海で行った航空機センサスの結果(クロガモの分布)



2021 UK OFFSHORE WINDFARM MAP
 Supplied by Wind Energy Network Magazine & 4C Offshore



開発ゾーン(ラウンド)は沖合に移行している

英国では鳥類の生息状況や海洋環境に配慮して空間計画

海洋環境・生物への影響の専門家委員【COWRIE 2001-2010】

(Collaborative Offshore Wind Research Into the Environment)

英国の洋上WF開発が環境(鳥、海獣、魚、底質等)に与える潜在的な影響の理解と知識を深め、立地選定に役立てる

※鳥類が最も影響を受けやすく、かつ影響が観測可能と結論

【SOSS 2010-2012】

(Strategic Ornithological Support Services)

洋上風力と鳥類に特化して、予測されている影響と実際に起こる現象との知識ギャップを埋めるための調査を実施

【ORJIP 2012-2023】

(Offshore Renewables Joint Industry Program)

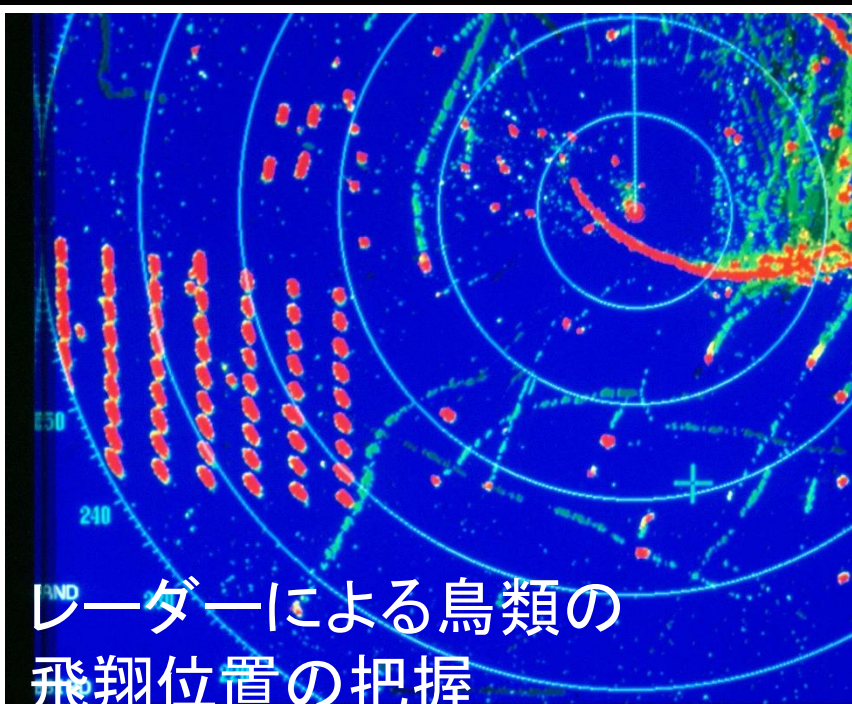
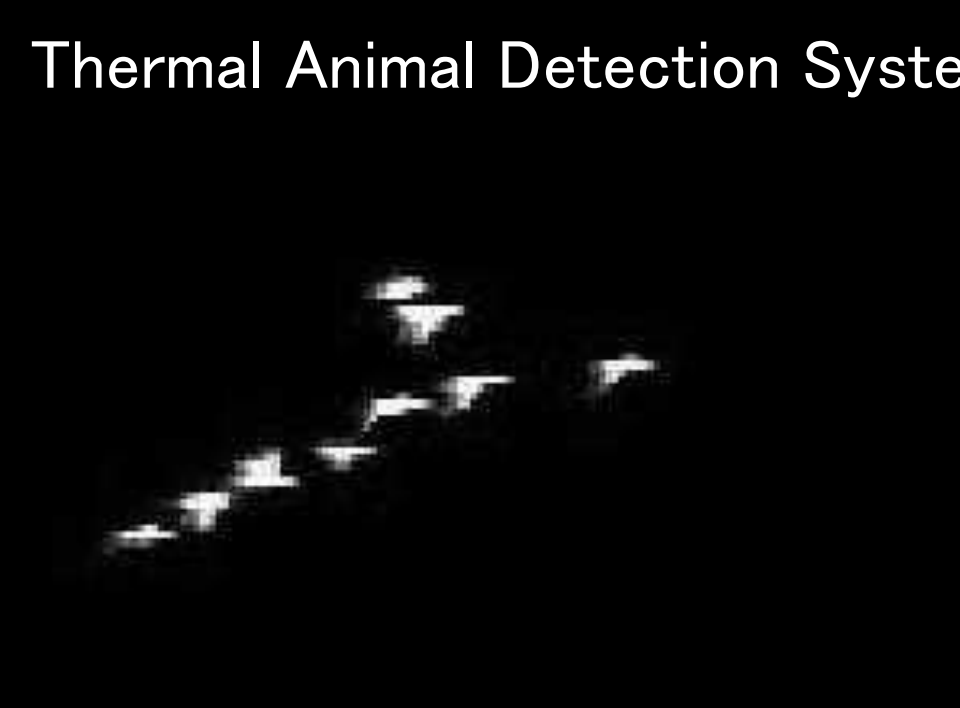
洋上WFが海洋環境に及ぼす影響の理解を深め、海洋哺乳類や鳥類への影響回避低減策を開発し、事業への不同意や遅延リスクを低減させるために設立

