

《記録集／国際シンポジウム》

# 野鳥と風力発電の センシティブティマップ

—— その作成と活用方法

## CONTENTS

はじめに .....03

あいさつ .....04

### 第 1 部 講演

1 環境省における全国向け野鳥と風力発電のセンシティビティマップ .....06  
有山義昭 [環境省自然環境局野生生物課 計画係長]

2 衝突履歴を利用した全国スケールのセンシティビティマップ作成の試み .....13  
北村 亘 [東京都市大学 環境学部 講師]

3 鳴門市でのゾーニングにおけるセンシティビティの評価検討について .....20  
市川大悟 [世界自然保護基金ジャパン 気候変動エネルギーグループ]

4 北海道北部における繁殖海鳥の  
洋上風力発電センシティビティマップ作成事例 .....26  
風間健太郎 [北海道大学 水産科学院 博士研究員]

5 北海道宗谷地域における野鳥と  
風力発電のセンシティビティマップ作成事例 .....31  
浦 達也 [日本野鳥の会 自然保護室 主任研究員]

6 国内外のゾーニングの取り組みと今後の課題 .....36  
分山達也 [自然エネルギー財団 上級研究員]

7 野鳥と風力発電の調和 —— センシティビティマップの重要性 .....41  
トリストラム・アリンソン [バードライフ・インターナショナル]

8 アイルランドにおける風力発電のための  
鳥類センシティビティマップ作成ツール .....51  
ウーナ・ダガン [バードウォッチ・アイルランド]

9 ブルガリアにおける野鳥のセンシティビティマップと風力発電開発 .....61  
イリーナ・マテーバ [ブルガリア鳥類保護協会]

### 第 2 部 パネルディスカッション .....68

パネリスト：トリストラム・アリンソン、ウーナ・ダガン、イリーナ・マテーバ、有山義昭、市川大悟、  
風間健太郎、浦達也、分山達也  
コーディネーター：北村亘

## はじめに

当会は、できるだけ早急に地球温暖化対策を施さなければ、将来的に多くの生物の生命を危険に晒し、広範に生物多様性が失われてしまうことになると考えています。そのため、代替エネルギーとして実用的な技術レベルに達している風力発電を、積極的に導入していくことに賛成しています。しかし、立地条件によっては絶滅危惧種の野鳥の衝突事故といった環境影響が生じるなど、風力発電の導入が野鳥など野生生物の生息に悪影響を及ぼす事例も報告されています。そのことから、今後の風力発電の導入にあたっては、既存の野生生物の生息に大きな損失を与えることを避け、生物多様性の保全と調和のとれた風力発電の導入を図ることが課題になっていくと考えます。

風力発電事業における環境影響を回避・低減するためには、適切な立地選定、つまり大きな環境対立が予想される場所への立地を事前に回避することがもっとも重要です。風力発電施設が鳥類に与える影響を左右する最大要因は風車の立地場所であり、欧州諸国ではこれまでに風車が鳥類に影響を及ぼした繁殖妨害や生息地放棄等の事例を蓄積し、鳥類が風力発電の建設による影響を受けやすい場所を示すような、センシティブティマップ作りが行われています。

風力発電の先進国と言われる国々では、地域の環境保護のみならず、風力発電の導入促進の観点からもセンシティブティマップ作りの必要性が指摘されています。一方、日本ではセンシティブティマップ作成の体系的な方法論は確立していないため、我々が欧州諸国からマップ作成の取り組みについて学ぶ意義は大きいという状況です。

そこで当会は、欧州諸国での野鳥と風力発電のセンシティブティマップ作成の先進事例と、一部地域で取り組みが始まった国内でのマップ作りの事例を紹介し、今後、日本でどのようにセンシティブティマップ作りを進めていくべきかについて議論するため、2018年2月17日（土）に横浜市内で「国際シンポジウム・野鳥と風力発電のセンシティブティマップ～その作成と活用方法」を開催しました。本書は、その内容を報告するものです。本書により政府、風力発電事業者、自然保護団体、その他関係機関が野鳥と風力発電のセンシティブティマップについてさらに注目し、日本全国でマップが作られるようになることを願っています。なお、国際シンポジウムの開催は、地球環境基金の助成により実施されたものです。深く感謝申し上げます。

2018年10月1日  
(公財)日本野鳥の会  
主任研究員 浦 達也

## あいさつ

地球の気候システムが温暖化しているということは疑う余地がなく、この130年で世界の平均の地上気温は約1度上昇しています。海水温、そして海面の上昇も進行していることは、IPCCの第5次評価報告書で報告されているとおりです。早急に気候変動対策を施さなければ、将来的に地球上の多くの生物多様性が失われると考えられています。そのような状況の中で、莫大な二酸化炭素を排出する化石燃料の代替エネルギーとして、実用的な技術レベルに達している風力発電の導入が気候変動対策の一つとして世界的に進められています。

しかしながら、その立地条件によっては風力発電の導入が鳥類をはじめとする野生動植物の生息に影響を及ぼす事例が多数報告されるようになりました。そのようなことから、今後の風力発電の導入に当たっては地域の鳥類や野生動植物の生息に損失を与えることを避け、生物多様性の保全と調和の取れた風力発電の導入を図ることが課題になると考えられます。

風力発電施設の建設による被害を最も受けやすいと言われる鳥類に対し、与える影響を左右する最大要因は風車の立地場所であると考えます。既に風力発電の先進国と言われる欧州の国々では地域の環境保護のみならず風力発電の導入促進の観点からもマップ作りの必要性が指摘されています。欧州諸国では、これまでに風車が鳥類に影響を及ぼした事例を蓄積し、鳥類の分布情報などに基づいてセンシティブティマップ作りが行われています。そして影響を回避、あるいは低減するために、適切な立地選定を行うようになってきました。一方、欧州以外の日本を含めた多くの国では、まだマップ作成の体系的な方法論は確立されていないのではないのでしょうか。

そこで、本日のシンポジウムでは海外から専門家をお招きしており、英国、アイルランド、そしてブルガリアにおけるセンシティブティマップ作成事例を学びたいと思います。欧州の中でもマップ作成の技術が進んでいる国々です。

また、日本の事例についても知っていただく機会になると思います。ようやくマップ作製の途についたばかりの事例ですが、今後日本の各地や、センシティブティマップが用意されていない国々で、どのようにマップを作成し活用していけるのかについて議論ができればと思っています。

本日はこのシンポジウムを通じて、鳥類と風力発電の関係や保護の在り方について学び、今後私たちがどのようにして鳥類をはじめとする野生動植物と、風力発電をはじめとする再生可能エネルギーとが共存できるかを考えるきっかけにさせていただけるとうれしく思います。

東京都市大学環境学部 学部長  
吉崎真司

# 第 1 部

## 講演

[国際シンポジウム]

### 野鳥と風力発電のセンシティブティマップ — その作成と活用方法

2018年2月17日(土)

主催：公益財団法人日本野鳥の会

共催：東京都市大学環境学部／バードライフ・インターナショナル東京

助成：(独)環境再生保全機構地球環境基金

- 1 環境省における全国向け野鳥と風力発電のセンシティブティマップ  
有山義昭 [環境省自然環境局野生生物課 計画係長]
- 2 衝突履歴を利用した全国スケールのセンシティブティマップ作成の試み  
北村 亘 [東京都市大学 環境学部 講師]
- 3 鳴門市でのゾーニングにおけるセンシティブティの評価検討について  
市川大悟 [世界自然保護基金ジャパン 気候変動エネルギーグループ]
- 4 北海道北部における繁殖海鳥の  
洋上風力発電センシティブティマップ作成事例  
風間健太郎 [北海道大学 水産科学院 博士研究員]
- 5 北海道宗谷地域における野鳥と  
風力発電のセンシティブティマップ作成事例  
浦 達也 [日本野鳥の会 自然保護室 主任研究員]
- 6 国内外のゾーニングの取り組みと今後の課題  
分山達也 [自然エネルギー財団 上級研究員]
- 7 野鳥と風力発電の調和 — センシティブティマップの重要性  
トリストラム・アリンソン [バードライフ・インターナショナル]
- 8 アイルランドにおける風力発電のための  
鳥類センシティブティマップ作成ツール  
ウーナ・ダガン [バードウォッチ・アイルランド]
- 9 ブルガリアにおける野鳥のセンシティブティマップと風力発電開発  
イリーナ・マテーバ [ブルガリア鳥類保護協会]

\*2018年2月当時の所属・肩書を記載しています

# 1 環境省における全国向け野鳥と風力発電のセンシティブィティマップ

有山義昭

[環境省自然環境局野生生物課 計画係長]

平成15年環境省入省 環境省レンジャーとして、これまで全国の国立公園(尾瀬、富士山、小笠原、北アルプス、大山等)の管理を担当。平成28年4月～平成30年3月まで自然環境局野生生物課に所属し、鳥獣保護区の指定、更新、各種ガイドラインの策定、バードストライク対策のほかセンシティブィティマップの作成に従事。現在は利尻礼文サロベツ国立公園の担当をしており、道北における風力発電施設の動向も気にしている。



昨年度(2016年度)から、このセンシティブィティマップの作成に関わっています。環境省自然環境局の野生生物課は、環境アセスメントの活用に使っていただくような、猛きん類保護の進め方や、イヌワシやクマタカに関する保全方策、鳥類の立地適正化の手引き、チュウヒなどの保護のガイドライン等を公表してきました。

昨年度は海ワシ類のオジロワシやオオワシに関して、バードストライクを軽減するためにはどのようなことが必要かを示す、バードストライク防止策の検討・実施手引きを公表しました。その中でも今、諸外国ではセンシティブィティマップの活用が主流になっており、環境省でもその検討を進めてきました。

検討会は風力発電事業者や、鳥類の専門家を含めて、昨年度(2016年度)から5回開催しました。その後、全国5カ所で事業者向けの説明会を開催し、来月末(2018年3月)に公表する予定です。

環境省全体、政府全体として、地球温暖化対策のために再生可能エネルギーを導入していかなければいけないという命題があります。2030年には再生可能エネルギー比率を22～24%にすることを目標として挙げていますが、実際に再生可能エネルギーを推進するためには、自然環境保全との両立は欠かせません。自然環境保全の中で、特に鳥類に関しての環境アセスメント図書に関しては、ほぼ全ての案件に環境大臣意見を述べていますが、鳥類へのリスクがあるところを、あらかじめ事業者に提示することによって、事業選定の初期の段階に活用していただきたいと考えています。

バードストライクの事例は、オジロワシについてはわれわれで把握している中でも40羽以上、イヌワシは1羽、他の種もあり、大きな問題になっています。そういった問題は特に道北等に集中しており、計画の見直しや、取りやめを求めた事例も出てきています[スライド1]。

こうした目的を達成するためにマップを作成しており、マップでは注意喚起メッシュと渡りルートをそれぞれ表しています。検討会の中では、渡りルートと注意喚起メッシュを重ね合わせるという議論もありましたが、渡りルートには

**1.1 目的**

自然環境の保全と再生可能エネルギー導入の両立を図るため、センシティブィティマップを作成することで、自然環境に配慮した再生可能エネルギーの適切な導入を加速する。

**【課題】**

- バードストライク等に対する懸念が発生し、事業計画の見直し等に至る事例が生じている
- 鳥類の調査が不十分なため、追加調査を実施せざるを得ない事例等が生じている

センシティブィティマップ作成

**【期待される効果】**

- 鳥類への影響が懸念される可能性のある区域をあらかじめ把握することで、鳥類に配慮した事業計画の立案に貢献
- 事前に鳥類の調査手法等の検討に資する情報を提供することで、環境影響評価手続き等の円滑化に貢献

スライド1

**1.2 内容(全体) 1/3**

1. センシティブィティマップは、「注意喚起メッシュ」と「鳥類の渡りルート」の図面で表示。  
①「注意喚起メッシュ」は、10kmメッシュで表示。  
②「鳥類の渡りルート」は、地図上にラインで表示。
2. 今回は、北海道、本州、四国、九州(淡路島、対馬及び福江島を含む)で作成。
3. センシティブィティマップは注意喚起を行うものであり、建設してはならない場所を示した地図ではない。

スライド2

年変動や季節による変化があるため、渡りルートとメッシュの2つに分けています。

対象区域としては北海道、本州、四国、九州と、離島については既存情報がある淡路島や対馬、福江島を含めています。

注意喚起のレベルは、スライド2の一番左側にあるように、AからCの3段階あり、さらにAを3つに分けています。注意喚起メッシュと呼んでいますが、このマップ自体は、建設をしてはならないという「アボイドマップ」ではないことを認識いただきたいと思います[スライド2]。

まず重要種を選定し、その次に、集団飛来地を重ね合わせたメッシュを作りました。日中の渡りルートは既存情報を含めて評価し、夜間についてはレーダー調査を全国140地点で行いました。

環境省には環境アセスメントデータベースシステム

(EADAS) があり、社会状況や風況などの、様々な情報を重ね合わせて見るができます。このマップも、最終的にはデータベースに載せていきます。ただし、一部の重要種を含む詳細データについては、位置情報などの秘匿性を含むため、事業者に事前に申請いただいておりますという、2段階の公表を考えています [スライド3]。

活用範囲のイメージですが、配慮書の前の段階で、あらかじめここにはこういった鳥類相があるという基礎情報を事業者に知っていただきたいと考えています。

詳細情報をまず事業者が取得することで、こちらの検討の初期段階にも使えるのではないかと思います。

基本的には陸上の風力のアセスメントを想定していますが、バードストライクと重要種の重み付けには生息地改変という視点も入っています。例えばメガソーラーや、洋上風力発電施設でもかなり海岸に近いような場所の計画にも活用できるのではないかと考えています [スライド4]。

作成方法について、まず重要種の重み付けでは、環境省のレッドリストの絶滅危惧種、野生絶滅から10種を選定しています。また、アイルランドの事例や、国内でバードストライクが起きた報告があるかどうかを参考に重み付けをし、選定しました [スライド5]。

重要種の重ね合わせの方法としては、メッシュのサイズで少し議論がありましたが、最終的には10kmメッシュで重ね合わせることにしました。

スライド6は、重要種がどこにいるかを重ね合わせた例です。例えばランク3のイヌワシがいて、ランク2のオジロワシがいて、ランク1のタンチョウがいないということであれば、この中で一番大きいランク3を採用します。こうした分析を全国で行いました [スライド6]。

集団飛来地については、環境省のラムサール条約登録地や、国指定鳥獣保護区の集団飛来地や、モニタリングサイト1000などで、鳥類の調査が行われています。これらの地域から集団繁殖地を選定し、全国58地点で現地調査を行っています [スライド7]。例えばヒシクイなどは、ねぐらと餌場があり、その間を往復しているので、こうした情報から、飛来数の大小がある程度はわかります。現地調査では、どのような種がどのくらいいたか、実際に飛来地の周辺で調査をしています。

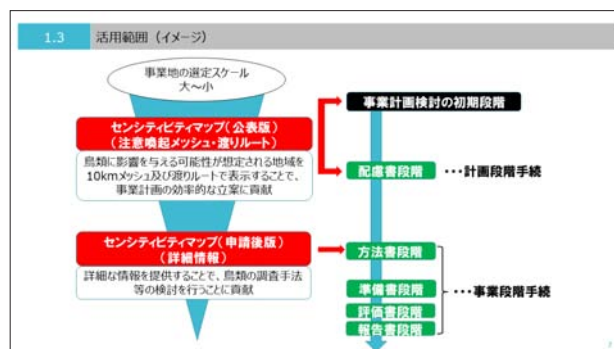
集団飛来地のランクの重み付けの考え方は、ガン類、ハクチョウ類それぞれ9種類ありますが、個体数に応じて統計的にランクを3、2、1に分けています。ガン類であれば3万羽いればランク2、1,000であればランク1、0であればランク0となります [スライド8]。

重ね合わせる方法は、先ほどの重要種と同じです。スライド9の地図の、真ん中のメッシュを見てわかるように、ランクが一番高い点数を採用しています [スライド9]。

重要種と集団飛来地を重ね合わせる際、重要種については10種の中で複数いれば一番ランクが高いものを採用します。



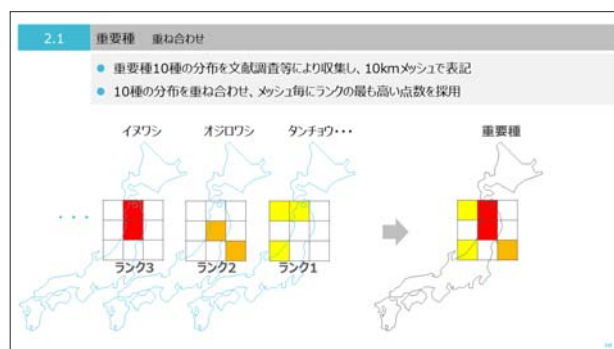
スライド3



スライド4

| 2.1 重要種 種の選定・ランク                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |    |   |                              |   |       |   |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|---|------------------------------|---|-------|---|-----------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>重要種は環境省レッドリストの絶滅危惧種・野生絶滅 (98種) から生息環境、風車との関連性等を勘案し、10種を選定</li> <li>10種について、現在の個体数、個体数の減少傾向、生息地の局所性や特殊性、国内での現状を考慮したバードストライクとの関連性を考慮して3〜1のランクを付加</li> </ul> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>ランク</th><th>種名</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td><td>イヌワシ、チュウヒ、オオシロイ、サンカノギ、シマフクロウ</td></tr> <tr> <td>2</td><td>オジロワシ</td></tr> <tr> <td>1</td><td>クマタカ、オオワシ、タンチョウ、コウノトリ</td></tr> </tbody> </table> <p>ランクの大きなものほどセンシティブが高い</p> | ランク | 種名 | 3 | イヌワシ、チュウヒ、オオシロイ、サンカノギ、シマフクロウ | 2 | オジロワシ | 1 | クマタカ、オオワシ、タンチョウ、コウノトリ |
| ランク                                                                                                                                                                                              | 種名                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |    |   |                              |   |       |   |                       |
| 3                                                                                                                                                                                                | イヌワシ、チュウヒ、オオシロイ、サンカノギ、シマフクロウ                                                                                                                                                                                                                                                |     |    |   |                              |   |       |   |                       |
| 2                                                                                                                                                                                                | オジロワシ                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |    |   |                              |   |       |   |                       |
| 1                                                                                                                                                                                                | クマタカ、オオワシ、タンチョウ、コウノトリ                                                                                                                                                                                                                                                       |     |    |   |                              |   |       |   |                       |

スライド5



スライド6



スライド7

集団飛来地については、重要種のランクに点数を足していく加点方式を取っています。最終的には、スライド10の表のA1から情報なしまでランクを分けています[スライド10]。

注意喚起メッシュの全国を表示を見ると、やはり注意喚起レベルが高い、鳥類にとってリスクが高いところは、北海道に集中しています。注意喚起レベルA2はオホーツク沿岸が多く、注意喚起レベルA3は、シマフクロウやイヌワシなど、北海道東部や北上高地に集中しています。注意喚起レベルCは、概ねクマタカが生息しているところが表示されています。

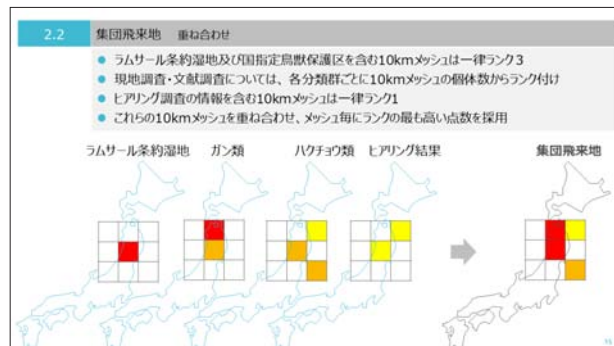
注意喚起レベルA1、A2は、重要種がいて、さらにその集団飛来地が重なっているところで、例えば釧路の周辺や秋田県の八郎潟、宮城県伊豆沼、蕪栗沼などです[スライド11]。

渡りルートについては、既存の資料を入し収集したものに加え、夜間は全国140地点でレーダー調査をしています[スライド12]。

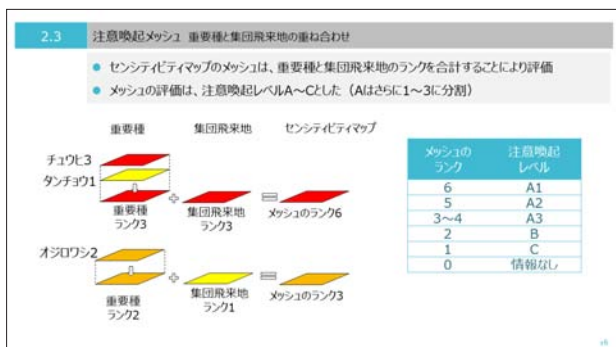
日中については、種別ごとにルートが存在することが分かっており、これらは環境省で過去に行った調査結果など



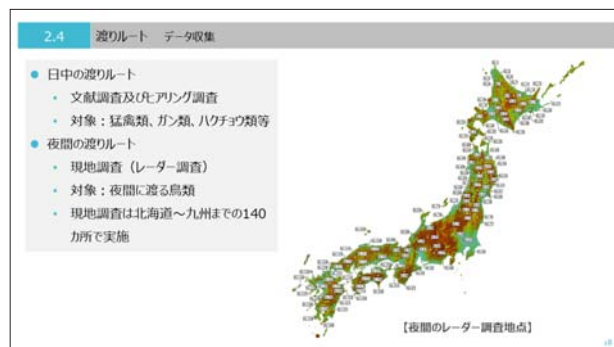
スライド8



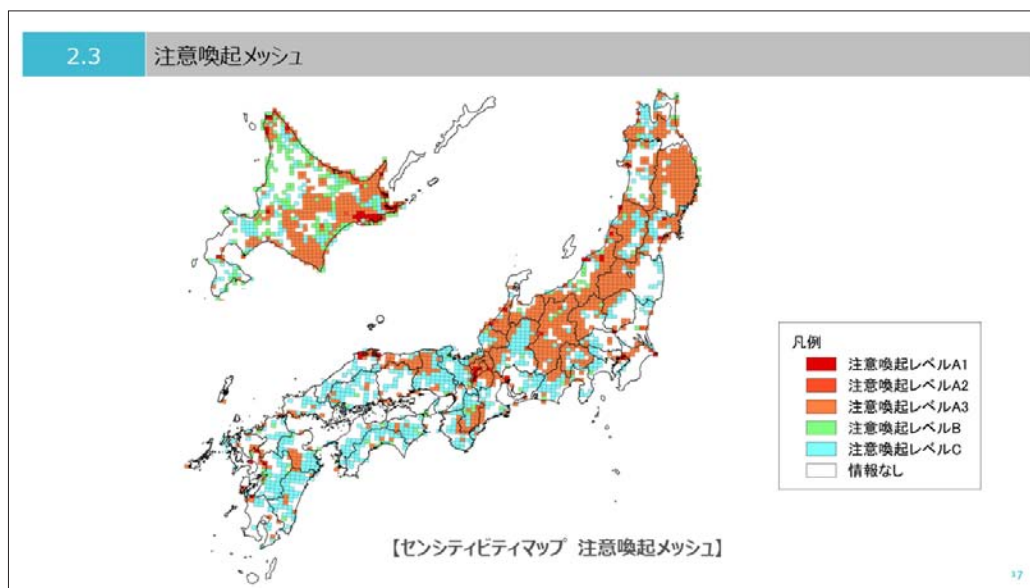
スライド9



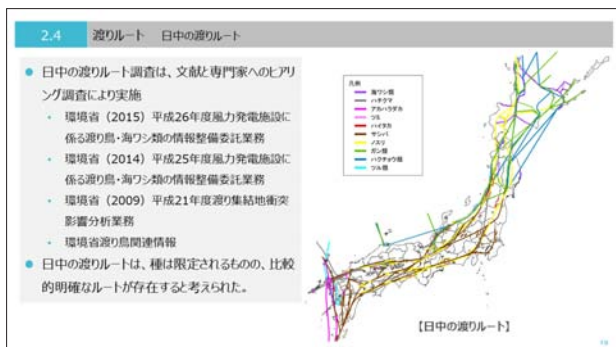
スライド10



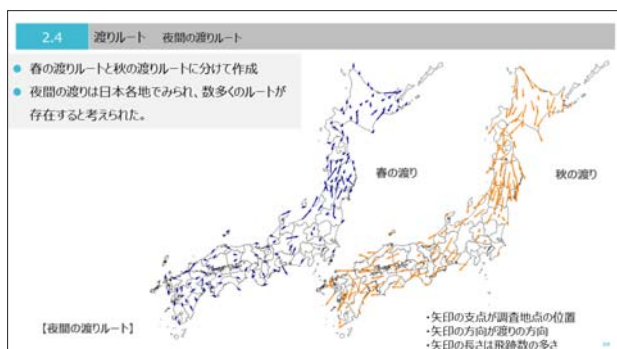
スライド12



スライド11



スライド13



スライド14

を参考にしてあります [スライド13]。

夜間の渡りルートについて、夜間は猛きん類以外にもバードストライクが起きているものの、どこをどのぐらい鳥が通っているかよく分かっていないため、調査をしました。何か特徴が出るかと考えていましたが、あまり明確な変化はなく、渡り鳥は日本全国を通っているという状況が分かりました [スライド14, 15]。

参考までに、猛きん類の渡りの集結地が分かっている地点においても、レーダー調査を使って猛きん類の高度などを把握しています [スライド16]。

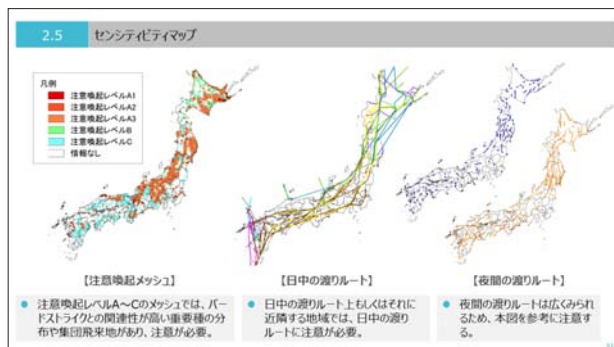
猛きん類の渡りの飛翔高度を調べた結果の一例を、スライド17で示しています。飛翔数、飛翔軌跡、どのようなルートがあり、どのぐらいの高度を飛んでいるかも分かっています。このようなデータも事業者提供していきたいと思っています [スライド17]。

留意事項として、重要種については年々変化しているものもあります。渡りルートについては、拡大した縮尺では表示していません [スライド18]。

メッシュの評価については、「情報なし」のメッシュは、そもそもその種の情報が無いという場合と、調査をした結果、重要種が分布しておらず集団飛来地もないという場合がありますので、留意する必要があります。

注意喚起レベルについては、そのメッシュの色の背景に何が隠れているのかを事業者が把握しながら、本当にそこで風車の計画をするのであれば、ある程度覚悟の上で、その種に着目した調査をしっかりと実施してくださいということを、留意事項として書いています [スライド19]。

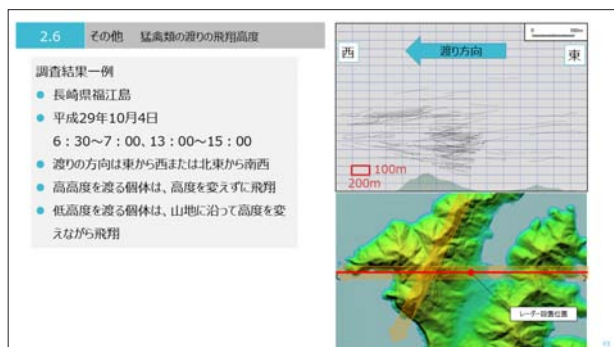
メッシュの分布については、メッシュの大きさが10kmな



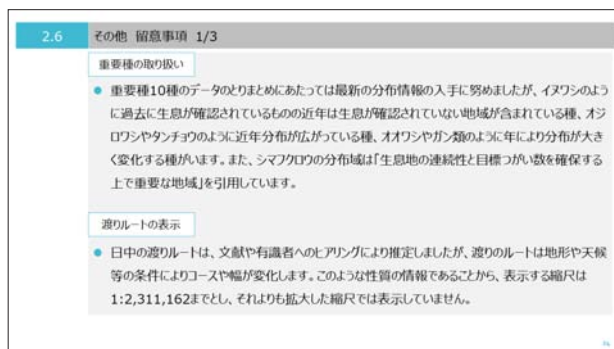
スライド15



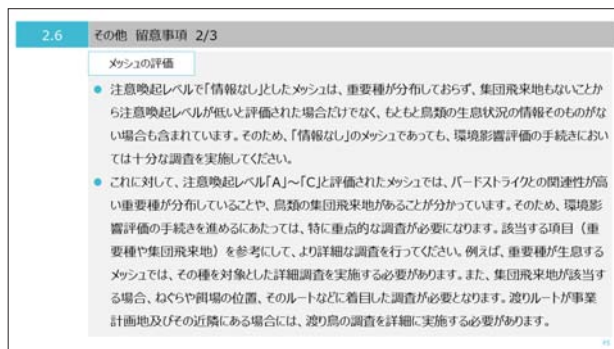
スライド16



スライド17



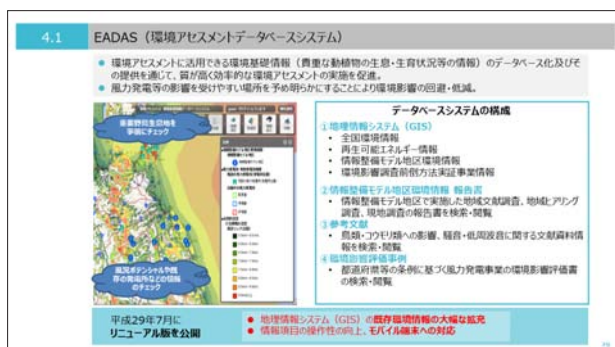
スライド18



スライド19



スライド20



スライド21



スライド22



スライド23

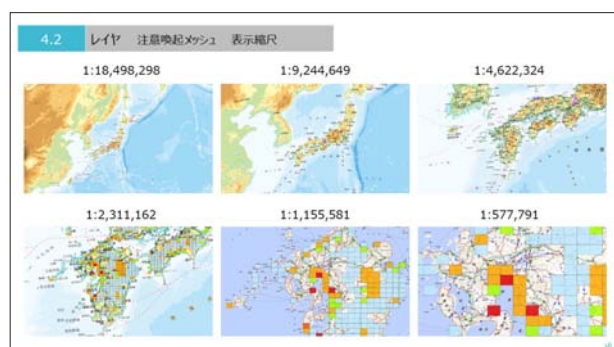
ので、その端にラムサール条約登録地がある場合も、ランクが高いメッシュになっています。メッシュの中にまんべんなく鳥類が分布しているわけではないという点と、注意喚起レベルA1のメッシュの右側に白地のメッシュがあった場合、白地のメッシュは近隣の注意喚起レベルの高いメッシュを考慮して保全措置を考えていただきたいという点を、留意事項に挙げたいと思います [スライド20]。一部のデータは、申請をいただいた上で、データをお渡しすることを考えています。

環境アセスメントデータベースシステム (EADAS) にも、センシティブマップを載せようと考えています [スライド21]。

スライド22の「データベースを見る」というところを押し、「地図を見る」というところを押すと規約の同意が表示され、センシティブマップを見ることができます。「重要事項」をポップアップでき、いろいろな情報を見られるようにしたいと思っています [スライド22, 23]。

スライド24に表示縮尺を示しています。全体レイヤーを見ていくと、拡大すると注意喚起メッシュが見られるようになります。さらに拡大していくと、色が消えて、このメッシュの裏付けになる背景となる重要種、集団飛来地がどうかということを見られるようにしたいと考えています。申請をすれば、その周辺の調査結果も併せて見ることができるようにします [スライド24, 25]。

例えば、スライド26では注意喚起メッシュの背景に、重要種のチュウヒがいます。また、カモ類の集団飛来地で、ラムサール条約湿地・鳥獣保護区になっています [スライド26]。



スライド24



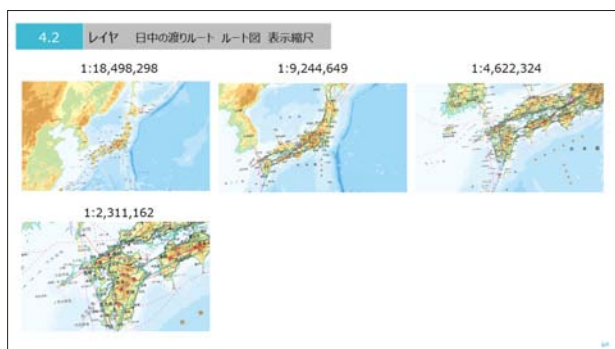
スライド25



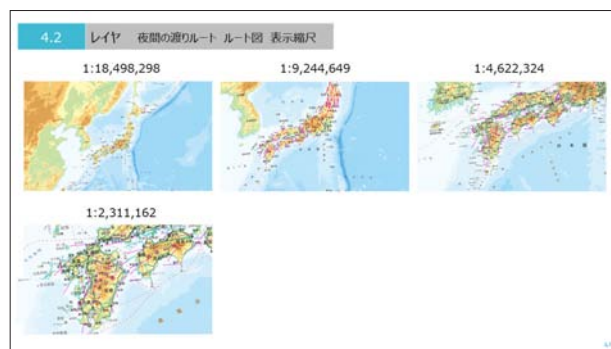
スライド26



スライド27



スライド28



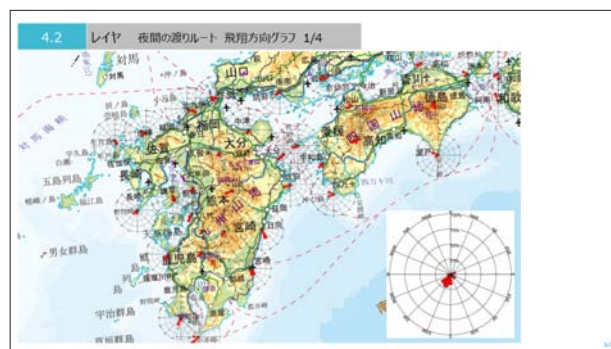
スライド29

「申請後データあり」となっており、ここは「チュウヒの非繁殖期」です。重要種のチュウヒやオジロワシ、タンチョウなどについては、申請をすれば、それが繁殖期のメッシュなのか、非繁殖期のメッシュなのかの分かります。繁殖期であれば営巣地があるということが考えられるので、事業者もそれなりの調査をしなければいけないことを意思表示しています。

シマフクロウについては議論もありましたが、営巣地は秘匿情報であるため、公表することは考えられないため、繁殖期、非繁殖期のメッシュも出せないという結果になっています。重要種の中でも、非繁殖期、繁殖期情報を出せるものと出せないものがあります [スライド27]。

スライド28は、日中の渡りルートのルート図です。これもそれぞれの縮尺で表示ができます [スライド28]。

参考ですが、夜間の渡りルートについてはそれぞれの地点の飛翔の方向 (スライド30)、飛翔数 (スライド31) も出しています。なかなか種別判定まではできませんが、高度別にどのぐらいいたのかを調べており、全体的には10%ぐらいが風力発電施設のブレードの部分を飛んでいたほか、場所によっては半分ほどが飛んでいるようなところもありました。このような情報を地点ごとに事業者にお見せして、参考にしていただきたいと思います [スライド29, 30, 31]。



スライド30

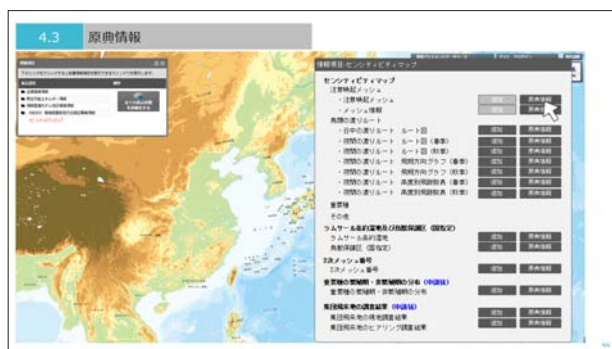


スライド31

また、それぞれどのような原典情報なのかを表示します  
[スライド32]。

センシティビティマップの目的と作成方法、いろいろなセンシティビティマップの概要についても、このサイトの中で表示したいと考えています [スライド33, 34]。

環境省の今後の予定としては、このマップを来月中（2018年3月）に公表する予定です。世の中の動きとして、風間さんから話があると思いますが、洋上風力の大量導入の関係で、今回の通常国会で再生可能エネルギーの新法が通る予定です。今も200～300基の洋上風力発電施設の配慮書が出てきています。こうした情報を環境省でもある程度収集して、リスクがあるところをどう示していくかという検討を、次年度以降、始めていきたいと思っています。



スライド32



スライド33



スライド34

# 2 衝突履歴を利用した全国スケールのセンシティビティマップ作成の試み

北村 亘 [東京都市大学 講師]

1979年、千葉生まれ。専門は行動生態学・保全生物学・鳥類学。国際基督教大学教養学部を卒業後、東京大学大学院農学生命科学研究科においてツバメの行動生態学を研究し、博士(農学)を取得。一般財団法人電力中央研究所特別契約研究員を経て、2013年4月より現職。NPO法人リトルターン・プロジェクトの代表として絶滅危惧種コアジサシの保護活動を行い、また、Liferbird代表として鳥類研究の普及と発展を目指す活動を行っている。



今回は衝突履歴を利用した全国スケールのセンシティビティマップについてお話しします。

その前に大前提として、現在日本がどのような目標で風力発電を取り入れていくべきかについて、お話しします。エネルギーの需給見通しを考えた時、風力発電はどのぐらい必要かという、実はあまり風力発電の割合は多くありません。1.7%ほどを賄えればいいのではないかとされています。個人的には、風力のことだけを語るのではなく、エネルギーミックスや、大きく見込まれている太陽光の話も含めて、新エネルギーと生物多様性、新エネルギーと鳥類について語っていく必要があるのではないかと考えています。その中で今日は、風力と鳥について考えていきたいと思えます [スライド1]。

