

環境省 専門家ヒアリング(2023.2.9)

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こと

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

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

- ・洋上では鳥類への影響は観測可能で把握しやすい
- ・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

洋上風力発電の影響事例(欧州)

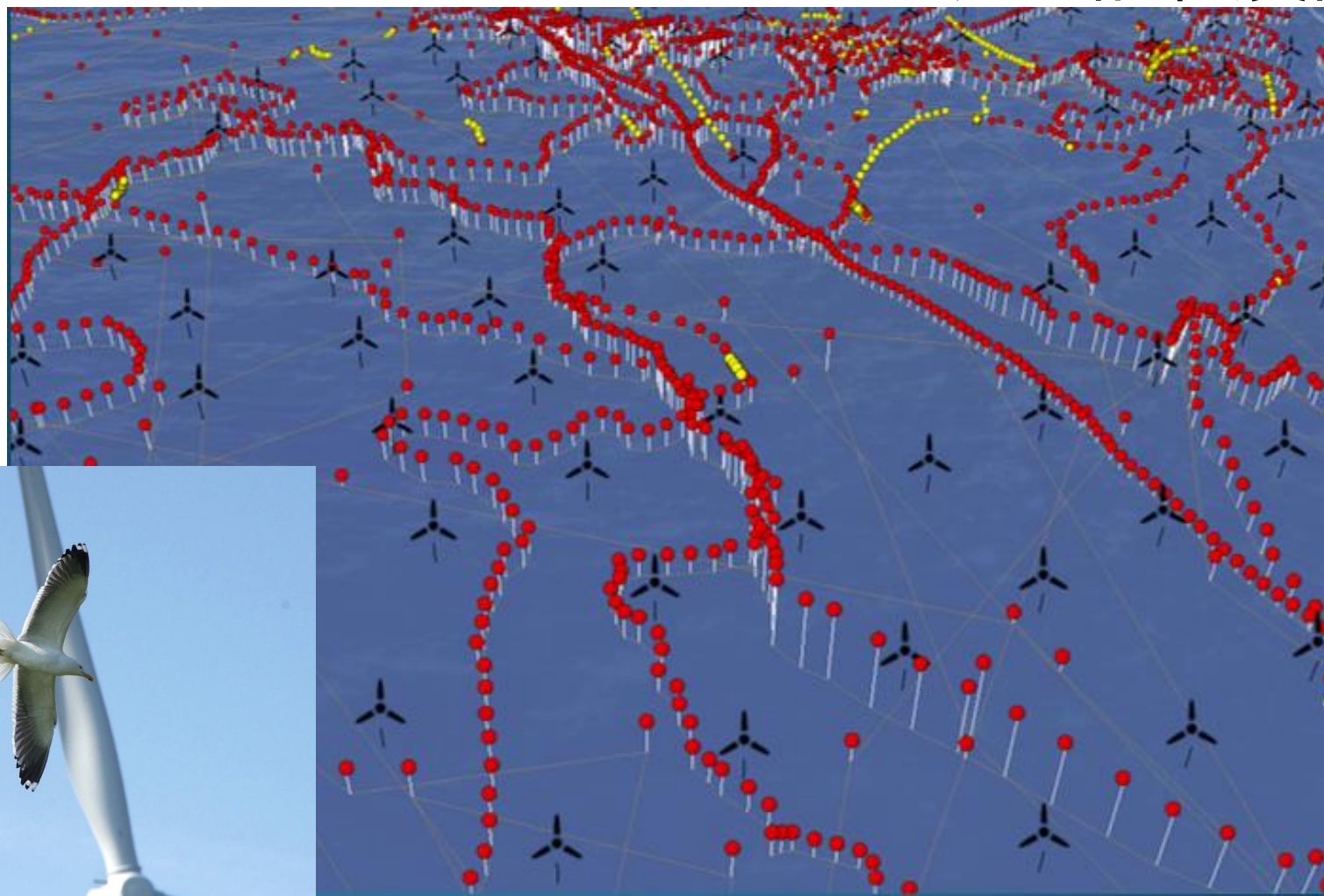
Table 9.1 – continued

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	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

欧米での陸上および海岸の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
カモメ類およびアジサシ類でBS

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)

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.

Zeebrugge洋上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

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

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

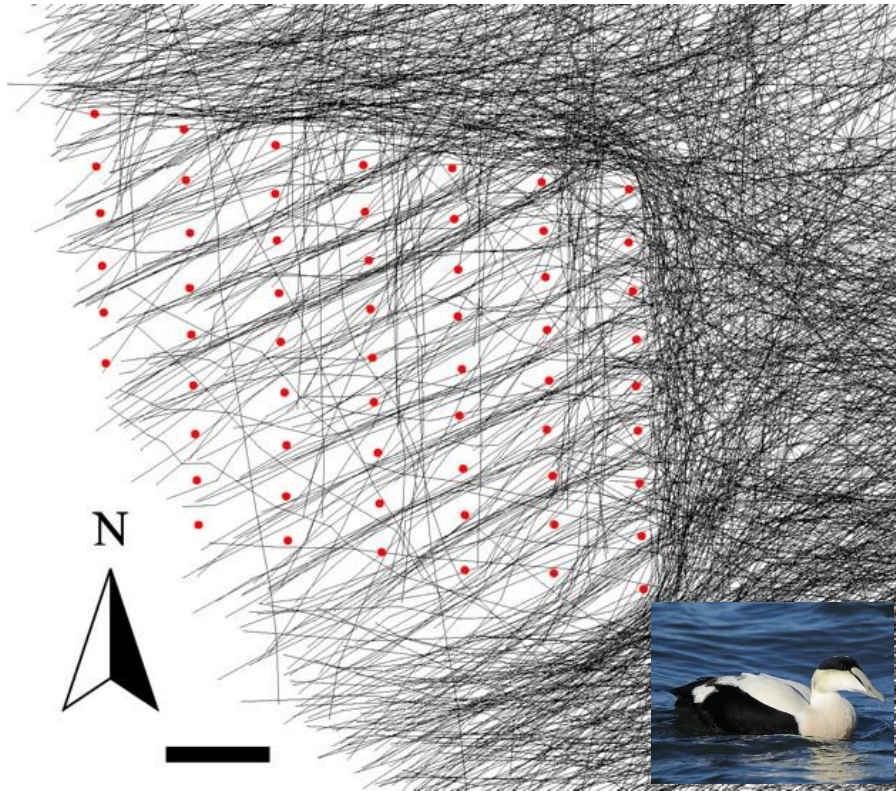
- ・バルト海の風車で1年間に44回の調査で442羽
- ・5年間に166回の調査で34種776羽
- ・半数は悪天候の3晩に集中
- ・ツグミ87%、ホシムクドリ4.8%、ヒバリ科
ハマシギ、カモメ類など

ヘリコプターによる
目視探索調査

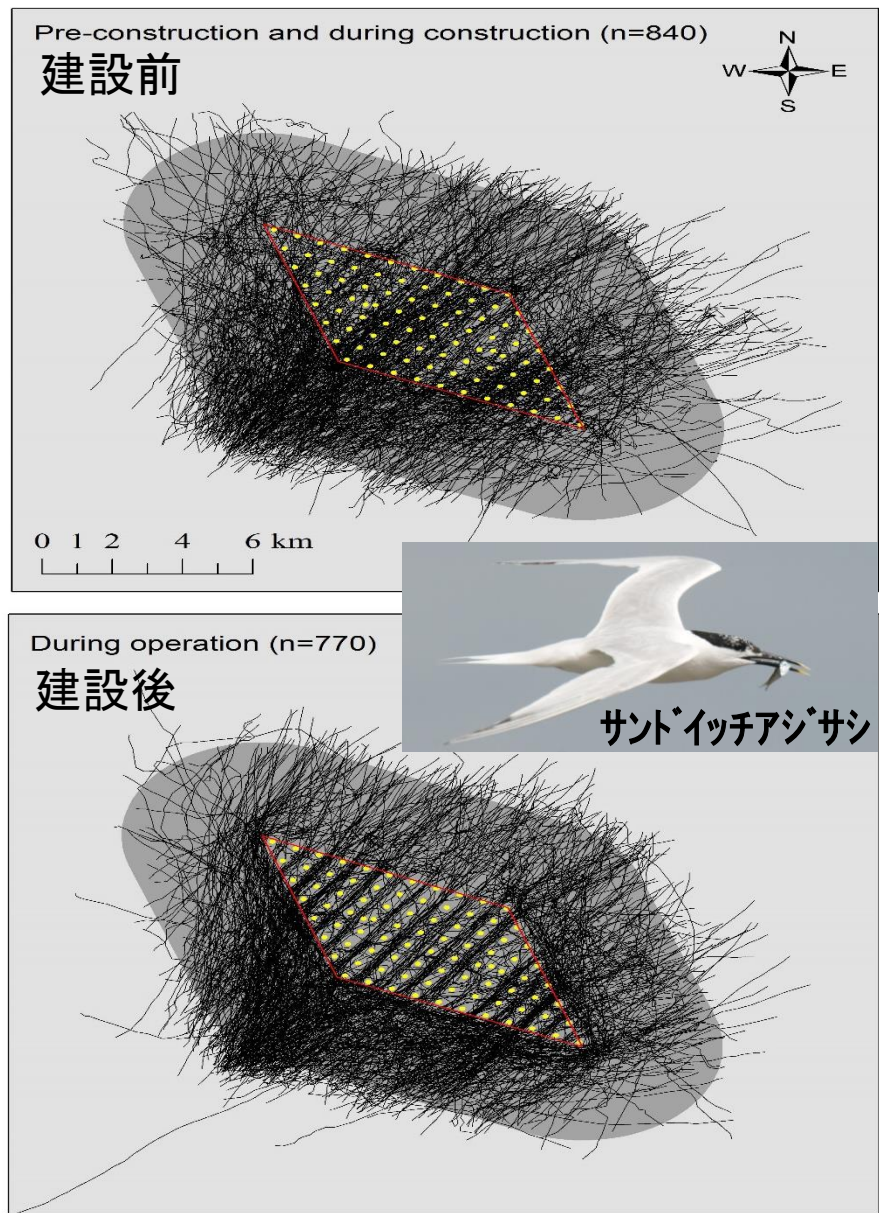
(Hüpop et al. 2006)