重要！英国では政府が専門家を招集、専門的知識と国の事前調査結果から開発ゾーン選定

事前・事後調査の重要性

- ・事前スクリーニングにおいて鳥類に対するリスクが懸念される場合は事前アセスだけでなく事後アセスを実施し、その結果に基づいた順応的運用を行うべきである
- ・事前は予防原則に、事後は順応的運用にもとづき影響回避が推奨
- ・鳥類の分布、行動、繁殖成績、個体数は自然環境の変動に伴い変化
- ・風車建設で発生する種や個体群の絶滅リスクを予測・評価するにはこうした自然環境の変動と事業実施の影響を区別する必要がある
- ・それにはBACI法やBAGデザインが有効も、洋上風力発電施設の建設に必要な面積よりも、はるかに広い面積で調査しないとこれらの手法を取る意義は高くない

Thermal Animal Detection System (TADS): 動物熱感知システム



3Dレーダーとカメラを組合せた環境監視システム

緊急稼働停止システムと連動させれば
現在もっとも影響低減に有効な事後対策

- ・レーダー: 補足モード+追跡モード
- ・カメラ: 夜間監視可能・
高解像度高倍率カメラ



DHI in Skov et al.

Skov et al. in Molis et al. Chapter 6 of Wildlife & Wind Farms, Conflicts & Solutions Vol 4

導入コスト高で事業費増大、日本では電波法の壁

1つのシステム導入に数億円!?