なぜ、風力発電が注目されているかというと、コストとポテンシャルの問題があります。これは少し前のものですが、もともと太陽光発電はコストが非常に高いと言われていました。ただ、現在はどんどん下がっており、そのうち風力発電のコストを下回ると言われています [スライド2]。

一方で、風力発電のポテンシャルは日本では非常に高いと言われ、特に洋上風力は相当なポテンシャルを秘めていると言われています。実際に日本では風力発電施設が増えており、この風力発電の導入ロードマップの中では、これから先も増えていくと言われています。特に洋上風力に関しては、これから数が相当増えていくと考えられています [スライド3]。

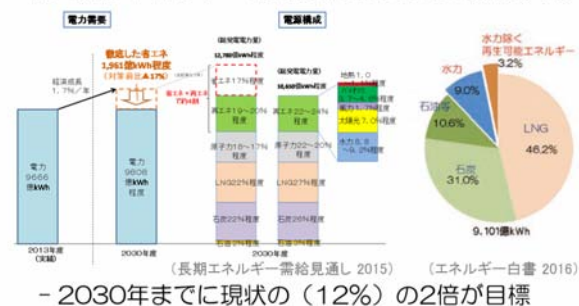
風力発電が建設されると、様々な問題が起きます。騒音、低周波音、シャドーフリッカー、景観の悪化、中でも野生生物に与える影響は大きく、何とかしていく必要があるのではないかと考えています [スライド4]。

鳥類への影響は環境紛争になりやすいと言われている。いろいろな環境問題がありますが、実際に風車を建てるときに影響があったかどうか、問題になったかどうかを見ると、鳥に関する問題が最も多く、紛争の約60%を占めています。風力発電を建てるときに、日本で一番問題視されているのが鳥の問題だと考えられます [スライド5]。

風力発電が鳥類に与える影響は、1. 衝突、2. 忌避反

## 風力発電の抱える環境問題

・エネルギー自給率、CO2削減の観点から再生可能エネルギーの導入が必要とされている

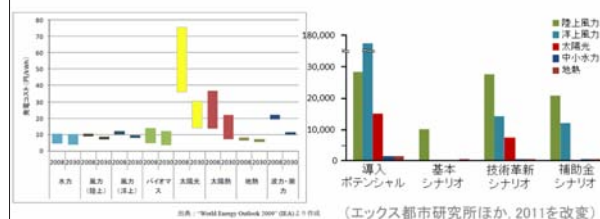


スライド1

## 風力発電の抱える環境問題

・風力発電の利点

ー 再生可能エネルギーの中でもコストが低く採算性が高い

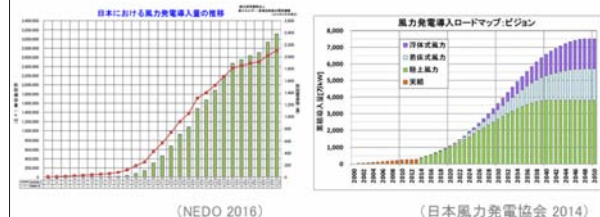


ー 今後も発展していく可能性の高いエネルギー

スライド2

## 風力発電の抱える環境問題

・風力発電導入が進んでいる



・今後は洋上風力への導入が進むことが予想

スライド3



単に鳥が多いかどうかだけが問題なのではなくて、衝突しやすい鳥がいるかどうかに注目する必要があります。従って、鳥の種類による影響の受けやすさ、衝突しやすいかどうかを考慮したセンシビリティマップを作っていく必要があります[スライド10]。

本日は海外のゲストもいらっしゃいますので、日本の環境アセスメント制度についてご紹介します。騒音などのいろいろな問題を解決するために、環境アセスメント制度があります。開発事業の内容を決めるに当たって、それが環境にどのような影響を及ぼすかについて、事業者自らが調査をするという制度です。これは英語版のパフレットもありますので、ぜひ海外の方もダウンロードをしてみてください[スライド11]。

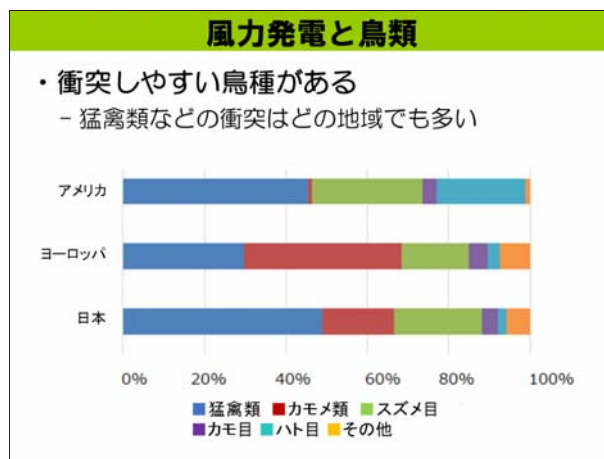
ここで非常に大事なのは、風力発電がアセスメントの対象となったのは、実は2011年と、かなり最近のことです。2011年になって、ようやく風力発電がアセス法対象事業に追加されましたが、それまではアセスメントをしなくてもよい状況でした[スライド12]。

同時に大事なのが、2011年のアセス法改正による現在の日本の環境アセスメントの流れです。まず配慮書で、どこに風車を建てるかをある程度決めていきます。その後、どのような方法で調査をするか決めます。そして、実際に配慮書と方法書の2段階で影響評価をして、実際どうだったのかという報告を準備書で行います。

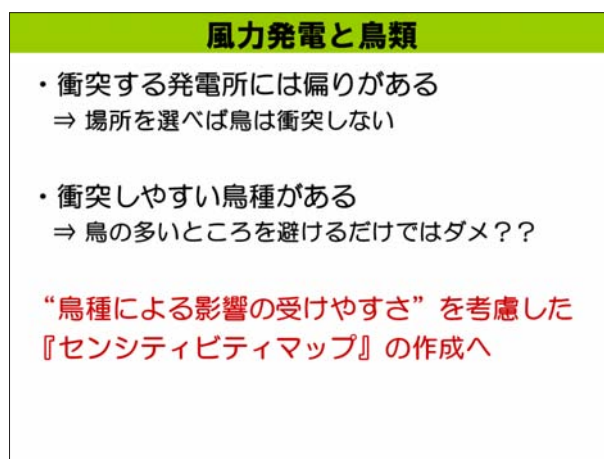
2011年のアセス法の改正で、この配慮書段階の手続きが追加されました。それまでは、実はどこに建てるかということに関して議論をする場がありませんでした。しかし、配慮書段階での手続きが追加されたおかげで、立地選択を考慮することができるようになり、このような時にセンシビリティマップが応用できるのではないかと思います。海外では戦略的アセスメント(SEA)があり、もう少し前の段階からのアセスメントが始まっています。日本でも本当はそういったものを取り入れて、この前の段階からセンシビリティマップを作る必要があると考えています[スライド13]。

実際にこれからいろいろな種類のセンシビリティマップが出てくると思いますが、いずれも、基本的には鳥の種類による影響の受けやすさを地図化したものと考えればよいでしょう。スライド14はイギリスの例で、どこに洋上風力発電を建設したらよいかを示すマップです。本シンポジウムでは、皆さんから様々なセンシビリティマップの作り方や、運用方法の紹介がありますが、共通点として、このようなSSI (Species Sensitivity Index)、SSS (Species Sensitivity Scores) といった、種ごとにどのような影響を受けやすいかという特性を測り、それを地図上に重ね合わせていく手法を取っています。

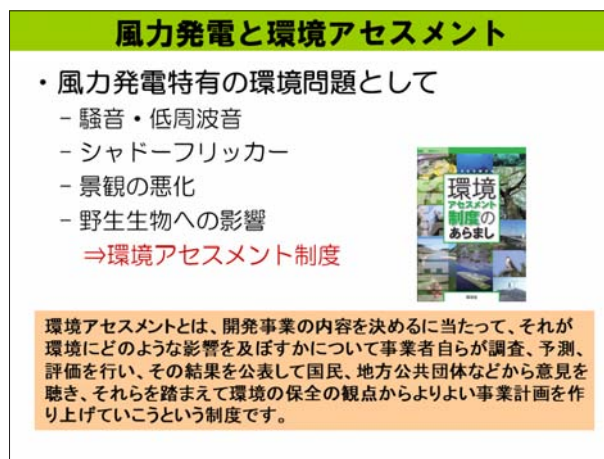
その際に、どのように鳥が飛ぶのか、どのような行動をするのか、その保全状態がどのようになっているのかを全部計算していきます。しかし、実は種ごとのデータを取得するのが困難な種について検討することは非常に難しいです。



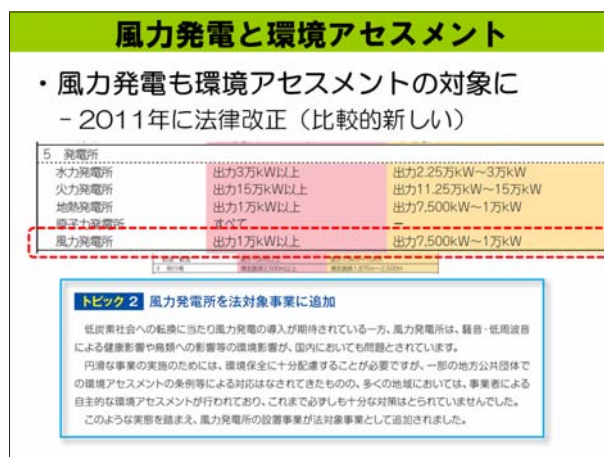
スライド9



スライド10

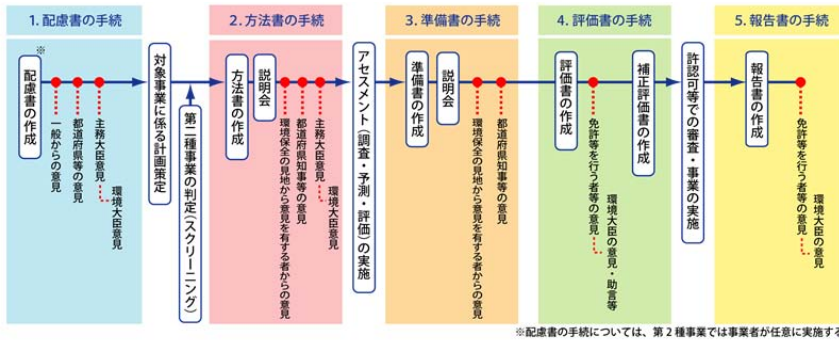


スライド11



スライド12

## 風力発電と環境アセスメント



- ・ 配慮書段階の手続きが追加
  - 立地選択を考慮する段階
  - センシビリティマップが応用できる

## スライド13

1人で集めることは大変でしたが、どうにかしなければいけないという、新しい研究の意欲になり、チャレンジしてみました[スライド14]。

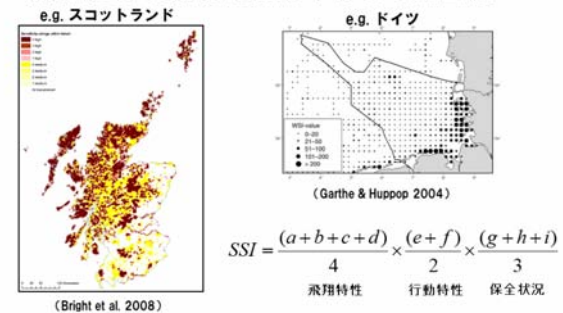
研究の目的は、私が始めたときには、国内にあまりセンシビリティマップの事例がありませんでしたので、まずは日本で作ってみることとしました。そのときに、日本全国レベルの広いスケールで、たくさんの種数を盛り込めるか、種数が多くても使える手法を考案しました。種数が多いとはどういうことかという、重要種だけでなく一般種も含まれています。また、将来的なリスク回避になるように、今衝突している種だけを対象にするのではなく、これまで衝突をしたことのない、これから衝突をするかもしれない種も入れています。過去に衝突したことが多い種は、衝突しやすいと仮定します。その衝突しやすい種のいる場所は、気を付ける必要があります。鳥類の生態は分類群ごとに似通っており、過去に行った調査では、風車の高さで飛ぶ鳥の分類群に傾向があるかどうかを見たところ、タカの仲間は、風車のローターの高度を飛びやすいという傾向がありました。分類群ごとに飛びやすい高度があり、衝突のしやすさはある程度分類群により傾向が出せると考えています。そこで、衝突しやすい種の近縁種も衝突しやすいと仮定し、マップを作りました[スライド15]。

日本には環境省が作成している自然環境保全基礎調査があります。その中に種の多様性調査があります。鳥類の繁殖分布調査では、前回の調査が1997年から行われ、現在は第7回の調査が行われています。新しい調査データがまだ出てきていないため、過去のデータ(日本全国を2次メッシュ、10km×10km単位で、そこに鳥がいたかないのかを調べたもの、約19万件、約400種の鳥の繁殖期の分布状況)を使って、日本全国の地図を作っています[スライド16]。

報告書には、ある種が、このメッシュで分けたときに、どこにいるのが点で示されています。これらを重ね合わせてセンシビリティマップを作ります。400種のうち出現頻度が多く、保全上重要な286種を選定しており、他のセンシビリティマップと比べると非常に多くの種を選定してい

## センシビリティマップ

- ・ 鳥種による影響の受けやすさを地図化



- ・ 種ごとのデータを取得するのが困難...

## スライド14

## センシビリティマップ

- ・ 研究の目的
  - ⇒ 国内での適用を目指す!
  - ⇒ 種数が多くても使える手法を!
- ・ 過去に衝突の多い種が衝突しやすいと仮定
  - 生態は分類群ごとに似通っているはず

風車の高さとの関係

鳥類の生態は分類群ごとに似通っているはず

| 目      | 観察     | 高さ測定  | H     | M      | L       |
|--------|--------|-------|-------|--------|---------|
| カモ目    | 57     | 30    | 0.00% | 93.33% | 6.67%   |
| カイツブリ目 | 4      | 0     | -     | -      | -       |
| ハト目    | 81     | 51    | 0.00% | 0.00%  | 100.00% |
| カササギ目  | 125    | 38    | 0.00% | 81.58% | 18.42%  |
| ペリカン目  | 14     | 10    | 0.00% | 40.00% | 60.00%  |
| チドリ目   | 18,899 | 7,713 | 0.13% | 13.60% | 86.27%  |
| タカ目    | 43     | 25    | 4.00% | 32.00% | 64.00%  |
| ハヤブサ目  | 15     | 12    | 0.00% | 16.67% | 83.33%  |
| スズメ目   | 1,217  | 281   | 0.28% | 3.78%  | 95.93%  |
| 全種     | 18,468 | 8,220 | 0.15% | 13.77% | 86.08%  |

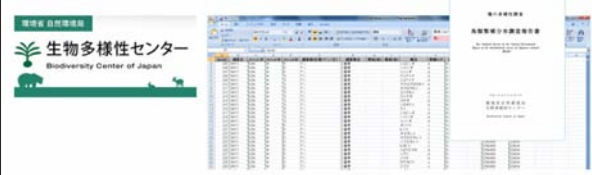
(北村 2014)

## スライド15

## 方法：解析データ

- ・ 環境省の第6回自然環境保全基礎調査
  - ⇒ 種の多様性調査における鳥類繁殖分布調査

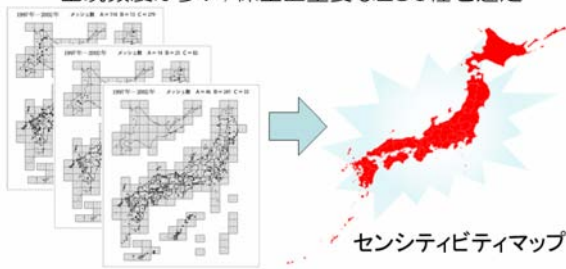
- ・ 1997~2002年
- ・ 2次メッシュ(10×10km)単位の在/不在データ
- ・ 約19万件、約400種の鳥の分布



## スライド16

## 方法：解析データ

- ・メッシュの在/不在データを重ね合わせる
  - 出現頻度が多い/保全上重要な286種を選定



- ・その際に“衝突しやすさ”で重み付け

スライド17

ます。ただ重ね合わせるだけではなく、衝突のしやすさで重み付けをするという工夫をしています [スライド17]。

このような調査では、データが欠損している部分が相当数あります。地図中の白い部分は、そこで観測がなかったということを表しています。これは鳥がいなかったわけではなく、観測されていないという意味です。そこで、マキシメント (Maxent) というソフトを使い、不足分を推定しています。在不在データを基に、解析によってこの欠損部分を埋めることができます。286種全てを種ごとに推定し、どこにいたのかを表して、全ての種、全ての場所で重ね合わせた図がスライド18のようになっています [スライド18]。

ここに保全状態を重み付けし、衝突リスクの重み付けをして、この2つのマップを重ね合わせて、センシビティマップを作ることを考えています [スライド19]。

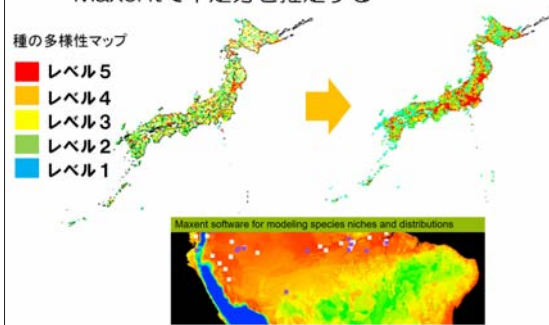
保全状態は、環境省のレッドリストを基に点数化しています。絶滅危惧のレベルが高いほど点数が高くなります。その際に、各メッシュで出現する鳥種の平均値を計算しています。そのメッシュが、全体的に保全すべき種の多いメッシュなのかどうかを出しています [スライド20]。

衝突リスクのランク付けは、5段階で評価しています。過去の衝突履歴に応じてランク付けをしており、その種ごとにランクが付きますが、複数のランクが付く場合には高い方を採用しています。基準がいくつかありますので、種ごとにランクが何段階が付く場合があります。そして、各メッシュに出現する鳥の種のランクの平均値を計算します。

まず国内で衝突があった種に高いスコアを付けます。衝突が多かった種は5、衝突が少なかった種は3を付けるようにしています。一方で、国内で衝突した種と同じ属で、分類の近いものは少しランクを下げますが、やはりランクが高いと計算をしています。これだけでは不十分かもしれないため、海外からの情報も集めました。ランクは少し下げていますが、海外で衝突があった種や、海外で衝突があった種と同族の種を含めて、ある程度海外での情報も取り入れています。こうした情報が全くなかったものを「その他」として、一番下のランクにしています。日本で一番衝突が多かった種の代表例は、トビやオジロワシやカモメの類とな

## 方法：マップ作製

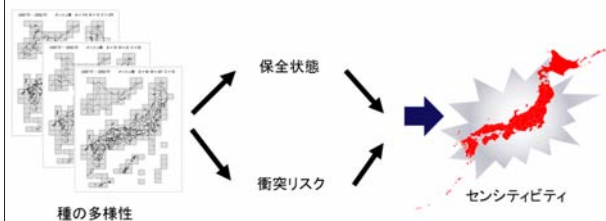
- ・データが欠損したメッシュが多い
  - Maxentで不足分を推定する



スライド18

## 方法：マップ作製

- ・センシビティマップの作製に向けて
  - 種の多様性マップの作製
  - 保全状態と衝突リスクで重みづけ
  - 2つのマップを重ね合わせる



スライド19

## 方法：マップ作製

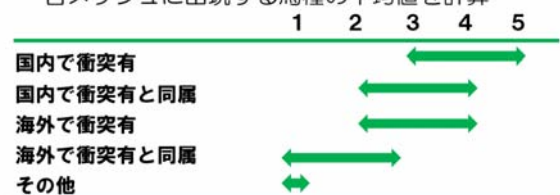
- ・保全状態のランク付け
  - 環境省のRLをもとに点数化
  - 各メッシュに出現する鳥種の平均値を計算

|             |   |
|-------------|---|
| 絶滅危惧IA (CR) | 5 |
| 絶滅危惧IB (EN) | 4 |
| 絶滅危惧II (VU) | 3 |
| 準絶滅危惧 (NT)  | 2 |
| その他         | 1 |

スライド20

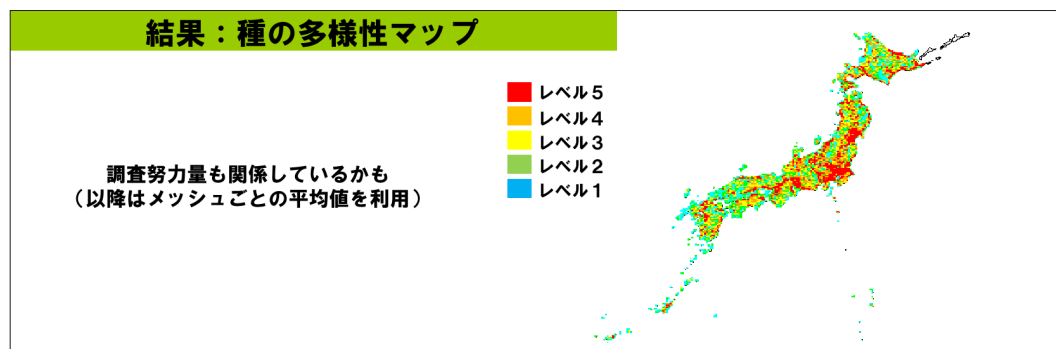
## 方法：マップ作製

- ・衝突リスクのランク付け
  - 過去の衝突履歴に応じてランク付け
    - ・複数のランクがつく場合は高い方を採用
  - 各メッシュに出現する鳥種の平均値を計算

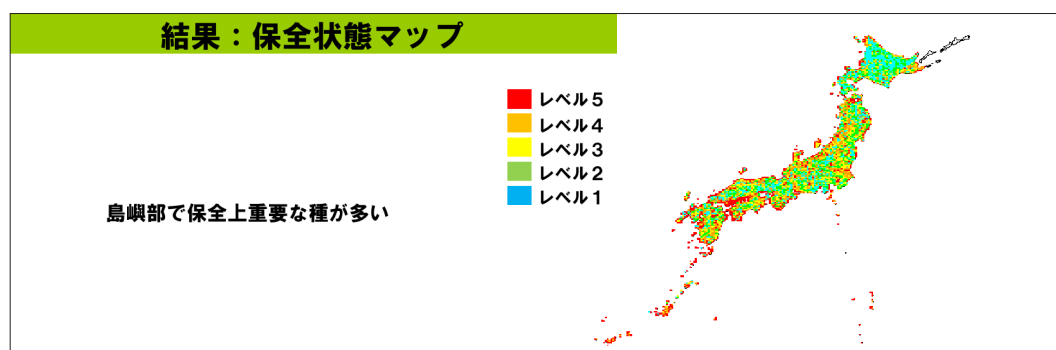


- ランク5：トビ、オジロワシ、オオセグロカモメ

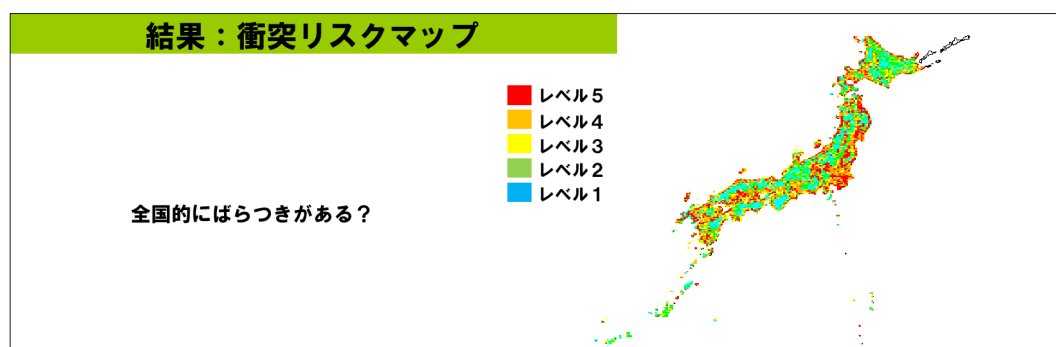
スライド21



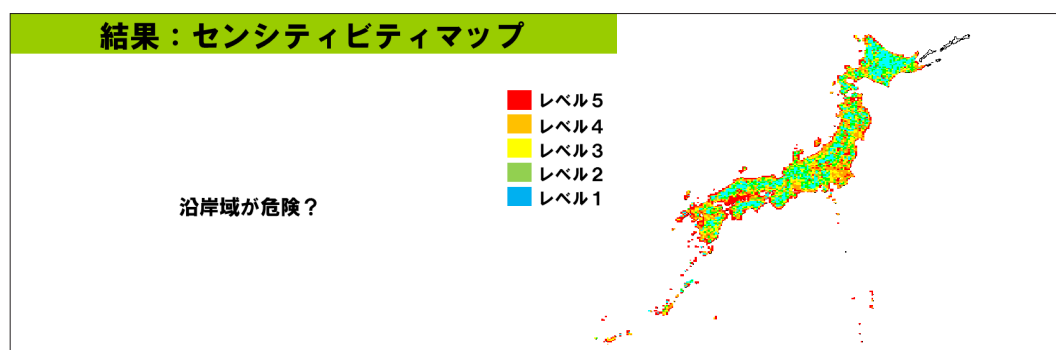
スライド22



スライド23



スライド24



スライド25

っています [スライド21]。

スライド22「種の多様性マップ」は、どこにどのような種の多様性があるのかを示していますが、実際には調査努力量が関係している可能性があります。そのため、以降はメッシュごとの平均値を利用して、調査努力量の影響を緩和するような工夫をしています [スライド22]。

スライド23「保全状態マップ」は、保全上重要な種がどういったところに多いのかを示しており、島しょ部には保全上重要な種が非常に多く出てくる傾向があります [スライド23]。

スライド24「衝突リスクマップ」は、衝突しやすい鳥がどこにいるのかを示しています。日本全国のいろいろなところに衝突しやすい鳥がいることがわかります [スライド24]。

最終的に保全状態マップと衝突リスクマップの2つを合わせて、今回作成してみたセンシビリティマップがスライド25になります。この結果をどのように解釈するかは難しいですが、こうしたものを利用していくことで、どこに衝突のリスクが、衝突に関するセンシビリティがあるのかわかります [スライド25]。

結果をまとめると、今回のマップの特徴として、計算が非常に簡単なので、1人でもできるようなものになっています。そしてさらに重要なポイントは、データが更新されるたびに、再計算ができるので、どんどんアップデートし、どこで衝突があったということも含めて常に最新版を作り続けることができます。

もう一つ、この結果から言えることは、種数や保全上重要な種の多い地域と、衝突リスクの高い地域が異なる場合があります、ただ単にそこに保全上重要な種がいる、ここに鳥の数が多く、ということだけで衝突リスクを考えるのではなく、衝突リスクは別々に考えていったほうがよいでしょう。

ただ、まだ改良の余地があります。在不在のデータだけなので、もう少し、鳥が多かったか少なかったかということも考える必要があります。そして、実用レベルではもう少し小さなメッシュで計算したほうが良いと思っています（データはあるものの、大変なので計算はしていません）[スライド26]。

こうしたものを基に、これは環境省でも実施されていましたが、最終的には風況や、重要な地域が分かる風車の適地マップを合わせていく必要があります。今回、スライド27の中では、保全状態のようなものと、繁殖時の分布のようなものを使っています。まずは衝突に関するリスクをマップ化することができたので、あとはその他の、生息地の放棄なども重ね合わせていくことができるのではないかと思います [スライド27]。

### まとめ

- ・ 今回のマップの特徴
  - 計算が非常に簡単
  - データが更新されるたびに再計算できる
- ・ 種数や保全上重要な種の多い地域と衝突リスクの高い地域は異なる  
⇒ **衝突リスクを考慮する必要あり！**
- ・ まだまだ改良の余地あり
  - 鳥の数を扱うことができていない
  - 実用レベルでは3次メッシュ（1×1km）レベルが好ましい（元データは存在、計算困難）

スライド26



スライド27

# 3 鳴門市でのゾーニングにおける センシティビティの評価検討について

## 市川大悟

[世界自然保護基金ジャパン  
気候変動エネルギーグループ]

1984年生まれ、愛知県出身。岐阜工業高等専門学校機械工学科を卒業後、東京農工大学農学部地域生態システム学科を卒業。エネルギー分野でのプラント設計のエンジニアを経て、2012年からWWFジャパン 自然保護室 気候変動・エネルギーGrに入局。エネルギー畑での経験を活かし、現在は、再生可能エネルギーの普及に係るプロジェクトを担当。2014年から2017までは、自治体(鳴門市)と協力した陸上風力発電の地域ゾーニングマップ作りに携わる。



鳴門市でのゾーニングにおけるセンシティビティの評価のお話をしたいと思います。大きく3点に分けてお話しします。

2つ目のゾーニングにおける影響評価というところが、本日の主軸の話になりますが、その1つ前の段階で、そもそも鳴門市でどのようなゾーニングをしてきたかということを紹介し、その中で行ってきた鳥類評価はどのようなものかを説明します。最後に時間があれば、今後の課題に触れようと考えています[スライド1]。

鳴門市でのゾーニングの概要を簡単にご説明します。鳴門市でのゾーニングは、2014年6月からおよそ2年半から3年の期間で、計28回の協議を経て進めた、陸上風力発電を対象としたものです。

このゾーニングは、世界自然保護基金ジャパンと、地元のエコみらいとくしまという県のNPO、事業者の徳島地域エネルギー、そして行政である鳴門市という、異なるステークホルダーを一つにして立ち上げた協議会で進めてきました。鳥類だけに限らず、景観や騒音など、陸上風力発電を導入するにあたって想定される影響を多面的に見て、どこであれば地域が納得できるような風力の開発場所があり得るのかということの評価してきたものです。

これまでに、国内でも稚内市などでゾーニングに近い評価がなされており、長野県では全県で影響評価想定マップが作成されていました。ただし、これらの数多くない事例は、いずれも、基本的に法律上の開発規制があるかないかで、開発すべきではない、開発をしてもよいといった場所を評価していました。

私たちが鳴門市で行ったものは、単に開発の規制の有無だけを見るのではなく、地元の方の意見などを交えながら、どこを開発してはいけないかを評価していくことが特徴的だったと考えています[スライド2]。

現在、約320万kWの風力発電が国内に導入されています。NEDOの発表ではおよそ2,200基です。一方で、向こう30年ほど、2050年までに、今の20倍から30倍が導入されるという見通しも各所から発表されています。これだけ多くの開発が近く行われるという話がある一方で、先ほ



## 本日のはなし

### 1. 鳴門市でのゾーニングの概要

### 2. ゾーニングにおける鳥類影響の評価概要

### 3. 今後の課題

#### スライド1

### 1-1 鳴門市でのゾーニングについて

#### 【主体】

- 2014年6月に、4者で協定締結
- ①鳴門市
- ②徳島地域エネルギー(事業者)
- ③エコみらいとくしま(NPO)
- ④WWFジャパン(環境団体)

#### 【実施期間】

2014年6月～2017年3月

#### 【特徴】

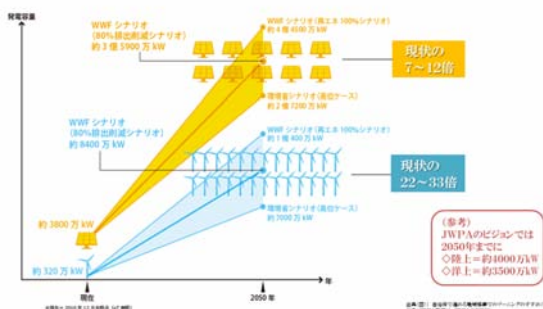
陸上風力を想定して、景観、騒音、動植物など、多面的にその影響を検討。単に法律等による開発規制の有無のみを見るのではなく、地域の意見を踏まえながら評価。



#### スライド2

### 1-2 ゾーニングに至る背景(1)

向こう約30年(2050年まで)で、相当量の再生可能エネルギーが導入される見通しが、各方面から示唆されている。



#### スライド3

ど北村さんのお話にもありましたが、反対の声が各地で起きています[スライド3]。

事業者の乱開発などもあるなか、いかに今後見越される大きな開発の中で、正しい場所に、地域環境と調和した形で再生可能エネルギーを導入できるかが重要になります。そこで、私たちは一つのモデルになるようなゾーニングが必要と考え、今回のゾーニングに取り組むことになったのです。そのモデルの場所として鳴門市に白羽の矢を立てたのは、いろいろな難しさがあつたことが挙げられます。瀬戸内の国立公園に隣接し、大麻山県立自然公園があり、鳥の渡りの大動脈になっているような自然豊かな場所であり、さらにそれ以外の観点から、お遍路さんの1番札所があるなど、文化的に重要な場所でもあります。さまざまな難しさが内在するこの場所でゾーニングができれば、他の自治体でやる場合に多くの参考になると思い、行政ならびに地元の有識者などにご協力をいただいてゾーニングをしました[スライド4]。

スライド5は、鳥類に限らず、風力発電の設置に伴う影響を評価する流れ・考え方をざっくりとまとめたものです。左に騒音や、シャドウフリッカーとありますが、鳥類以外のさまざまな観点から、“開発の影響を避けるために開発をすべきではない「レッドゾーン」”、“慎重な開発検討を要する「イエローゾーン」”、もしくは“そういった指定がないゾーン”の3つに分け、個々のトピックに対して評価を行っていました[スライド5]。

スライド6は参考情報です。景観、災害、動植物など、個別の評価項目毎に、文献調査や専門家へのヒアリング、住民へのヒアリングをして情報整理、協議を順次進めていったことを示しています[スライド6]。

スライド7も同様に参考情報として記載しました。これは、鳥類以外への評価について、どのような項目に注目して評価を行ったのかを示したものです。鳴門市では、計10項目に対して、地元の方や有識者をお呼びして評価しました[スライド7]。

スライド7の10項目について、それぞれどの場所が開発不可(レッドゾーン)なのか、開発を注意すべき場所(イエローゾーン)かという結果が、スライド8の左の4つの図です。もともとは6つの図で評価を出しましたが、ここでは一部を抜粋しています。10項目中6つに関して「影響あり」の評価が出ており、それを重ね合わせて1つにしたものが、スライド右の最終評価という図です。

結果から言うと、鳴門市ではほぼ7割近くが開発不可であり、事実上開発は市内では難しいということが、今回のゾーニングの結果です[スライド8]。

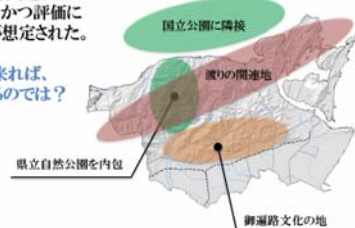
本日、ここからは、こうした10項目の評価の中でも、鳥類の評価に関してクローズアップをしてお話します。ちなみに、他の講演者は脆弱性について、純粋にアカデミカルに、どのように評価をしたかという話をされていると思います。今回の私の話は、もう少し泥臭い話になります。地元で話

### 1-3 ゾーニングに至る背景(2)

各地で反対の声も聞かれるなかで、地域環境と調和した形で再生可能エネルギーの導入が図られることが必要 → ゾーニングのモデル策定を

鳴門市は、他の自治体にも共通する地勢の特徴を有しており、かつ評価にあたっては様々な難しさが想定された。

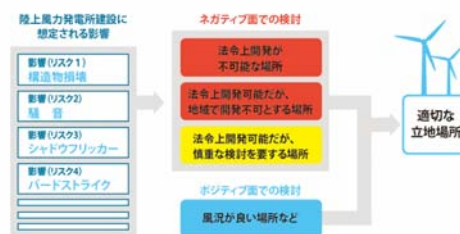
→ 鳴門市で評価が出来れば、他地域の参考になるのでは？



スライド4

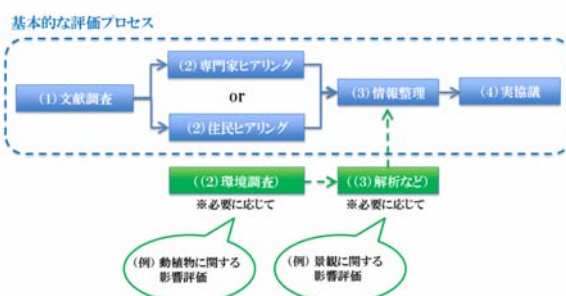
### 1-4 ゾーニングの進め方

国内外の文献を参考に、風力発電の設置にともなう“影響”項目に着目して評価をすすめることに。



スライド5

### (参考) ゾーニングでの影響項目毎の検討の流れ

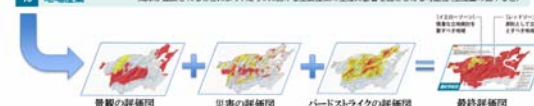


スライド6

### (参考) ゾーニングで評価を行った項目

境門での陸上風力発電施設を立地する際に挙げた10の影響項目

| 項目          | 内容                                                                            |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1 施設建設      | 風車が稼働している間に、事故や故障等により、風車設備の一部(送電機)が欠損し、落下あるいは飛散することで、周辺地域に物理的影響を与える可能性        |
| 2 騒音        | 風車が稼働することで、風車施設から発生する音、ならびに回転するブレードにより発生する音の周波数変化による健康影響が、周辺住民の健康に影響を与える可能性   |
| 3 シャドウフリッカー | 風車が稼働することで、周辺住民の健康に影響を与える可能性                                                  |
| 4 バードストライク  | 風車が稼働することで、周辺に生息する鳥類が衝突し、死傷する個体が発生する可能性                                       |
| 5 動植物       | 風車が稼働することで、周辺に生息する動植物の生息地が消失するなどし、生態系が減少する可能性                                 |
| 6 景観        | 風車が稼働することで、周辺の視覚的景観を低下させ、周辺住民等に心理的影響を与える可能性                                   |
| 7 文化        | 風車の建設による地形変化等により、地域での文化的な活動(レクリエーションなど)を営む機会が消失、もしくはその利用が困難になる等の影響を与える可能性     |
| 8 資産価値      | 風車が稼働されることによる景観を含む周辺環境の変化が、当該地周辺の居住希望の低下につながり、延いては当該地周辺の地価や不動産等の資産価値の低下を招く可能性 |
| 9 災害        | 風車が稼働することで、周辺の地盤が変化し、新たに開発地周辺の災害を誘発する可能性                                      |
| 10 地産地消     | 風車が稼働することにより、鳴門市における主要産業の生産に影響を及ぼす可能性(生産量の低下など)                               |