- ・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** de Lucas & Perrow (2017)

障壁影響…視覚的忌避行動

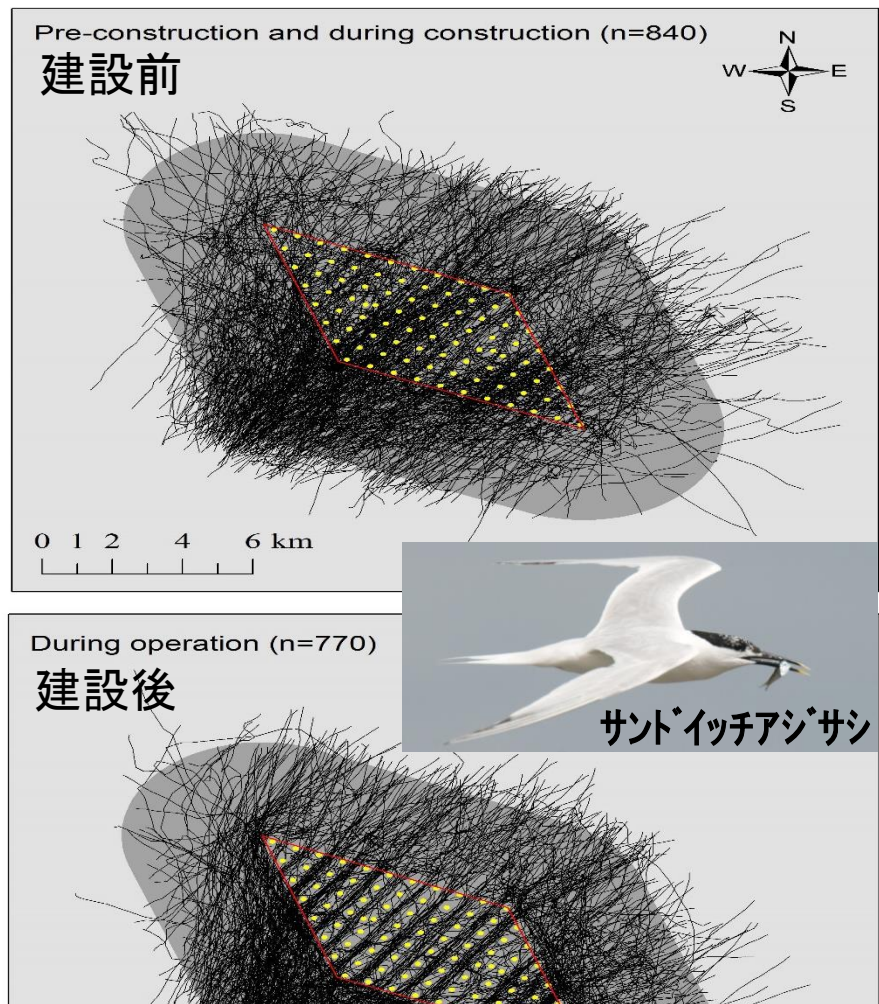
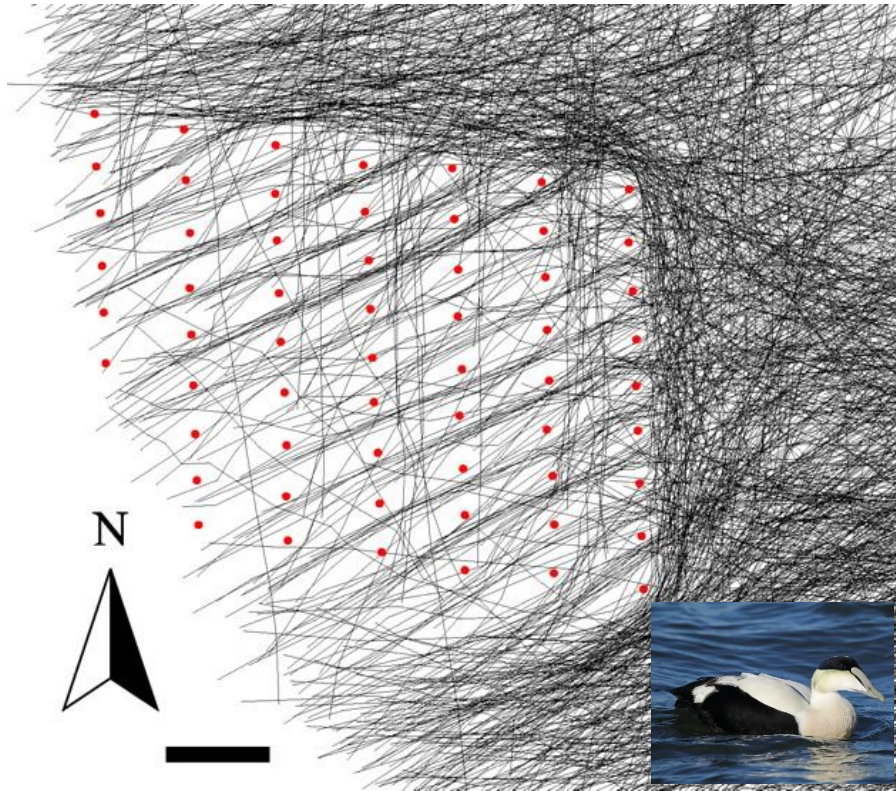


Desholm & Kahlert. 2005. Avian collision risk at an offshore wind farm.より、「渡り時の水禽類における、西風時の稼働風車に対する反応」
※デンマークの事例



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

障壁影響…視覚的忌避行動



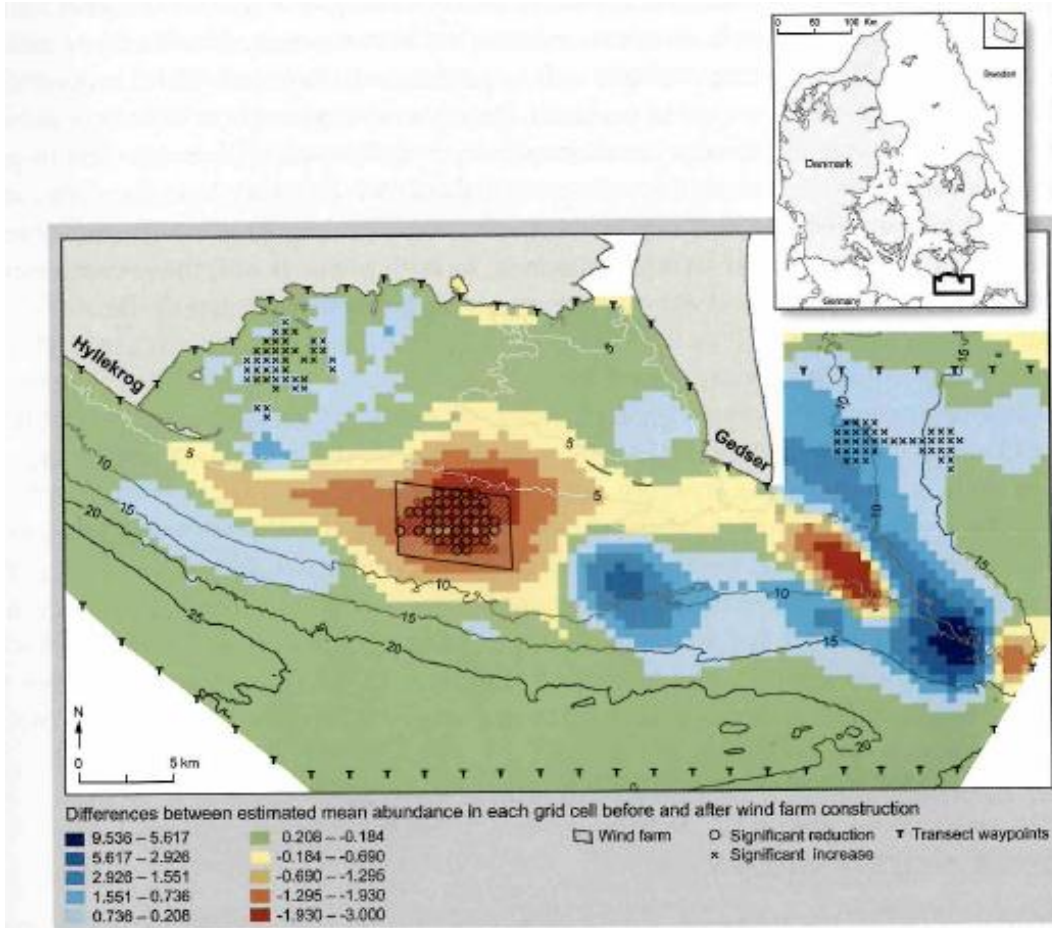
・鳥は渡り距離が50km伸びると、体重の1%が余計に減少

(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)