問合せ先: **NIRAS**²⁰



ロビンレーダーの特徴

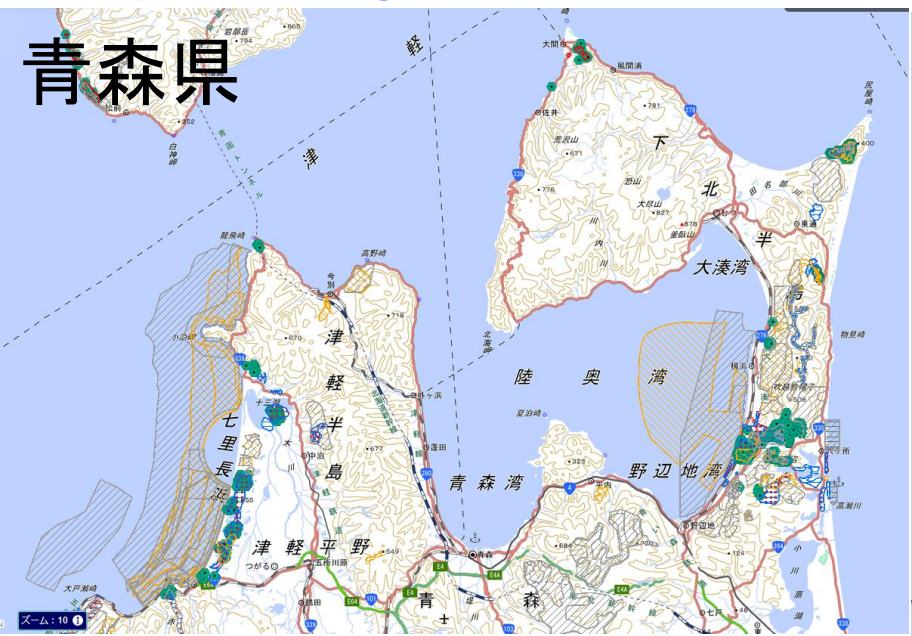
- ・鳥のサイズを識別可能
 - ・同時に30羽以上を識別追跡
 - ・3次元のため高精度で鳥の位置を補足
 - ・いずれ緊急停止システムと連動可能に
 - ・洋上風車プラットフォームや海岸に設置可能
- ※問合せ先: 極東貿易(株) ※電波法が課題

robin
radar systems



累積的影響評価について

青森県

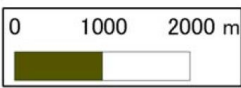


秋田県

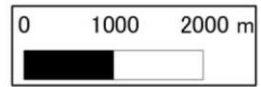
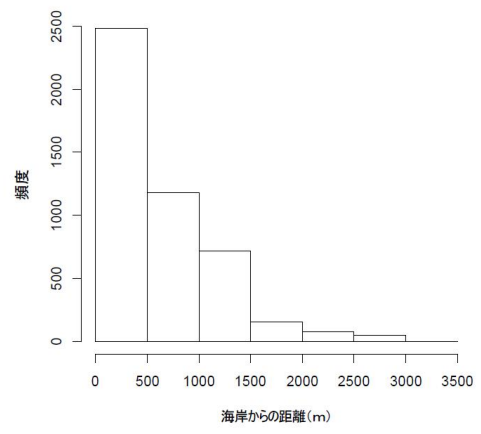


鹿児島県

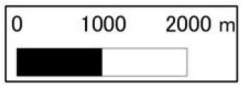
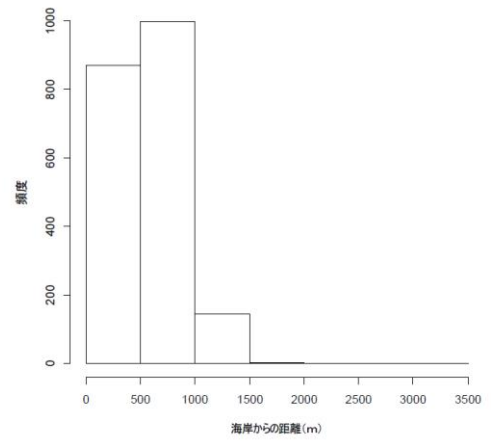




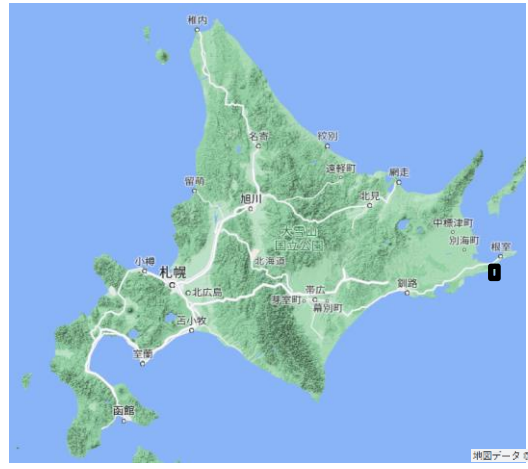
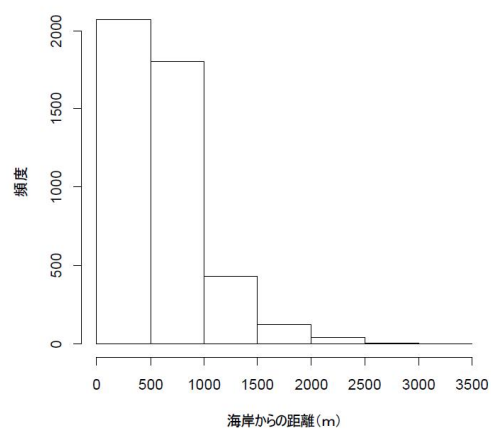
5時台