スライド7

し合いをして、どのように考え、議論をして評価につなげていったかという、合意形成、話し合いのプロセスを踏まえた上での説明になります。

鳴門市では鳥類に関する適地評価を、ざっくりと2つに分けて行っています。スライド9の左側は、生息している種、営巣をしている種に関して、どこに風車を建てたらいなくなってしまうリスクがあるか、それを避けるために、どこをレッドゾーン、イエローゾーンにするかという、生息種に対する評価です。右側は主に渡り鳥に対する、バードストライクリスクです。渡りに関して、どこに風車を建てたら影響が起き得るか、避けたほうがいいレッドゾーン、イエローゾーンはどこかという評価になります。時間が限られているため、今回は後者である、このバードストライクの渡りの評価に関して、どのように考え、話し合ってきたかについて概略をお話します[スライド9]。

先ほどの北村さんのお話でも、幾つかの評価方法が既にあるということを勉強させていただきました。私たちは当初、どのように渡りの評価をしていけばいいのか、見当がつかせませんでした。特に評価を進めるにあたって、大きく2つの不明点がありました。1つは、そもそもどこに風車を建てたら渡りに影響が起き得るのか、その“影響の範囲”をどう見つけていけばいいのか、という不明点、そして、もう1つは、評価の基準についてです。仮に影響が起き得るような範囲を見つけられたとしても、その場所をどう評価するのか、即開発は駄目だというレッドゾーンにするのか？あるいはそういった評価をしないのか？この部分の評価の進め方が不明でした。

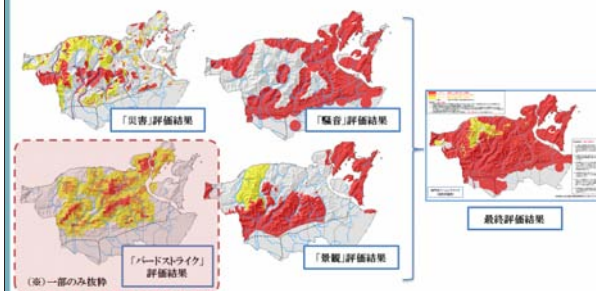
まず、取り掛かりとして、どのような場所で影響が起き得るのかということを探るために、文献調査と地域内外の有識者にヒアリングを行い、国内で渡りのゾーニングという段階において適正な評価方法とはいかなるものがあるのかを聞いて回りました。しかし、この当時はなかなか、明確な評価方法でこれであれば間違いはないという方法を見つけることができませんでした[スライド10]。

ただ、その過程で、スライド11に記載しているような評価方法や影響の予測方法が、文献調査やヒアリングで見つかりました。今ではアセスメントで一般的に使われている、いわゆる衝突確率の影響評価などもその1つです。飛翔軌跡線から各メッシュの衝突確率を濃淡で表すようなものや、GLMなどの解析により、飛翔軌跡とその軌跡線がある場所の植生地形などの相関性を見て、より鳥類が飛翔しやすい、影響を受けやすい場所がどこなのかを濃淡で表すものなど、さまざまな影響評価方法があることが分かってきました[スライド11]。

では、結局、これらのどの方法で影響が及ぶ範囲を想定しなければいけないかという点についてですが、じつはそれを判断するにあたり、いくつかの制約条件がありました。それをスライド12に書いています。まず、その協議会ですが、これは手弁当でやっていました。どこからお

#### (参考) ゾーニングでの評価結果について

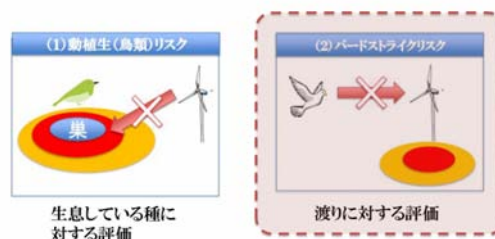
10種類の影響項目のうち、6項目(災害、動植物、景観、バードストライク、騒音・シャドウフリッカー)において、影響有の評価。これらをまとめたものを最終評価とした。なお、各評価の検討経緯を綴った根拠書と共に公開



スライド8

#### 2-1 バードストライク(渡り)の影響の検討経緯

鳴門市でのゾーニングの検討では、鳥類への影響評価を2つに分けて行っている。1つは主に市内に生息している種を対象とした評価。もう1つは“渡り”を対象とした評価。ここでは後者(渡り)の検討経緯を説明する。



スライド9

#### 2-1 バードストライク(渡り)の影響の検討経緯

##### 検討にあたって

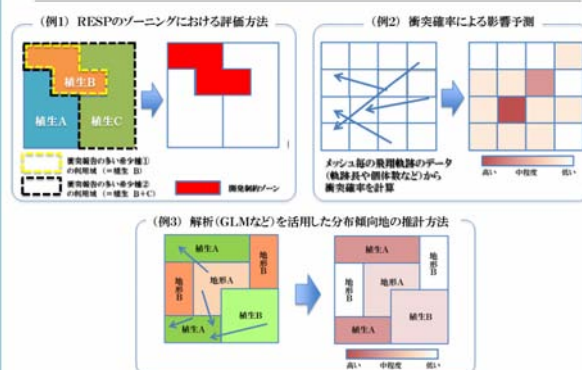
評価を進めるにあたって、大きく2つの不明点が  
(1) 渡りへの影響が起きえる場所をどう見つけるのか  
(2) 影響が起きえる場所をどう評価するのか

- 有識者ヒアリングを実施 → 明確な評価方法判明せず
- 文献調査を実施 → 渡りに特化した評価方法は不明

ただし国内外の文献では、“鳥類への影響を避けるべき場所”を特定するための様々な評価手法について確認がとれた

スライド10

#### (参考) 文献で確認ができた影響予測・評価の方法(一部)



スライド11

金が出るわけではなく、基本的には皆さん手持ちで協議をしていたため、費用が相当限られており、高度で費用がかかるような解析などを伴う影響予測は難しいという状況がありました。加えて時間的な制約もありました。鳥類の評価以外にも景観や、他の評価を行わなければならなかった上に、この協議会が発足した翌日に、某大手の風力事業者が鳴門市に来て、実は計画が進んでいる、という話が出たためです。地域側でゆっくりと長い時間をかけてゾーニングを検討しては、「ここはやめてほしい」と事業者にインプットできなくなる恐れがありました。そのため、限られた時間の中で評価をしなければならず、費用面、時間面で、あまり難しい解析や分析を伴う評価ができませんでした。

加えて、想定される地域での話し合いでは、有識者以外にも検討に参加すると考えられたため、あまり難しい評価方法であると、評価をする協議メンバーが内容を理解できないという恐れもありました。なお今回は、市内で十分な鳥類の飛翔調査を行うことになっていました。そこで、まずは、飛翔調査から、メッシュごとの飛翔個体数を濃淡で表す、シンプルな密度分布図が作成できると考えました。これであれば、理解も容易で、十分な調査を経て比較的精度も良く作成できると考えられたことから、この密度分布図を活用して影響が及びそうだという範囲を想定することとしました[スライド12]。

スライド13は参考情報です。左上の図が渡りの調査で観測された、秋季・春季・全ての鳥の飛翔軌跡を重ねたものです。観測された鳥類の飛翔から、どの種の観測数が多かったか、風車のローターの回る高さを飛んでいるのはどの種がどんな割合で多いのか、種ごとの絶滅危惧種の指定の有無などを総合的に加味し、渡りに関しては猛きん類と小鳥を含めたこの6種（サシバ、ノスリ、ハチクマ、ハイタカ、ヒヨドリ、ツバメ）にフォーカスをして評価をすることになりました。そしてこの6種に関しては、それぞれの種ごとに鳥類調査で観測された際の飛翔軌跡線をメッシュごとに累積して、どのメッシュでは何羽確認されたかという密度分布図を作成しました[スライド13]。

ただし、仮に影響が及び得る範囲をこの密度分布図で特定したとしても、一体どれほどの観測数を記録したメッシュを「影響がある」とするのか、閾値が不明でした（例：10羽以上か、100羽以上なのか）。また、仮に影響があるメッシュを特定できたとしても、それで開発不可とするのかどうか不明点がありました。そのため、外部の有識者の先生などにお聞きして、どのような評価方法がよいかを考えていきました。しかし「国内で、このような評価方法、閾値を設ければ正解である、と断言できるようなものはない」ということでした。そこで、自分たちで考えて定義した評価方法が、スライド14の枠の中です。ある有識者から、“ドイツでは渡りの主要なルートを開発不可のレッドゾーンとして、その周辺にバッファを置いている”という意見がありました。そこで、密度分布図を作成し、ある一定の閾値以上の

## 2-2 影響範囲の特定

どのような方法で、渡りへの影響（風車設置にともなう）を評価するべきか？

実際の検討では以下の制約が存在

- 費用的制約 …… 協議会における費用が限られており、高度な分析などが難しいこと
- 時間的制約 …… 既に市内では事業計画の話が進んでおり、検討に時間を要する分析をとるもののは難しいこと
- 能力的制約 …… ゾーニングでは、有識者をはじめ、地域関係者も参加することから、難易な分析を理解した上での評価が難しいこと

市内での飛翔調査結果をもとに、シンプルな「密度分布図」を策定することで影響範囲（風車を設置すると渡りに影響が及び得る場所）を想定すること

スライド12

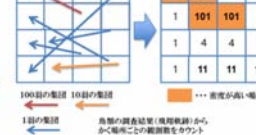
### （参考）影響範囲の求め方について



(1) 市内全域での渡りの調査結果  
(図は全季節の全種の飛翔軌跡を重ねたもの)

① 観測数の多さ、② 高度Mの飛翔割合  
③ 危惧種指定の有無、を総合的に加味。  
渡り鳥のうち以下6種を評価対象に  
サシバ、ノスリ、ハチクマ、ハイタカ、  
ヒヨドリ、ツバメ

(2) 評価対象種の選定

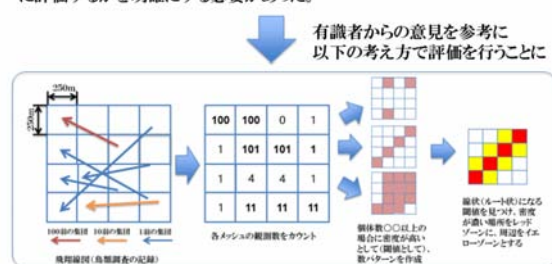


(3) 種毎の密度分布図の作成

スライド13

## 2-3 評価方法の決定

密度分布図を策定することで、影響が及び得る範囲を特定するとし、ものの、どの程度の密度が観測されるメッシュを、“影響がある(閾値)”とするか、またその影響があるとするメッシュをどのようなゾーン(レッド or イエロー or Non)に評価するかを明確にする必要があった。



スライド14

メッシュを、密度が濃い、影響があるものとして色塗りするパターンを、閾値を幾つか変えて何パターンか作成しました。その閾値を変えていったときに、“線状”に密度の高いゾーンが現れたときの閾値を採用して、その閾値以上の観測数に該当するメッシュをレッドゾーンとし、渡りの影響面から開発不可の場所にするという評価方法を採用していきしました[スライド14]。

サシバ、ノスリ、ハチクマ、ハイタカ、ツバメ、ヒヨドリの6種に関して、密度分布図を使い、渡りのライン状（線状）になる閾値を設けて評価をした第1案がスライド15の図の

## (参考) 評価結果(全6対象種の評価結果)



スライド15

ような結果になります。このような形で、密度の濃いところ、その周辺に黄色のバッファを置いたものを第一評価案としました。そして、この評価案で良いかを、地域内で議論しました[スライド15]。

密度分布図を使ってこのように評価すること自体に関しては、内外の有識者から大きな反対はありませんでしたが、この結果に対しては、賛否が分かれました。反対側からは、(ゾーニングは)アセスメントの前段階であるにもかかわらず、この時点で開発を不可とするような評価をすることはいかなるものか、過度に開発可能性を狭めるのではないか、開発の可能性を模索したいという側にとってタイトな評価ではないかというような意見がありました。一方で、実際に現地で観測されており間違いがないデータを基にしているので、密度分布図上、濃く出たところに関しては、この評価どおり、赤のゾーンとして少なくとも開発不可とするべき現状の評価案には賛成だという意見がありました。意見が割れたため、先の6種に対して追加的に衝突確率を算定しました[スライド16]。

衝突確率が高い種についてはレッドゾーンを残存させて、衝突確率が低くなかった種に関しては、レッドゾーンから1ランクグレードを下げて、新たに「オレンジゾーン」(極めて慎重な開発検討を要すべき地域)というような評価軸を設け、賛成派、反対派双方の落としどころとなるような評価を検討しました。最終的には、完全に全員の合意にはなりませんが、鳴門市の評価として、まとめることができました[スライド17]。

余談になりますが、この検討過程では、この密度分布図の他に、幾つか別の図を作成し、多面的に評価をしています。先ほどはメッシュごとの累積個体数に注目して濃淡を出した密度分布図でしたが、メッシュごとの累積個体数ではなくメッシュごとの飛翔軌跡線の重なり具合、飛翔頻度に注目して、どの場所の影響が大きそうかという図を作成しています[スライド18]。

その他にも、異なる種によって、多く巡回利用(ソアリングなど)された場所がどこなのかを濃淡で表した、スライド19のような図も作成しています[スライド19]。

また、鳴門市全域で鳥類調査をしたときに、足りなかつ

## 2-4 評価結果の修正

評価結果(案)を地域内外の識者で再確認。  
密度分布図による影響範囲の特定や評価方法については異論なし。

ただし、評価結果については、大きく分かれる結果に

## 【評価結果に“反対”の意見】

・風車が建設されても、稼働制限を掛けるなどで対処できる可能性がある。  
また、飛翔経路には年次変動があることを踏まえると、現時点(ゾーニング段階)で開発不可と決定するのは、逆に地域での開発可能性を狭め得る。

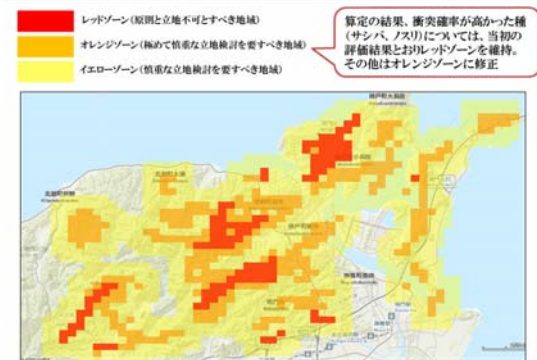
## 【評価結果に“賛成”の意見】

・実観測で多く観測された場所である以上、今後も渡りの飛翔経路として活用され得る地勢的特徴を有している。開発不可とする現状案には賛成。

別の側面から影響予測を実施  
(衝突確率の算定)

スライド16

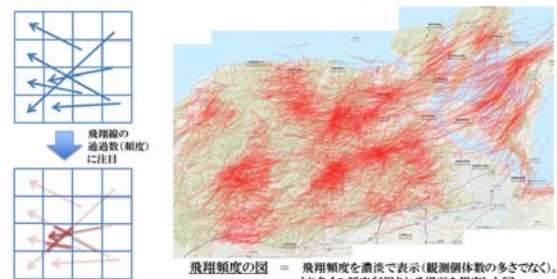
## (参考) 再評価結果



スライド17

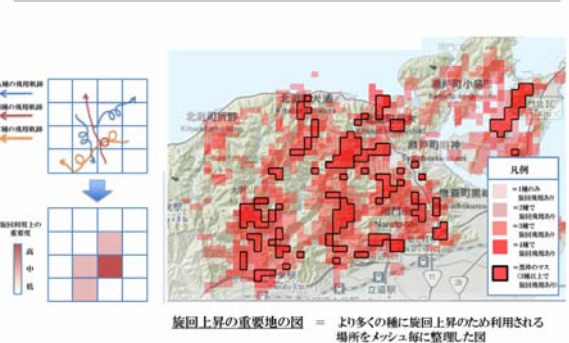
## (参考) その他の(影響予測の)アイデア(1)

再評価を行うにあたっては、衝突確率以外にも、有識者からの意見を踏まえた様々なアイデアで、場所ごとの影響予測を実施。  
→ “影響がある”と言えるクライテリア(閾値)が不明なため不採用に



スライド18

## (参考) その他の(影響予測の)アイデア(2)



スライド19

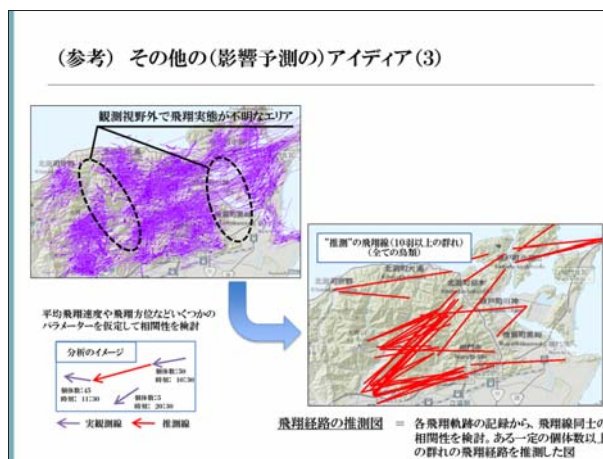
た観測域で、どのように鳥類が飛んでいたかを推測し補完するような飛翔推測図も作成し、多面的に検討をしてきました。

ただ、これらは、あくまで参考図という扱いで、先ほどお見せしたレッド、オレンジ、イエローで色分けした図を最終的な渡りの評価として協議を終了しています[スライド20]。

鳴門市での鳥類の評価ならびにゾーニングを通して感じた課題点として、まず1点目ですが、安価な観測調査が必要ではないかと思いました。今回鳴門市で行った鳥類調査は環境省のゾーニング基礎情報整備事業の受託を受けて、調査費用が得られたため、しっかりとした鳥類調査ができましたが、これは必ずしもどの自治体でも得られる補助ではありません。ですから、今後各地で急速に広がる開発に、それぞれの地域が対応するためには、それなりに財政が厳しい自治体でも自ら取り組んでいけるような安価な調査が必要になるだろうと考えています[スライド21]。

皆さんは、今、アセスメントの情報はオンラインで見ることができと思いますが、アセスメント関連のサイトで把握できる開発状況の数字だけが開発の全てではありません。昨年末に経済産業省から、各電力会社の風力発電事業者の申し込み件数が公開されました。これを見ると、アセスメントの数を大きく上回る事業計画が検討されていることが分かっています。

スライド22は九州の例ですが、東北、北海道に関しても同様の傾向があり、実際にアセスメントで出ている以上の開発が、実はもうすぐそこで話し合われています。本日皆さんがお話しされるセンシティブリティマップの話を、地元の自治体で進めていく時間は、実は相当限られています。ぜひこの機会に、今日のお話を各地で拡散していただきたいと考えています[スライド22, 23]。



スライド20

### 3-1 今後の課題

ゾーニングを実施して感じた課題点として

#### (1) 安価な観測・予測手法の必要性

= 事業者と異なり多くの資金を有しない地域の協議主体が、少額でも可能かつ有益な観測・予測としてどのような方法が可能か？  
今後、より多くの開発が各地で進むことを考えると、各地が補助金に頼らずとも、自力で取組めるような安価な方法が必要と考えられる。

ゾーニングの普及啓発を通じて感じた点として

#### (2) ゾーニングの重要性に対する認識の欠如

= ゾーニング(センシティブリティ)評価を行わずして開発が進められた場合、そうでない場合と対比して、地域にどの程度のインパクトがあり得るのかを想像できていないことに起因。具体的(定量的)にどの程度の影響が地域に起き得る可視化することが必要と考えられる。

スライド21

(参考) 各地での開発計画について(九州地方の場合)

#### ・(九州地方) 環境アセス状況

| 単位(kW) | 対象範囲                                  | アセス<br>累計 | 配慮書  | 方法書 | 準備書 | 評価書 |
|--------|---------------------------------------|-----------|------|-----|-----|-----|
| 九州電力   | 福岡県、佐賀県<br>大分県、長崎県<br>熊本県、宮崎県<br>鹿児島県 | 128万      | 103万 | 9万  | 16万 | -   |

出典: 環境アセスメント(2017年12月1日現在)

#### ・(九州地方) 系統申込状況

| 単位(kW) | 接続済み | 接続契約申込済み      | 接続検討申込済み       |
|--------|------|---------------|----------------|
| 九州電力   | 49万  | 169万 (674基相当) | 344万 (1374基相当) |

出典: 経済産業省 総合資源エネルギー調査会 電力・エネルギー部 電力・エネルギー分科会 電力・エネルギー小委員会 系統計画(第11、12回)

(注) 上記の数字は2017年12月1日現在の数字。電力会社への申込み申請は2017年8月以降。

(注) 上記の数字は2017年12月1日現在の数字。

(注) 上記の数字は2017年12月1日現在の数字。

アセスに上がつて  
いよいよ構想段階と  
思われる事業計画  
が相当数。

いまが  
事業者と地域で  
コミュニケーションを  
取りうるタイミング

スライド22

ゾーニングの進め方について、鳴門市を事例に、どのように考えて進めたかを整理した、地域関係者向けの手引書も公開中



#### 【手引書】

##### (1) WWFジャパン WEBサイト

<https://www.wwf.or.jp/activities/2018/01/1400110.html>

#### 【ゾーニング結果】

##### (1) WWFジャパン WEBサイト

<https://www.wwf.or.jp/activities/2018/01/1400110.html>

##### (2) 鳴門市 WEBサイト

<http://www.city.naruto.tokushima.jp/kurashi/kyodo/kankyo/turouku/index.html>

スライド23

# 4 北海道北部における繁殖海鳥の 洋上風力発電センシティビティマップ作成事例

風間健太郎

[北海道大学 水産科学院 博士研究員]

北海道大学水産科学院博士研究員。2010年北海道大学水産科学院博士後期課程修了(水産科学博士)。海鳥類を主たる研究対象とし、生態、行動、生理、保全、地球化学の関連業績が多数。北海道利尻島には15年以上通う。日本鳥学会英文誌編集委員。環境省および経済産業省洋上風力発電環境影響評価検討委員(兼任)。著書に「鳥類の行動生態学」(京都大学出版会、分担執筆)、「初めてのフィールドワーク」(東海大学出版、分担執筆)など。2016年度日本鳥学会黒田賞受賞。



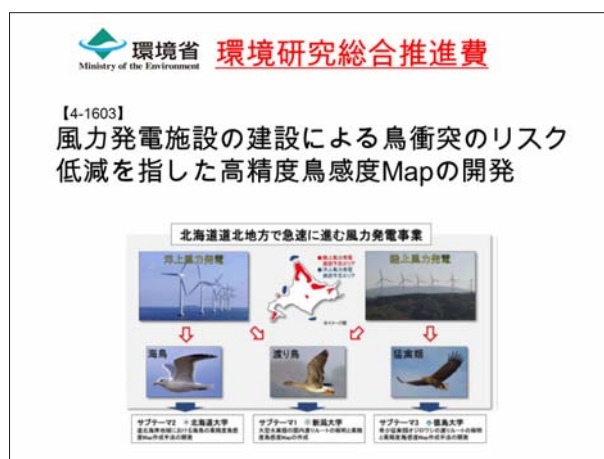
先ほど、有山さんからお話がありましたが、日本ではこれから洋上にどんどん風力発電が建設されていくだろうと言われています。陸上の方は、本日の講演にもありましたように、情報が整備されつつあります。ところが、洋上ではそういった情報がまずありません。ないどころか、その情報をどのようにこれから取得するかといった部分でも、技術的な面で非常に遅れています。本日は、洋上で海鳥がどのような場所を利用しているのか、それをこれからどのように予測していけばいいのかといった、技術開発のお話をしたいと思います。

現在私が従事している研究プロジェクトでは、主に北海道地方でガンやハクチョウなどの渡り鳥、猛さん類、海鳥を対象とした、風力発電のセンシティビティマップ、リスクマップ、われわれは高精度感度マップと呼んでいます。これらを作成する手法開発の研究をしています。本日は、この海鳥を対象としたリスク評価の技術開発についてお話しします[スライド1]。

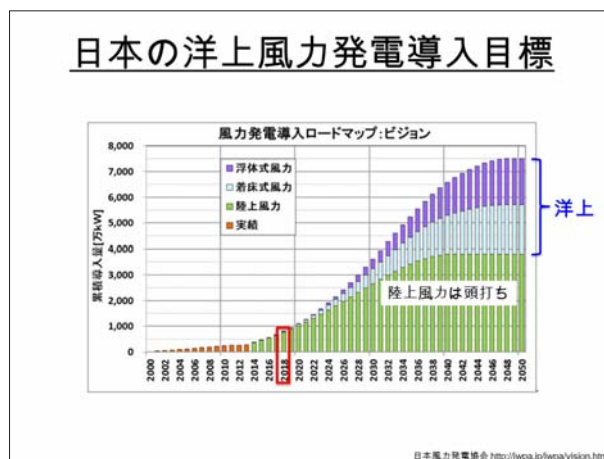
スライド2で示しているのが、日本の洋上風力発電の導入目標です。陸上は、あと20年ほどで頭打ちになると言われています。代わりに洋上の導入量が非常に増えていきます。ゆくゆくは大体陸上と同じぐらい、洋上の導入量が増えていくでしょう。洋上の風況のポテンシャルも予測されており、日本の沿岸は風力発電を導入する上ではポテンシャルが高いと言われています[スライド2]。

日本には数多くの海鳥が生息しています。世界には大体350種類の海鳥が生息すると言われており、そのうち日本には約5分の1の70種近くが生息し、その半分にあたる30～40種が繁殖をしています。スライド3は、代表的な5種類の海鳥の繁殖地の分布と、その数をマップ化したものです。代表的な5種だけでも、日本の沿岸には非常にたくさん繁殖地が点在することが分かります。この2つの図を見比べると分かるように、風況のいい、例えば北海道の北部や北海道の東部、あるいは津軽海峡付近には海鳥の繁殖地も集中するため、洋上風力発電のリスクが非常に高まるのではないかと考えられています[スライド3]。

繁殖をする海鳥の特徴として、1日に何度も採食場所の



スライド1



スライド2



スライド3

海と繁殖地（島であることが多い）を往復します。私たちはこれを採食トリップと呼びます。例えば、ある海域に風力発電が建つことにより、餌場の環境が悪くなってしまうリスクや、飛行経路上に風車が建つことによって衝突のリスクが増えます。他にも幾つか風力発電のリスクがありますが、本日注目するのはこの2つです [スライド4]。

では、これらをどのように評価していくか、こういったリスクが高い場所がどこにあるのかを予測するには、海鳥の採食場所、あるいは飛行経路を予測できることが望ましいです。ところが、陸上と違い、海鳥が海の上でどのような場所で餌を食べているか、どのような場所を通るかを評価することは非常に難しいです。なぜかという、海上では、何度も船を出さないと調査ができず、コストも非常にかかります。そのため、こういった予測をする手法が今は確立されておられません。

現在、洋上での海鳥の分布を予測する手法は非常に単純なものしかありません。先行研究で、例えばウミネコは大体60kmの半径で採餌をされると言われています。ですから、ある繁殖地から60kmのエリアに、たくさん分布しているだろうと予測するしかありません。しかし、こうした単純な予測手法では、海鳥が好むエリアを抽出することができず、ある繁殖地に対して、とても広大な面積一帯に風力発電を建ててはいけないといった、非現実的な提言しかできません。また、飛行経路と高度に関しては、そもそも予測をする手法がありません [スライド5]。

これを解決する手法として、GPSトラッキングがあります。海鳥の背中に、非常に軽量になったGPSの記録計を取り付けます。私たちは1秒間隔という非常に細かい時間スケールで、その鳥の位置を記録しました。最近ではGPSで高度も取れるようになってきました。ただし、GPSで取れる高度は測定誤差が非常に大きいと言われているので、私たちはドローンにGPSを付けて、その高度がどれほど正しいのか、精度検証をしています。ドローンは気圧高度計が搭載されているため、非常に正しく高度が記録できますが、それとGPSに記録された高度を照合することで、どれほどの精度で取れているかを検証しました。その結果、高度誤差は大体20mでした。大きいと言えば大きいですが、ウミネコは100m、200mの高さまで飛びますので、それほど大きな影響のない測定誤差と考え、この高度データも採用しました [スライド6]。

私たちはGPSを使って、北海道の利尻島で調査を行いました。ウミネコの抱卵期に、ウミネコにGPSを取り付けました [スライド7]。

このGPSによる行動追跡調査によって、12個体の、合計33回の採食トリップのデータが得られました。スライド8の一本一本のカラフルな線がウミネコの飛翔の軌跡です。白い点が海の上で餌を食べた場所です [スライド8]。

この中から、どのような場所で餌を食べていたかを抽出するため、先ほどの白い点の分布を、カーネル密度法とい

## 繁殖海鳥と洋上風発リスク



スライド4

## 既存の予測手法



飛行経路・高度の予測手法は皆無

スライド5

## GPSトラッキング手法



1秒間隔で測位、高度も記録



ドローンによる精度検証  
→ 高度誤差は±20m

スライド6

## 利尻島ウミネコ繁殖地

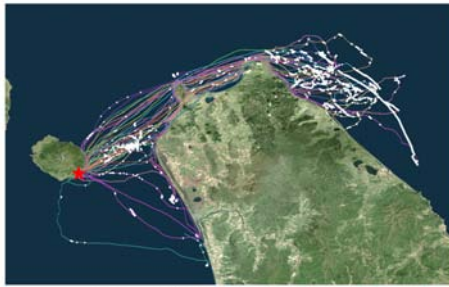
2016年5-6月 (抱卵期)



スライド7

## GPSによる行動追跡調査

2016年抱卵期：12個体、33採食トリップ



白点 = 採食地点 (速度<15km/h)

Kazama et al. (2018)

スライド8

非常に一般的な鳥の分布を表す手法で面的に表しました。色が濃いところほどよく餌を食べた場所ということで、ウミネコは、先ほど同心円で50kmといいましたが、実ははるかに広く、100kmほど離れたところまで行き、餌を食べることが分かりました[スライド9]。

ここから、こういった場所をウミネコは好むかを予測する手法を確立した手順を説明します。まず、今お示した、ウミネコがどのような場所で餌を食べていたかといった採食密度のデータがあります。初めに分布が集中している場所がどのような特徴を持った環境かを調べました。営巣地からの距離、水深といった、環境のデータと照らし合わせて、採食場所を説明するモデルを構築しました。このデータに実際の環境データを入れれば採食場所が再現、予測できます。私たちはこの技術を用いて、そのリスクマップの作成を試みています[スライド10]。

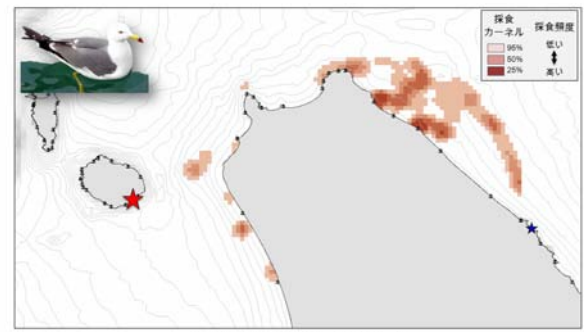
本日お話しするのは、主に3つあり、1つ目は、先ほどのモデルを使った高頻度採食場所の予測です。2つ目は、高度のデータも取れるので、そのデータを使って、ウミネコはどのような場所を飛ぶのか、こういった場所でMゾーン（風車のブレード高で一番衝突リスクが高くなる高度）を飛ぶのかを調べました。一般的には40～120mがMゾーンと言われていますが、GPSの高度の誤差が20mあるため、広めにリスクを取って20～140mを今回のMゾーンとしました。3つ目が重要なのですが、私たちが1つの繁殖地で行い確立した技術について、これから全国で適用する上で、他の場所や他の年にも当てはまる手法なのかを検証しました[スライド11]。

1つ目の採食場所の予測について、採食密度、ウミネコが好む採食場所はどのような環境なのかを求める手順をお話します[スライド12]。

営巣地からの距離、水深、海底斜度、SST勾配、漁港の有無といった、5つの変数があります。水深のグラフは、ウミネコは大体水深50mぐらいのところを好むことを表しています。採食密度は、わずか5つの変数で、ある程度予測できることが分かりました[スライド13]。

スライド14は、得られたモデルに環境データを入れて、

## 高頻度採食場所

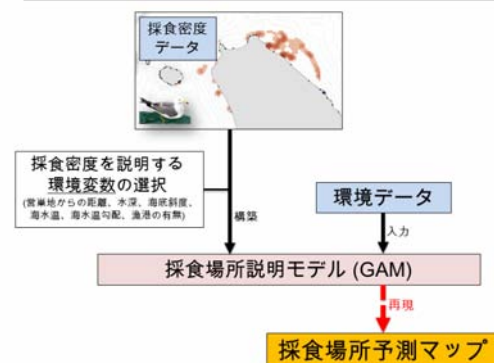


2kmグリッド 採食カーネル密度

Kazama et al. (2018)

スライド9

## 採食場所予測マップ作成手順



スライド10

## 繁殖海鳥センシティブ・タイムマップ作成

1. 高頻度採食場所の予測マップ
  2. 高衝突リスクエリアの予測マップ
- 
3. これらの予測手法は  
他の年 & 場所にも適用可能？

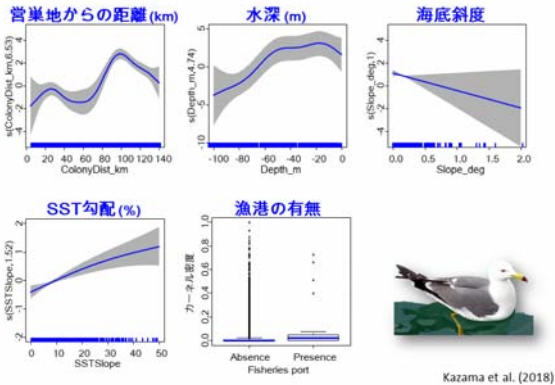
スライド11

## 繁殖海鳥センシティブ・タイムマップ作成

1. 高頻度採食場所の予測マップ

スライド12

## 採食密度を説明する環境変数



スライド13

実際にウミネコがどのような場所に分布しているかを予測したマップで、これがいわゆるセンシビティマップです。ここで繁殖するウミネコが、繁殖期間中にどのあたりでたくさん採食しているかを求めた予測値です。そのモデルが正しかったとしたときに、このような予測マップが得られます。ただ、これに対して、予測マップが妥当であるかどうかを検証しなければいけません [スライド14]。

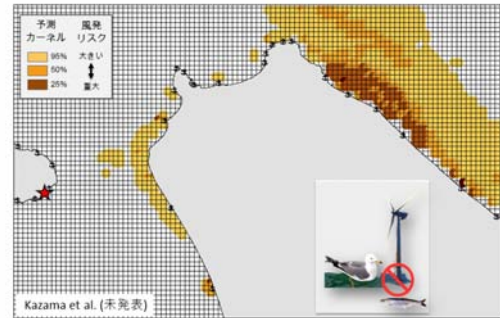
検証したものがスライド15です。モデルで予測されたものと、実測データを合わせることで、ぴったりと一致すれば再現性が高い非常に良いモデルだったと言えます。グラフは、この2つがどれくらい対応しているかという相関の数値です。最大で1になりますが、0.643となっており、非常に良い再現性を保っています。図を比較してわかるように、比較的広めに取れていますが、おおむね実測データも同じような分布を示しています。まあまあ良い予測精度のモデルが得られたことが分かりました [スライド15]。

Mゾーンを飛翔する確率を予測するマップも、同じような手法で作成しました。まず、Mゾーンを飛行する確率を予測するモデルは、先ほどと同じような営巣地からの距離、その土地の標高、土地の傾斜、その場所に漁港があるかどうかという、たった4つの環境要因である程度説明ができることが分かりました。予測をしたマップがスライド16です。当然ですが繁殖地の周りや、宗谷岬の辺りはMゾーンを飛ぶ確率が非常に高いと予測されました [スライド16]。

このモデルがどのくらい正しいのか、再現性をチェックしました。先ほどと同様に0.634で、同様の精度です。モデルは4つの環境変数ですが、比較的多くともらしい予測が得られ、先ほどの採餌場所だけではなく、衝突リスクが高くなる場所もある程度単純に予測ができることが分かりました [スライド17]。

もし、他の場所や他の年にもこれが適用できれば、これからウミネコがどのような場所で採餌するか、どのような場所で飛ぶかを、モデルで全て再現できるようになります。それが本当に可能かどうかをチェックしました。今回私たちが予測モデルを作成したのは2016年の利尻島です。これが2017年の利尻島、それから他の場所にも適用できる