生息妨害…好適生息環境からの追出し・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

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

海外の洋上風発計画に対する海鳥調査の考え方

調査面積

- ・鳥類への影響が及び得るすべての範囲をカバー
- ・BAGデザインでの調査実施を心がけるべき
- ・ドイツ連邦海上水路庁(BSH)の指針
施設の外縁から最低20km、少なくとも2000km²
- ・英国のCOWRIEの指針
事業実施(開発)面積の6倍 (Camphuysen et al. 2004)

手法

- ・船舶と航空機によるセンサス調査がある
- ・船舶: トランセクトベルトの幅は通常300m、トランセクトラインの間隔は通常2~5km (Camphuysenら 2004)
- ・航空機での調査では、目視とカメラ撮影がある
- ・目視調査: 高度70~80mで、1000m程度のTベルト幅
Tラインの間隔は3~10kmに設定される
- ・カメラ: 高度400~600m、Tベルト幅200~330m



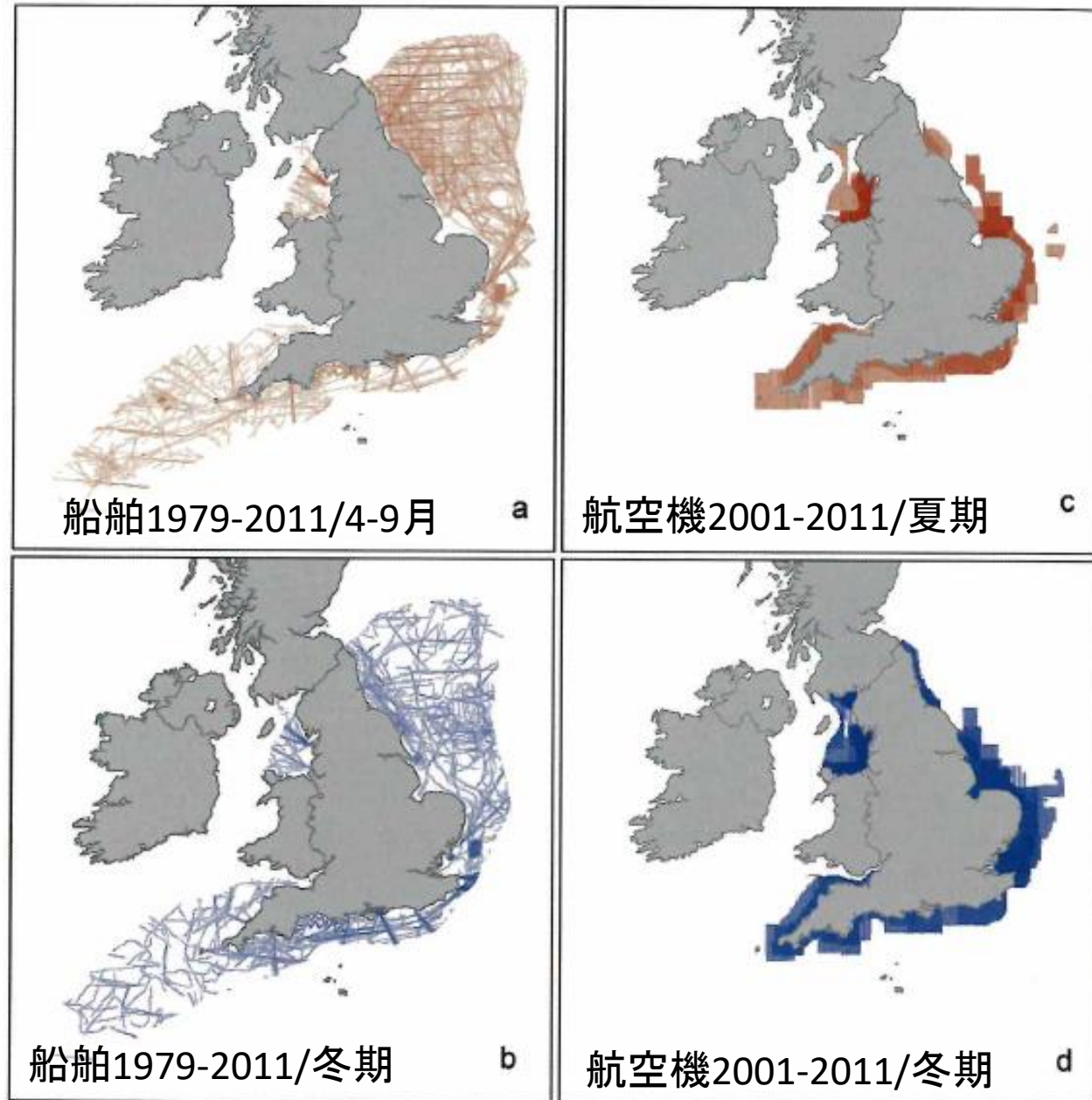
英国では政府が中古の中型船を買上げ、調査用に改造して海鳥等を調査



航空機センサス(目視)

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)



英国政府(CE)がブリストル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)

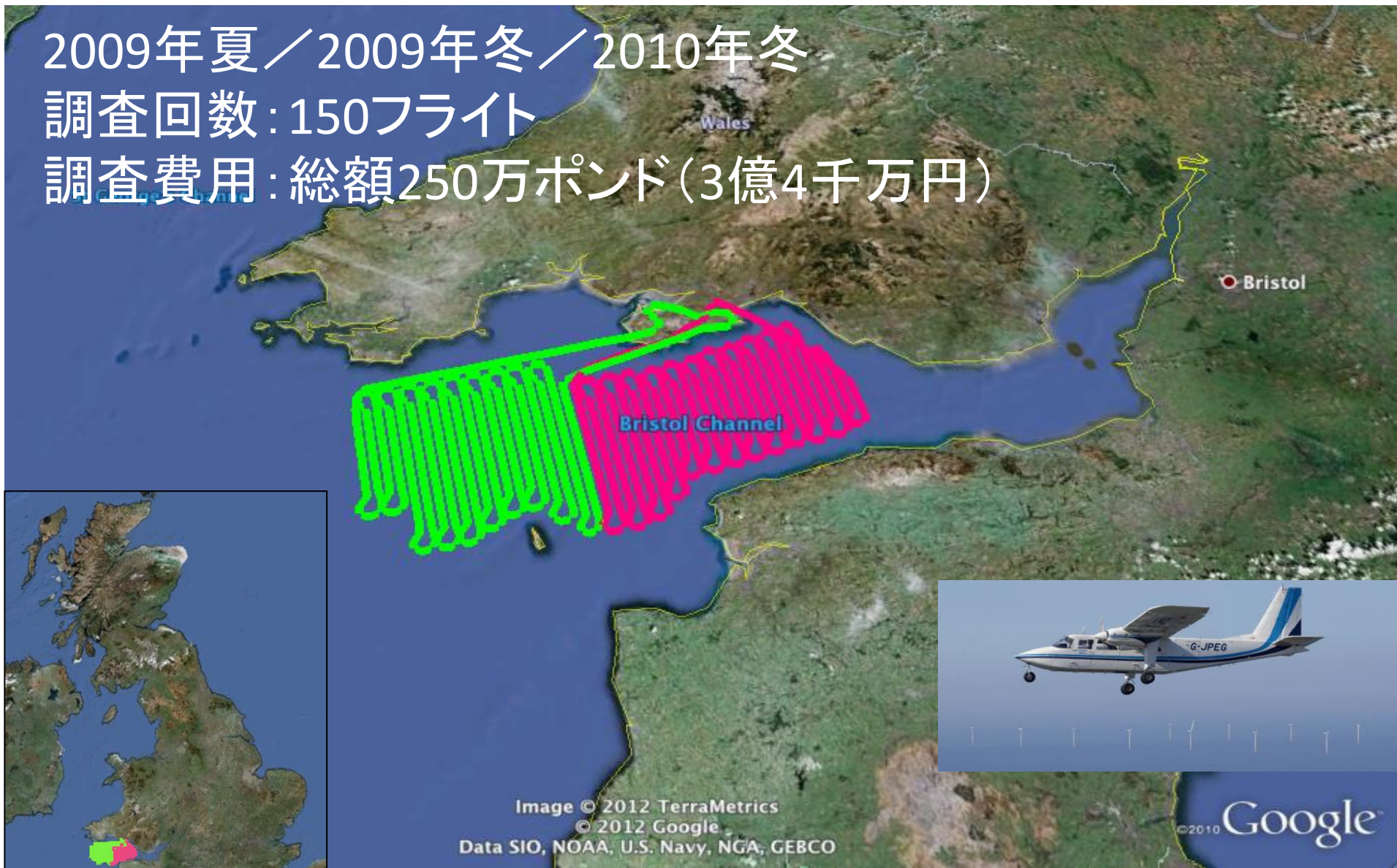
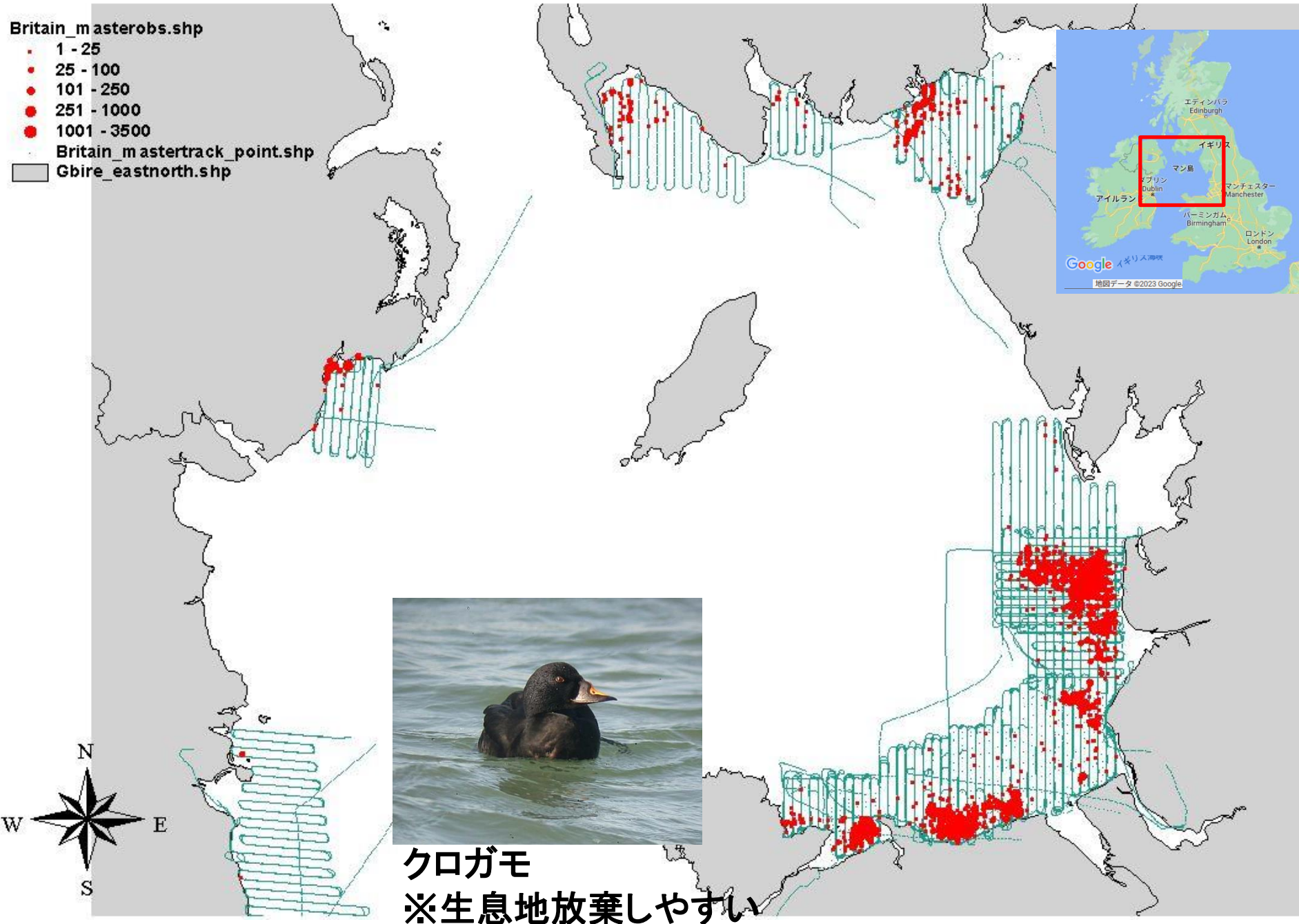