20時台



12時台



2011年5月に北海道根室市で行ったレーダー調査により判明したカモメ属とカモ科鳥類およびハシボソミズナギドリの移動・渡りルート。図中の・はレーダーで観測した鳥類の個体を、棒グラフは離岸距離の区分ごとに観測された鳥類の数を示す。海岸から1.5kmくらいまでの海域を5月上旬の渡りのピーク時は昼夜問わず移動していることが分かる。今後、日本で洋上風力発電所を建設する際には、このような状況が存在しないか、よく調査する必要があることが分かる。

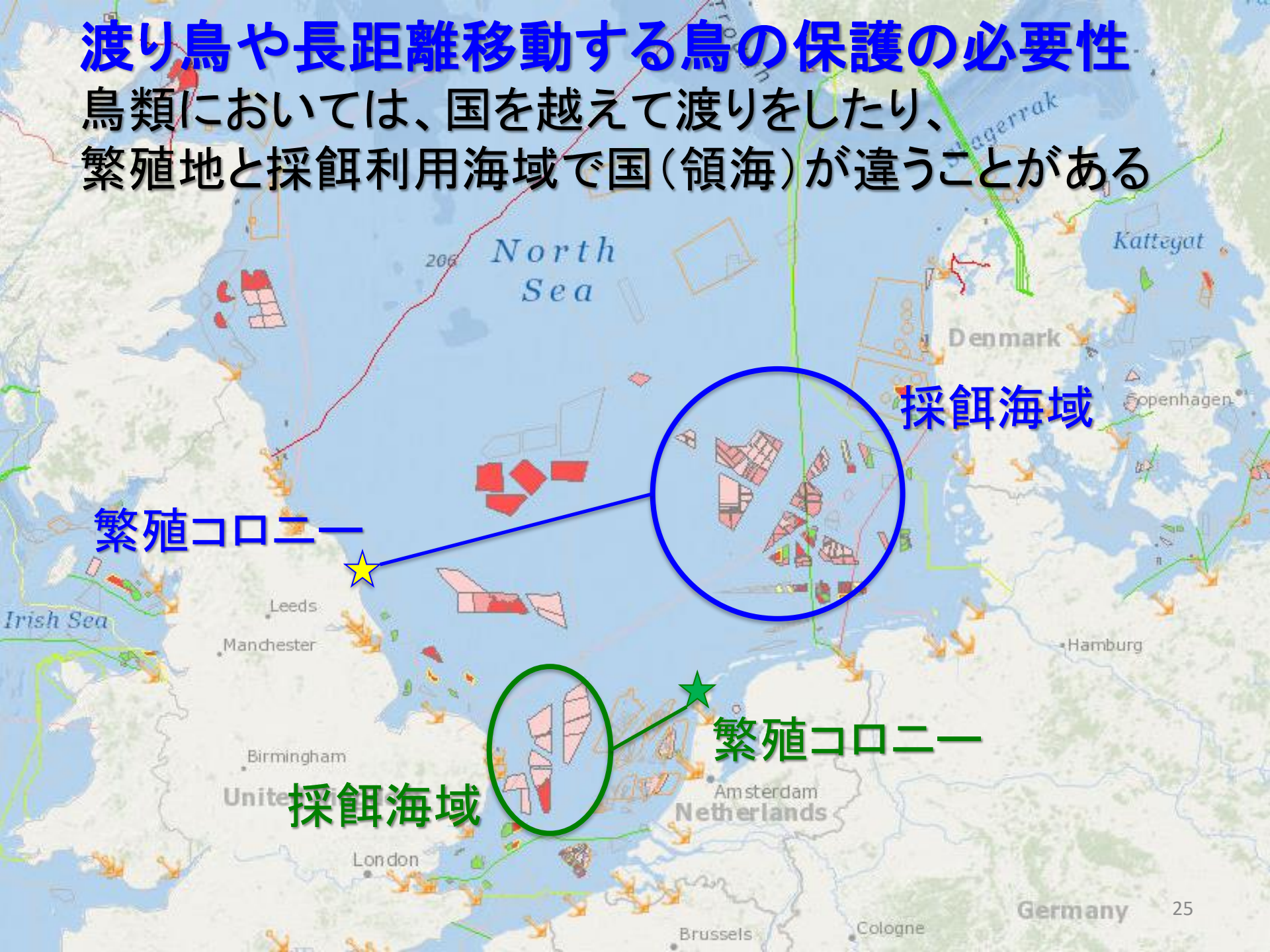
日本で野鳥への影響が大きい立地(秋田県)