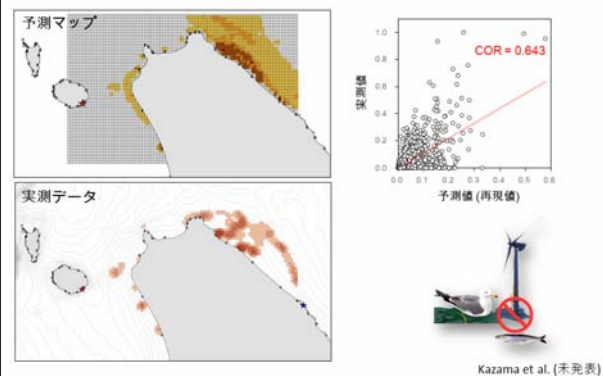
## 採食センシビティマップ



高頻度採食場所を予測する環境変数  
営巣地距離 + 水深 + 海底斜度 + SST勾配 + 漁港の有無

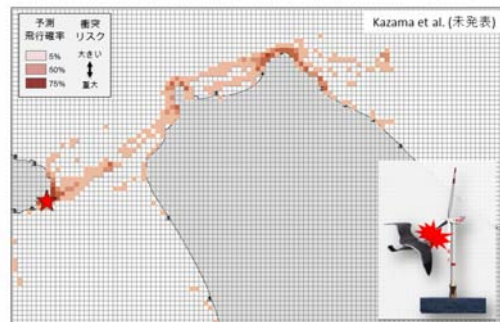
スライド14

## 採食場所再現精度



スライド15

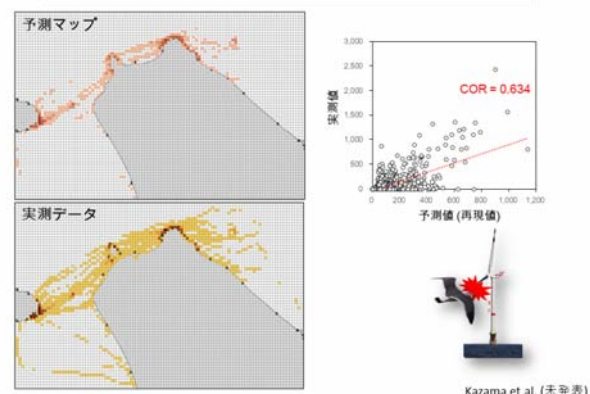
## 2. 衝突センシビティマップ



Mゾーン飛行確率を予測する環境変数  
営巣地距離 + 土地標高 + 土地傾斜 + 漁港の有無

スライド16

## 高衝突リスクエリア再現精度



スライド17

### 3. 他の年 & 場所への適用



スライド 18

かをチェックするために、ここから150kmほど遠いオホーツク海側に面した枝幸町のウミネコのコロニーで、2016年の利尻島と同様の調査を行いました。背中にGPSを付け、2017年は31羽で62トリップが取れました。2017年の枝幸では、同様に11羽に対して30トリップのデータが得られました[スライド18]。

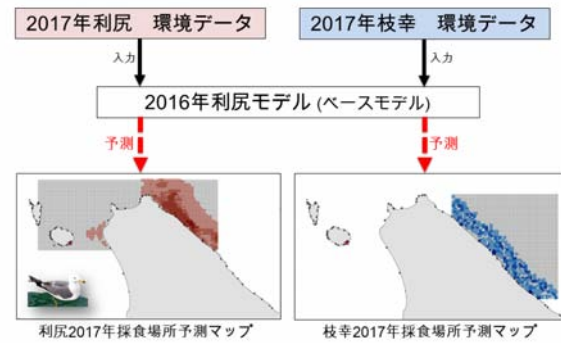
まず基盤となるのは、それなりの精度で予測できるということが分かっている2016年の利尻モデルです。これに2017年の利尻の環境データ、そして枝幸の環境データをそれぞれ入力すれば、それぞれの予測マップが得られます。2017年の利尻島は2017年の環境データからはウミネコは大体この辺に分布するはずである、また、枝幸でも大体この辺に分布するはずだということが分かります[スライド19]。

予測マップがどれほど正しいかを同じ手順でチェックしていきます。先ほどの相関を見ると非常に低く、年や場所が変わると予測精度が半減します。残念ながら、他の年や他の場所には単純には当てはまらないという結果になりました[スライド20]。

これはなぜかという、海洋環境は非常に大きく年変動します。この辺の海域では暖かい対馬暖流と、冷たい東樺太海流がぶつかって「海洋フロント」ができます。ここ（海洋フロント）は非常に生産性が高く、イカナゴというウミネコが好む魚がたくさんいる場所です。この海流の強さが年ごとに変わるため、いい餌場の分布が変わったことが、違う年に当てはまりが悪くなった原因だろうと言えます。また、このフロントまでの距離が島によって違うため、利尻で作ったモデルを単純に枝幸に当てはめても駄目だろうということです[スライド21]。

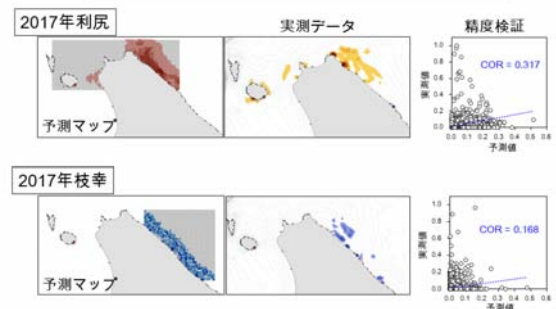
今回のまとめとして、GPSトラッキングによって繁殖する海鳥のセンシティブティマップ、どういった場所に分布するかを比較的単純に予測することはできました。技術としてはできましたが、それを異なる年や地域に当てはめようとすると、なかなか単純にはいかず、この辺は海洋環境の年変動や、いい採餌場所に対する営巣地の位置関係を考慮しなければならないことが分かりました[スライド22]。

### 他の年 & 場所の予測手順



スライド 19

### 他の年 & 場所の予測精度



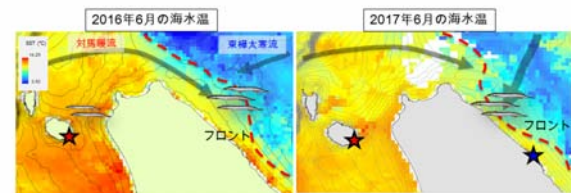
年・場所が変わると予測精度は半減

Kazama et al. (未発表)

スライド 20

### 他年・場所の予測が困難な理由

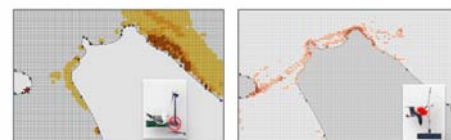
- ・ 海洋環境の年変動
  - … 好適採食海域 (フロント位置) の年変化
- ・ 営巣地とフロントとの位置関係
  - 高頻度採餌域が年・場所ごとに異なる



スライド 21

### まとめ

- ・ GPSトラッキングにより  
繁殖海鳥のセンシティブティマップ作成は可能
- ・ 異なる年や地域でのマップ作成
  - 海洋環境や採餌範囲の年・地域変化の考慮が必要



スライド 22

# 5 北海道宗谷地域における野鳥と風力発電のセンシティブィマップ作成事例

浦達也

〔日本野鳥の会 自然保護室 主任研究員〕

2005年、北海道大学大学院を出た後、日本野鳥の会入局。野外鳥類学会誌『Strix』の編集と絶滅危惧種の保護対策を担当。2010年から自然エネルギーと野鳥に関する業務を担当し、行政機関や事業者への要望書・意見書の提出、環境省による風力発電に係る委員会への参加による政策提言の他、国内外の既存情報および現地視察による現場情報の収集とその普及、野鳥の会独自の調査研究の実施など、様々な活動に携わっている。



北海道宗谷地域におけるセンシティブィマップの事例ということで、実際に今、日本野鳥の会で取り組んでいるマップ作りの事例について紹介します。

まず、なぜ日本野鳥の会でセンシティブィマップを作ろうと考えたかという、ヨーロッパではいろいろな団体がセンシティブィマップ作りを実際に始めています。そのマップは環境保全または再生可能エネルギーの導入促進の観点で必要です。一方日本では、本日はいくつか事例が紹介されていますが、マップ作りの意義や具体的な進め方はほとんど知られていません。私たちの活動の目標は、実際にマップを作成し、日本各地の自然保護団体、研究者、事業者、地域住民等にそのマップの必要性和重要性を認識してもらい、その策定手法の開発を進めていくことです。また、こうしたマップを用いることで、自然保護を進める側と事業者の間で合意が取れた場所で、風力発電等の建設がなされるようになればよいと考え、それを言葉で言うだけでなく、マップ作りの実例をもってマップの必要性を広めていこうということで、取り組み始めました〔スライド1〕。

このマップ作りは、今回のシンポジウムも含め、地球環境基金から助成金をいただいています。このほか、海外事例や、情報の収集をしており、実際にイギリスでワークショップを開いて収集した事例をまとめた報告書を本日販売させていただいております。国内での取り組みとしては、各地でセンシティブィマップの必要性を広めるような勉強会を開いたり、実際にマップを作るための検討会を開催し、現地鳥類調査も行っています〔スライド2〕。

2015年時点では、国内でセンシティブィマップに関する知見がほぼない状態でした。そこで、イギリスに行き、バードライフ・インターナショナルという国際的な野鳥保護団体のパートナー団体を集めて、7カ国25名が参加するワークショップを開き、お互いにどのようなマップを作っているか事例紹介をし合って勉強をしました〔スライド3〕。

また、センシティブィマップの必要性を広めるために、昨年北海道でシンポジウムを開催し、風力発電の環境影響評価について、ゾーニングやセンシティブィマップの必要性について講演を行いました〔スライド4〕。

## 背景

- ・欧州では風力発電と野鳥のセンシティブィマップ作りが盛ん
- ・地域環境保全、再エネ導入促進の観点でもマップ必要
- ・しかし、日本ではセンシティブィマップ作りの具体的な意義や進め方について、ほとんど知られていない

## 活動目標

- ・各地の自然保護団体、研究者、事業者、地域住民の間でもマップ作りの重要性が認識され、その策定手法の開発が進んでいる
- ・マップを用いることで、自然保護側と事業者の間で合意された立地選定がなされている

**まずは、日本野鳥の会で実際にマップ作りを行い実例を用いてマップの必要性を広める！**

スライド1

## 助成金（地球環境基金）による活動内容

### 海外事例・情報の収集

- ・海外事例収集
  - ・・・英国でワークショップを開催
- ・報告書作成

### 国内での取り組み

- ・各地で勉強会等を開催
- ・マップ作り検討会の開催
- ・現地鳥類調査

スライド2

## 国際ワークショップの開催

（2015年9月27-28日/ 英国・ケンブリッジ BLI本部）  
※7カ国・地域からのべ25名が参加し、マップ作りの事例紹介



スライド3



率を考慮しないことになりました。また、地図上に鳥獣保護区などを入れる場合もありますが、鳥獣保護区の位置はもともと地図情報として行政機関が持っているものなので、今回作成するマップには入れないことになりました[スライド9]。

渡りのルートの扱いは、大規模かつ集中的な渡りをする経路を、地図に示していくことになりました。地図を作る際に、こういった鳥を対象にして作るかという議論がありますが、ここでは、基本的に環境省の有山さんから紹介していただいたような方法で、対象種を絞り込むことになりました。いろいろな団体が作ったマップによって対象種の絞り方が違うと、使う側もそれをどう解釈したらよいか分からなくなるのではないかとわれ、実際に行政機関で行っている手法を基本にすることとしました。モデリングとは、分布を調査していない場所に、その鳥が実際に分布する可能性があるか予測する方法ですが、このマップ作りではモデリングは行わずに、現地で実際に調べた実測データだけを使っていくことになりました。このようなことが検討会で決まっていきました[スライド10]。

実際にどのように対象種が選ばれたかをご紹介します。マップ作りの対象地になった場所で観察された鳥の中で、まずは絶滅危惧種かどうかを見ることで、150種ほどが35種に絞られました。その35種のうち、国内外でバードストライクの事例がある種およびその属は24種でした。この24種に、バードストライクの有無にかかわらず、SSS(脆弱性スコア、バードウォッチ・アイルランドでも行っている手法)を計算して、それが10ポイント以上ある種を加えました。また、集団飛来地では整理しきれない、群れを形成しない種および属を加えました[スライド11]。

その場所に鳥がいるかいないか分からないと地図は作れないので、公表できる分布情報が実際にある、もしくはわれわれが調べた結果、その鳥が生息していると分かった種を選びました[スライド12]。

次に重要種について、個体数が少ない、もしくは減少傾向にある、生息地が局所的であるなどを見て、それに該当するものをランク3とし、その他、バードストライクとの関係性を見て、ランク2、ランク1の3ランクに分けました。マップの対象地になっている道北エリアでは、スライド13に記載されているような種が入ってきます。ランク3はチュウヒなど、ランク2はオジロワシ、ランク1にオオジシギやミサゴ、オオワシなどが入ってきます。集団飛来地で整理する種には、1カ所にたくさん集まってくるような種が対象となり、ヒシクイ、マガン、コハクチョウが入ります。さらに検討会で地域の声を入れることになっており、道北エリアで普段鳥を見ている人たちにアンケートを取りました。風力発電が建ったときに影響を受けてほしくない鳥、生息に影響があると嫌な鳥はどんな鳥か、というアンケートを取った結果、そのトップ10がスライド13の表です。そのうち、まだ選ばれていない、シマアオジとアカエリカイツブリとミコ

## これまでの検討会での決定事項(主なもの)

### 【マップ作りあり方】

- ・鳥類にとって風車建設に脆弱な場所を示す
- ・作成するマップは、自然保護団体・行政機関(審査者)・事業者との間の合意の取りやすさ、第三者機関による立地の適正さが理解できるマップを目指す
- ・最終的には、地域住民や地元自治体の意見も聴取したうえで、マップの完成を目指す

### 【衝突確率・回避率の取り扱い】

- ・衝突回避率の計算結果を本マップに取り入れず、その前段階の情報(生息地の有無等)でマップを作成

### 【鳥獣保護区等の取扱い】

- ・保護区の位置等は、鳥類における風力発電への脆弱性と質が異なる情報なので、本検討会によるマップでは扱わない

スライド9

### 【渡り経路の取り扱い】

- ・大規模または集中的渡り経路を有する鳥類の種の渡り経路の位置をレイヤーの一つとしてマップに示す

### 【マップ対象鳥種の絞り込み】

- ・基本的には環境省で行っているマップ作りと同様の手法で種の選定を行い、そこに地域重要種等を対象種に入れる

### 【モデリングについて】

- ・マップ作りとは別のデータや手法が必要なため、行わない

### 【マップでの脆弱性の表現について】

- ・脆弱性指標は9段階程度になるが、色は3色で表現
- ・メッシュをクリックすると、指標や選定理由を分かるようにする

### 【バッファゾーンの取り扱い】

- ・対象種の営巣地点は示さず、営巣地・生息地があるメッシュに色を塗るため、バッファゾーンの設定は不要

スライド10

## マップ作り対象鳥種の選定

対象地域で過去の観察や現地調査で確認された鳥類のうち、環境省RDB・北海道RDB・天然記念物・種の保存法の陸性鳥類対象種(35種)



国内外でバードストライク事例がある種(16)および属(8)



BS事例の有無に関わらず、BirdWatch Irelandの計算を基にしたSSS(種脆弱性スコア)が10ポイント以上の種を加える



集団飛来地では整理しきれない(群れを形成しない)種(13)および属(3)

スライド11

公表できる分布情報がある種(7)および属(3)



### 重要種のランクの整理

以下のいずれかに該当

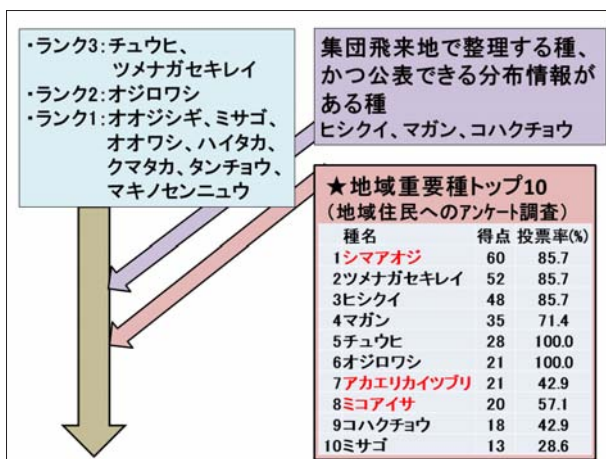
- ・個体数が極小
- ・個体数が少なく減少傾向
- ・生息地が局所的で生息地の減少の影響大かつ生息環境が特殊

} ランク3

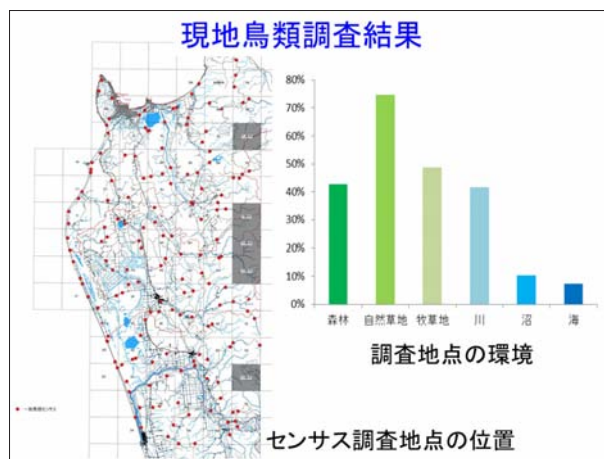
ランク3の非該当種を国内でのBS発生との関連性で整理

- ・高い=ランク2
- ・低い=ランク1
- ・不明=ランク1

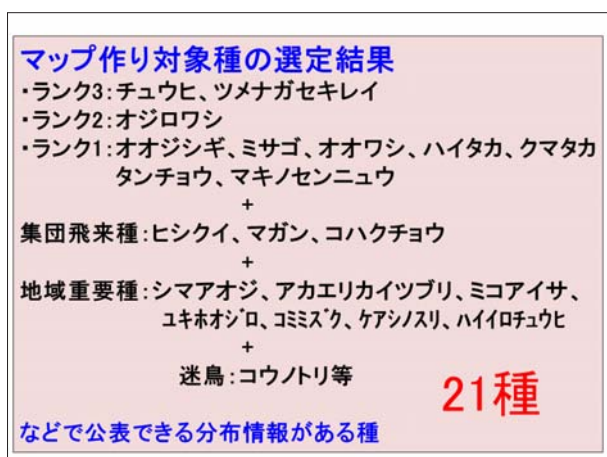
スライド12



スライド13



スライド15



スライド14



スライド16

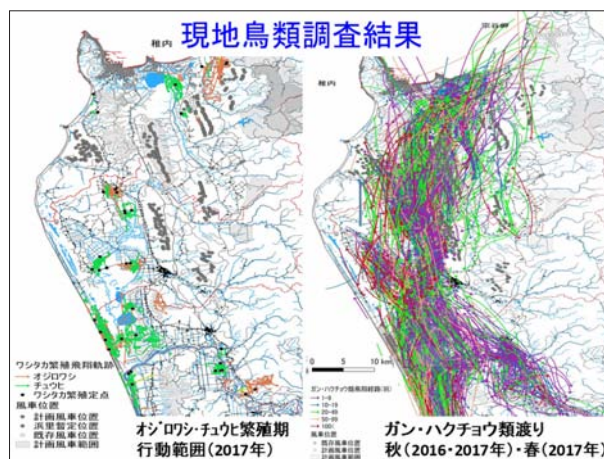
アイサの3種が、ここで加わりました[スライド13]。

このように、全体で21種類がマップ作りの対象に選ばれました[スライド14]。

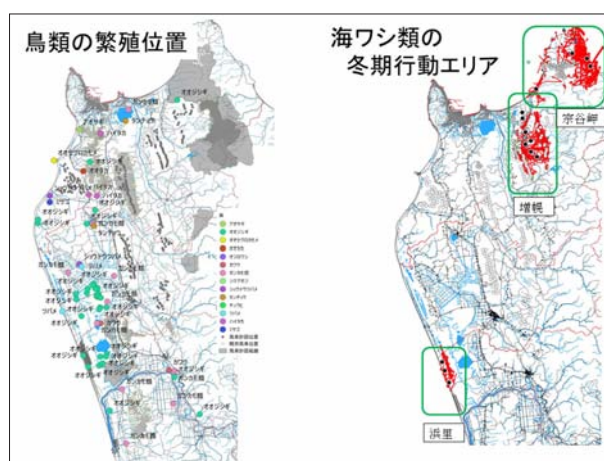
実際に現地で鳥類調査を行っており、スライド15の地図のこの赤い点がセンサス調査を行った地点で、100カ所近くあります。道北エリアは牧草地や湿地が多いので、調査地の環境を見ると、自然草地が一番多く、次いで牧草地となっています[スライド15]。

このような環境で鳥類調査を行った結果、これは繁殖期のみですが、83種類の鳥が確認されています。スライド16で赤い線がついているものは、その中で絶滅危惧種等に指定されている重要種です[スライド16]。

スライド17の左の地図は、重要種の中でもランク3になっているチュウヒや、ランク2のオジロワシの行動範囲を調べた結果です。茶色がオジロワシ、緑がチュウヒで、色が付いているところが鳥の行動範囲です。調査ができていない場所もありますが、このように、たくさんチュウヒ等がいることも分かってきました。右の地図は、ガンとハクチョウの渡りを、現地で実際に観測した結果です。秋は2016年と2017年に、春は2017年に行いました。地図上の線は、全てガンやハクチョウが渡っているところです。線の色の違いは群の数を表しており、一群れの数が100羽以上の群の渡りもたくさんあります。このエリアは全てガンやハクチョウ



スライド17



スライド18

の渡りルートになっていることが分かりました[スライド17]。

その他の重要種についても、どこにいるかを調べていきます[スライド18]。

実際にそれを地図にするときには、色を塗っていきます。メッシュは1kmメッシュとし、その中に、ランク3のチュウヒ、ランク1のオオジシギがいた場合、一番ランクの高いものを3点として、次に集団飛来地があれば3点加点、地域重要種がいれば3点加点とすると、9点満点が一番高いポイントになります[スライド19]。

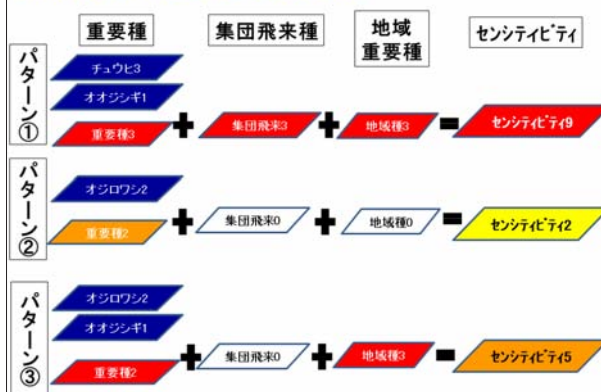
このようにすると全部で0点から9点まで、各メッシュに点数が付きます。検討会では、色の数はなるべく少ないほうが良いということで、3色から4色に色分けをして表現する予定です[スライド20]。

色塗り作業はまだ終わっておりませんが、調べた結果をオーバーレイして重ねてみると、ガン、ハクチョウの渡りルート（オレンジの線）、オジロワシやチュウヒの行動範囲、地域重要種の存在する場所、その集団飛来地が地図に示されます。

スライド21の1つのグリッドが1kmメッシュです。地図が横になっておりわかりづらいですが、左が北になります。こうして見ると、相当な場所で色がつきそうです。例えば渡りルートがあり、地域重要種もいる場所は赤くなってきます。ガンやハクチョウの渡りだけの場所は3ポイントになるだろうということが分かります。このように調べていくと、このエリア全面が真っ赤になるわけではなく、場所によっては影響が少なそうな場所も見えてきます。多くの事業者はセンシビリティマップを作ると、風車を建てる場所がなくなるのではないかなと思うのですが、きちんと調査をすれば影響度の低そうな場所も見えてくるというのがセンシビリティマップの良いところです[スライド21]。

今後は、この道北で作成した地図を使って、先ほどのGISやマキシメント（Maxent）などを使いながら、また北海道の他の場所でもデータを取りながら、1年から2年ほどかけて北海道全域にこのマップ作りを広げていきたいと考えています。また、本日はお話ししませんでした、洋上風力発電向けにもマップを作っています。先ほど風間さんが紹介されたような発信機を付けるのではなく、アナログなデータを使って作ります。実際に船に乗って調査をして海鳥の分布を調べ、北海道の4つのエリアで海のセンシビリティマップを作っていきます[スライド22]。

## 脆弱性のマップ上での表現



スライド19

## 脆弱性のマップ上での表現と色

| センシビリティ | 評価カテゴリー   | マップ上での色の表現 |
|---------|-----------|------------|
| 9       | 建設高配慮 I A | 赤          |
| 8       | 建設高配慮 I B | 赤          |
| 7       | 建設高配慮 I C | 赤          |
| 6       | 建設配慮 I A  | 赤          |
| 5       | 建設配慮 I B  | 赤          |
| 4       | 建設配慮 I C  | 赤          |
| 3       | 建設懸念 I A  | 黄          |
| 2       | 建設懸念 I B  | 黄          |
| 1       | 建設懸念 I C  | 黄          |
| 0       | 情報なし・不明   | 白          |

スライド20



スライド21

(公財)日本野鳥の会は、なるべく野鳥に影響のない  
風力発電が導入されることを目指し  
普及啓蒙・調査研究・政策提言等の活動していきます  
今後とも当会の自然保護活動にご理解、ご支援くだされば幸いです



野鳥も人も  
地球の仲間

ご清聴ありがとうございました

スライド22

# 6 国内外のゾーニングの取り組みと今後の課題

分山達也

〔自然エネルギー財団 上級研究員〕

2018年4月より九州大学エネルギー研究教育機構准教授、公益財団法人自然エネルギー財団特任研究員を兼任。専門分野は、地熱発電と地理情報システム(GIS)。これまでに、GISを用いて、日本の自然エネルギーポテンシャルの評価、風力発電のゾーニングの研究やコンサルティング業務に従事した。博士(工学)。自然エネルギー財団では、電力系統運用や国際送電に関する報告書の執筆を担当した。



10年ほど前から、GISを使ったポテンシャルの評価により、風力発電や地熱発電に有望な地域を発見することに取り組んでいます。こうした研究を今度は各地域の自然エネルギーの利用計画に生かしていこうと考える中で、海外の事例を参考にしながら風力発電のゾーニングの取り組みを研究しています。

また、地熱発電の場合はやはり地域の温泉の事業者との合意形成も重要になってきます。自然エネルギーをこれから利用していくときに、地域社会で受け入れていただくために、こういった取り組みや、合意形成、そして市民の皆さんの議論への参加を促すような方法が必要であるかというようにことを研究しています。

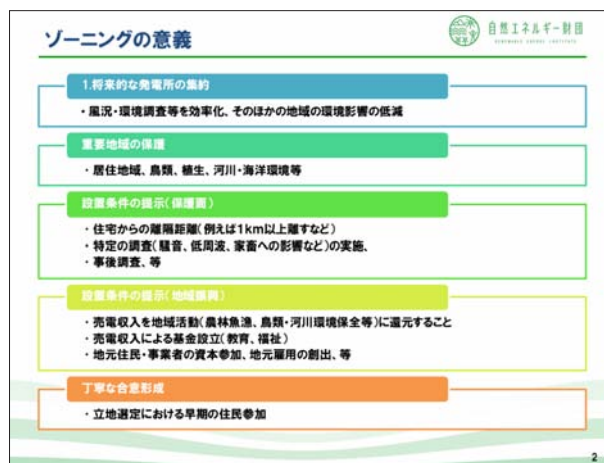
今回は海外のゾーニングの取り組みを紹介するとともに、日本でも今、ゾーニングの取り組みが各地域で環境省のモデル事業として実施されておりますので、その取り組みを紹介したいと思います。

風力発電に関して、なぜゾーニングをするか、ゾーニングをすることでこういったことが期待されるかということを簡単に紹介します。まず1つ目は、このゾーニングとは、地域の市町村、あるいは都道府県の計画の中で事業者が立地選定をするのではなく、行政側が最初にここなら建ててもいいというような地域や、あるいはここには建てないでほしいという地域を制度として決めていく取り組みです。

ゾーニングを行うことで、将来設置されるかもしれない風力発電所を特定の地域に集約させて、あるいはこういったところは造らないでほしいといった回避地域を設定していくことができるようになりますと期待されています。

また、ゾーニング計画を作っていくことで、禁止地域でも推進地域のようなものでもないけれど、ここに作る時はまずこういった調査をしてください、このような鳥が飛んでいるので配慮をしてくださいといった、行政側から事業者側に条件を求めることができるのではないかと考えています。

この他に、地域振興というような項目も入っていますが、その条件付けの一種で、この地域内で風力発電をつくる場合には、少なくとも地域の皆さんの活動に貢献をするよ



スライド1

うな、例えば売電収入の一部が地域活動に生かされるような、風力発電の利用計画を作ってくださいというようなことも求めることができると考えています。

こうした取り組みは、既に農林水産省で農山漁村再生可能エネルギー法というもので行われています。その中では地域で協議会をつくり、関係する皆さんが参加をした中で風力発電、あるいは太陽光発電の設置をしてもいいような地域を考えていく、その代わり、その地域で風力発電、太陽光発電を行う事業者は地域にどのように貢献していくのか、地域の合意をどのように作っていくのかをしっかりと計画してください、といった制度が出来あがっています。

これら全て含めて、ゾーニングの一番重要なポイントは、事業者が立地選定をするのではなく、行政と市民の皆さま、そして関係各所の皆さんと一緒に丁寧な合意形成を行い、建ててよいところと建ててはいけないところを見つけていくことです[スライド1]。

このようなゾーニングを日本でも実現させていくために、海外の事例等を研究しています。4年前にデンマークの環境省にヒアリングに行き、調査してきたことをご紹介します。デンマークでは1990年代に風力発電の導入が増加しました。当時は、400kWと、今と比べると少し小規模な風力発電設備ですが、その導入が地域内の至るところに計画されるようになり、立地選定に関わるトラブルも増えたと聞いて

います。

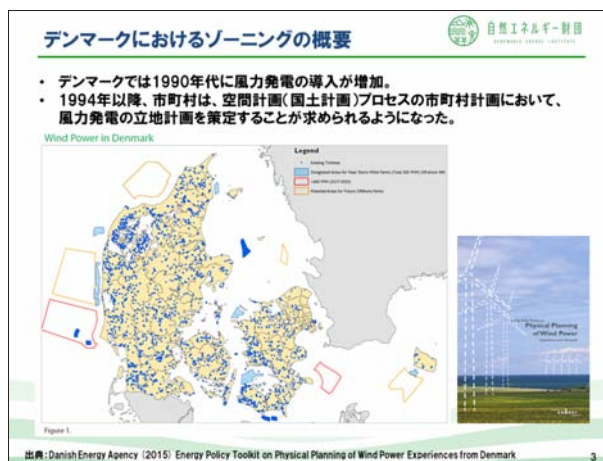
スライド2の図で示しているのは、現在のデータで、青い点が風力発電のあるところです。全域にわたって設置がされていることが分かります。風力発電が至るところで計画される中で、1994年に各市町村が、その市町村の土地利用計画の中で風力発電の立地についてしっかりと計画をするようにということが求められるようになりました。この図では海にも幾つかエリアが設定されていますが、直近で計画されているところが青いメッシュで示された洋上風力のエリアで、赤く示したところは将来的な検討エリアの第1段階のエリア、黄色で示したところが、長期的な洋上風力の検討エリアです〔スライド2〕。

デンマークの市町村のゾーニングが、どのように行われるのかをご紹介します。デンマークの土地利用計画の中で、風力発電の立地計画が位置付けられていますが、こちらの計画は国の計画から落とし込んでいき、最終的には市町村で立地について合意形成を取るような段階的なシステムになっています。そのため、上位計画として、国による地域の保全計画や自然エネルギーの導入計画、土地利用計画といったものがあります。それを基に各市町村で立地選定の計画を作成していきますが、まずどういった計画を作りたいかといった、エネルギーの利用戦略あるいは保護戦略のような定性的なものの議論をしていきます。

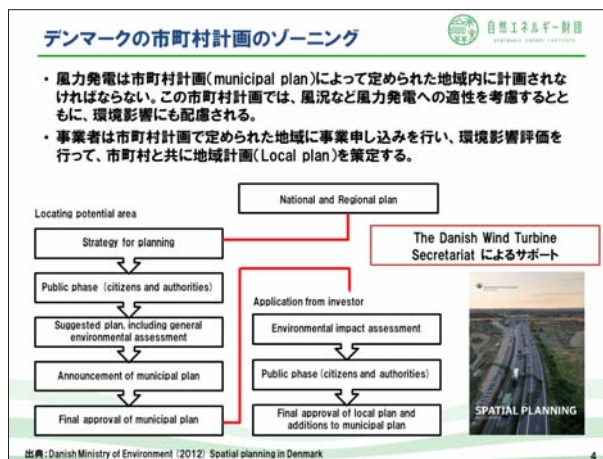
この戦略に対して、最初のパブリックフェーズとして市民の皆さんから意見を求めるような段階があります。そこで、どのような自然エネルギーを利用すべきなのか、あるいは保護に対してどういったアプローチを取るべきなのかといった話を市民参加型で行っていきます。こうした議論を基に、今度は行政側がコンサルタント業者の力を借りて、対象地域内の風況や、実際に建てられるかどうかを検討した結果、どのようなところに開発可能性が残っていて、そこに本当に導入しても問題はないのかといった計画を作っていきます。

当時のデンマークには、環境省の下にDanish Wind Turbine Secretariatという、日本語に訳すと「風力発電事務局」という部署がありました。市町村が立地計画を作るときに、市町村の担当者だけでは専門的な知識がなかったり、人手がなくて難しかったりしますので、それを支援する環境省の特任チームのようなものです。環境保全の知識も有し、風力発電の利用、そして土地利用計画の知識と技術を有した特任チームが、地方自治体と協力して市町村の計画を提案していました。

市町村では、ここなら風力発電の立地可能性があるが、このような環境影響があるかもしれないといったものを、まず市町村の計画として策定します。その市町村のいくつかの地域に対して風力発電の導入を検討する事業者がいる場合、事業者があらためて環境影響評価等の計画、そして発電利用の計画を市町村に提出して、環境アセスメントのプロセスに入るという流れになっています。



スライド2



スライド3

従って、デンマークの場合は風況がよく制約がないところでも、自由に事業者が立地計画を作れるわけではなく、まず市町村が計画を定めます。こうして定められた地域に対して、実施する事業者がいれば、そこで環境アセスメントのプロセスに入ります。

また、事業者から申し込みがあった際も影響評価を行い、またパブリックフェーズ、市民参加のディスカッションのプロセスがあって、最終的にその計画が町に承認されると事業を進められます〔スライド3〕。

スライド4は第1段階で市町村が計画を作る際の作業のイメージを示しています。日本でも風力発電のポテンシャルの計算や、立地の選定を行うときに行われているものと同様な流れになります。まず、開発が不可能になっている地域、そして自然保護区や居住地域を開発不可能な地域として除外していき、次は許認可を得られなければ不可な地域、あるいは送電線、主要道路、パイプライン、文化遺産、例えば日本では保安林など、各省庁の規制が入っているようなところも含まれますが、それらを除外します。残ったオレンジ色の地域に対して各市町村が、さらに調整が求められる黄色地域と、現段階ではそれほど直接的な規制はないという緑の地域に分けていきます。

私も日本国内でゾーニングを行い分析作業などをしていきますが、やはりいろいろな制約、規制が入ってきます。デン

マークの場合は、海岸線から300mは基本的に建設を回避するというルールもあります。日本の場合、土地の多くは民有地で、個人の土地所有意識が非常に高いこともあり、行政機関が一律のルールに基づいてでも、いきなり、ここは建設禁止区域であると決めることは難しいですが、デンマークでは市町村が地域のために計画を作っていく作業があるので、その中でこういった場所は建設を回避しようといった議論が進みやすいのかもしれませんが。デンマークではそういった制約がいくつかあり、制約に基づいて建てられるのはどこかを探していく作業になっています[スライド4]。

具体的なイメージとして、スライド5の図は2009年のものですが、このゾーニング計画の特徴的なところは、都市計画も更新されていくため、それに基づいてゾーニングの計画も更新されていきます。ここで示しているのは1つの地域のゾーニングの例で、オレンジで示したところが既に風車が建設されているところです。赤で示している「条件変更」のところは、もともと規模の小さい風力発電があったものが、設備の更新の時期に来て、更新する際にどのような条件であればよいかを定めた地域です。そして、緑で示したところが新規の地点です。このように特定の地域を見て設定をしているのが一つのポイントです。

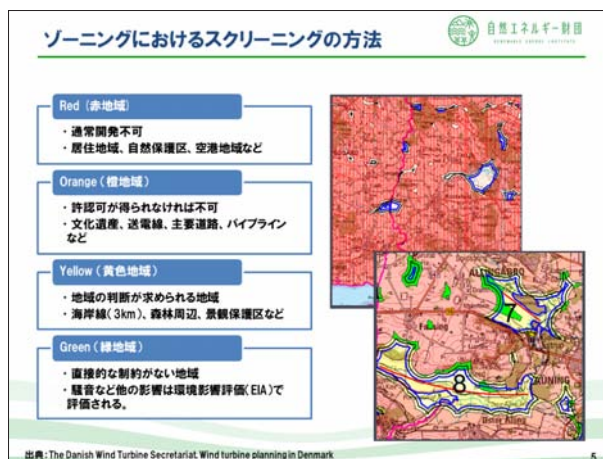
また、一つのゾーニング計画を作ったときに、全面的にここは大丈夫、ここは駄目ということではなく、少しずつ改正のプロセスを経ながら、自然エネルギーがもっと必要なのであれば、対象地域を増やしていくように段階的に行うことも重要です[スライド5]。

この計画には各地域の特徴が付記されています。環境アセスメントではありませんが、どのような状況なのかを説明しています。例えば、既存の風力発電所との距離、住宅からの最短距離、景観への影響、自然保護区にかかっていないか、対象地域の中に森林が含まれていないか、自然保護の観点から注意すべきことはないかといったことを評価しています。