Image © 2012 TerraMetrics
© 2012 Google
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

©2010 Google

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)



WORKING TOGETHER TO UNDERSTAND THE ENVIRONMENTAL IMPACTS OF OFFSHORE WINDFARMS

COWRIE stands for Collaborative Offshore Windfarm Research into the Environment. COWRIE is a registered charity set up to improve our understanding and knowledge of the potential environmental impacts of offshore windfarm development. It has achieved this aim through a programme of research and the development of new tools and techniques. COWRIE's reports and guidance documents are widely used by all those involved in the development and regulation of the UK offshore windfarm industry. With its unique focus of working groups, COWRIE has fostered a collaborative approach to problem solving and demonstrated the offshore wind industry's commitment to working together with other players to best address its environmental concerns. COWRIE has also gained global recognition for its scientific and educational work.

WWW.OFFSHOREWINDFARMS.CO.UK



COWRIE Structure and Management



Since its inception, COWRIE has been a collaborative effort between industry, academia, and government. It has been successful in bringing together a wide range of stakeholders to address the environmental impacts of offshore windfarm development. COWRIE's work has been supported by a number of funding bodies, including the UK Department for Energy and Climate Change, the Natural Environment Research Council, and the Scottish Government. COWRIE's work has been recognized internationally, and it has been cited in numerous reports and publications. COWRIE's work has been instrumental in the development of the UK offshore windfarm industry, and it continues to play a key role in the industry's growth.

Fish and Seabed Communities



Offshore windfarm development has the potential to impact fish and seabed communities. COWRIE has conducted extensive research into the potential impacts of windfarm development on these communities. This research has shown that windfarm development can lead to changes in the distribution and abundance of fish and seabed communities. COWRIE has developed a range of tools and techniques to assess the potential impacts of windfarm development on fish and seabed communities. These tools and techniques are used by the industry to inform the design and construction of windfarms, and to develop mitigation measures to avoid, minimize, and compensate for any potential impacts.

Historic Environment



Offshore windfarm development has the potential to impact the historic environment. COWRIE has conducted extensive research into the potential impacts of windfarm development on the historic environment. This research has shown that windfarm development can lead to the loss of historic sites and features. COWRIE has developed a range of tools and techniques to assess the potential impacts of windfarm development on the historic environment. These tools and techniques are used by the industry to inform the design and construction of windfarms, and to develop mitigation measures to avoid, minimize, and compensate for any potential impacts.

Marine Data and Information



COWRIE's research programme was organized around a number of key themes, summarised in the separate boxes. The full list of over 40 studies can be found on its website (www.offshorewindfarms.co.uk) which also offers access to COWRIE's data portal, and further information about its educational work.

Education and Communication



COWRIE has a strong focus on education and communication. It has developed a range of educational materials, including brochures, leaflets, and websites, to raise awareness of the potential impacts of offshore windfarm development. COWRIE has also conducted a number of educational activities, including school visits, open days, and public consultations. COWRIE's work in education and communication has been instrumental in the development of the UK offshore windfarm industry, and it continues to play a key role in the industry's growth.

Coastal Processes



Offshore windfarm development has the potential to impact coastal processes. COWRIE has conducted extensive research into the potential impacts of windfarm development on coastal processes. This research has shown that windfarm development can lead to changes in the distribution and abundance of coastal processes. COWRIE has developed a range of tools and techniques to assess the potential impacts of windfarm development on coastal processes. These tools and techniques are used by the industry to inform the design and construction of windfarms, and to develop mitigation measures to avoid, minimize, and compensate for any potential impacts.

Birds



Offshore windfarm development has the potential to impact birds. COWRIE has conducted extensive research into the potential impacts of windfarm development on birds. This research has shown that windfarm development can lead to the loss of bird habitats and the disturbance of birds. COWRIE has developed a range of tools and techniques to assess the potential impacts of windfarm development on birds. These tools and techniques are used by the industry to inform the design and construction of windfarms, and to develop mitigation measures to avoid, minimize, and compensate for any potential impacts.

Sound Impacts



Offshore windfarm development has the potential to impact sound. COWRIE has conducted extensive research into the potential impacts of windfarm development on sound. This research has shown that windfarm development can lead to changes in the distribution and abundance of sound. COWRIE has developed a range of tools and techniques to assess the potential impacts of windfarm development on sound. These tools and techniques are used by the industry to inform the design and construction of windfarms, and to develop mitigation measures to avoid, minimize, and compensate for any potential impacts.

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

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

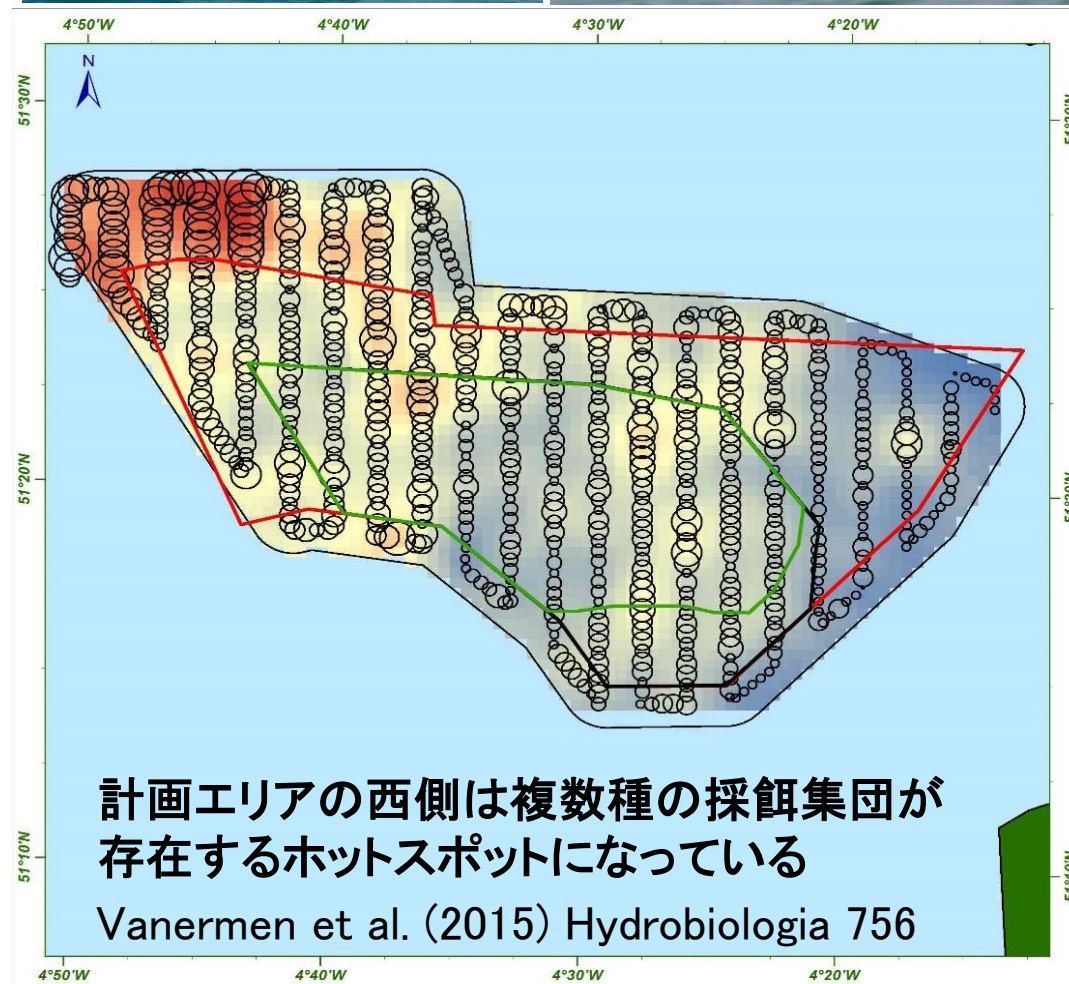
(Offshore Renewables Joint Industry Program)
 洋上WFが海洋環境に及ぼす影響の理解を深め、海洋哺乳類や鳥類への影響回避低減策を開発し、事業への不同意や遅延リスクを低減させるために設立