9・10・12月の各月に5～6日の鳥類死骸探索で、57個体のバードストライクを発見。主に渡りのスズメ目、カモメ類、海鳥(アビ類)

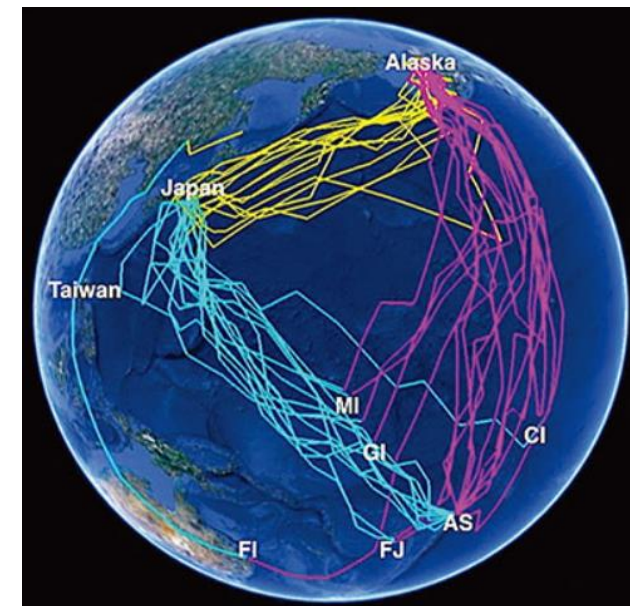
渡り鳥や長距離移動する鳥の保護の必要性

鳥類においては、国を越えて渡りをしたり、繁殖地と採餌利用海域で国（領海）が違ふことがある

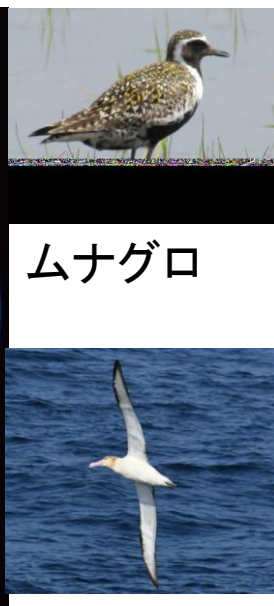


「二国間渡り鳥等保護条約」の存在

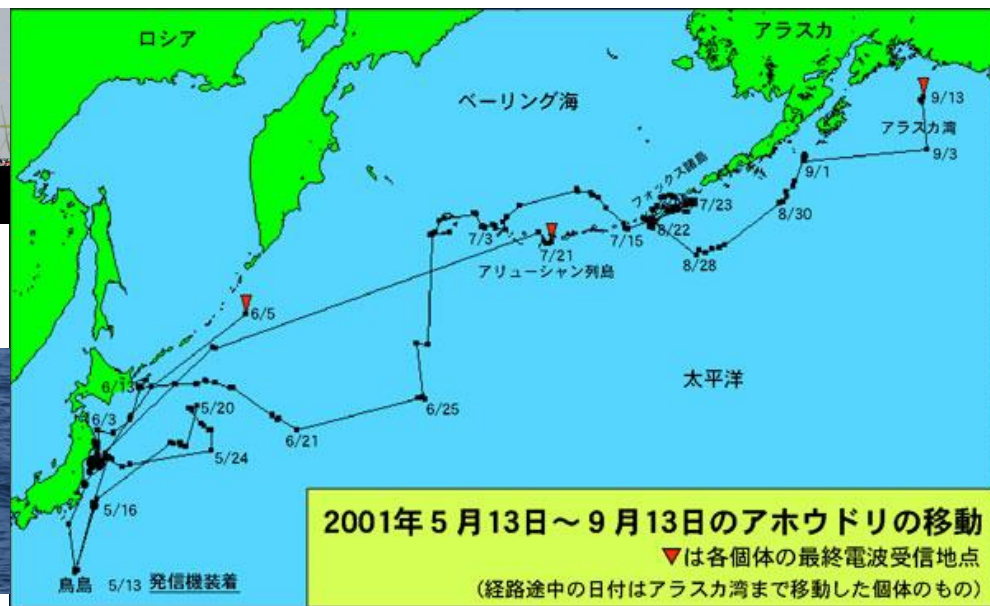
- ・渡り鳥や絶滅危惧種の生息環境を保護するため日本が他国と結ぶ2国間での条約または協定
- ・日本で確認できる鳥類の3/4は渡り鳥性鳥類で、旅鳥は太平洋、北米大陸、中国、ロシア、東南アジア諸国などを渡る
- ・米国との渡り鳥等保護条約: 189種
- ・オーストラリアとの渡り鳥等保護条約: 66種



ムナグロの渡り経路
(山階鳥類研究所HPより)



アホウドリ



アホウドリの渡り経路
(山階鳥類研究所HPより)

累積的影響評価とは何か

【環境省】

一定の地域内で複数の事業が平行して行われる際、個々の事業の環境アセスメントの積み重ねでは十分に複数事業による環境影響を検討することが困難である場合に、相加的・相乗的に影響を評価すること（EICネット）

【EC指令】

土地について管理の必要性や直接の結びつきがない場所でも、単独、またはほかの開発計画や事業とともに、その土地に重大な影響を及ぼす可能性がある開発計画や事業は、その土地の保全目的を考慮して、適切に影響評価を行う義務がある