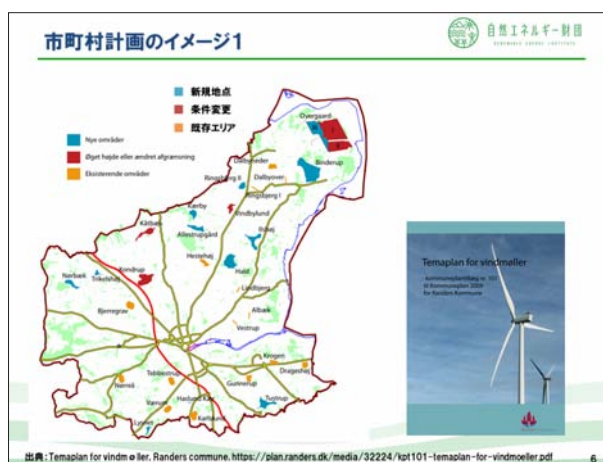
最終的には、それに関してポジティブである、ネガティブであるといった評価をしています。従って、対象地域として選定された場所がすぐに開発可能になるわけではなく、条件や、環境影響評価が原因になって開発不可となることも十分にあります[スライド6]。

パブリックヒアリングは市民参加の非常に重要なプロセスになっています。これは景観の例ですが、コペンハーゲンの洋上風力の際に、もともとこのようなフォトモンタージュで作成した立地計画がありました。陸側から見たときに、これは非常に見た目が悪いということで、もっときれいに見えるように立地選定が変更されました。その際に、せっかくなら文化的な意味を持たせようということで、コペンハーゲンの過去の城壁のサークルを延長するような形で洋上風力発電所を設置することになりました。

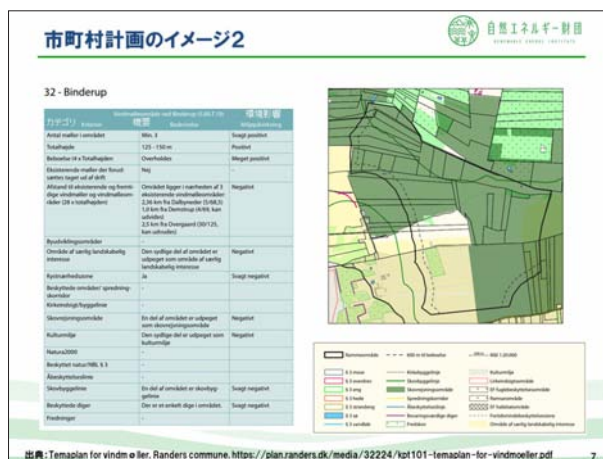
日本の場合はパブリックコメントの提出に皆さんが参加する機会は少ないかもしれませんが、こうした市民参加の



スライド4



スライド5



スライド6



スライド7

対話を通して、実際に計画を修正していくというプロセスがとられています[スライド7]。

日本で行われているゾーニングのモデル事業を、一つの例としてご紹介します。北海道の八雲町は、日本海と太平洋の両方に面した唯一の市町村です。この八雲町は、オオワシ、オジロワシの飛来で非常に有名な場所で、写真を撮りに来たり、実際に鳥を見に来る人もたくさんいます。このような地域で、住民参加型のプロセスを通して、どのように鳥類への配慮を行っていくのが非常に重要な課題となっています[スライド8]。

スライド9は八雲町のデータで、環境省で作成されたデータベースを参照しています。風況だけを見ると、この色がついているところが、年間平均風速が5.5m/s以上のところ。風力発電所の立地が経済的に可能ではないかと考えられるエリアを示しています。太平洋側は風況が良く、日本海側の風況はやや良くないということがわかります。右の地図も環境省のデータによる、10kmメッシュのデータで、冬季にオオワシの飛来が非常に多い地域であることがわかります。ここには大きな遊楽部川があり、その遊楽部川を遡上していくサケを餌として、猛きん類が集まる傾向にあるようです[スライド9]。

この地域でゾーニング案を作っていくために情報収集を行い、どのようなゾーニングをしたいかということを経営の委員会や、市民の皆さんとのワークショップを通して確認していきましました。技術的なところでは、ソフトウェアを使って地図を作成し、その結果を委員会やワークショップで共有し、いろいろな意見を聞きながら作っていくという作業をしています[スライド10]。

動植物の生態に関しては、環境省のデータベースで既存データを確認するとともに、地域で鳥類の観察を行っているグループの方々などに話を聞きながら、具体的にどういったものが飛んでいるか、生息しているか、どういったものに配慮すべきかを対話によって検討していきましました。並べてみると、スライド11のようになります。ゾーニングの方針を確認して、現地調査やヒアリング等を行って、町の中における鳥類の生息状況や何に配慮すべきかを確認していきましました。

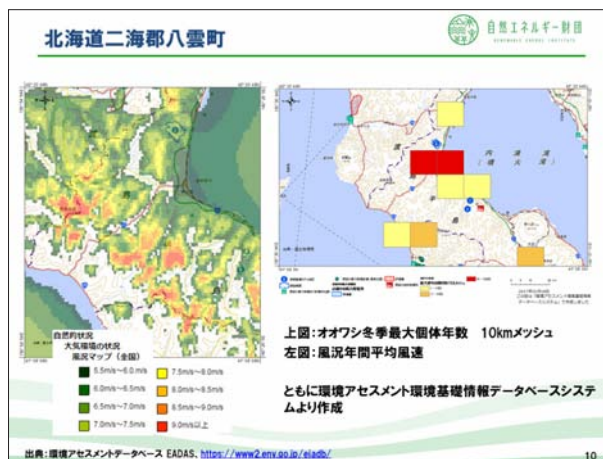
また、今回は現地調査を行う機会を得られたので、コンサルタントの事業者と地元の周辺の野鳥の会の方に現地調査をお願いして、ヒアリングで得られた情報が実際と同じであるかを確認してきましました[スライド11]。

現地調査や議論を通して、鳥類にどのように配慮するかということでは、やはりサケの遡上を狙って鳥類が集まっているので、主要河川の沿岸や海岸周辺、そして環境省のメッシュで最大個体数が多い地域に関しては風力発電の回避地域としてはどうかといったことを提案しています。

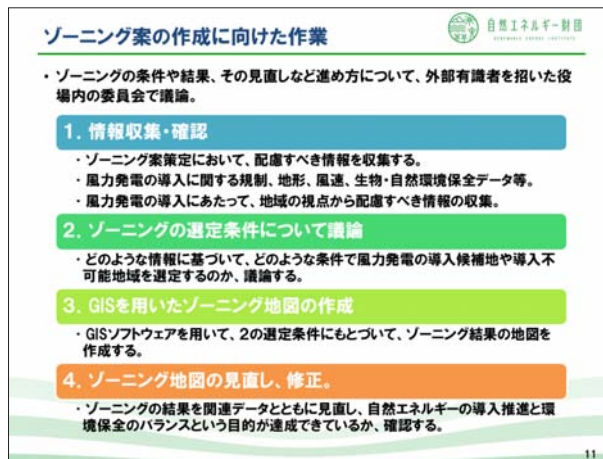
また、回避地域として一部の地域を設定しますが、それだけでは少し心もとなく、鳥類への配慮を手厚くすることに対し町や関係者の合意も得られているので、全域に対し



スライド8



スライド9

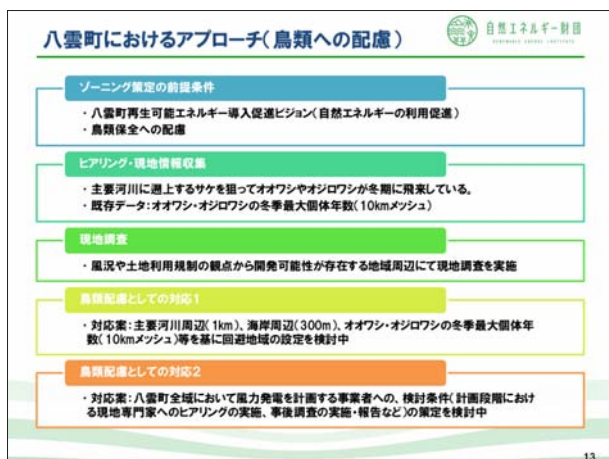


スライド10



スライド11

### 八雲町におけるアプローチ(鳥類への配慮)



- ゾーニング策定の前提条件**
  - ・八雲町再生可能エネルギー導入促進ビジョン(自然エネルギーの利用促進)
  - ・鳥類保全への配慮
- ヒアリング・現地情報収集**
  - ・主要河川に遡上するサケを狙ってオオワシやオシロワシが冬期に飛来している。
  - ・既存データ:オオワシ・オシロワシの冬季最大個体年数(10kmメッシュ)
- 現地調査**
  - ・風況や土地利用規制の観点から開発可能性が存在する地域周辺にて現地調査を実施
- 鳥類配慮としての対応1**
  - ・対応案:主要河川周辺(1km)、海岸周辺(300m)、オオワシ・オシロワシの冬季最大個体年数(10kmメッシュ)等を基に回避地域の設定を検討中
- 鳥類配慮としての対応2**
  - ・対応案:八雲町全域において風力発電を計画する事業者への、検討条件(計画段階における現地専門家へのヒアリングの実施、事後調査の実施・報告など)の策定を検討中

スライド12

て、例えば風力発電を検討する場合は現地のヒアリングを行うこと、事後調査を行うこと、あるいは早期の現地調査を行うこと、といったリクエストをするなどの条件を求めることを検討しています。現在事業の最終段階にあり、地図の確定が間に合わなかったため、地図は割愛します[スライド12]。

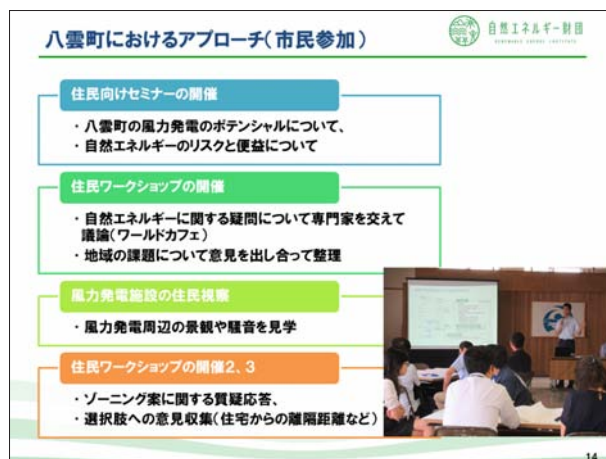
市民参加についても、セミナーや、定期的なワークショップを開催して、皆さんからの意見を得ています。実際に風力発電所周辺の視察等も行い理解を深めていただいています[スライド13]。

ゾーニングの結果としては、先ほどお話したように、回避地域を設定するといったことと、事業者への配慮事項を求めることを行いました[スライド14]。

最後のまとめとして国内のゾーニング制度の課題とデンマークの事例からの示唆について、少しお話しします。デンマークのゾーニング制度は国土計画の中に位置付けられていることもあり、それに対して各市町村が取り組むプロセスと、どのような配慮をしなければいけないかの議論がしっかりととままっていると思います。日本では、そのような位置付けがない中で、ゾーニングを始めようとしています。ゾーニングの制度としての位置付けを明確にしていくこと、鳥類への配慮の在り方の知見をより深めていながら、具体的にどのような計画を作っていけばいいのかといったノウハウを蓄積していくことが非常に重要だと思います[スライド15]。

重要な要素として「段階的なゾーニング」と書いていますが「今、全部判断しなくてもよい」ということがあります。なるべく影響が少ないエリアが見つかるのであれば、そこからゾーニングしていくのも一つの方法ではないかと思います。一方で、ゾーニングが何もない状況では、これまでのように事業者主導で立地選定が進んでしまう難しさが残ってしまうのではないのでしょうか[スライド16]。

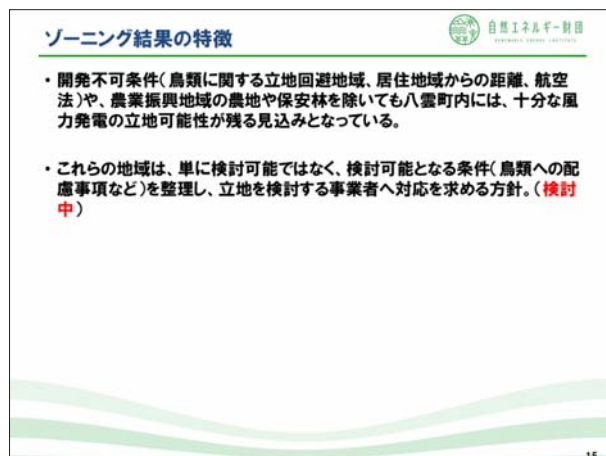
### 八雲町におけるアプローチ(市民参加)



- 住民向けセミナーの開催**
  - ・八雲町の風力発電のポテンシャルについて、
  - ・自然エネルギーのリスクと便益について
- 住民ワークショップの開催**
  - ・自然エネルギーに関する疑問について専門家を交えて議論(ワールドカフェ)
  - ・地域の課題について意見を出し合って整理
- 風力発電施設の住民視察**
  - ・風力発電周辺の景観や騒音を見学
- 住民ワークショップの開催2、3**
  - ・ゾーニング案に関する質疑応答、
  - ・選択肢への意見収集(住宅からの距離距離など)

スライド13

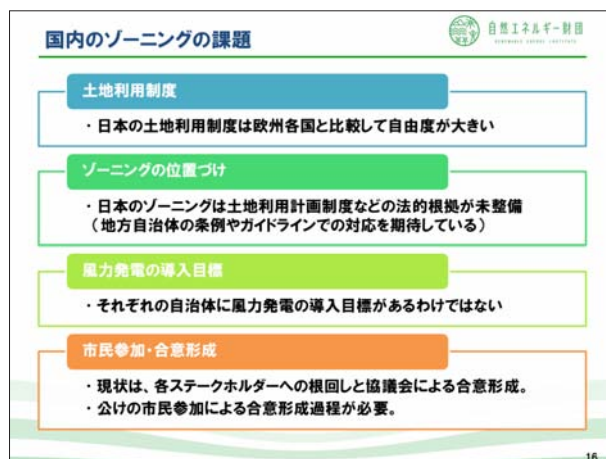
### ゾーニング結果の特徴



- ・開発不可条件(鳥類に関する立地回避地域、居住地域からの距離、航空法)や、農業振興地域の農地や保安林を除いても八雲町内には、十分な風力発電の立地可能性が残る見込みとなっている。
- ・これらの地域は、単に検討可能ではなく、検討可能となる条件(鳥類への配慮事項など)を整理し、立地を検討する事業者へ対応を求める方針。(検討中)

スライド14

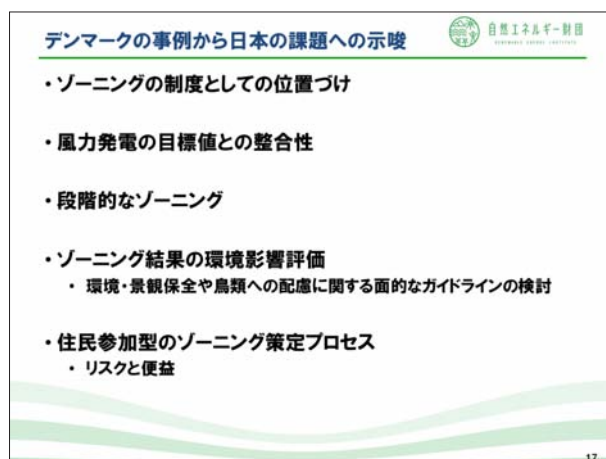
### 国内のゾーニングの課題



- 土地利用制度**
  - ・日本の土地利用制度は欧州各国と比較して自由度が大きい
- ゾーニングの位置づけ**
  - ・日本のゾーニングは土地利用計画制度などの法的根拠が未整備(地方自治体の条例やガイドラインでの対応を期待している)
- 風力発電の導入目標**
  - ・それぞれの自治体に風力発電の導入目標があるわけではない
- 市民参加・合意形成**
  - ・現状は、各ステークホルダーへの根回しと協議会による合意形成。
  - ・公けの市民参加による合意形成過程が必要。

スライド15

### デンマークの事例から日本の課題への示唆



- ・ゾーニングの制度としての位置づけ
- ・風力発電の目標値との整合性
- ・段階的なゾーニング
- ・ゾーニング結果の環境影響評価
  - ・環境・景観保全や鳥類への配慮に関する面的なガイドラインの検討
- ・住民参加型のゾーニング策定プロセス
  - ・リスクと便益

スライド16

# 7 野鳥と風力発電の調和 ——センシティブティマップの重要性

トリストラム・アリンソン

[バードライフ・インターナショナル]

Tristram Allinson, BirdLife International

バードライフ・インターナショナルの、シニア・グローバル・サイエンスオフィサー。多分野にわたり、科学的な監視技術や専門技術の提供に携わっており、特に渡り鳥やフライウェイの保護に注力している。風力発電が鳥類に与える影響に関しては、バードライフの科学的な取り組みをリードする役割を担う。中でも、帆翔性の鳥類の脆弱性マッピング手法の開発を含む、野鳥の衝突リスクを評価するための空間的なマッピング手法の開発に重点を置いている。



バードライフ・インターナショナルのシニアグローバルサイエンティストのトリス・アリンソンといいます。バードライフ・インターナショナルは、世界で一番大きい鳥類保護のパートナーシップです。120か国の自然保護団体とパートナーシップを組んでいます。日本では日本野鳥の会がわれわれのパートナーとなっています。世界中のパートナーと協力して、環境問題に対する解決策を探しています。これは、人類および野生動植物に利益をもたらすためのパートナーシップです。センシティブティマッピングは、野鳥と風力発電の調和を念頭に置いて進めています。

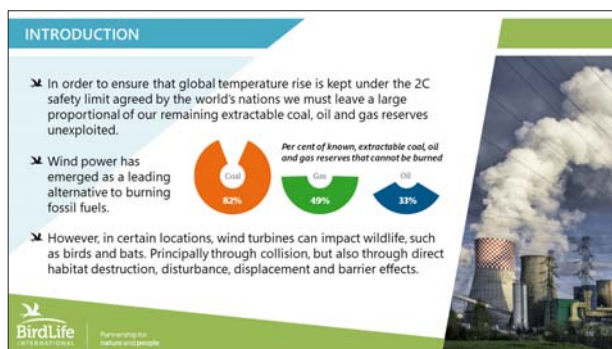
皆さま方は、もう既にご存じかと思いますが、私たちが気候変動の悪影響を受けないように、世界的に合意が取れている、気温上昇を2度未満にするためには、残存する石炭、石油、ガスの埋蔵量をそのままにし、これら化石燃料に代わるエネルギーを得ることが必要です。その中で風力発電は、有力な代替エネルギー源となっています。私たちは当然ながら、再生可能エネルギーにできるだけ早く切り替えていくべきです。

しかしながら、本日も議論がありましたが、風力発電を建てる場所によっては、動植物に影響を与える可能性があります。特に鳥は衝突リスクがあります。また、生息地の消失や放棄、障壁影響などが発生します。そのため、導入の際には野鳥と風力発電の調和を考えなければなりません [スライド1]。

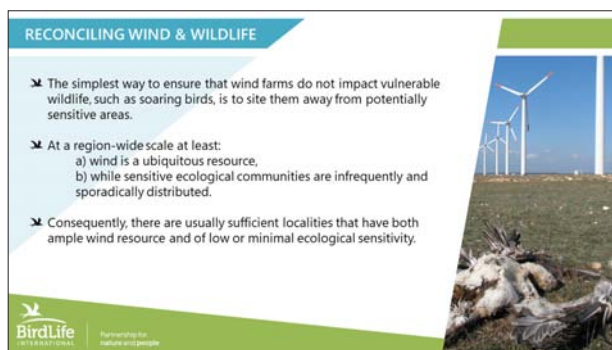
一番簡単な方法としては、帆翔性鳥類のような野生動物に影響を与える脆弱（センシティブ）な場所を避けて、風力発電を設置することでしょう。少なくとも地域というスケールにおいては、十分可能だと思います。

風力発電の長所は、至るところに活用できる風力資源があることです。生態系の状況で、風力にセンシティブな生物が生息している場所は、あるところに特定されていますので、風況が良く、生態系に与える影響を最小にする立地場所を見つけることは十分可能です [スライド2]。

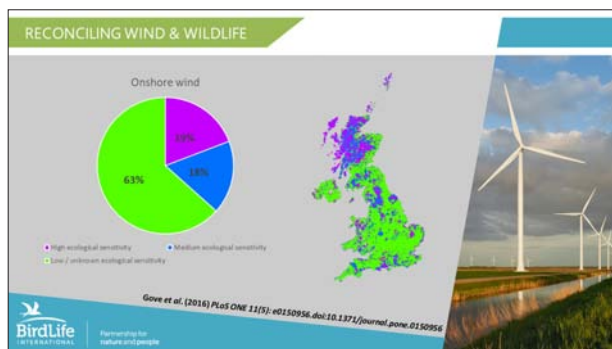
スライド3の地図は、イギリスのパートナーであるRSPB（英国鳥類保護協会）が行った調査です。ここでは空間マッピングをしており、陸上の風力発電において、英国の再



スライド1



スライド2



スライド3

生可能エネルギーの目標を満たし、かつ環境に悪影響を与えないエリアを示したものです。

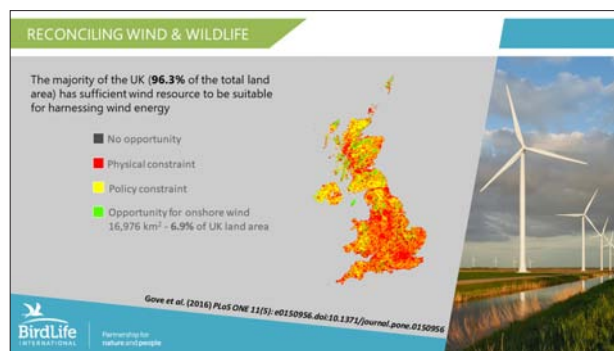
イギリス国内でのセンシティブティ（脆弱性）の割合を見ると、およそ19%が非常に生態系のセンシティブティが高く、中程度のところが18%で、全体の63%を占めるほとんどの部分は生態系上のセンシティブティが低い、もしくは

知られていない、となっています。ですから、陸上で風力発電を設置できるところで、環境への影響が少ないところは、十分あるということです [スライド3]。

それでは、潜在的な風力発電の可能性ですが、イギリスの大半の地域が、たくさん風が吹いており、風況が良いところは96%になります。同時にたくさんの物理的な制約があり、政策的な制約もかかっているため、実際に風力発電で使えるところは7%ほどです [スライド4]。

この地図に、先ほどのセンシティビティマップを重ね合わせると、風力発電の利用が可能で環境への影響が少ないところは、6,000km<sup>2</sup>ほどになります。国土の6,000km<sup>2</sup>が生態系のリスクが低いということです。生態系のリスクが中程度のところは、1万 km<sup>2</sup>になります [スライド5]。

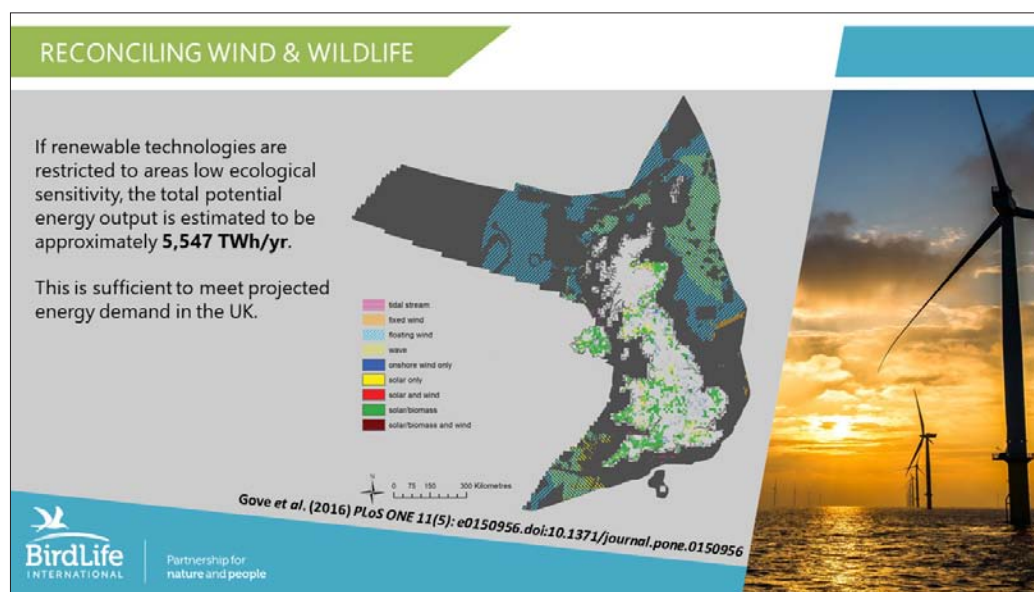
緑の部分は小さくて少ししかないと思われるかもしれませんが、さまざまな再生可能エネルギー、例えば潮力、バイオマス、ソーラー、洋上風力についても、同じ方法で立地選定をすることができます。まず、Aエネルギーの目標を満たす所、そしてB生態系のセンシティビティが低い所、を見て立地することが可能だということです。風力やその他の再生可能エネルギーと環境保護との両立は可能です。必



スライド4



スライド5



スライド6

要なのはしっかりとしたプランニングです [スライド6]。

計画立案のプロセスの中で必要なのは、まずは評価です。地域全体の評価が必要ですが、ここで一番大事なのが風力資源です。場所を選び、サイトを選び、計画立案、評価（アセスメント）はそのサイトレベルで行われます。ですから、環境や生態系への影響が検討されるのは、サイトスケールとなり、計画が相当進んだ時点で行われますが、その段階で撤回をすることは難しくなります。ですから、必要なのは地域 (Landscape) 全体のスケールのレベルで、風という資源だけではなく、環境や鳥へのセンシティビティの影響評価をしなければいけません。従って、1つのサイトのゾーニングをする前に、生態系へのインパクトが考慮されて



スライド7



スライド8



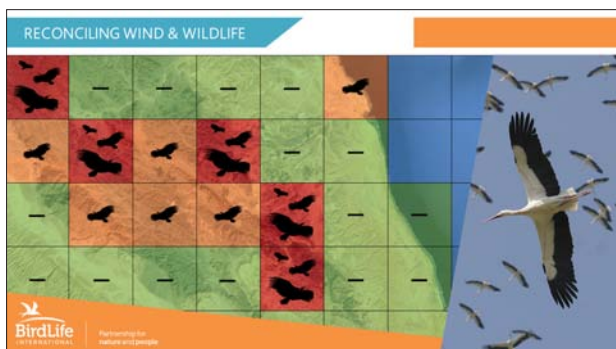
スライド11



スライド9



スライド12



スライド10



スライド13

いなければいけません [スライド7]。

簡単な例をスライドで紹介します。ここで最初に特定しなければいけないのは、風力資源がどれぐらいあるかということです。地域スケールで、強い風が吹いているところ、中ぐらいのところ、そして十分に風力資源がないところはどこかを特定し、同時に鳥類のセンシティブリティの高い地区、中程度のところ、低いところはどこかを特定します。そしてまず第一に、強い風が吹いており、環境への影響の少ないところを特定して、そこに風力施設を設置します [スライド8, 9, 10, 11, 12]。

次の段階は、中程度の風が吹いていて、環境への影響が少ないところに設置して、それ以外の環境への影響が大きいところは避けていきます。その一番良い方法は、野鳥や野生動物といった考慮すべき環境についての空間データを使った、センシティブリティマッピングです。データに基づいて、どの地域がより脆弱性が高いかを判断します [スライド13, 14, 15]。

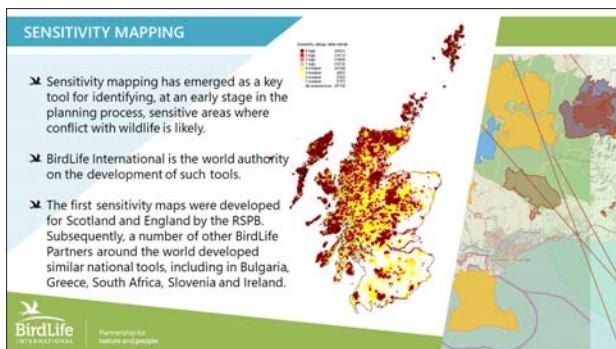
バードライフ・インターナショナルはこのようなセンシテ



スライド14



スライド15



スライド16

イビティマッピングツールの開発においては、信頼できる情報源です。最初のセンシティビティマップが作られたのはスコットランド、続いてイングランドで、これはRSPB（英国鳥類保護協会）が作成しました。他のバードライフパートナーも、世界中でいろいろなマップを作成しており、ブルガリア、ギリシャ、南アフリカ、スロベニア、アイルランドなどの例があります。私の次のスピーカーの方からは、アイルランドの事例を紹介いただけたと思います[スライド16]。

これらは、国レベルのセンシティビティマッピングのプロジェクトです。私たちバードライフ・インターナショナルでは、より大きな地域レベルのものを作成しようと考えました。そこで、2014年にGEF（Global Environmental Fund）、UNDP（国連開発計画）の支援をいただき、帆翔性鳥類のセンシティビティマッピングのオンラインツールの開発が始まりました。当初は中東全域と、北東アフリカ地域もカバーするもので、世界でも非常に重要な渡りのルートである、地溝帯および紅海の渡りルートを中心に置いていました。以降、MAVA財団から資金をいただき、今では地中海の全域をカバーしています[スライド17]。

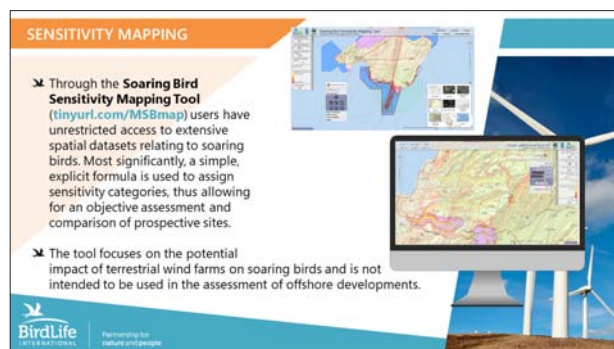
このオンラインツールを通して、ユーザーは鳥類の中でも特に脆弱な帆翔性鳥類に関するあらゆる空間データにアクセスすることができます。より重要なのは、このツールの中でアルゴリズム（情報の序列化）を使っていることです。そのアルゴリズムの中で、空間レイヤーをデータベースで検索して取り出し、サイトごとにセンシティビティの評価をします。それにより、サイトとサイトの比較が容易になり、専門家ではない、鳥類学者ではない人でも理解ができるようになっていきます[スライド18]。

ツールは、陸上の風力発電が帆翔性鳥類に与える影響を評価することに重点を置いており、洋上の風力発電を評価するものではありません。これは誰でも使えるウェブベースのツールで、GISの専門家でなくても操作でき、現在、英語、フランス語、アラビア語で利用可能です[スライド19]。

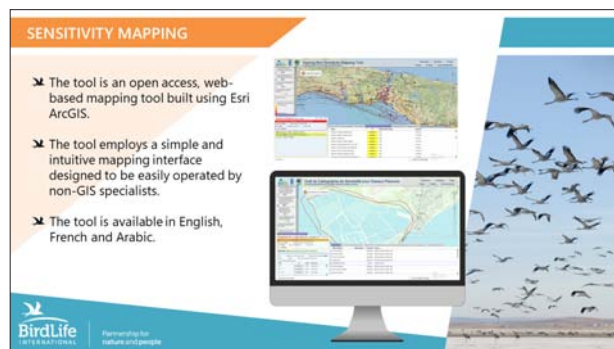
何十万羽の鳥が、地溝帯の渡りルートを使って、ユーラシア大陸からアフリカに入り、また戻っていきます。エジプト、ヨルダンなど、この地域はたくさんの風力開発が進んでいます。最初のマップがカバーしたのはこれらの国々です。現在はさらに拡大して、地中海全域をカバーしています。



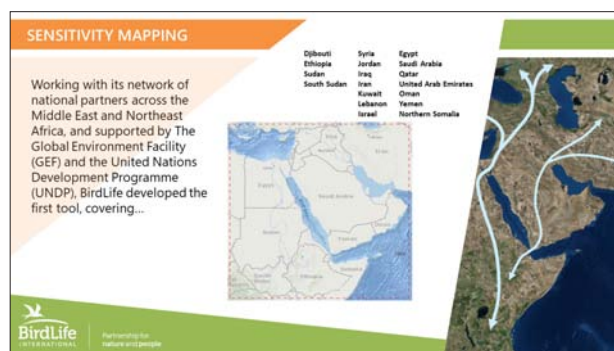
スライド17



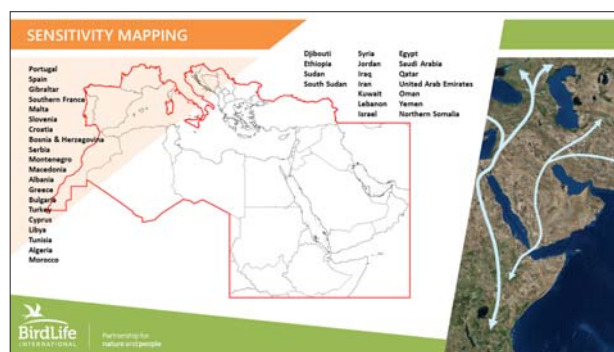
スライド18



スライド19



スライド20



スライド21

幾つかの国が加わり、非常に広大な地域ということが分かります。これは大規模なセンシティビティマッピングですが、国レベルでマッピングができないところに情報提供できるようにしています。エネルギーセクターに、広範なスケールで情報を提供しようという試みです [スライド20, 21]。

どのような種をカバーしているかという、当然ながら衝突を起こす分類上の要素があります。帆翔性鳥類は、飛行を維持するために上昇気流を利用し、ピンと張った翼で滑翔します。猛禽類や、コウノトリやツルなどの大型の鳥が含まれ、彼らは方向転換が簡単にできないため、特に脆弱です。また、旋回する中で方向と反対側に背中を向けている可能性があり、飛行している方向に目を向けていない可能性があります。また、ハゲタカの仲間は、ブラインドスポットが目前にあります。進化の過程で視野は食物を探すため下を見るようになっており、前を見ていないため、衝突の可能性が高まります。また、これらは長生きをする種であり、成熟するまでに時間がかかります。そのために、成鳥の死亡率が少なくても個体群への影響が大きくなります。一個体が衝突死によって失われることが、個体群に与える影響は深刻です [スライド22]。

スライド23の図では、衝突リスクは下から上に増えていきます。体が大きく方向転換ができないもののほうが脆弱です。小さくて俊敏な種のほうが、脆弱性は低いですが、種によって違います。例えば北海道のケースでは、カモメは衝突しやすいけれどオオワシはそれほどぶつからないという、行動の要素もあります。

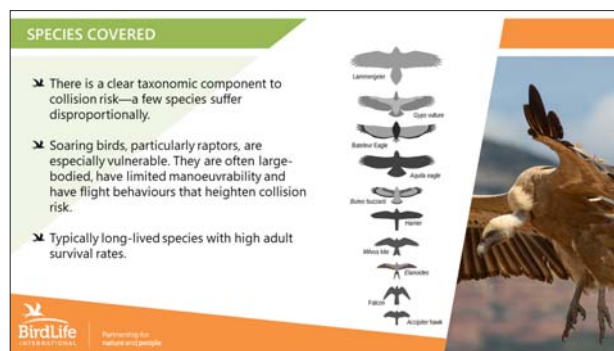
このツールには89種の情報が入っており、さまざまな帆翔性の鳥類がカバーされています [スライド23]。

ここに入っているデータは、さまざまな国々のパートナーと協力して、ワークショップを開催して集めました。IBA (Important Bird Areas: 重要野鳥生息地) のデータベースは40年間、バードライフ・インターナショナルと世界のパートナーと一緒にクライテリアを決め、重要な場所を選定してきました。従って、たくさんの情報があり、こうした情報を活用しています。また同時に89種の帆翔性鳥類の学術文献からの観察記録、トリップレポート、環境影響評価、eBird、バードトラック、ワールドバードの記録などの様々な観測記録を使っています。また、衛星追跡データも地域の学者から集めています。また、種ごとの分布マップがあります。また、保護地域のデータは、World Database of Protected Areasから取っています。また、地形の要素もあります。衝突リスクは、傾斜地を飛んでいるときに高まります。ですから、どこに崖や丘があるのかという情報もこのレイヤーの一つに入っています [スライド24]。