計画エリアの小変更による鳥類への影響低減(英国)

Micro Siting(細かな立地選定)は、様々な鳥類の種類で予測される影響を緩和するための理論的な選択肢を数多く提供する

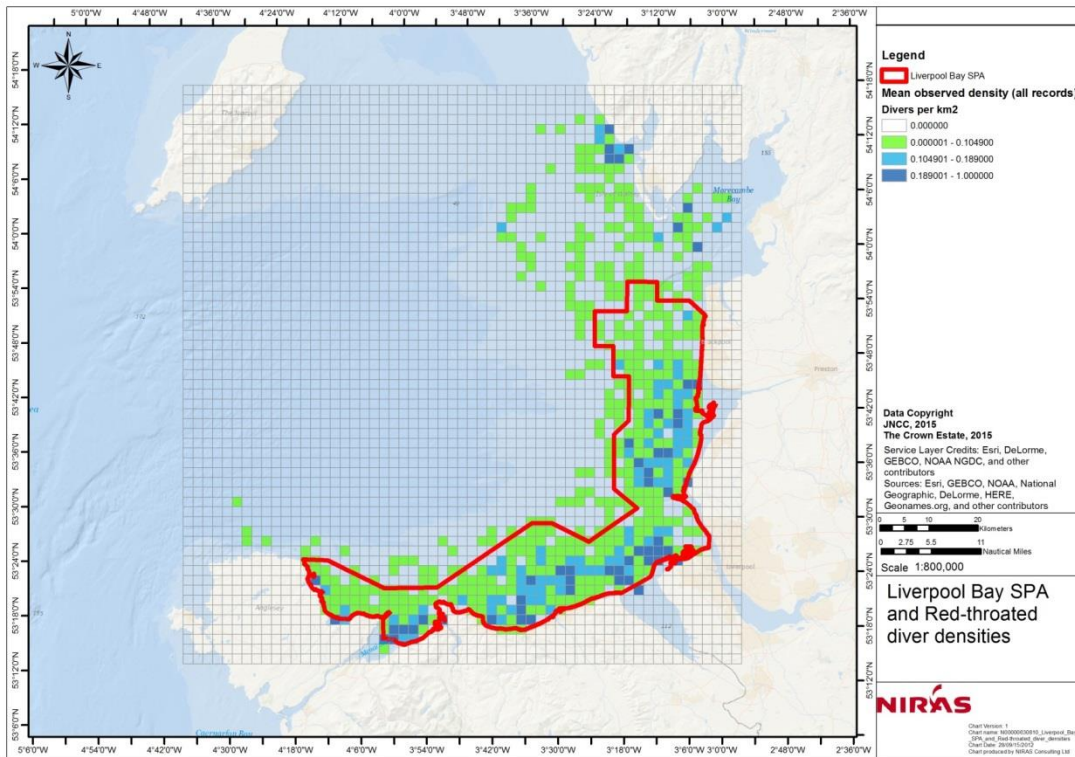
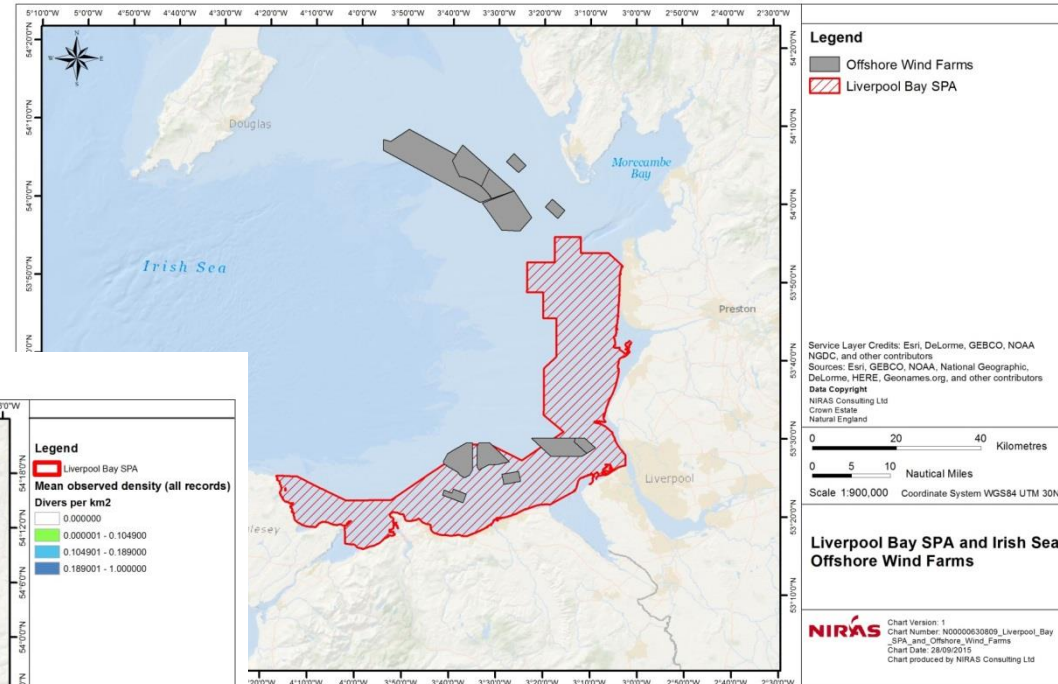
ここでは、当初の赤線の計画エリアが緑線に変更され、多くの海鳥、特に複数の種群が採餌する赤い「ホットスポット」地域を回避できた

計画エリアを広くとっておくことで、環境への影響が低い場所に絞り込んで立地選定できるようになる



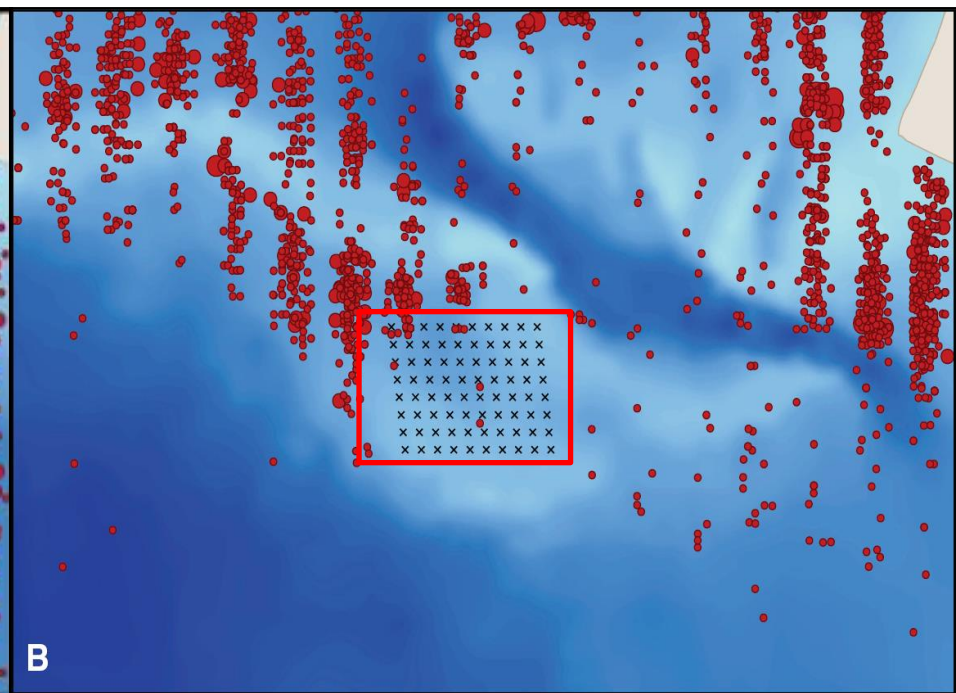
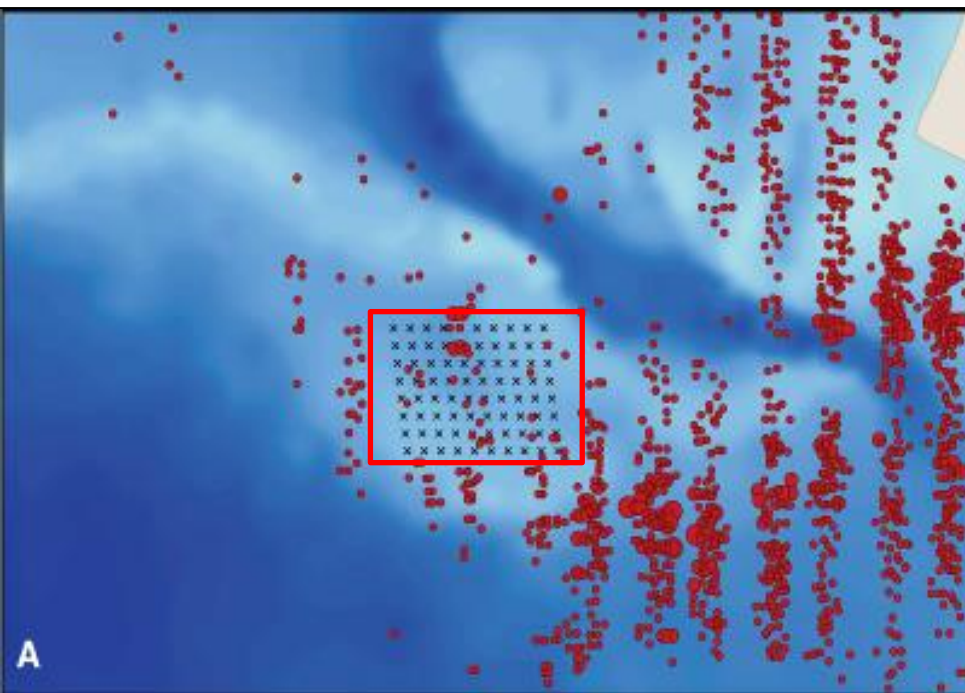
洋上WF建設に必要な面積よりも広い範囲で 事前調査した結果を活かして