累積的影響評価とは何か

【環境省】

一定の地域内で複数の事業が平行して行われる際、個々の事業の環境アセスメントの積み重ねでは十分に複数事業による環境影響を検討することが困難である場合に、^{加算}相乗的に影響を評価すること

【EC指令】

土地に^{直接}、土地の結びつきがない場所で^{土地} **国による定義付けが必要では!?** どのような開発計画や事業とともに、その土地に^{直接的}な影響を及ぼす可能性がある開発計画や事業は、その土地の保全目的を考慮して、適切に影響評価を行う義務がある

累積的影響評価の概念的枠組み

- ・影響…単独か? or 累積的か?
- ・活動内容…開発行為か?
- ・影響を受けるのは…個体か? 個体群か? 種か?
- ・対象領域…空間的スケールは?
- ・対象時間…時間的スケールは?

上記の情報などから、累積的影響評価の要・不要
やアプローチ方法を判断する

英国の海鳥個体群に対する衝突リスクの影響

種名	英国の個体群サイズ (成鳥)	衝突死による年間消失個体数 (推定)	衝突死による年間消失率	25年後の個体群の減少率
シロカツオドリ	586,322	3,055	0.5%	9.4 %
ミツユビカモメ (ver.1)	757,694	3,949	0.5%	8.7 %
ミツユビカモメ (ver.2)	300,000	3,949	1.3%	20.5 %
オオカモメ	33,600	913	2.7%	33.6 %
ニシセグロカモメ	224,000	682	0.3%	5.1 %
セグロカモメ	278,400	803	0.3%	4.4 %