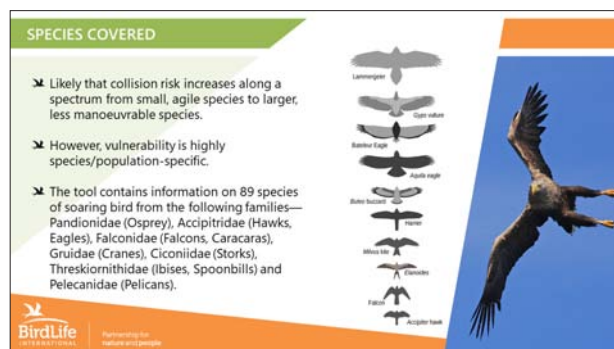
スライド25はIBAのレイヤーです [スライド25]。

保護地域 (Protected Area) のレイヤーもあります [スライド26]。

衛星追跡については、ドイツの研究者によるシュバシコウ (*Ciconia ciconia*) のデータなど、20種760個体のデータ



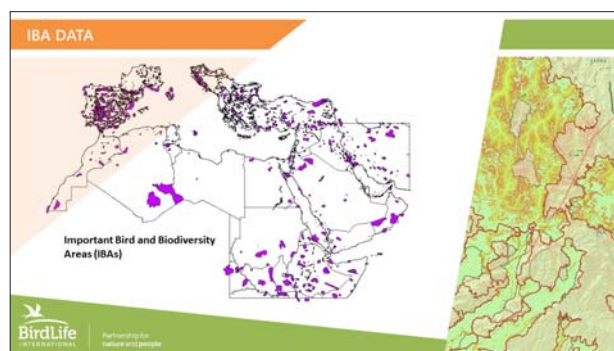
スライド22



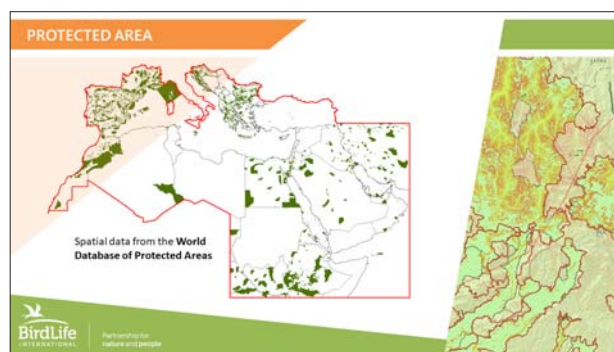
スライド23



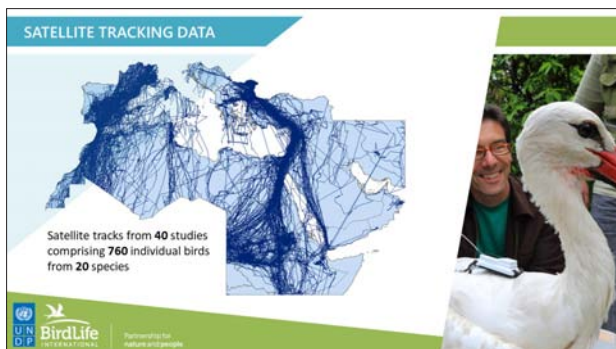
スライド24



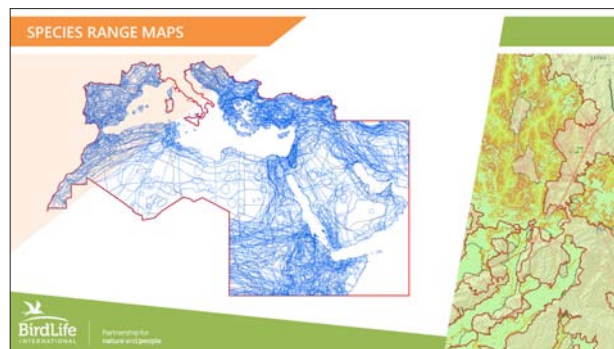
スライド25



スライド26



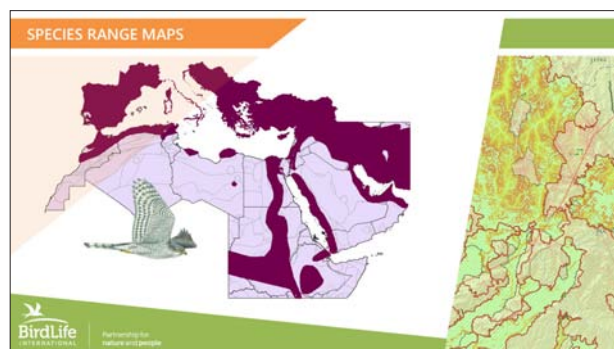
スライド27



スライド29



スライド28



スライド30

を集めています [スライド27]。

スライドはシュバシコウの分布で、ヨーロッパではたくさんトラッキングされています。ホオアカトキ (*Geronticus eremita*) のような希少な鳥のデータもあります [スライド28]。

スライド29は分布図で、全ての種の情報がありません。さらに高度化を進めようとしており、これは私たちがツールに入れている種の分布マップの一例です [スライド29, 30, 31, 32]。

これらの情報が全て、アルゴリズムで処理され、そしてセンシティブリティの定義がされています。複雑に見えますが、シンプルな計算に基づいて行われています。サイトのセンシティブリティというのは、それぞれの種のサイトセンシティブリティに基づき、異なる複数の種がいれば足し合わせていきます [スライド33]。

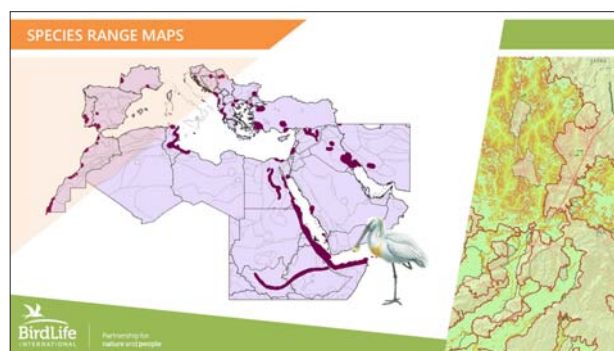
それぞれの種のセンシティブリティは、その種の世界的な個体数に占める、そのサイトで見られる個体数の割合に、種のセンシティブリティインデックスを掛けます。種のセンシティブリティインデックスは2つから成り、1つは、その保全のステータスで、レッドリストで決まっています。私たちはこれに関しては信頼できる情報源があります。CR (Critically Endangered) 種は、高いスコアになります。LC (Least Concern) 種は、スコアが低くなります。

もう一つは衝突に対する脆弱性 (Species Vulnerability Index) で、帆翔性鳥類89種については、文献から脆弱性をスコアリングしています。固有の衝突リスクがあるものは高いスコアになり、そうでなければ低くなります。

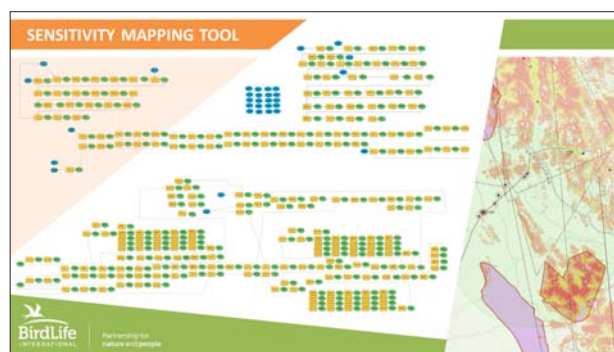
この2つのファクターを組み合わせると、その種のセンシティブリティインデックスを決めます。世界的な個体数に対してどれぐらいの割合を示しているかを計算に加えると、サイ



スライド31



スライド32



スライド33

トセンシティブティの値が出てきます [スライド34]。

データ不足でセンシティブティがわかっていない、潜在的なセンシティブティ、中くらいのセンシティブティ、高い、非常に高い、極めて高いというように分けられます。

数字的に見ると、その値の幅はグループによって様々です。数学的なアプローチでその境界を決めていますが、衝突リスクがあるとわかっているサイトに行き、ツールの予測が正しいかというチェックもしています [スライド35]。

実際の活動を反映して、境界を少し訂正しました。簡単にツールについて説明すると、まず、風車の開発地から20kmの全ての方向にバッファゾーンをとりまわす。予防的に、バッファをもっと大きくとることもできます。ミニマムで20kmです。鳥類は非常に長い距離を飛ぶため、計画の早期の段階では、できるだけ幅を取っておくことが必要だと考えています。その20kmを緩衝地域とし、このツールで、そのサイトに関わる空間データを見ることができます。この場合、IBAは完全に風車の計画地とオーバーラップしています。ここではチョウゲンボウ8羽、ノスリ5羽がカウントされています。2カ所目のIBAには、シロエリハゲワシ (*Gyps fulvus*) 26羽のコロニーがありました。渡り鳥の飛行経路を見ると、その中にはシュバシコウ、ナベコウ (*Ciconia nigra*)、コシジロハゲワシ (*Gyps africanus*)、エジプトハゲワシ (*Neophron percnopterus*) も含まれます。シュバシコウは3つの衛星追跡の記録が秋に確認されています。そして、先ほどお示したような計算をします [スライド36]。

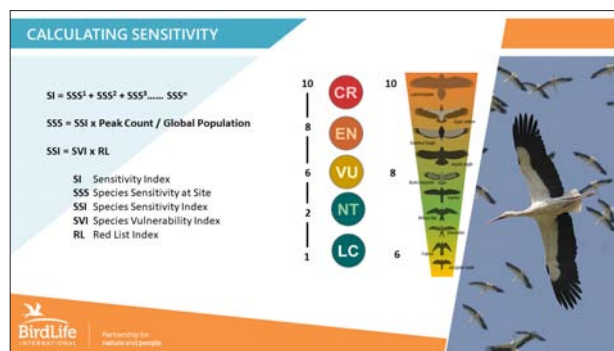
チョウゲンボウは、非常に機敏性が高く、衝突に関する脆弱性 (SVI) のスコアが低くなっています。また、レッドリストに関してもスコアは低くなっています。チョウゲンボウはグローバルによく見られるということです。このサイトでは、世界的な個体数500万のうち、8羽カウントされているので、スコアは非常に低くなります。トータルセンシティブティは0.0000096となります。

続いてノスリです。ノスリは少し大きいので衝突しやすいですが、よく見られます。そして、世界的な個体数600万のうち、わずか5羽なのでスコアは低くなります。

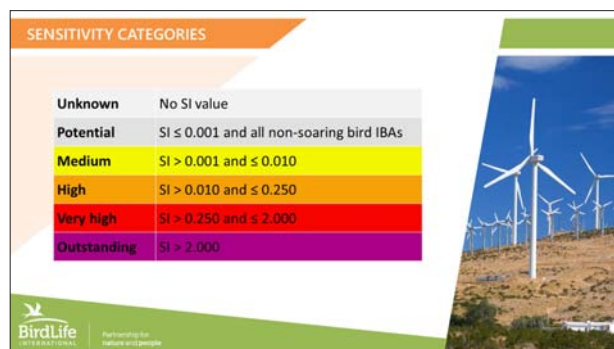
2カ所目のIBAでは、シロエリハゲワシの衝突に関する脆弱性スコアは10で、衝突しやすいと考えられます。ただ、レッドリストではLCなのでスコアが低く、世界的な個体数10万羽のうち26羽なので、中くらいのセンシティブティとなります。

渡り鳥で、衝突の可能性が高く、世界的に脅威にさらされている、コシジロハゲワシとエジプトハゲワシについては、世界的な個体数に占める観察記録数の割合が高く、スコアが高くなっています。サイトのトータルの計算をすると、センシティブティが非常に高いというカテゴリーになりました [スライド37]。

センシティブティが高いということは、風力発電所をここで造ったら、このような帆翔性鳥類への衝突の影響が考えられます [スライド38]。



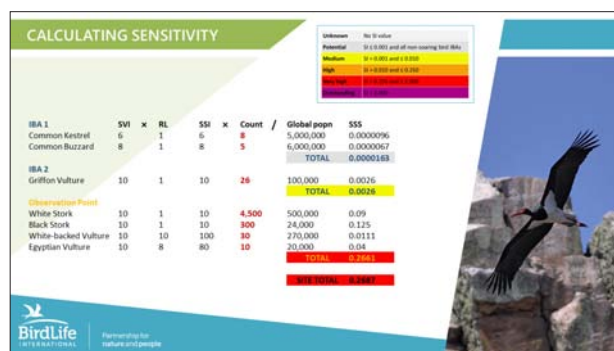
スライド34



スライド35



スライド36



スライド37

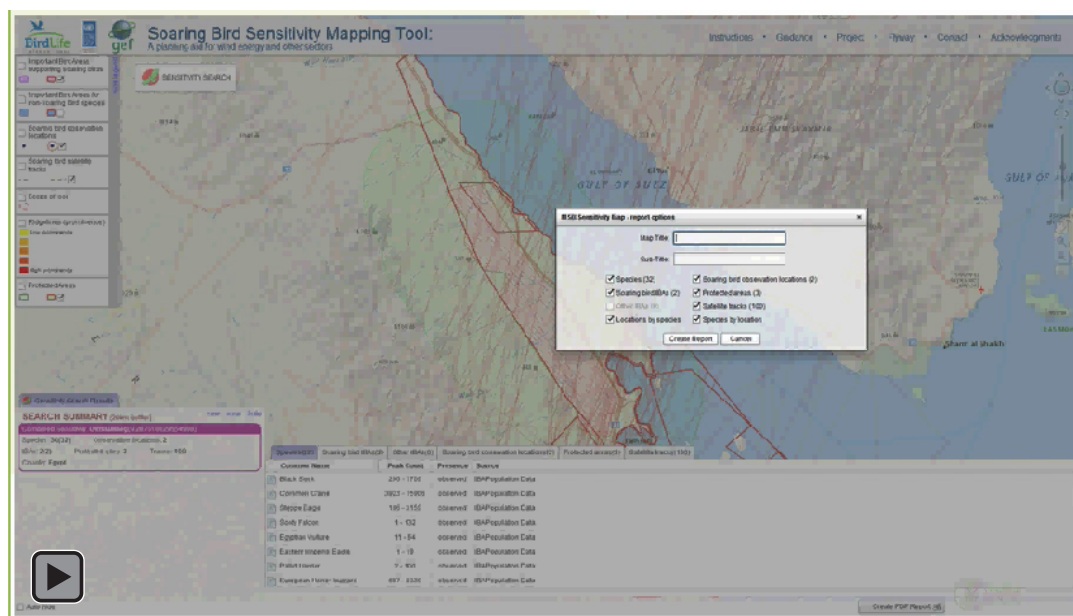


スライド38

ここで留意点を述べたいのですが、この計算には衛星追跡のデータを使っていません。衛星追跡のデータは、どの方向に行っているのか、渡り経路などに関する追加的な情報が手に入るのに役に立ちますが、IBAが定期的な観測記録によりシステムチックな形で評価されていることに比べると、衛星追跡は定期的に行われていないため、データのあるところもあれば、ないところもあるからです[スライド39]。



スライド39



スライド40(動画)

これはシンプルなモデリングツールで、実際にオンラインで見えていただくと、このようになっています。エリアにズームインすることが可能です。これを使うとサイトを定義することができます。また、GISレイヤーも、ポリゴン処理がされていればインポートでき、他に座標軸やプロットを入れることもできます。このようなツールを使って、ここに風力発電所の計画がされているという場合はフリーハンドでサイトに自分で書くことができます。

このツールは自動的にそこから20kmの全方向に緩衝地域を設けます。帆翔性鳥類に関する空間データを取ることでもでき、そこから表を作ることもできます。これはIBAですが、サイトにこのような種がここに存在していると示されています。サイトのセンシティビティがこの種からどのようになるかという数字も計算されています。例えば多数のシュバシコウがここを経路として通っています。それぞれの観察の記録を見ることもできます。それに付随する情報も見ることができます。

このサイトスコアがとても高くなっています。多くの種がここに存在しています。ここもまた2つの保護地域があります。IBAがあります。その地域と重なっているところがこちらです。そして、そこからリンクを取って、今度は保護地域

データベースから、見ることもできます。存在している5～6種それぞれのサイトのセンシティビティを見ることが出来ます。

これは全て衛星追跡のデータです。シュバシコウがこの経路だったとすると、ここを飛んだとか、別のシュバシコウが飛んだという、110以上の衛星追跡のデータがあります。これで重要になってくるのは、全体が分かることです。紫色になっているところは、センシティビティが高く、これ以上センシティビティの高いサイトはないということです。

残念ながら今、エジプトのデブラジでは風力発電の開発が進んでしまっています。このツールが数年前にあって、当時使えることができたならば、このようなところで開発されることが回避できたのではないかと思います。情報のアウトプットのため、PDFで報告書を作ることができます。どのような種がそこにいるのかということを簡単に評価することができる地図を作ること可能です。そして、センシティビティの数字がどのように計算されたかという情報もカバーされています。ですから、計画を行う当局または開発者にとっても有用なツールです[スライド40(動画)]。

このツールの意図は、基本的には早期のアセスメントに使うことができます。大変広大な地域をカバーしており、既

存のデータを強化して活用しています。大体どのような地域でセンシティビティが低いのか、センシティビティが高いのかが分かります。中程度のセンシティビティに関しては曖昧さが残っています。ツールは早期段階の、計画のためのツールです。ですから適切な現地の環境、影響評価は必要です。このツールがあるからやらなくてよいということにはなりません。

先ほど例をお示しましたように、例えばシュバシコウが、そのサイトを毎年飛行しているといったように、帆翔性鳥類に関してその場所が重要であることが分かれば、すぐにそこにフラグを立てます。資源などを投入して、場所を開発してからではなく、早期段階で分かるので、計画をセンシティビティが低いところへ向けることができます。

2つ目はその後行われる環境影響評価などに関して、ベンチマークを提供するということです。環境影響評価の手続きの中で、プロジェクト資金の提供者などが要件としていくことが多く、金融機関も環境影響評価の実施を検討していることが多いです。われわれのこのツールは、環境影響評価の手続きを完全にいつも満たしているというわけではありません。ただ、パートナーの方々もこのツールを使って、どんな種がいて、どこのセンシティビティが高いといったように使っていただけるのではないかと思います。そうすれば、このサイトはたくさんのシュバシコウの秋の飛行経路になっているようだが、それを考慮して秋に環境影響評価をやったか、春だけしかやっていないのではないか、というように使ってもらえると思います。

ツールのユーザーは政府、国、地域の計画当局、風車の開発業者、環境コンサルタント、そして国際金融機関です。国際金融機関は世界中の風力発電などに、非常に多くの資金を提供しています。例えば世界銀行や欧州復興開発銀行 (European Bank for Reconstruction and Development: EBRD) や、欧州投資銀行 (European Investment Bank: EIB) などが密接に関わっています。セーフガードの手続きにツールを入れてもらいたいと思います。コンサルタントが影響評価を行うときに、このようなツールをこういったときに使わなくてはいけない、というようにし、その結果プロジェクトに資金が拠出されるようにしたいと考えています [スライド41]。

もう1つは、私たちのセンシティビティマッピングツールと、センシティビティマッピングをするというアプローチの、移動性野生動物種の保護に関する条約 (ボン条約、The Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals: CMS) への適用です。これは国連環境計画 (United Nations Environment Programme) の下に定められた条約で、さまざまな国が締約国となっています。

最近では2014年に会議が行われ、渡り鳥の保護と再生可能エネルギーを調和させるため、マルチステークホルダーの討論の場をつくることが決議されました。エネルギー



スライド41



スライド42



スライド43

のタスクフォースも立ち上げられ、私もそのテクニカルワーキンググループの1員になっています。このエネルギーに関するミーティングには、多国間環境協定 (Multilateral Environmental Agreements: MEAs)、投資家、NGOなどが参加しています。私たちは政府に対して、このセンシティビティマッピングアプローチを使うように強く呼び掛けています。風力や、その他の自然エネルギーを拡大していくときに、持続可能な方法でできるように強く促しています [スライド42]。

スライド43は謝辞です。いろいろな方々にお世話になりました。バードライフ・インターナショナルのパートナーの方々からは様々なデータを拠出していただきました。センシティビティマッピングの作業は大きなスケールで行いますが、鳥類の専門家が全ての地域にいらっしゃいます。そのおかげで、このようなレベルのデータをいただくことができました [スライド43]。

**質問：**紹介があったシステムは、非常にデータに依存していますが、データのバイアスがあるのではないのでしょうか。例えば研究者の中には、ある場所に関して集中的にデータを集めており、その他の場所についてはそれほど集めていないということがあり、その場合データのバイアスがかかっている可能性があると思われますが、どのように標準化するのでしょうか。

**トリス：**基本的に入手可能なデータに依存しているため、当然ながらバイアスがかかります。私たちの感触としては、やはり確認をしなければいけない入手可能なデータが相当あります。例えばIBAに関しては、世界中どの国でもシステムチックに進められており、既存のデータはたくさんあります。ですから、そのデータを必ず活用していくことが重要だと思います。

通常、センシティビティマップは、センシティビティを示す色分けがされたグリッドで構成されます。例えば、センシティビティが低いエリアは緑色、センシティビティが高いエリアは赤というように示されます。私たちは、データにギャップや不正確さがあることを認識しているため、作成したマップでは、そのようにしておりません。それゆえに、私たちは、このツールを初期のサイト選定に使ってほしくありません。それよりもむしろ、ツールを使う前にユーザーが既に場所を選定していることを想定しています。その上で、ツールは、選定された場所のセンシティビティの評価に役立ちます。この違いは重要です。私たちのツールは、立地選定の確実性を示すものではありません。それよりも、このツールは、利用可能なデータに基づいて選ばれたサイトに対して、データに誤りがあるかもしれないことを認めつつも、最良の評価を提供するものです。

考え方として、どのようなデータがあるかということ自分で確認してもらうことが重要だと思います。ですから、データがないことで、この地域は大丈夫だと思わないでくださいという注意を出しています。たくさんのデータがあるから、そしてセンシティビティが高いから駄目だというわけではありません。たくさんの種がいて、センシティビティに高いスコアが付いているけれども、もしかしたら開発も可能かもしれません。その地域に行ったら、全ての鳥が非常に高い高度を飛んでいるから風力発電を設置しても問題がない、ということがあるかもしれません。ここで提示しているのは、あくまでもこの地域でたくさん飛んでいますよと、事故が起きる可能性があるので意識をしてくださいということで、必ず事故が起きると言っているわけではありません。確かにデータは可変性があり、質も違うということは分かっています。ですから、皆さんがそれを理解した上で利用してもらえると、有効であると考えています。

# 8 アイルランドにおける風力発電のための鳥類センシティブティマップ作成ツール

ウーナ・ダガン

[バードウォッチ・アイルランド]

Oonagh Duggan, BirdWatch Ireland

バードウォッチ・アイルランドの政策・提言部長補佐。環境保護のために20年以上活動している。現在は、バードウォッチ・アイルランドの鳥類と生物多様性の政策提言チームを統括しており、自然環境保全に向けて、科学に基づいた政策決定への情報提供を目的とする、複数のプロジェクトを管理している。現在の業務分野には、再生可能エネルギーと鳥類、林業、農業間の対立の調整が含まれており、自然を守る法律の効果的な履行が確保されるよう求めている。アイルランド国立大学ゴールウェイ校で、生物多様性と土地利用計画の修士号を取得。



お招きいただきまして、本当にありがとうございます。初めて日本に参りました。私からは、アイルランドで行っている、風力発電のための鳥類センシティブティマッピングの作成についてお話しします。

バードウォッチ・アイルランドはアイルランドで最大規模のNGO（非政府組織）です。私たちはチャリティー団体で、1万5,000人の会員と、28の支部を持ち、主に会員の会費、寄付金、補助金などによって成り立っています。科学的な活動が下支えとなって、モニタリング、保全活動、教育、政策、アドボカシーなどに関わっています。私自身が関わっているのは、この政策決定と政策提言の部分です[スライド1]。

本日の講演の概要です。まず、なぜセンシティブティマッピングを行ったか、次に、私たちの経験したセンシティブティマップ作成の方法論についてお話しします。そして、ステークホルダーをどのように巻き込んでいくのか、どのようにして人々の理解や承認を得ていく必要があるのかといった話を、そして今後の課題をお話しします[スライド2]。

バードウォッチ・アイルランドはアイルランド経済をより低炭素な経済に移行させていきたいと考えています。気候変動の影響は、人と生物多様性の両方に脅威となっています。それを念頭に置いた上で、再生可能エネルギーに関するさまざまな目標を達成しようとしています。また、国内法、国際法の下で鳥類や生物多様性の保護に取り組んでいます。

バードウォッチ・アイルランドではケースワークということを行っています。これはプランニングの申し込みがあった場合、それを見直す、レビューするというものですが、風力発電に関する申し込みもたくさんあり、随分時間が取られるようになりました。風力発電の立地に関して、十分に焦点が当てられていないと考えました。そこで、風力発電の空間計画に伴う、現状の手助けになるような、先を見越したアプローチを取ることを決め、センシティブティマッピングを行っていくことになりました。

また、これは欧州委員会（EU）の風力発電開発ガイドライン（2011年、European Commission's Guidance on Wind Energy Development and Natura 2000）とも整合性を取るものとなっています。センシティブティマッ

**BirdWatch Ireland**  
Membership supported, science-based

- > 15,000 members and 28 branches
- Funded by membership subscriptions, donations, grants and sponsorship.
- Active in research and monitoring, practical conservation work, education, policy and advocacy.

スライド1

**Talk Overview**

- Why we undertook sensitivity mapping
- The journey through sensitivity mapping methodology
- Stakeholder Engagement and Achieving Buy In
- Next steps

スライド2

**In favour of wind energy**  
Supporting Ireland's renewable energy targets

- Climate change – threat to global biodiversity and human well-being.
- Ireland has obligations under national and international laws protecting birds and habitats.
- "wildlife sensitivity maps will also help to avoid potential conflicts with the provisions of article 5 of the Birds Directive and 12 & 13 of the Habitats Directive as regards the need to protect species of EU importance throughout their entire natural range within the EU."

European Commission's Guidance on Wind Energy Development and Natura 2000 (2011)

スライド3

プを作ることによって、EUの法律である鳥類指令 (Birds Directive) や生息地指令 (Habitats Directive) にある「EUの重要な種について、EU内におけるそれらの自然の分布域全体を通じて保護することの必要性」などとの対立を回避することができるということが、ガイドラインの中に定められています [スライド3]。

スライド4はヨーロッパの地図です。ご覧のように、アイルランドは緑色になっています。色は風速を示しており、アイルランドのほとんどが、風速が非常に高いことが分かります。毎秒7mから8m、あるいは8m以上になっている、濃い緑のところが多くなっています。アイルランドは風資源が豊かであるため、そこを利用したいと考えている人たちも多いのです [スライド4]。

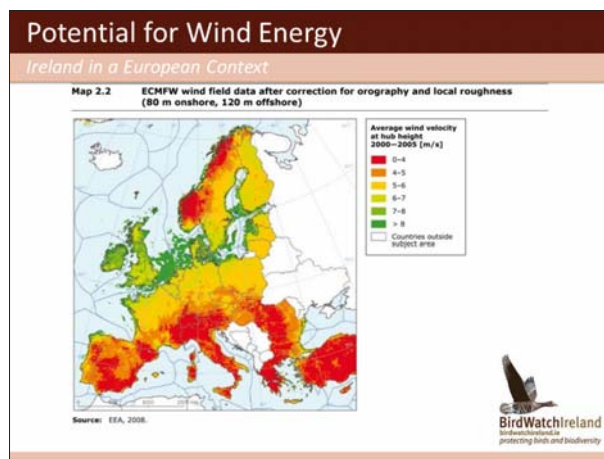
スライド5はアイルランドの地図です。ご覧のとおり、風速はとても高くなっています。より高くなっているのは沿岸地域、そして山岳部です。2016年の段階で228の風力発電が計画され、運転中となっています。設備容量は3,000MWほどで、197万世帯に電力を供給することができます。しかし、再生可能エネルギーから得られる電源を40%にするという2020年の目標を達成するためには、3,900 ~ 4,300MWがさらに必要となります。

このように、風力発電のポテンシャルが非常に高い国なので、もっと風力発電を設置しようというプレッシャーが高くなっています。だからこそ、センシティブティマッピングが必要になりました [スライド5]。

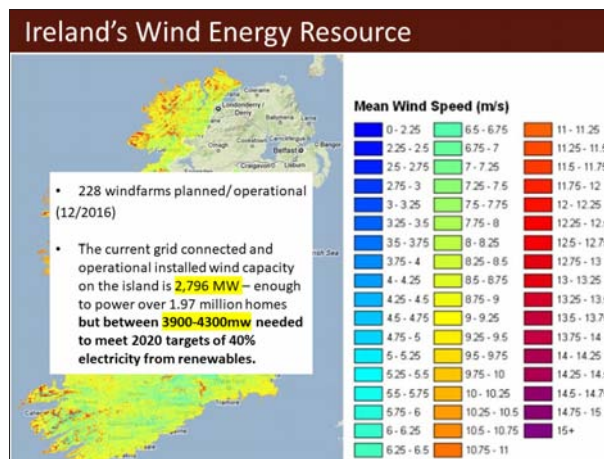
また、2007年にアイルランドは、鳥類と生息地に関するEUの法律を国内法に適切に移していないということで、ヨーロッパ連合司法裁判所によって有罪となりました。特に、重要な、渡り鳥や分散する鳥類を守るための一貫した戦略がないことを指摘されました。これは大きな問題となりました。アイルランドでは大きな影響を及ぼすものとなりましたが、鳥類にとっては良いことで、ついに政府は鳥類の保護に向けて行動に移すようになりました。

そして、私たちは、ヨーロッパ司法裁判所の判断に対する行動として、分類群ごとの行動計画 (Group Species Action Plans) を作ることとなりました。海洋と海鳥、沿岸や潟湖に生息する鳥、森林の鳥などを対象にした、それぞれのアクションプランを作成しました。これは、さまざまな省庁を巻き込んだ取り組みとなりました。その結果、分野横断的にカギとなる共通のテーマがあるということがわかりました。種の行動計画全てにおいて、生態学的な土地利用計画を空間ツールを使って作る、すなわちセンシティブティマップを作ることが必要だということです [スライド6]。

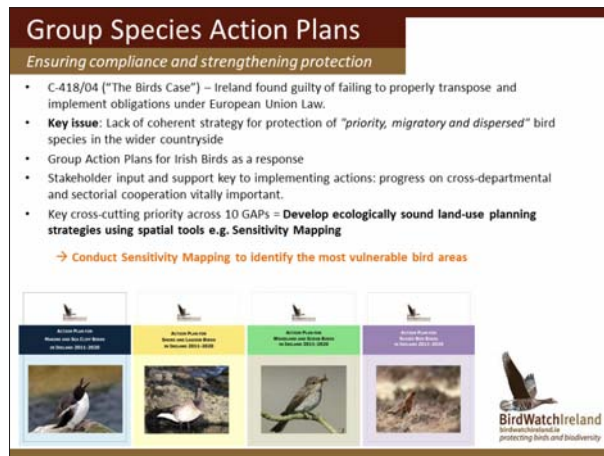
鳥類のセンシティブティマッピングとは、再生可能エネルギーの目標を達成し、そしてセンシティブな種との軋轢を最小にするための方法です。だからといって建設不可能エリアを設定するものではありません。これはとても重要な点だと思います。もうひとつ重要な点は、調査を行っていろいろな情報をまとめ、センシティブティマップを見た時



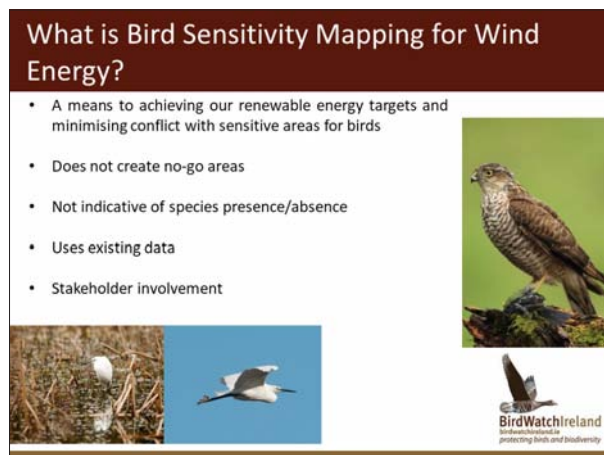
スライド4



スライド5



スライド6



スライド7

に、最終的に結論として、特定の場所は風力発電には適切ではないかもしれませんが。だからといってセンシティブティマップが、ここは建設ができない、あるいはできるということを示しているわけではありません。いろいろなことを考慮した上で、鳥を守るためにはここは保護をしなければいけないという判断に至る可能性があるということです。センシティブティマップは、ここに鳥がいる、いないということを示すものではないため、各サイトで、プロジェクトごとに観測は続けなければいけません。また、既存のデータも活用しました。そして、さまざまなステークホルダーを巻き込んでいきました[スライド7]。

センシティブティマップが鳥類の保護にどのような役割を果たすことができるのかというと、まず計画の早い段階で情報を提供するという事です。また、戦略的な計画を作る上で、国レベルの当局を支援するツールにもなります。また、環境影響評価や、ヨーロッパの適正評価(Appropriate Assessment: AA)に有益な情報を提供します。また、各関係機関に対して、彼らが資金を提供する再生可能エネルギーのプロジェクトを行う上で、適切な環境保護策を提供するツールにもなっています[スライド8]。

このツールがあることで、風力発電の開発事業者も恩恵を受けます。事業者からは、私たちがマップを作ったことで、情報を得ることができ、時間の節約、そしてお金の節約にもなると歓迎されました。また、より効果的な調査技術の情報も提供しています。エコロジストが、このセンシティブティマップを見ることによって、ここにフォーカスを当てよう、追加的にこういったことをやろうといった判断にもつながっています。

繰り返しになりますが、環境影響評価を行っていく上で事前計画のスクリーニングツールとしても使われます。また、政府の再生可能エネルギーの導入目標にも貢献をします[スライド9]。

風力発電が鳥類に与える潜在的な影響としては、衝突、生息地放棄、攪乱、生息環境の消失、障壁影響があります[スライド10]。

まず私たちは、他の国の取り組みを知るため、スプレッドシートを作成し、比較しました。スコットランド、イギリス、オランダ、南アフリカ等の事例がリストになっています。リフトバレー、ギリシャなど、様々な取り組みを調べました。その全てがセンシティブティマップと呼べるものではないかもしれませんが、鳥類にとってセンシティブな場所を特定する試みがなされています。本日、ここで日本の事例を聞きましたので、日本もこのリストに加えられるのではないかと思います。

様々なアプローチがあり、その中でアイルランドに一番適しているのはどれかを見ていきました。スコットランドでは、懸念がある18種がマッピングされています。南アフリカでは105種です。メッシュの大きさも、1kmであったり、50kmであったりと様々でしたが、アイルランドでは1kmとし

## Bird Sensitivity Mapping Tool

How does it help us and help protect birds?

- Information at an **early stage of the planning process**
- A tool for **national planning authorities** to assist their strategic planning
- Contributes useful overview information to **EIAs, AAs** to complement data collection for specific sites
- Provides **agencies** with a tool to assist them in ensuring adequate environmental safeguards for renewable energy projects they fund



スライド8

## Bird Sensitivity Mapping Tool

Benefits of the tool to whom?

- **Developers:**
  - Better understanding of location of species most sensitive to wind energy for which we have recent data
  - Can advise more effective survey techniques for ecologists to employ in the planning stage. Save time.
- **Ecologists/Planners:**
  - As pre-planning screening tool: can advise on **more directed survey techniques** for environmental impacts assessments (EIA), appropriate assessments (AA), etc.
- **Government:**
  - Ultimately helps us achieve our renewable energy targets. Save time.