英国・リバプールの 洋上風力発電の 立地選定ゾーニング ※SPAとの共存



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)

□は日本で想定される対象事業実施区域の予想範囲
これでは、クロガモの生息地放棄や移動について把握できない



Pre-construction distribution 建設前の分布

Post-construction distribution 建設後の分布

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)

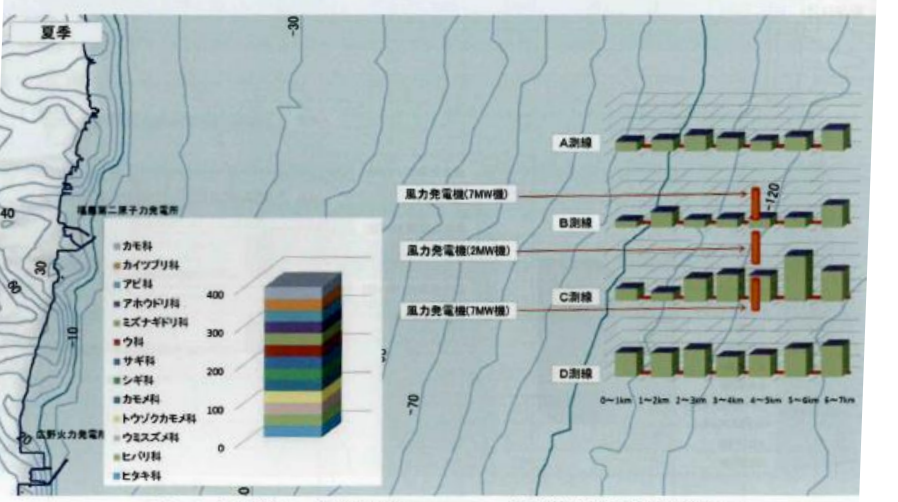
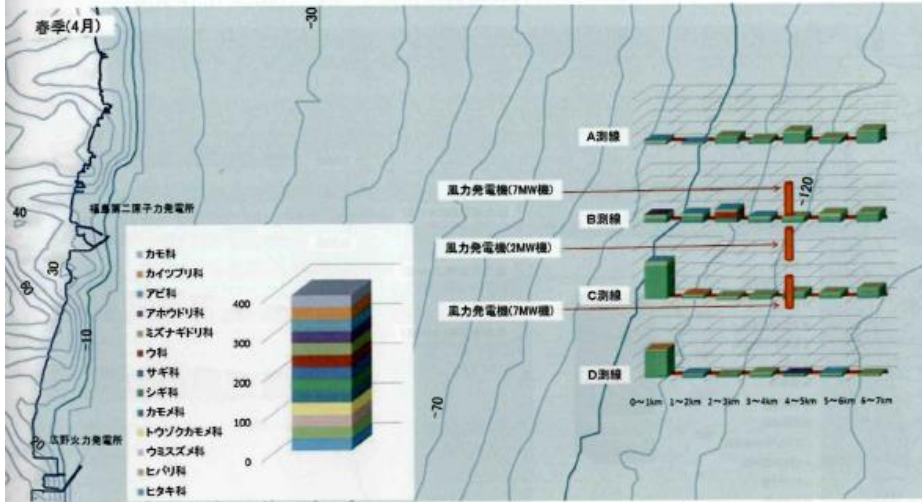
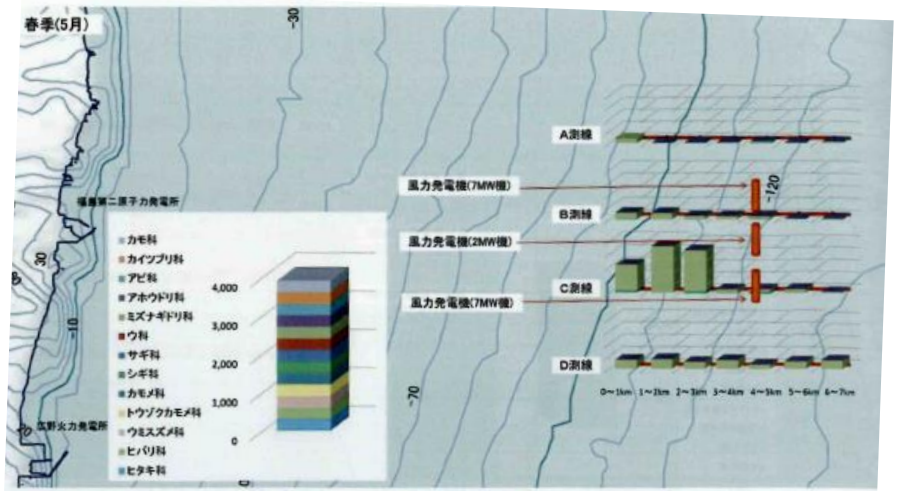
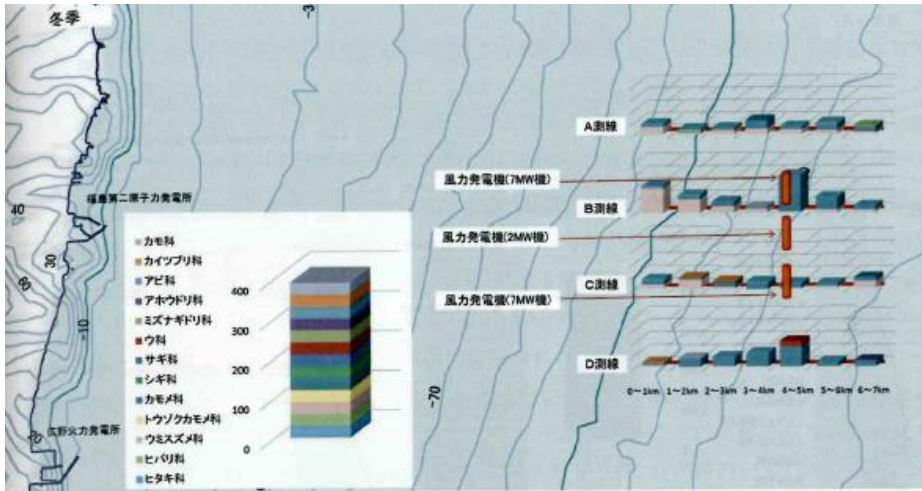


図8.1.4-5(1) 鳥類の分類群別・距離区分別確認個体数
(上:冬季、下:春季(4月)調査 測線方向:東西)

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)

英国・Scroby Sands洋上風力発電所(視察:2018年9月)



- ・風車建設後に砂州が発達した
- ・海底地形や海流の事前アセスは無く、砂州ができたのは風車が原因か不明
- ・アザラシやカモメが繁殖するようになった
- ・漁礁効果により風車周辺で魚類の量が増えたせいかもしれない
- ・対岸にアジサシの集団繁殖コロニーがあったが、風車建設後の海浜地形の変化で消失、別の場所に移動した



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

事前・事後調査の重要性

順応的運用

- ・建設前だけでなく運用後にも継続的なモニタリングを行い、その結果に合わせて運用方法を柔軟に変えること
- ・不確実性により事前の予測を超える影響や想定外の影響が顕在化した場合でもただちに対処できるようになる

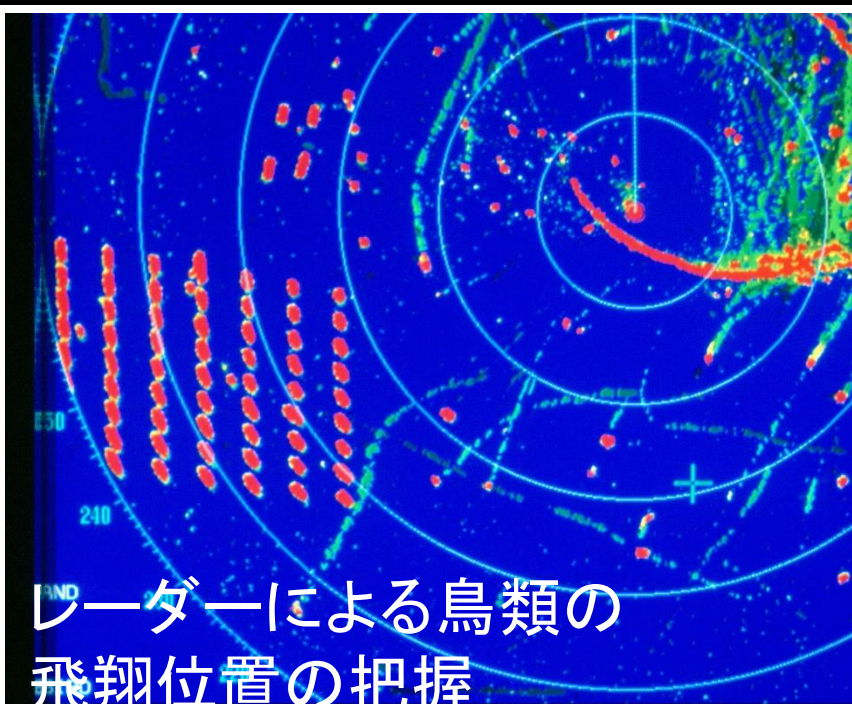
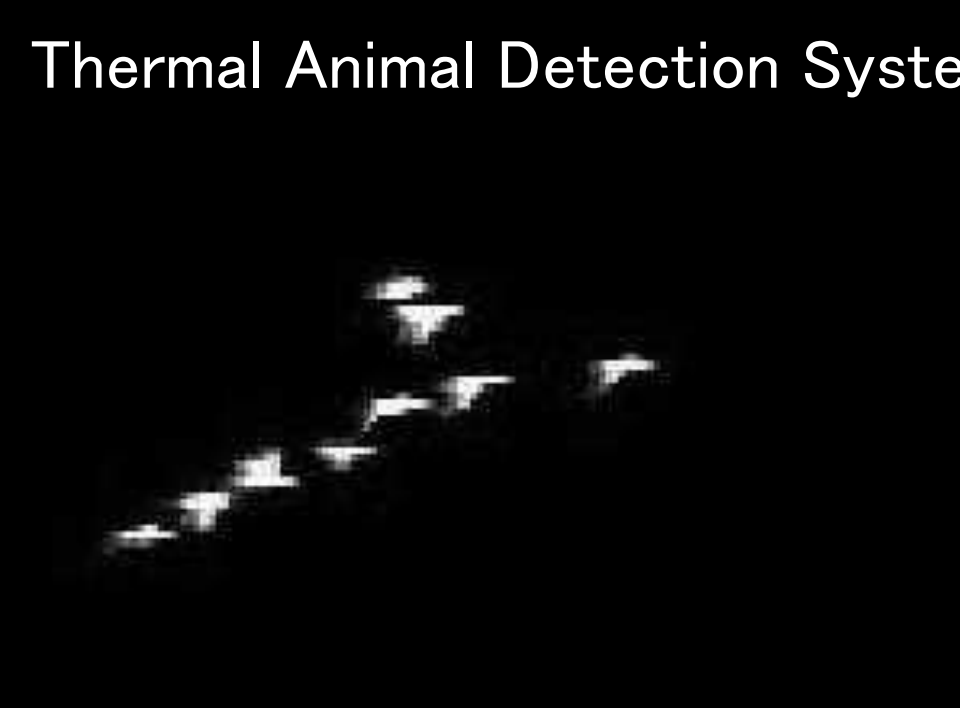
BACI法 (Before and After / Control and Impact = 事前事後対照区影響評価)

- ・洋上WFの建設前と建設後の状況を建設地(影響地点)だけでなく影響の及ばない対照地点においても同様に調査し、比較する

BAGデザイン (Before and After Gradient = 事前・事後影響傾斜評価)

- ・影響発生予測域の中心点からの距離に応じた影響度合いの変化を事前と事後で比較。この方法では対照地点を必要とせず、事業建設による影響の空間的な広がりとその時間変化を直接評価できる

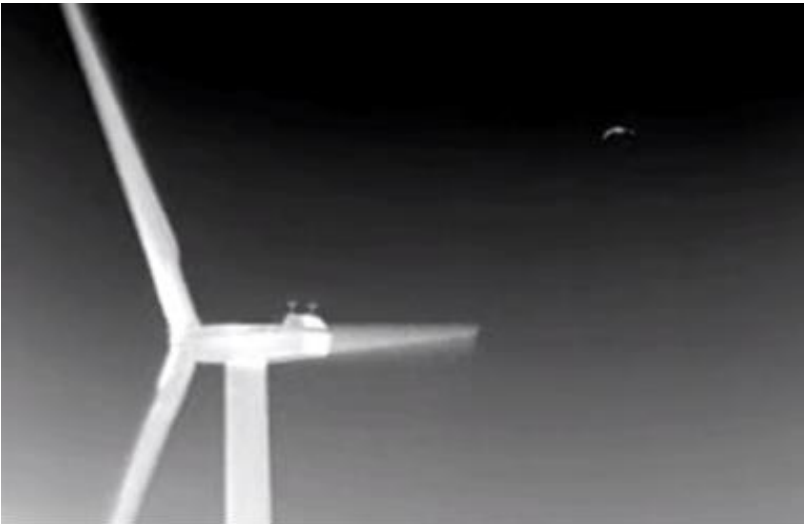
Thermal Animal Detection System (TADS): 動物熱感知システム