スライド9

## Potential impacts of wind energy on birds

- Collision
- Displacement disturbance
- Habitat loss/habitat change
- Barrier effects

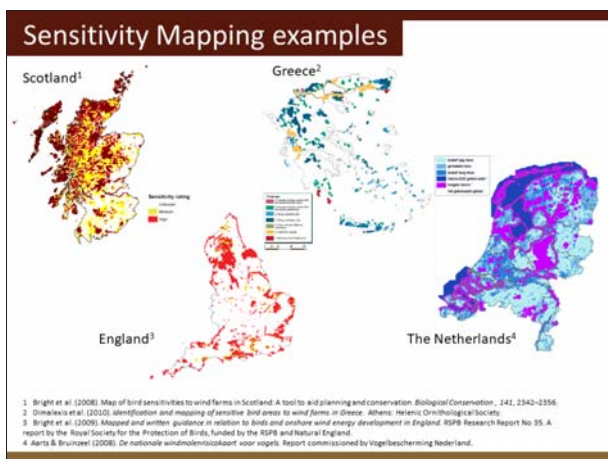


スライド10

## Sensitivity Mapping: International

| Country / Region           | Species/areas mapped                                                         | Scoring criteria             | Resolution                | Sensitivity categories                               | Reference                 |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|
| Scotland                   | 18 species of conservation concern                                           | Literature and expert review | 1 km square               | High, Medium, Low/Unknown                            | Bright et al. (2008)      |
| England                    | 12 species of conservation concern                                           | Literature and expert review | 1 km square               | High, Medium, Low/Unknown                            | Bright et al. (2009)      |
| Netherlands                | Group species approach                                                       | Species richness             | 1 km square               | Highest, High, Average, Low                          | Aarts & Bruinzeel (2009)  |
| South Africa               | 205 species                                                                  | Literature and expert review | 7.8 x 8 km "square"       | High, Medium, Low                                    | Retief et al. (2010)      |
| USA                        | IBAs, migratory corridors, Critical habitat locations, Range strongholds     | Literature and expert review | 50 km square              | Critical importance, High importance, Potential risk | American Bird Conservancy |
| Rift Valley/Red Sea flyway | 37 migratory soaring birds                                                   | Literature and expert review | 50 km square              | High, Medium, Low/Unknown                            | Stira et al. (in prep)    |
| Greece                     | SPAs, IBAs, Ramsar Wetlands, Pelican flyways, Raptor nests, seabird colonies |                              |                           | Wind energy exclusion zones                          | Dimalaxis et al. (2010)   |
| Germany                    | 26 species of seabirds                                                       | Literature and expert review | c. 120 km square          | Major concern, Less concern, Concern                 | Garthe & Huppop (2004)    |
| Denmark                    | 38 migrants (seabirds, raptors, passerines etc.)                             | Literature review            | case study of 1 wind farm | High, Medium and Low priority species                | Desholm (2009)            |
| Slovenia                   | 35 species, congregatory areas and reserves                                  | Literature and expert review | 1 km square               | High, Medium, Low/Unknown                            | Bordjan et al. (2012)     |
| Flanders (Belgium)         | Group species approach                                                       |                              | 500m square               | High, Medium, Possible, Low                          | Everaert (2011)           |

スライド11



スライド12

ました。ありとあらゆる情報を見て、私たちはどのようにしていくかを判断しました [スライド11]。

スライド12は、他の国でどのようなカラーコーディングが使われているかを示しています。右下がオランダ、そしてギリシャ、イギリス、スコットランドの例です [スライド12]。

このプロセスには5年ほどかかりました。まずは試験的なアプローチで、オオハクチョウを対象に調べました。次に、成功事例の方法論を使って、繁殖する涉きん類を対象にセンシティブティマップを作りました。そして、アイルランド全体に調査範囲を広げました。第一段階でアイルランドのセンシティブティマップを作り、第二、第三段階でアイルランド共和国全体のセンシティブティマップを作りました [スライド13]。

作成手順を説明すると、まず199種の鳥類を対象としました。他の国と比べると決して多くありませんが、アイルランドは大西洋上の島なので、199種の定期的に見られる鳥を対象に行いました [スライド14]。

199種全てを守ることはできません。スライド15の意思決定のツリーを使い、ふるいにかけました。海洋で採食する海鳥などは、私たちの作成するマップにあまり適さないところもあるため、陸生鳥類を対象としました。陸生鳥類で保全の懸念がある種は残し、そうでない種は対象から除外しました。種によっては非常に幅広く分布し、場合によってはデータが十分ないということもあります。個体数がとても多く、マップを作っても価値のなさそうなものは除外しました。十分なデータがあるかどうかで判断し、データが十分あるものを最終的な評価対象としました。この段階で、54種に絞られました [スライド15]。

2回目の選別では、種のセンシティブティスコアを設けました。54種について、センシティブティモデルにあてはめていきました。ここで行ったのは、ゼロから4までのスコアリングです。その種がヨーロッパの鳥類指令の対象となっているかどうかを見て、対象となっていれば、スコア4とします。また、EUの保全の懸念がある種 (Species Conservation Concern)、BoCCI (Birds of Conservation Concern in Ireland) という、アイルランドで保全の懸念があるかどうかを示すランク、そして、フライウェイの個体数に占める割合

## Previous work in Ireland

### Piloting Sensitivity Mapping for Irish birds

- Pilot approach for Whooper Swan

### Scoping best practice and methodology required for a breeding wader Sensitivity Map

- Scoping methodology for mapping breeding waders

### Bird Sensitivity Map for Ireland (Phase 1)

- Methodology determined, three draft layers produced, High Level Stakeholder Group established

### Full Republic of Ireland Sensitivity Map (Phase 2+3)

- Various funders and collaborators
- Scoping for All-Ireland map



スライド13

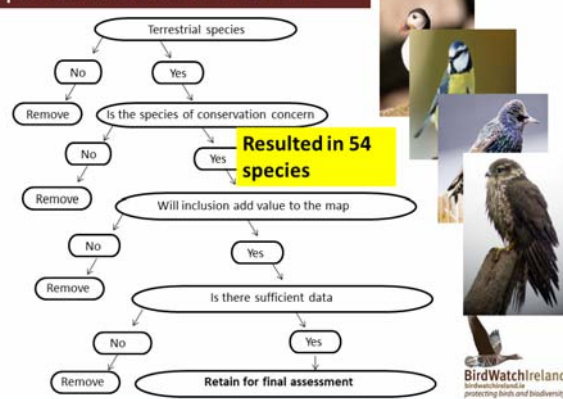
## Overview of Methodology

1. Each of the 199 regularly occurring bird species assigned a **conservation score** (i.e. Annex 1, SPEC etc)
2. **First sift:** Devised a **Species Selection Decision Tree** to ensure clear and useful map, (e.g. data availability, not widespread species) -> **54 species**
3. **Second sift:** A final **Species Sensitivity Score (SSS)** was determined by putting each of the 54 species through the Species Sensitivity Model of factors of bird vulnerability (flight behaviour, habitat availability) to wind energy infrastructure -> **22 species**
4. **Third Action:** A **zone of sensitivity** was developed based on a review of the behavioural, ecological and distributional data available for each of 22 species. Factors considered included (where available) collision risk, disturbance and core activity.
5. Used existing distributional data overlaid on to 1km sq grid => **Sensitivity Map**



スライド14

## Species selection- First Sift



スライド15

## Calculating the Sensitivity Index

| Score   | Annex I of the Birds Directive | EU SPEC | BoCCI | Proportion of flyway & BIR2 - (euro breeding/wintering) popn | Conservation Score |
|---------|--------------------------------|---------|-------|--------------------------------------------------------------|--------------------|
| Score 4 | Yes                            | SPEC 1  | Red   | >50%                                                         |                    |
| Score 3 |                                | SPEC 2  |       | 26-50%                                                       |                    |
| Score 2 |                                | SPEC 3  | Amber | 11-25%                                                       |                    |
| Score 1 |                                |         |       | 1-10%                                                        |                    |
| Score 0 | No                             | SPEC 4  | Green | <1%                                                          |                    |

| Species | Adult annual survival rate | Flight Manoeuvrability | Soaring   | Predatory / aerial forager | Ranging Behaviour    | Flocking  | Nocturnal flight activity | Aerial Display | Flight Vulnerability |
|---------|----------------------------|------------------------|-----------|----------------------------|----------------------|-----------|---------------------------|----------------|----------------------|
| Score 4 | >0.85-1.00                 | Very Low               | Always    |                            | Very wide range      |           | Act at night              |                |                      |
| Score 3 | >0.70-0.85                 | Low                    | Usually   | Highly                     | Long, daily commuter |           |                           |                |                      |
| Score 2 | >0.60-0.70                 | Medium                 | Regularly |                            | Wide movements       | Always    | Oreopiscular              | Frequent       |                      |
| Score 1 | >0.50-0.60                 | High                   | Sometimes | Partially                  | Local movements      | Sometimes |                           | Occasional     |                      |
| Score 0 |                            | Very High              | Never     | Never                      | Sedentary            | Never     | Diurnal                   | Never          |                      |

| Species | Range in Ireland        | Site fidelity | Availability of preferred habitat | Habitat Preference | Sensitivity to displacement | Habitat Vulnerability |
|---------|-------------------------|---------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Score 4 | Very limited range      | High          | Low                               | Open               | High                        |                       |
| Score 3 | Limited range           |               |                                   |                    |                             |                       |
| Score 2 | Localised               | Med           | Med                               | Semi-open          | Medium                      |                       |
| Score 1 | Widely distributed      |               |                                   |                    |                             |                       |
| Score 0 | Very widely distributed | Low           | High                              | Closed             | Low                         |                       |

スライド16

## External consultation

- 7 factors - more subjective in nature
  1. Flight manoeuvrability
  2. Soaring/flying at turbine height
  3. Ranging behaviour
  4. Aerial display
  5. Site fidelity
  6. Availability of preferred habitat
  7. Sensitivity to disturbance/displacement



スライド17

を見ました。これらのスコアを加算して、最終的な保全スコアを設けていきました。

そして、飛行行動にみられる脆弱性や生息地の脆弱性も加算しました。それぞれにスコアがあります。保全スコアに、飛行の脆弱性の平均と生息地の脆弱性の平均を足したものを、掛け合わせました[スライド16]。

飛行と生息地の脆弱性に関しては文献から情報を得ました。ただし、一部のものについては、文献だけでは明確ではなかったため、外部の専門家を招きました。アイルランドの、さまざまな種の専門家の方々に、スライド17の7つの要素についてどのような意見があるか聞きました[スライド17]。

種について、スライド18のリストを提供し、スコアを変えたほうがいいのか、なぜそう思うかを聞きました。専門家の知識を得てスコアリングをただけではなく、プロジェクト自体にも関わってもらいました。私たちが何をやっているかということを伝えて、私たちのアプローチの信頼性を高めていきました[スライド18]。

スライド19のリストを見ると、最終的なスコアが右側に出てきています。リスト中には、飛行操作性、帆翔 (soaring flight)、遊動 (ranging behavior) などがそれぞれスコアと なって出ています [スライド19, 20]。

スコアが出た段階で、科学者たちとバードウォッチ・ 아일랜드でそれぞれの種に対してセンシティブティのゾーンをつくりました。GISを使い、種ごとにバッファーを設けています。例えば採食行動により、異なるバッファーゾーンを設けました。猛きん類については、残念ながら、猛きん類を撃ちたいという人たちがおり、どこに巣があるかが分からないようにすることが重要でした。そこで、巣から半径2kmのランダムオフセットを行い、巣が特定できないように配慮しました [スライド21]。

そして、スコアにカラーコーディングをしました。この後マップをお見せしますが、まずそのスコアがどうだったのかをお見せしたいと思います。地図を見たときに色をクリックすることができます。例えば5つの種がその地域に生息している時は、スコアを集計しました。それによって色分けがされます。

## External consultation

|                      | A                                                                                                                                                                                                                                                                                                | B                         | C      | D                      | E               |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------|------------------------|-----------------|
|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           |        | <b>Proposed change</b> | <b>Comments</b> |
| <b>Die fidelity:</b> | This factor was included to account for disturbance displacement associated with species with high levels of die fidelity. Species that exhibit die fidelity are likely to lose greater negative impacts as a result of habitat damage compared to species that are less tied to specific sites. |                           |        |                        |                 |
|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           | High   |                        |                 |
|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           | Medium |                        |                 |
|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           | Low    |                        |                 |
|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           |        |                        |                 |
| 4                    | Golden Eagle                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Aquila chrysaetos         | High   | High                   |                 |
| 7                    | Red-breasted Siskin                                                                                                                                                                                                                                                                              | Geothlypis trichas        | High   | No Change              |                 |
| 8                    | Sandwich Tern                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Sterna sandwichensis      | High   | No Change              |                 |
| 9                    | Brewing Carbon                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Remora remora             | High   | No Change              |                 |
| 20                   | Brewing Sooty                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Colaptes auratus          | High   | No Change              |                 |
| 21                   | Brewing Golden Plover                                                                                                                                                                                                                                                                            | Puffinus pacificus        | High   | No Change              |                 |
| 22                   | Common Tern                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Sterna hirundo            | High   | No Change              |                 |
| 3                    | Brewer's Sparrow                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Carpodacus mexicanus      | High   | No Change              |                 |
| 4                    | Barnacle Goose                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Branta leucopsis          | High   | No Change              |                 |
| 15                   | White-tailed Eagle                                                                                                                                                                                                                                                                               | Haliaeetus albicollis     | High   | No Change              |                 |
| 23                   | Greenland White-fronted Goose                                                                                                                                                                                                                                                                    | Anser albifrons frontalis | High   | No Change              |                 |
| 27                   | Brewing Sparrow                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Geothlypis trichas        | High   | No Change              |                 |
| 28                   | Whitethroated Sparrow                                                                                                                                                                                                                                                                            | Geothlypis trichas        | High   | No Change              |                 |
| 29                   | Brewing Redstart                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Geothlypis trichas        | High   | No Change              |                 |
| 30                   | Grayling Gull                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Larus argentatus          | High   | No Change              |                 |
| 31                   | Chough                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Pyrrhuloxia pyrrhuloxia   | High   | No Change              |                 |
| 32                   | New Noddy                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Coccyzus erythrophthalmus | High   | No Change              |                 |

スライド18

## Species Sensitivity Score

Species Sensitivity Score =

Conservation Score x (average flight vulnerability score + habitat vulnerability score)

[illegible]

スライド19

### Species Sensitivity Score

| Species                        | Species #                         | Risk score - Habitat | Final Vulnerability Score | Species Sensitivity Score |                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|
|                                |                                   |                      |                           | Species                   | Sensitivity Score |
| Golden Eagle                   | <i>Aquila chroceipes</i>          | 4.00                 | 6.13                      | 24.50                     | 24.50             |
| Breeding Red-throated          | <i>Corvus corax</i>               | 4.00                 | 5.88                      | 23.50                     | 23.50             |
| Sandwich Tern                  | <i>Sterna sandwicensis</i>        | 4.00                 | 5.63                      | 22.50                     | 22.50             |
| White-tailed Eagle             | <i>Haliaeetus albicollis</i>      | 3.40                 | 5.50                      | 22.50                     | 22.50             |
| Breeding Golden Plover         | <i>Pluvialis aprinaria</i>        | 3.40                 | 5.44                      | 22.00                     | 22.00             |
| Breeding Curlew                | <i>Colinus cafer</i>              | 4.00                 | 5.44                      | 22.00                     | 22.00             |
| Common Tern                    | <i>Sterna hirundo</i>             | 3.40                 | 5.35                      | 20.60                     | 20.60             |
| Breeding Curlew                | <i>Murinus arvensis</i>           | 3.40                 | 5.30                      | 19.30                     | 19.30             |
| Whippoorwill                   | <i>Cypselus vociferans</i>        | 3.6                  | 5.28                      | 19.30                     | 19.30             |
| Breeding Red-tailed Tropicbird | <i>Tyrannus vociferans</i>        | 3.30                 | 4.70                      | 18.30                     | 18.30             |
| Chough                         | <i>Phalacrocorax porphyrio</i>    | 3.40                 | 4.30                      | 13.60                     | 13.60             |
| Breeding Laysan Duck           | <i>Querquedula lamproloma</i>     | 3.6                  | 4.20                      | 13.60                     | 13.60             |
| San Diego                      | <i>Querquedula lamproloma</i>     | 3.60                 | 4.20                      | 13.60                     | 13.60             |
| Graylag Goose                  | <i>Anser anser</i>                | 3.0                  | 4.07                      | 10.00                     | 10.00             |
| Barnacle Goose                 | <i>Anser discors</i>              | 2.60                 | 4.07                      | 10.00                     | 10.00             |
| Swamp Sparrow                  | <i>Corypha alpestris</i>          | 2.30                 | 4.00                      | 10.00                     | 10.00             |
| Breeding Common Snipe          | <i>Melospiza nigra</i>            | 3.60                 | 4.40                      | 17.90                     | 17.90             |
| Breeding Cormorant             | <i>Colinus</i>                    | 3.6                  | 4.5                       | 17.30                     | 17.30             |
| Parula                         | <i>Melanerpes formicivorus</i>    | 2.40                 | 4.20                      | 11.30                     | 11.30             |
| Greenland White-throat         | <i>Anas albifrons</i>             | 2.60                 | 4.20                      | 10.30                     | 10.30             |
| Black-headed Gull              | <i>Chroicocephalus ridibundus</i> | 2.60                 | 4.23                      | 10.30                     | 10.30             |
| Martin                         | <i>Falco columbianus</i>          | 2.60                 | 4.00                      | 10.30                     | 10.30             |

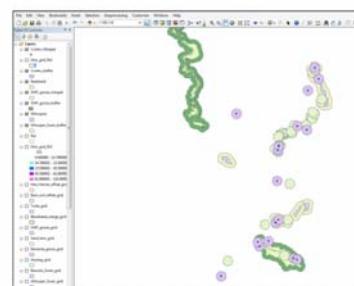


BirdWatch Ireland  
birdwatchireland.ie  
protecting birds and biodiversity

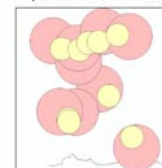
スライド20

## Zones of sensitivity-Third Action

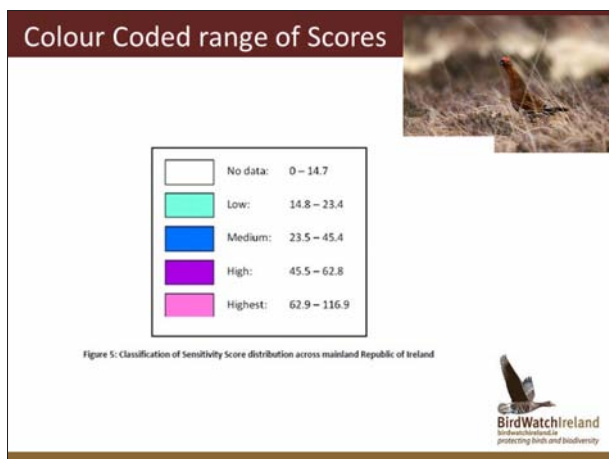
- Internal + external consultation and consensus
- Individual radius distance for each



Raptors: Random offset



スライド21



スライド22

例えば1つの種でスコアが低くても、大きな数値が出ていることがあり、それはいくつかの異なる種のセンシティブティスコアが出ている場合です。

赤と黄色の色分けは信号機のような感じがするため、避けました。赤だからノー、建設不可と受け止められる可能性があり、このような色合いは使わないようにしました[スライド22]。

そして、22種に関して既存の分布データを用いました。先ほど、データに関するご質問がありましたが、私たちがマッピングをした種について、分布データおよび記録には、自信を持っています。私たちは1kmのメッシュでマップを作りましたので、十分なデータを得ることは、全体プロセスの中でも重要な部分でした[スライド23]。

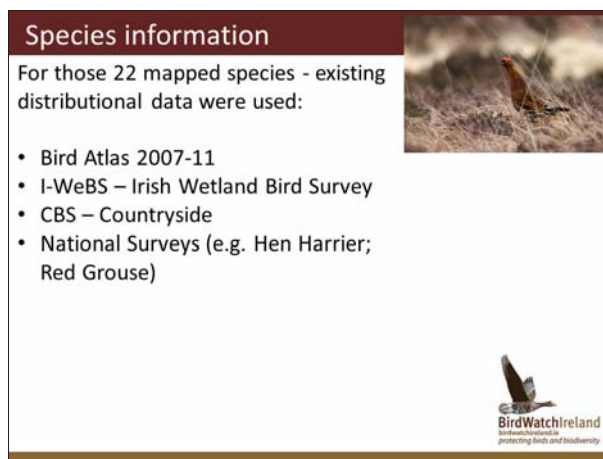
スライド24は、1kmメッシュで重ねあわせたもの、そしてバッファゾーンを設けたセンシティブティマップです[スライド24]。

このマップは、誰でも無料で使うことができます。国の生物多様性データセンターには、いろいろな種のデータが保管されており、それらが、このマッピングツールとつながっています。左側に凡例が出ており、例えばバードウォッチ・アイルランド、センシティブティマップと選ぶと、そのマップが出てきます。ズームインをすると、このように、そろっている記録が各メッシュごとに出てきます。

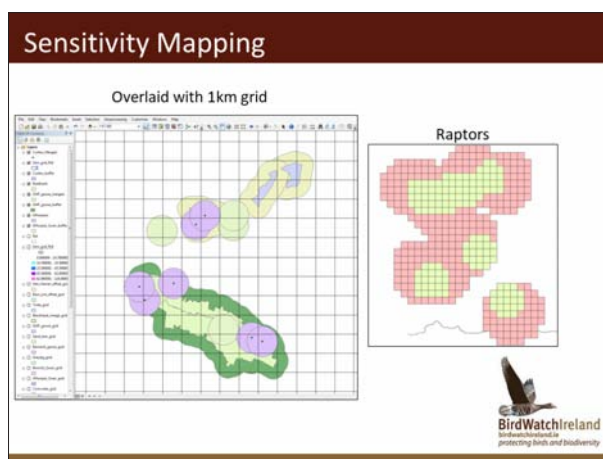
このポイント・アイデンティファイ機能を使って、四角のどれかをクリックすると、さまざまな種が書いてある、この情報が出てきます。メンフクロウやアジサシなど、それぞれの種が持つスコア、そして総計が出てきます[スライド25]。

オプションをクリックすると、さまざまな種に関する追加的な情報が出てきます。これは生態学者、コミュニティーグループ、政府の機関にとって非常に有用な情報であり、どのような種がこの地域にいるのかを知ることができます。PDFとしてダウンロードをすることも可能です[スライド26]。

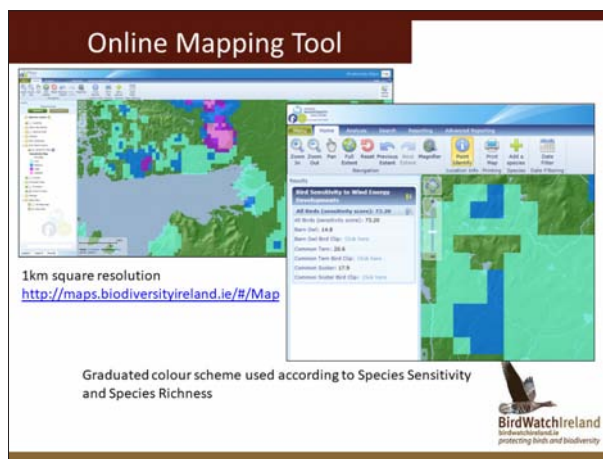
この中にはセンシティブティを裏付ける文献に関する情報も入っています。そして、私たちのガイダンスドキュメントへのリンクも付いています。これらは無料で利用でき、バイオダイバーシティ・アイルランドのウェブサイトでも入手可



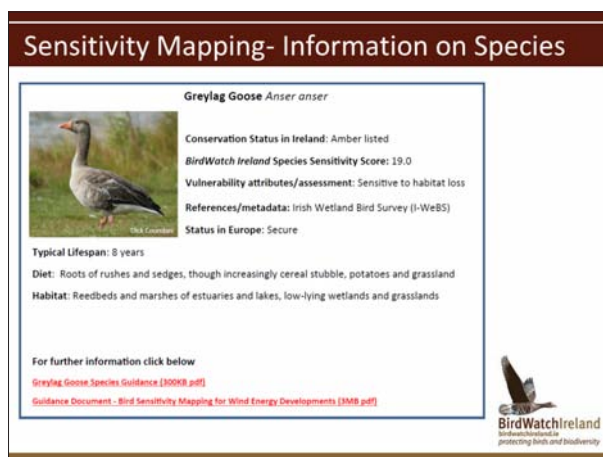
スライド23



スライド24



スライド25



スライド26



スライド27

能です。これがライブマップになっています [スライド27]。

スライド28はアイルランドの地図です。一番センシティブが高い色は紫がかったピンクになっています。ブランクのエリアは、そこに鳥がないということではありません。

少なくとも2015年までの、私たちの持っているセンシティブに関する情報が提供されています [スライド28]。

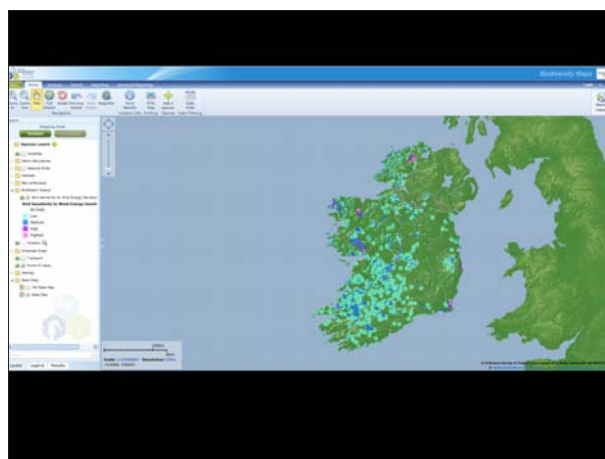
スライド29がポイントサーチです [スライド29]。

スライド30がガイダンスドキュメントで、この中に詳細な情報が入っています。全ての既存の研究や詳細な手法、それから種レベルのガイダンスが書かれています。これも無料で提供しており、私たちのウェブサイトからダウンロードできます [スライド30]。

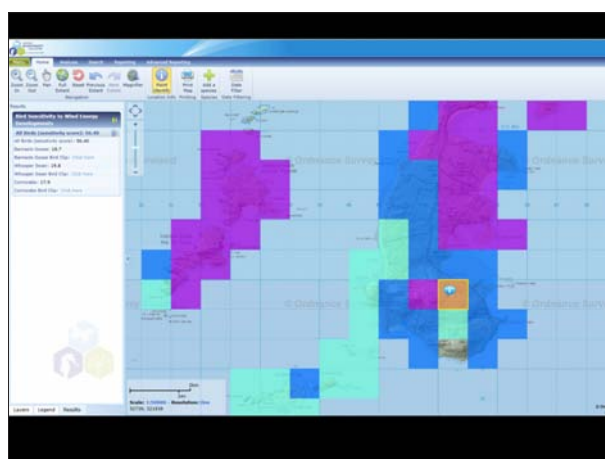
それでは、これからステークホルダーの関与、賛同を得るということについてお話しします。これは私たちにとって、このプロセス全体の中でとても重要な部分です。後々ツールを使ってもらえるように、私たちのアプローチに信頼を持ってもらうためです [スライド31]。

ツールの公表およびトレーニング、統合についてお話しします。スライド32に、このマッピングツールに資金を提供してくださった団体を記載しています。政府の部局のほか、ヘリテージカウンシル、環境保護庁、電力会社、グリッド開発業者、持続可能なエネルギー当局などが、このツールに資金を提供しました。それは、これがいかに重要かということを理解しているからです。彼らは再生可能エネルギーが全体のエネルギーミックスの40%を構成するという目標を達成するために、資金提供をしています [スライド32]。

このプロジェクトに関わるステークホルダーの数は全部で21です。皆、さまざまな立場で関与してきました。例えば市議会が関与したのは、風力発電を導入するためには、市民の同意が必要ですから、自分たちの地元で一体何が起きているかが分かっているなければ適切な意思決定ができません。また、意思決定をした後も、しっかりと司法の下でサポートされていなければいけません。アイルランドでは、ストップがかかった風力発電のプロジェクトもかなりあります。地域団体や環境NGOが、これはできない、と言ったからです。そして長くかかる裁判になり、お金も時間も



スライド28



スライド29



スライド30



スライド31



スライド 32

かかり、その間、事業はずっと中断されてしまいます。やはり人々が、こうした動きを見張っていくことができるように、自信を持つことが重要です。

SSEリニューアブル、アイリッシュ・ウインド・エネルギー協会は、風力発電開発業者です。そのほか、国立公園野生生物センター、アイリッシュ・プランニングインスティテュートなどのさまざまな団体が最初から最後まで関わりました[スライド33]。

このツールの活用について、ツールを人々に幅広く利用してもらわなければいけません。このツールが完成してから、私たちは国中を回って、地方自治体と政府の機関とともに、10回のワークショップを開きました。アイルランドの26郡を代表する、合計100人の参加者がいました。スライド34はワークショップの写真です。どのようにツールを使うかということを勉強している様子です[スライド34]。

先ほどもお話ししましたが、場所は国の生物多様性データセンターのウェブサイト、ヘリテージカウンシルのウェブサイトになります。市議会や地方自治体では、このGISのレイヤーを取って、そのレイヤーを自分たちの地元のGISに乗せます。そして、風力発電の申請が上がってきた時に、どのような情報があるかをチェックします。

何を調べなければいけないか、コンサルタントが来て、環境影響評価をするときに、必要な情報が全て手元にあるかどうかのチェックができます。スライド35は、地図の例です。とても重要なサイトが南東部にあります[スライド35]。

風力発電協会も、自分たちのウェブサイト上にマップを作っています。これはとてもよいことだと思います。彼らのステークホルダーは風力発電開発業者（デベロッパー）であり、その事業者のサイトにも地図が載るからです[スライド36]。

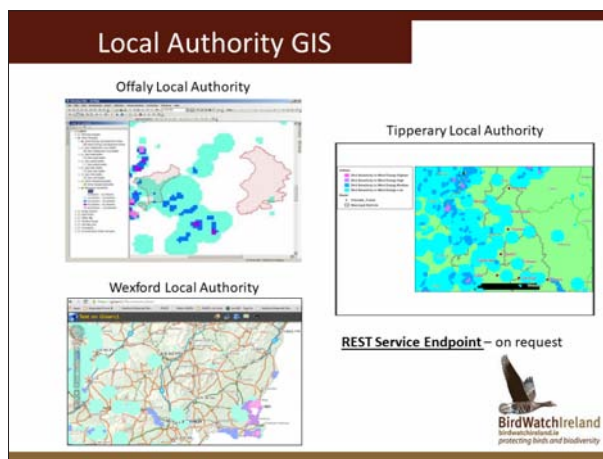
このツールは、プランナー、地方自治体に最もよく使われています。ツールを彼らに開放することはとても重要です。なぜなら、ツールをたくさん使ってくれるからです。スライド37は、プランナーのランキングです。GISの技術者、ヘリテージオフィサー、アシスタントプランナーも使っています。また、保全オフィサー、環境オフィサーなどいろいろな種類の人がこのツールを使っています[スライド37]。



スライド 33



スライド 34



スライド 35



スライド 36

この開発に携わった人の言葉を、スライド38で紹介しします。エレクトリシティ・サプライボード、電力供給局の方です。「この調査が、風力発電や関連インフラの開発を阻止することを意図していないことは明らかです。これは約束通り、こうした事業が適切な場所で行われるようにするために、貴重な情報を提供するものです。」と述べており、電力供給者からの強い支持をいただいています。デベロッパーは「この開発過程全体が、とても建設的で興味深いものであった」と言っています。地方自治体の観点からは「非常に重要な情報源であり、素晴らしいツールだ。地方自治体が計画立案し、プロジェクトが地域の環境や生物多様性にマイナス影響を与えるかどうかを判断する手助けになる」という、ポジティブなフィードバックが上がってきています[スライド38]。

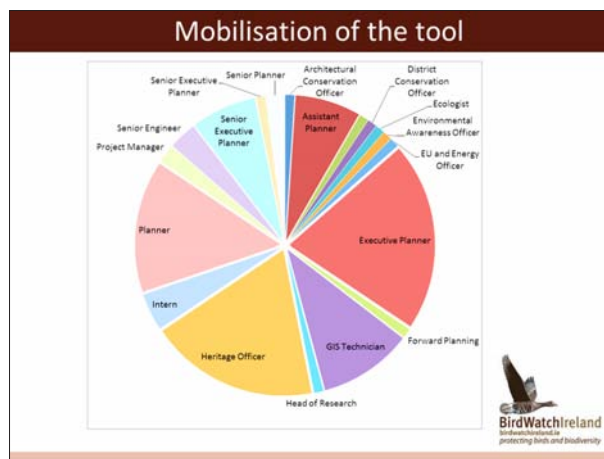
また、意識を高めるための活動も、私たちはたくさん行っています。まず、マスコミに向けて、「ウィングス・マガジン」「エネルギー・アイルランド・マガジン」という再生可能エネルギーの雑誌で取り上げられました。また、全国ネットのテレビ、全国紙の新聞でも紹介されました。現在も、様々な種類の新聞やマスコミで引用されています[スライド39]。

それでは、次のステップとしては何があるでしょうか。私にとって非常に重要なことは、このセンシティビティマッピングのツールが、政府の新しい風力エネルギーガイドラインに引用されることです。多くの国々と同じように、風力発電開発は、近くに風車が建ってほしくないと思っているコミュニティにとってセンシティブな問題です。この風力エネルギーガイドラインは、政府により5年間更新されておらず、センシティビティマッピングツールはまだガイドラインに反映されていませんが、今、ようやくその作業に入っています。マッピングツールをしっかりとこのガイドラインに入れてもらうということ、これが今の私の大きな仕事です。法定の義務として、事業者はこれを守らなければいけない、というものにしていきます。ツールの利用促進をする上でも非常に重要です。

政府のたくさんの部局や、電力供給局、さまざまな影響力のある団体が資金を提供し、このツールの開発を支援してくれました。今、私たちが彼らにお願いしているのは、政府に対してロビー活動をしてもらうことです。彼らに対して「私たちはあなたたちからお金をいただきました。ですから、これからはしっかりと政府がこのツールを採用してくれるように、政府の文章に入れてもらえるように働き掛けてください」とお願いをしています。

政府の部局では、スタッフの交代や人の異動で、以前このガイドラインを作っていた人たちがいなくなり、新しい人が入ってきており、今度は新しい人たちにまた啓蒙しなければいけません。

このツールはデータが入ってくればアップデートができるような形で設計されています。ある時の静止したスナップショットではなく、常に変えることができ、更新できるもの



スライド37

### Testimonials

"What is also clear is what the study was not meant to be – i.e. a block on the development of Windfarms and associated T&D Infrastructure. It is, as promised, a valuable study to inform the appropriate siting for these developments."

**Bart Moriarty**  
ESB Networks

"The whole process of being involved in this project has been really positive and engaging .."

**Maeve Flynn**  
Eirgrid

"It's a vital source of information and a great tool to help local authorities formulate plans and determine decisions on projects that may or may not have a negative effect on local environments and the biodiversity within them."

**Gary Brady**  
Environmental Awareness Officer  
Longford County Council



スライド38

### Wider Awareness Raising

**MEDIA COVERAGE**

- Wings Magazine
- Energy Ireland: Renewables

**National Media (TV & Print)**

- RTÉ *EcoEye* Irish TV Programme – February 2015 - see <https://youtu.be/svzDvqoYEWU>
- Irish Times articles (27/02/2015) (11/05/2015)

Official Launch of Tool - March 2015




スライド39

### Next Steps

The future – updates & next steps

- Ensure Sensitivity Map is referenced in new Government Wind Energy Guidelines
- Tool is designed so that it can be updated
- Depend on availability and timing of new datasets & research
- Depend on funding to support update process




スライド40

であることが重要です。これはやはり新しいデータが入ってくるか、リサーチがどのように行われるかによって決まってきます。調査は常に必要であり、さまざまな種に関する新しい調査が必要です。そして、やはり資金が付くかどうかも非常に重要です[スライド40]。

次のステップは、私たちは現在始めたばかりですが、洋上風力発電のセンシティビティマッピングです。これは風力だけではなく、潮力、そして波力も含まれます。非常に野心的な試みです。アイルランドの東海岸には情報がありますので、ここからスタートしました。数年後にはより多くのデータが入手可能になるといいますので、トライアルがうまくいったら、アイルランド全域に対して何ができるかを考えたいと思っています。

洋上の風力発電は1カ所、アクロバンにあります。現在、洋上の風力発電は5つの申請が上がっています。コストが非常に高いために、まだ建設はされていませんが、状況も変わっており、今後は洋上風力発電が増えてくると考えられます。

海鳥は脆弱性が高いので、懸念しています。スライド42は種に対する保全スコアで、これは洋上のサイトに関するものです。現在、6つの種に対してトライアルでマップを作成しています[スライド41, 42]。

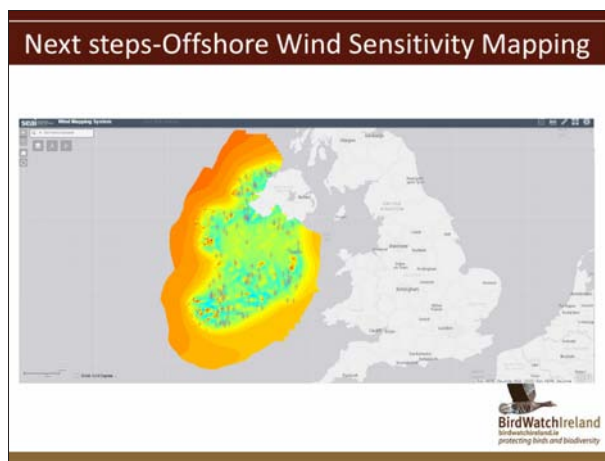
また、森林管理についても検討しています。気候変動に関連して、土地利用に変化が起きています。政府はたくさん植林をして温室効果ガスを減らそうとしています。林業は、特に地上で営巣する鳥に影響を与えるため、林業のセンシティビティマップを考えており、既にいくつかの種に対して保全スコアをつけています。われわれにとって林業はとて政治的で、厄介な分野ではあります。林業局は、私たちにこれをやらないでほしいと考えているようですが、やらなければいけないでしょう[スライド43]。

スライド44は資金提供者です。彼らのサポートがなければ、私たちはとてもこのようなツールを開発することはできませんでした。バードライフパートナーも入っており、RSPB（英国鳥類保護協会）からは非常に多くを助けていただきました。講演は以上です。ありがとうございました[スライド44]。

**質問：**ハビタットリスクは、どのような考え方でスコアがつけられているか教えてください。

**ウーナー：**私たちは、アイルランド内の分布、生息地への固執性、好適地があるかどうか、また生息地の放棄に対するセンシティビティに焦点をあてて、ハビタットリスク（Habitat Vulnerability）を見ていきました。

文献の調査のほか、内部でも専門家と議論を行いました。スコアはゼロから4で、それぞれの平均を取りました。それぞれの種について、生息地への固執が高いのか、低いのか、中程度なのか、また好適地の有無についてどうなのかを見ていきました。



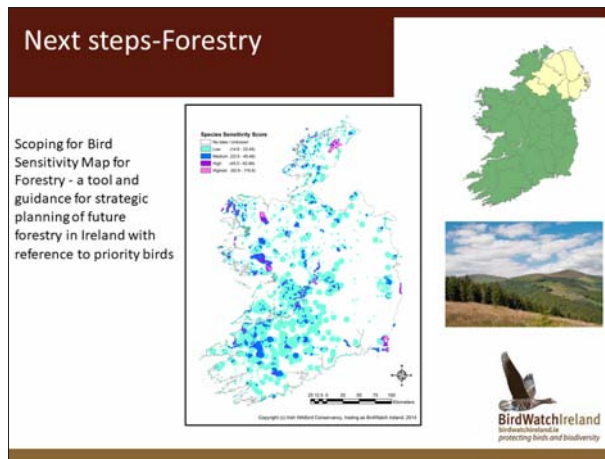
スライド41

Next steps-Offshore Wind Sensitivity Mapping

Table 5. Ranked species concern in the context of collision impact.

| Species                  | Scientific name                   | Risk Collision Score | Conservation Score |
|--------------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------|
| Herring Gull             | <i>Larus argentatus</i>           | 1225                 | 9                  |
| Great Black-backed Gull  | <i>Larus marinus</i>              | 1225                 | 9                  |
| Lesser Black-backed Gull | <i>Larus fuscus</i>               | 780                  | 8                  |
| Common Gull              | <i>Larus canus</i>                | 550                  | 8                  |
| Mediterranean Gull       | <i>Larus melanocephalus</i>       | 542                  | 7                  |
| Common Tern              | <i>Sterna hirundo</i>             | 510                  | 8                  |
| Gannet                   | <i>Morus bassanus</i>             | 480                  | 10                 |
| Kittiwake                | <i>Rissa tridactyla</i>           | 455                  | 9                  |
| Sandwich Tern            | <i>Sterna sandwichensis</i>       | 397                  | 9                  |
| Little Gull              | <i>Hydrochelidon minor</i>        | 390                  | 7                  |
| Reeve's Tern             | <i>Sterna bergii</i>              | 363                  | 10                 |
| Little Tern              | <i>Sterna alba</i>                | 350                  | 9                  |
| Common Noddy             | <i>Phaethon rubricauda</i>        | 261                  | 11                 |
| Shag                     | <i>Phalacrocorax aristotelis</i>  | 243                  | 10                 |
| Great Northern Diver     | <i>Gavia immer</i>                | 227                  | 13                 |
| Great Shear              | <i>Stenopus shear</i>             | 220                  | 7                  |
| Red-throated Diver       | <i>Gavia stellata</i>             | 200                  | 15                 |
| Black-throated Diver     | <i>Gavia arctica</i>              | 195                  | 14                 |
| Arctic Skua              | <i>Stenopus borealis</i>          | 187                  | 8                  |
| Black-headed Gull        | <i>Chroicocephalus ridibundus</i> | 187                  | 6                  |
| Arctic Tern              | <i>Sterna paradisaea</i>          | 175                  | 9                  |
| Scup                     | <i>Aythya marila</i>              | 99                   | 15                 |
| Common Scoter            | <i>Macrorhamphus nigra</i>        | 96                   | 13                 |
| Velvet Scoter            | <i>Macrorhamphus fuscus</i>       | 96                   | 13                 |
| Northern Fulmar          | <i>Fulmarus glacialis</i>         | 88                   | 12                 |
| Fulmar                   | <i>Fulmarus glacialis</i>         | 64                   | 11                 |