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**



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



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

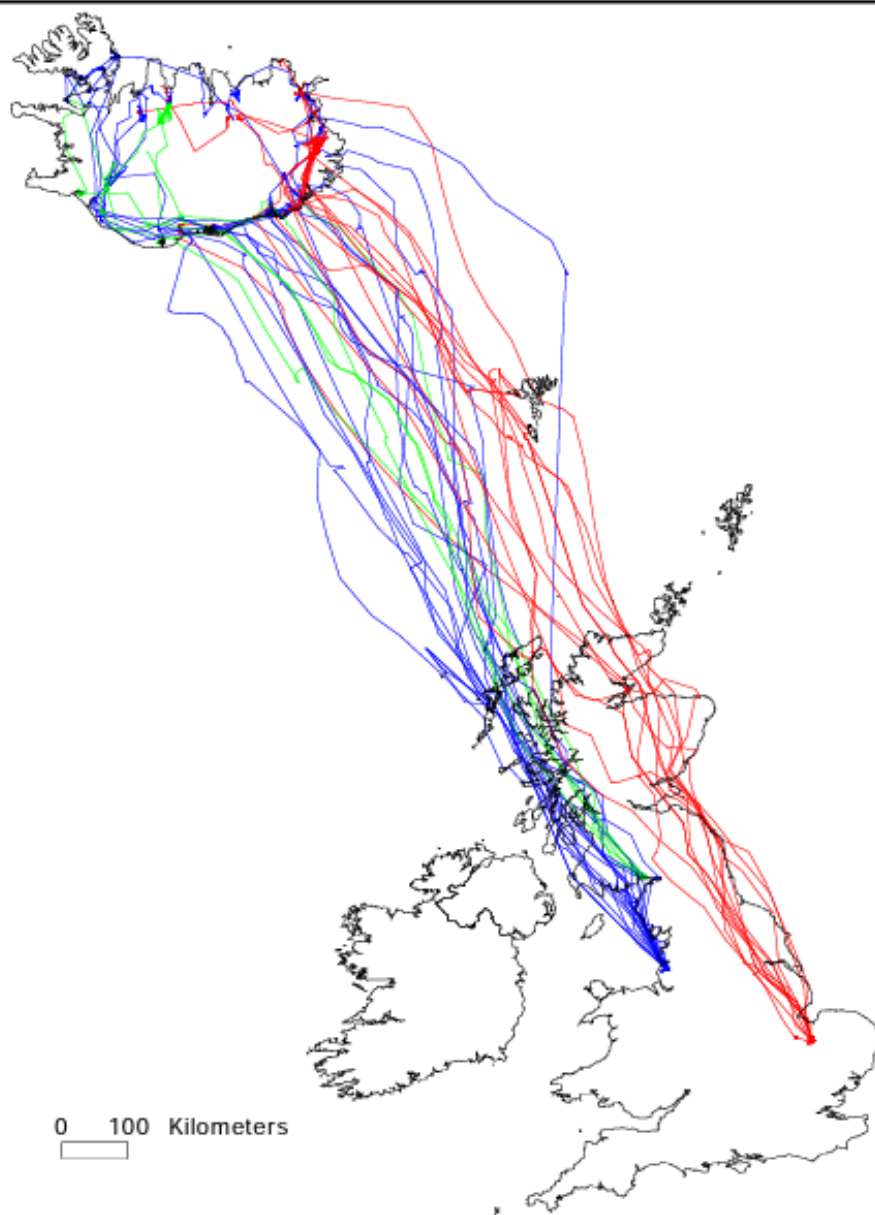


英国におけるオオハクチョウへの衛星電波発信機装着による生息・飛翔状況調査の結果



COWRIEプロジェクトでは、政府とRSPBが費用を折半し、10年間で3,000羽の大型鳥類（含む、海鳥）に発信機を装着

その結果を風力発電に係る立地選定に活用している

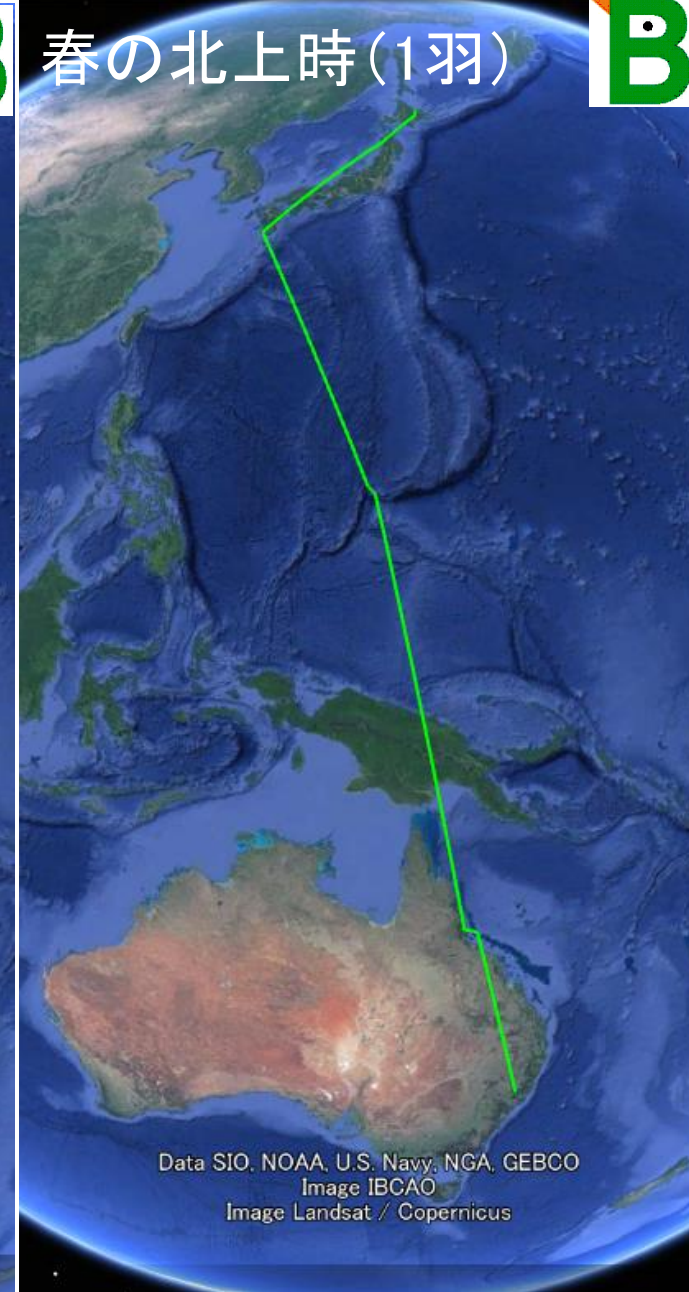
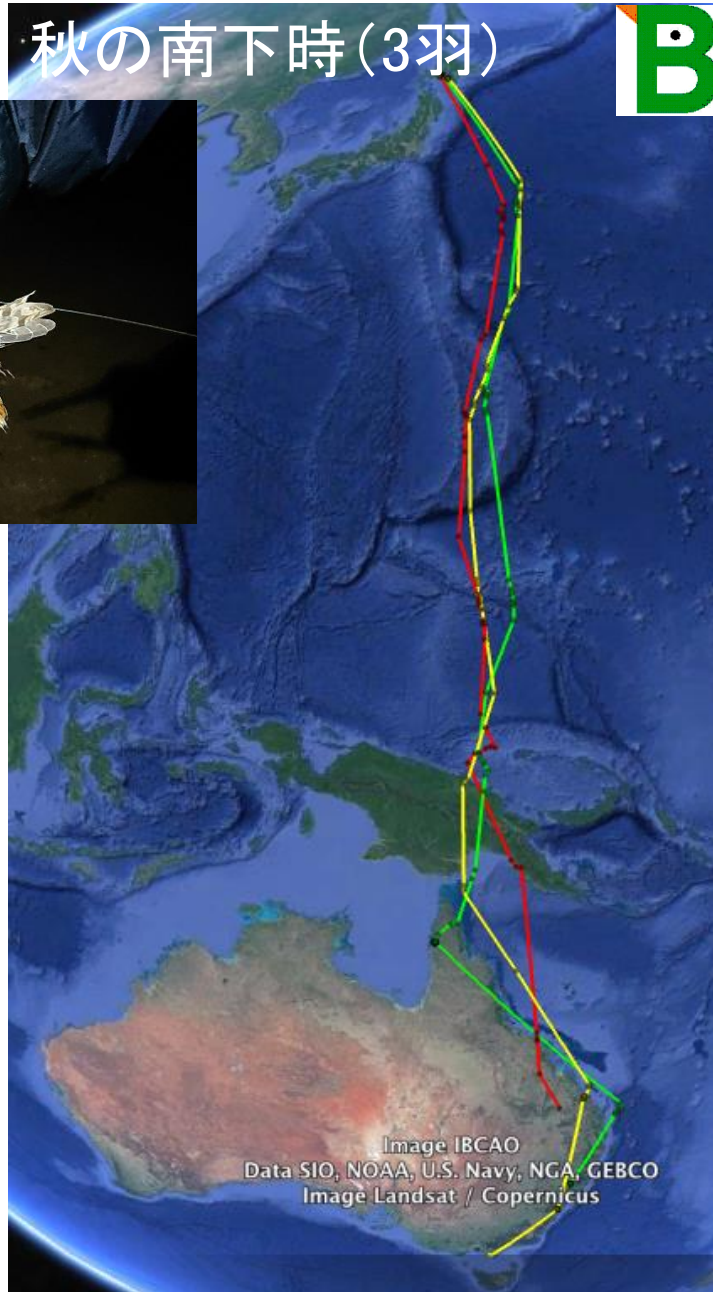


衛星電波発信機を装着して分かったオオジシギの渡り経路

秋の南下時(3羽)



春の北上時(1羽)



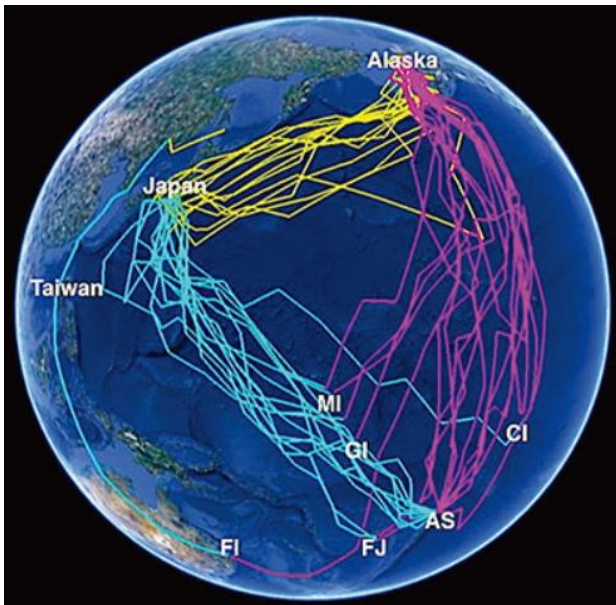
- オオジシギ
- ・準絶滅危惧種
 - ・日豪渡り鳥条約
 - ・繁殖個体数急減
(2018年→2020年
の短期間-40%)
 - ・豪州政府
NT→VU(2021年)
 - ・IUCN
LC→NT(2022年)

Image IBCAO
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image Landsat / Copernicus

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image IBCAO
Image Landsat / Copernicus

「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

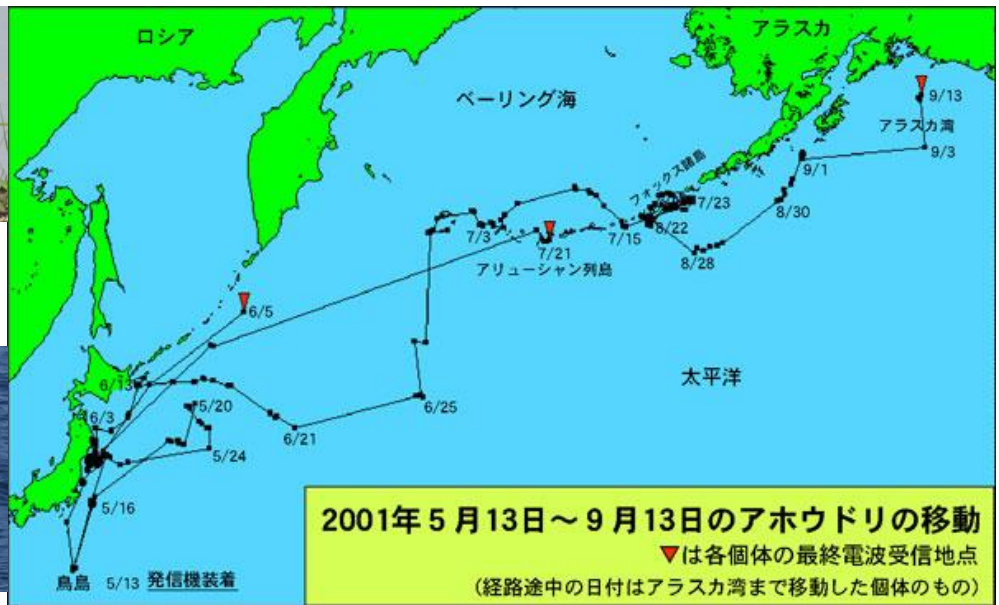


ムナグロの渡り経路
(山階鳥類研究所HPより)



ムナグロ

アホウドリ



2001年5月13日～9月13日のアホウドリの移動
▼は各個体の最終電波受信地点
(経路途中の日付はアラスカ湾まで移動した個体のもの)

アホウドリの渡り経路
(山階鳥類研究所HPより)