スライド42



スライド43



スライド44

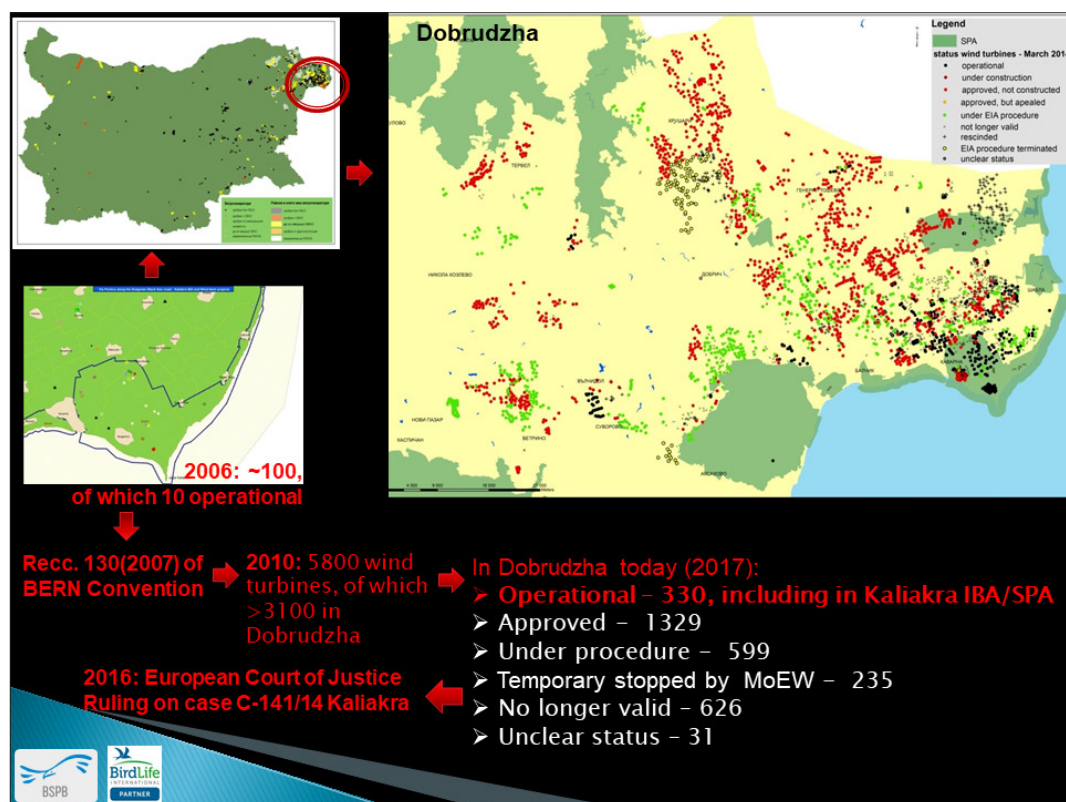
# 9 ブルガリアにおける野鳥の センシティビティマップと風力発電開発

イリーナ・マテーバ

[ブルガリア鳥類保護協会]

Irina Mateeva, Bulgarian Society for  
the Protection of Birds

大学では動物学を専攻。1994年より野鳥保護活動に携わり、BSPB(ブルガリア鳥類保護協会)でIBAオフィサーとして数多くの研究を企画し、IBA指定地域の特定とその保全を監督した。2005年以降はEU政策オフィサーを務め、次の業務を担当している。国および地域レベルでのEU自然保護法制の適切な実施について諸機関と協同、ブルガリアに関する事例および法律違反に関して欧州委員会と協同、環境影響評価(EIA)および適正評価(AA)報告書の査定を含む重要投資プロジェクトに関するBSPBの公式声明文の策定。



スライド1

イリーナ・マテーバと申します。EUの政策担当官として、ブルガリア鳥類保護協会です仕事をしています。本日は2種類のセンシティビティマップについてお話しします。

ブルガリアでの、風力発電の開発における野鳥へのリスクを最小化する取り組みです。通常、センシティビティマップは問題解決のために作られます。ここでお話するケースは、風力発電開発と鳥類へのあつれきに関するものです。2006年から2010年のわずか4年間で、大規模な風力発電の開発がブルガリアの、特にドブロジー(Dobrudzha)地方に集中して行われました。それによって数千もの渡り鳥(繁殖する夏鳥、越冬する冬鳥の両方)に大規模な脅威が生じました。

5,800基のタービンのうちの3,100基がドブロジーにあります。地図中の黒い点は、現在運転中の風力発電です。赤

い点は、承認はされていますが、まだ建設されていません。緑の点は計画中で、環境影響評価(EIA)が行われているものです。

これを地理的に見ていただきたいのですが、ブルガリアはヨーロッパの東南部にあり、このドブロジー地方は、黒海の沿岸にあります。北にルーマニア、南にブルガリアという位置がドブロジーです[スライド1]。

ここはカリアクラ(Kaliakra)と呼ばれている、IBA(Important Bird Areas: 重要野鳥生息地)です。過去10年間に、風車の開発によって最も大きな影響を被った場所です。カリアクラとは、ブルガリア語で「美しい土地の果て」という意味です。海岸沿いには100mもの高さの急峻な岩の崖が見られ、ヨーロッパヒメウ(*Phalacrocorax aristotelis*)の繁殖地です。そしてまた、ポント・サルマテ

イック・ステップという生息地は乾燥した草地になっており、特別な草や植物が生えています。土壌は非常に浅く、掘削や建設などに対して脆弱です。例えばニシアカアシチョウゲンボウ (*Falco vespertinus*)、クロエリコウテンシ (*Melanocorypha calandra*) のような絶滅危惧種の典型的な生息地となっています。このエリアはまた、耕作地になっており、アオガン (*Branta ruficollis*) の重要な採食地です。アオガンはIUCNのレッドリストに載っている絶滅危惧種です。世界の個体数のほとんどがドブロジャ沿岸で越冬しています。本日お話しするこの場所に、この種の個体数の全てが集中しています。

加えて、この場所には渡り鳥の経路が集中しています。帆翔性の鳥類では、3万羽以上のコウノトリやペリカン、また3,000以上のさまざまな種類の猛きん類が見られます。この地域は鳥類にとって大変重要な場所です [スライド2]。

ここには、非常にリスクの高い3つの風力発電所があります。1つはカリアクラ風力発電所です。これは三菱重工が主に所有しており、三菱の風力とも言われています。そして残念なことに国際協力銀行 (Japan bank for international cooperation: JBIC) が資金を拠出しています。調査によって確認をしたところ、鳥類がこの風力発電所によって相当な影響を受けたことが分かりました。その問題の一つが衝突で、多くの鳥類で起きています。シロエリハゲワシや、モモイロペリカン (*Pelecanus onocrotalus*) も、三菱のタービンによって命を落としました。また、ツルや越冬しているワシミズクなどの猛きん類も、この風力発電所によって命を落としています。それだけでなく、風力発電による生息地の放棄などの問題があります。

風力発電所の建設により、ガンの採餌場所が消失し、北方へ移動しました。追いやられてしまい、放棄したということです。もし全ての風力発電が建設されると、ドブロジャでの採食地の3割が失われてしまいます。

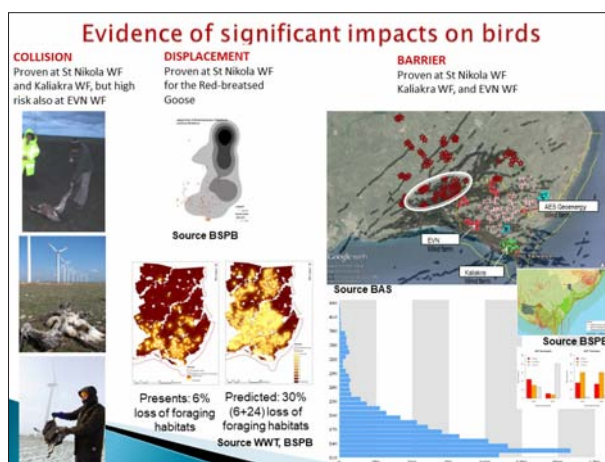
ブルガリアの科学アカデミーが、この風力発電所に対して行った調査があります。それにより、渡り鳥や越冬しているガン類に関する障壁効果が明らかに確認されました。この2つの風力発電所は、鳥類の生息地に建設され、鳥類に悪影響を与えました。それは10年たっても、まだ回復していません [スライド3]。

長い話になりますが、2003年より、このようなダメージをなんとか防止するために環境影響評価のプロセスに参加し、専門家としての意見を出しました。

また、裁判でも、このような風力発電の開発を食い止めようとしたのですが、残念ながら成功しませんでした。この期間、私たちは目標を定めた調査を行い、2004年に野生動物の保全に関して、ベルン会議 (欧州の野生生物と生息地の保全に関する会議、Bern Convention-Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats) にのっとって訴えました。そして、ベルン会議はブルガリアに対して130という特別な勧告をしました。そ



スライド2



スライド3

の内容は、ブルガリアは風力発電の開発に関して大規模な影響評価をするように求めるものでした。同時に、風力発電所を他の代替地へ移設することを検討するようにということでしたが、その時点ではまだ風力発電は建設されていませんでした。今お示した風力発電所は2007年以降造られました。そこで、2008年の早期に欧州委員会に対してこれを訴えました。なぜなら、このIBAはまた、EU法のもとナチュラ2000サイトにもなっていたからです。約8年間係争が続き、欧州司法裁判所が判決を出しました。3つのEU指令に対して、ブルガリアは違反しているという判決が欧州司法裁判所から下されました。この3つの大規模な風力発電所は、適切な形で立地されなかった、法律に従っていなかったという判決でした。

実際、2010年までに、ブルガリアでは相当数の無秩序な風力発電開発が行われました。2010年、欧州開発銀行 (European Bank for Reconstruction and Development: EBRD) が生物多様性のセンシティブティマップを作ることを決めました。鳥類は、その中の一部だけでしたが、ここで問題に焦点が当たりました。欧州開発銀行が「リスクが大きく、環境的制約に矛盾するものには資金を拠出しない」と明言したため、機関はもっと戦略的にこの問題に関して考え始めるようになりました。そして、ベルン会議の勧告に従った形で追加的なアクションが取られま

した。これは、2020年までの国の再生可能エネルギー源の開発計画に対して、戦略的環境影響評価を行うというものです。その結果、ノーゴーエリア（風力発電開発を行わないというエリア）が決まりました。これはその他のエネルギー源に関しても行われました。

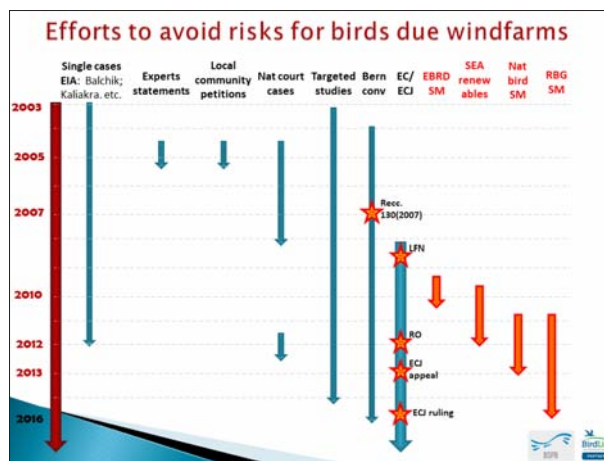
また、その後2011年に、ブルガリアの環境省がイニシアチブを取って、国のセンシティビティマップを作成しました。また、国にとって重要な種であるアオガンに関するセンシティビティマップも作成されました[スライド4]。

風力発電の鳥類へのリスクを避けるには、いろいろなツールがあります。法の制定、政策、ステークホルダーの関与、パートナーシップ、そして証拠を集めることなどです。法整備については、生物多様性をどう保護しなければならないのか定められており、環境保護法（Environmental Protection Act）では戦略的環境影響評価が求められており、また、生物多様性保護法（Biodiversity Protection Act）があります。

その他、開発のルールを決める法律もあります。再生可能エネルギー法や、空間計画法などです。また、ブルガリアには、EUの法も施行されており、国際条約には先に述べたベルン会議、また、渡り鳥のための、アフリカ・ユーラシア水きん保全協定（Agreement on the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds: AEWA）があります。いかにして法が制定され、それによって保全目標を達成するかです。センシティビティマッピングはツールの一つです。これによって、事前にリスクをできるだけ避けるようにするというものです[スライド5]。

2つのセンシティビティマップについてお話しします。全国規模のゾーニングマップは、渡り鳥42種（猛禽類、ペリカン、コウノトリ、ツルなどの帆翔性鳥類、その他）、EUの野鳥指令で保護対象となっている繁殖鳥類、ガンなどの越冬する水鳥、合計120種を対象に作られました。地域規模では、ドブログジャ沿岸部で、アオガンのみを対象にしたセンシティビティマップが作られました[スライド6]。

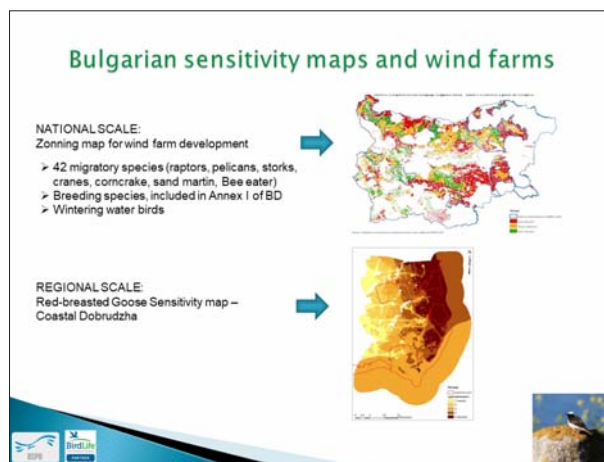
国のセンシティビティマップは、非常に野心的なプロジェクトで、環境省が音頭を取って行いました。120種全てに対して、1kmのグリッドで作っていくというものです。その中には、渡り鳥（繁殖・越冬している鳥類）をターゲットにした大規模な調査、既存の情報全ての収集・処理、国の重要な鳥類の空間モデリングが含まれます。また、鳥類へのリスクの特別なモデリングを行いました。種が多いため、それぞれの種に事前にスコアが与えられました。そのスコアは、保全ステータス、絶滅危惧種かどうかによって決まりました。また、風力発電に対する脆弱性は、単に衝突リスクだけではなく、例えば、生息地の放棄や障壁効果は、一部の種に顕著に見られます。風車を避けるので衝突率が低くなりますが、生息地放棄や障壁効果のリスクにさらされます。そのほか、このプロジェクトで重要なところは、風況マップを作り、風力発電開発に関する技術的な



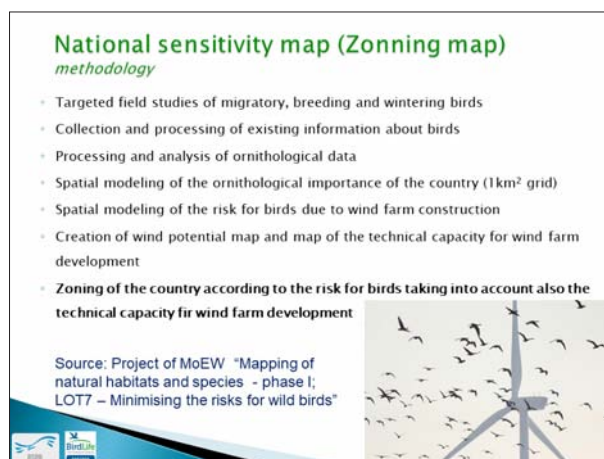
スライド4



スライド5



スライド6



スライド7

キャパシティーを見ることでした。鳥類へのリスクをもとにゾーニングマップを作るときに、風力発電所の技術的能力も考慮するということは、当時のヨーロッパでは非常に革新的なアプローチでした[スライド7]。

私たちは、渡りに関する全国規模の調査を行いました。全国に幾つか観測ポイントを設け、まず渡りの前線、移動中の渡り鳥が集中しているところを特定しました。また、同様のことをブルガリア南部でも、15の観測ポイントで同時に、秋に3カ月、春に2カ月間の調査を行いました。越冬している鳥類に関しては、ハクチョウとガンの最も重要な採食地をマップにするために、重要なねぐらの周辺を調査しました[スライド8]。

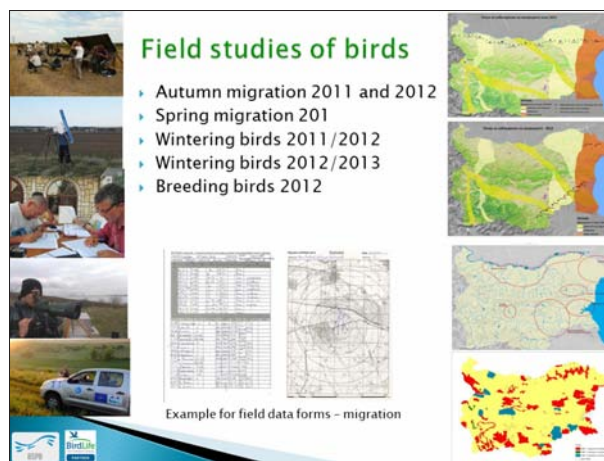
また、ある特定のナチュラ2000のサイトで、繁殖している鳥類の調査を行いました。このフィールドのプロトコルには、渡り鳥の移動の経路などが入っています。現場で取得したデータを、全てGISに入力しました。個々の種がどのぐらいの高さを飛んでいるか、ということも入れています。観察された種に関する空間分布も入れました。そして、モデリングのために解析を行いました[スライド9]。

それぞれの種のモデルを、シーズンごとに作りました。これは空間統計で回帰分析を行いました。国全体で全く同じレベルのデータがあるわけではないので、アルゴリズムを使って、データの無い部分を埋めるようにし、データのバイアスを少なくしました[スライド10]。

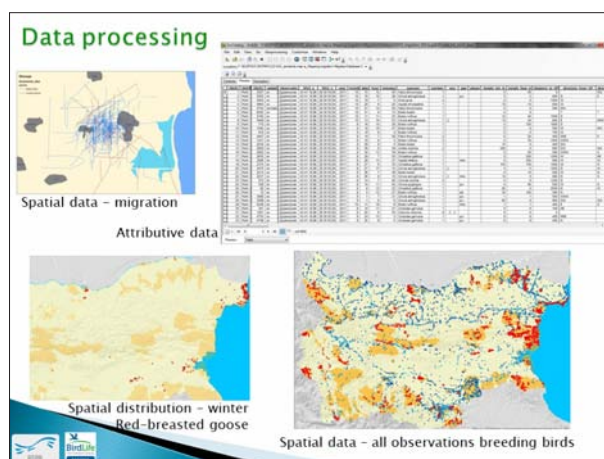
マキシメント (Maxent) も使いました。スライド11はニシオオノスリ (*Buteo rufinus*) の例ですが、繁殖期の分布を調べる、ポイント観察を行いました。追加的に、種の分布を反映するいくつかの変数を使っています。繁殖期の分布モデルを作るにあたり、それぞれの種について、回帰分析を行いました。その変化域は7クラスで定義され、一番密度が高いところは赤で示されています。それぞれのシーズン、それぞれの種について、これを作成しました。種によっては追加的にモデルを作りました。バッファゾーンを設けて、安全を担保するためです[スライド11]。

バッファゾーンは主に繁殖鳥類を対象に、猛きん類の巣の周辺に設けています。バッファゾーンの範囲はいろいろな国で行った調査で特定しており、例えばシロエリハゲワシについては50km、エジプトハゲワシは15km、カタシロワシは15km、イヌワシは6kmのバッファを設けました。スライド12はカタシロワシの巣の周辺にバッファゾーンを設けた例です。また、若いワシが巣立った後、衛星調査を行ったところ巣の周辺の15kmの範囲から離れないことがわかりました。バッファゾーンを設定することは、この種の保全に効果があります。また、アオガンのねぐらの周辺にも、10kmのバッファゾーンを設けました。通常の湿地の場合は2km範囲としました。

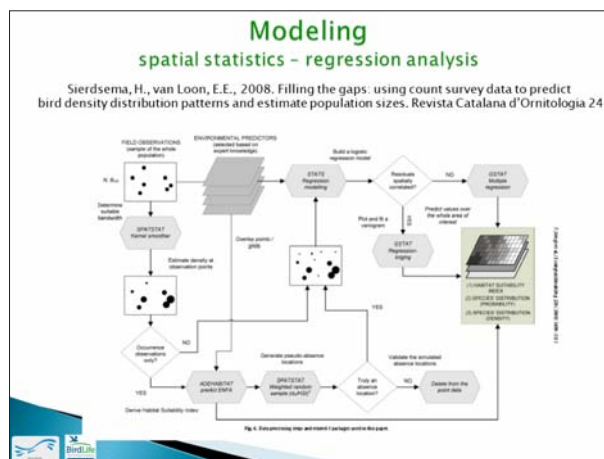
それぞれの種について、モデルや種のセンシティビティに基づいたリスクマップを作り、バッファが必要なものにはバッファゾーンを設けました。



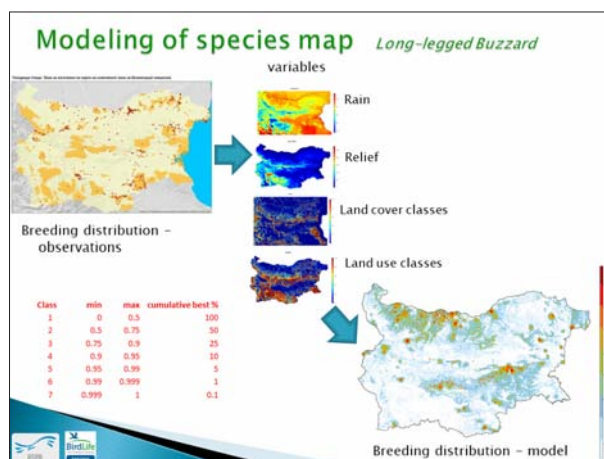
スライド8



スライド9



スライド10



スライド11

季節的なマップは種ごとのマップをオーバーラップさせることによって作りました。脆弱性の高い種がいる場合は、1km四方の範囲でスコアを与えていきました。スコアは種の脆弱性の高さによって決まります。こうした地図は、この例は繁殖する鳥に関するものですが、渡り鳥や越冬する鳥についても同じように作っています [スライド12]。

風況マップと風力発電のキャパシティーマップに関しては、当初使われていた風況マップは、風力発電開発の開発余地を予測するのに適していなかったため、自分たちで風況マップを作る必要がありました。そこで、風力発電開発のための調査から得られたデータを含め、公式な、既存のものとは異なる情報源を使用しました。いくつかのデータは、高さ80mで収集されたものでした。

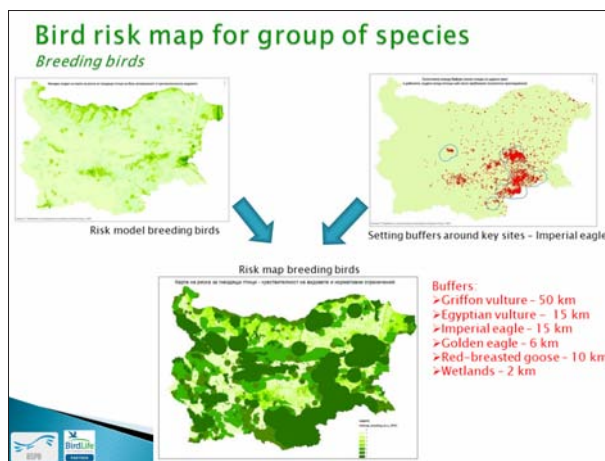
これは風況マップですが、加えて、国の風力発電の技術的なキャパシティーを計算しました。まず、法律によって建設が禁止されているところ、保護区や、居住地の周辺のバッファゾーン、あるいは山の斜面や、森林などを見ました。また、電力網も考慮しました。それらを基に風力発電の技術的な設置容量を計算しました。また、電力消費も国の中では均一ではありませんので、それも考慮しています。こういった分析を踏まえて、風力の専門家が風力発電に適した9つの地域を特定しました。風況マップとその他の要素を考慮した上で編み出しています。

それぞれの地域の中で一体何メガワットが風力発電の設備容量として可能なかを算出をしています。空間的な線引きだけでなく、どれだけの電力を生産できるのかといった計算です。これは非常に有益な情報となりました。例えばこのドブロジャ地域における承認済みの風力発電の発電量と比較すると、この計算が行われる前に既に、風力発電として許可された容量が、その地域で発電ができる能力をはるかに超えていることが分かりました。しかし、この計算された開発余地には、建設済みの風力発電は考慮されていません。この地域では、たとえ私たちが環境を考慮しなくても、これだけ多くの風力発電を設置することは技術的にできないということが明らかになりました [スライド13]。

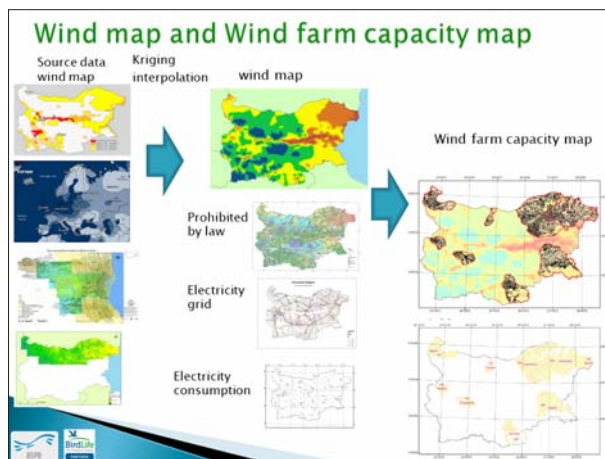
野鳥へのリスクマップ、風況マップ、そしてテクニカル・キャパシティーマップの3つを作りました。野鳥へのリスクマップは、鳥類の繁殖、越冬、渡りのマップを合わせたものです。スライド14の地図が相当赤くなっています。その理由は、多くの種が絶滅危惧種となっていて、脆弱であるため、そして、ヨーロッパで2つある、非常に重大な渡り鳥の経路の一つになっているためです。

この地図だけを示すと意思決定者、あるいは事業者は「ほとんどが赤ではないか、もうどこにも設置はできない」と思います。しかし、実はオレンジの地域（リスクが中程度）もあります。オレンジの部分は、緩和策を設ければ風力発電が建設できます。

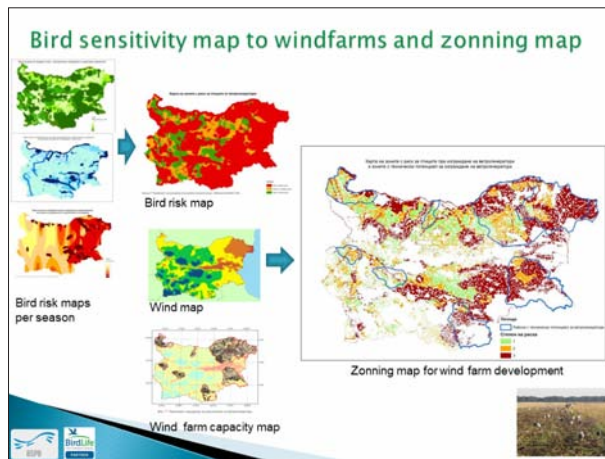
この野鳥へのリスクマップとテクニカル・キャパシティーマップを組み合わせました。そうすると、右側の地図で青



スライド12



スライド13

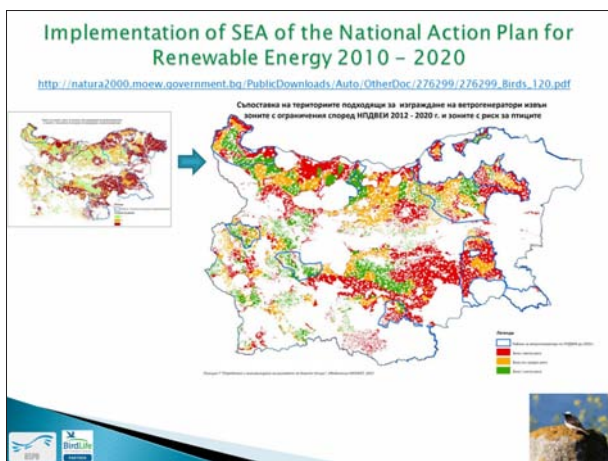


スライド14

で示されている線が、技術的なキャパシティーが良好なところとなります。この地図を作ったときに、ドブロジャの地域は問題でした。鳥のセンシティブリティがとて高く、風力発電のポテンシャルも高いところでした。

しかし、地図を見ると、オレンジと緑で示されているところもそれなりにあります。技術的なキャパシティーが高いところで、ここであれば野鳥へのリスクが低く、風力発電を設置することができると言えます [スライド14]。

環境省からの依頼を受け、戦略的環境影響評価の下で定義した建設不可エリアを入れた地図を作成しました。こ



スライド15

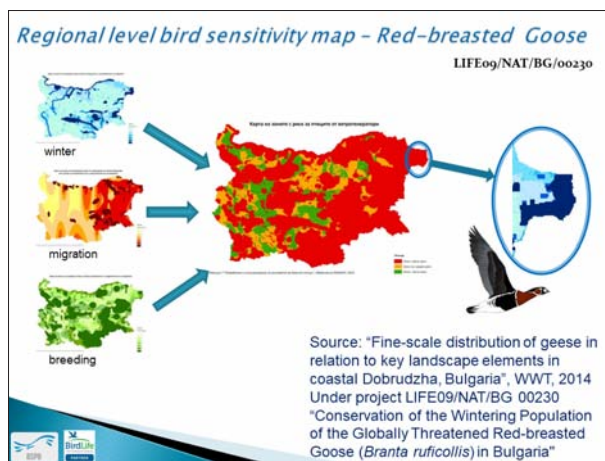
これは2020年まで有効なデータです。その後、改定される予定ですが、変えていくだけの合理的な理由は、今のところはないと思っています。残った地域（緑やオレンジの部分）を計算した結果、これだけの地域が風力発電の建設に適していると考えれば、再生可能エネルギーの目標は達成可能と見ています。従って、このセンシティビティマップに従う限りは、風力発電と鳥類は何も問題を起ささないはず。このセンシティビティマップは、風力発電の事業者に対する細かいガイダンスも含めて、2013年以降、環境省のサイトからダウンロードができるようになっています [スライド15]。

次の例は、アオガンを対象に、地域を限定して作成したセンシティビティマップです。通常のセンシティビティマップ、そして越冬期のセンシティビティマップに準じて、風力発電に対する脆弱性の高さを見ています [スライド16]。

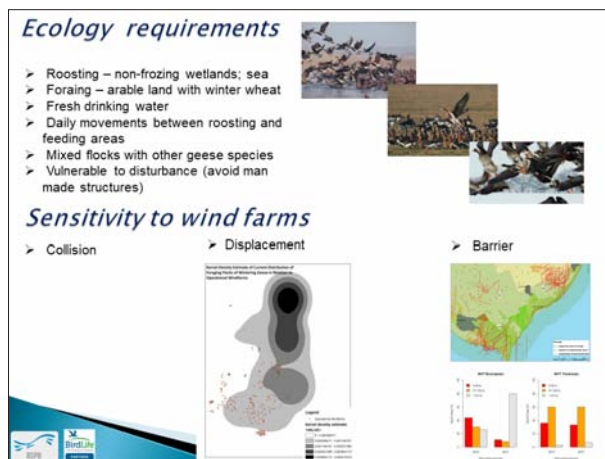
アオガン1種のみを見ているため、マップは非常に詳細なものとなりました。マップは、この種の生態的な要件に基づいています。重要なところは、湿地をねぐらとし、耕作地で採食をするため、毎日ねぐらと採食地の間を行き来しています。一般的にガン類は風車を回避して飛ぶため、衝突のリスクは低いと考えられています。しかし、生息地の放棄や障壁効果のリスクは大変大きいと言えます [スライド17]。

センシティビティマップを作るにあたって、まずはアオガンにとって重要な採食地を特定しなければいけません。また、採食地の質についても見ていきました。特に、人工的な構造物がどのようにガン類に影響を及ぼすのか、生息地の放棄について、風車や送電線、防風林帯、居住地との関係を調査しました。私たちは、アオガンがこのような人工的な構造物からどのくらい距離を取って飛んでいるのかを調べました [スライド18]。

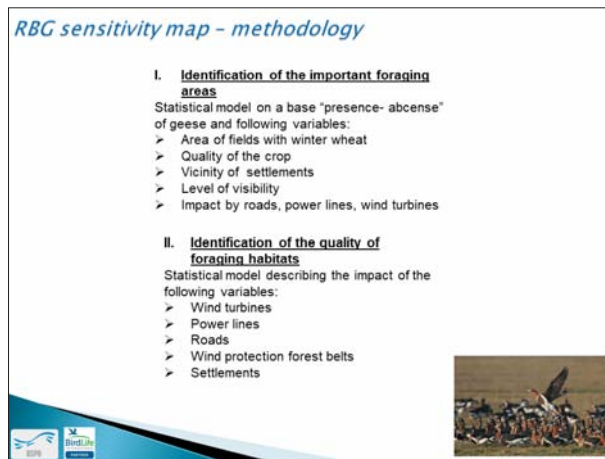
そして、それぞれの人工構造物に対する、アオガンの生息地放棄マップを作成しました。それらを重ねたものが、スライド19の下の方の地図です。これをオリジナルシチュエーションと呼んでいます。その理由として、20年以上の間、大きな変化が全くなく、アオガンにとって居心地のいい状況で、大挙して越冬に来ていました。このレベルのインパクト



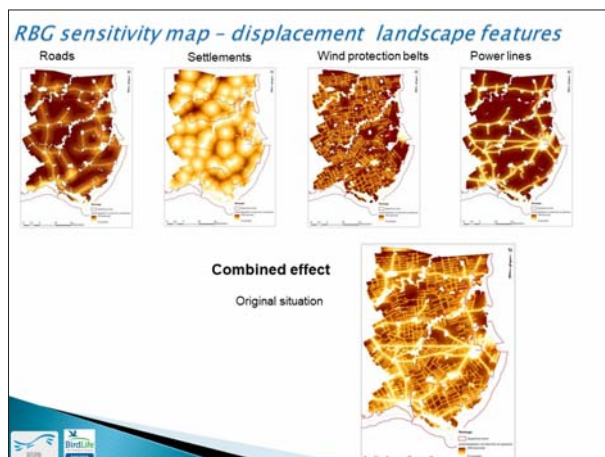
スライド16



スライド17



スライド18



スライド19

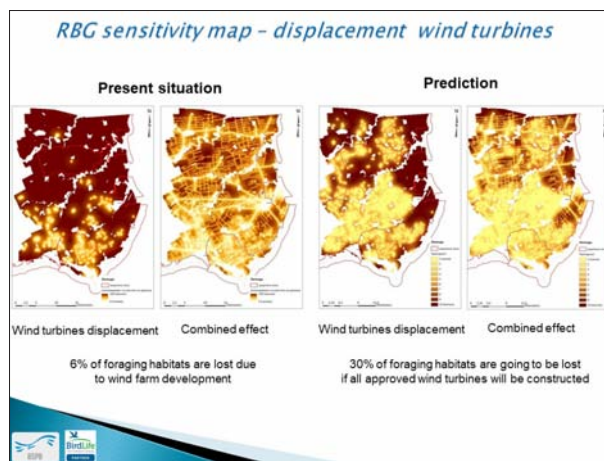
トは、アオガン、あるいは鳥類にとって受容できるものであった、と言えます [スライド19]。

同様に、2008年・2009年以降の新しい要素として、風力発電所のインパクトについても調査しました。その結果、採食地の6%が風力発電開発によって失われていることが分かりました。そこから予測モデルを作成しました。許可された風力発電所が全て建設された場合、生息地の30%が失われることが予測されました。これはアオガンにとって最悪の状態と言えます [スライド20]。

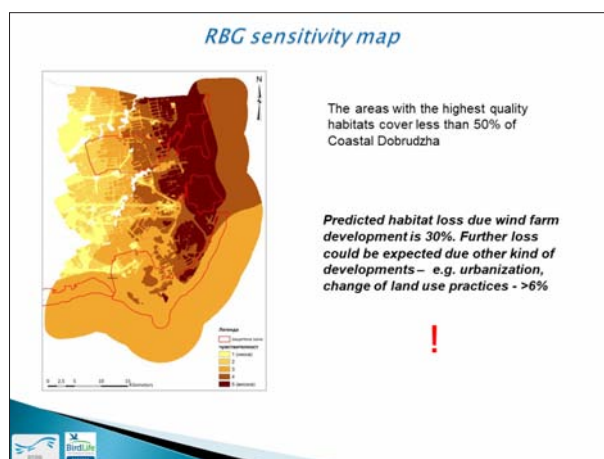
収集したデータに基づいて、アオガンのセンシティブティマップを作成しました。残念ながら、現状、カリアクラの地域は既に相当な風力発電の開発によって、種にとっての重要性を失っていると言えます。しかし、ここから風力発電施設を別の場所に動かせば、容易に以前の状態に回復させることができます。アオガンの生息地の30%が失われることが予測されており、都市化や土地利用の変化などの別の開発が行われれば、さらに問題が生じると考えられます [スライド21]。

問題のある風力発電の開発に対して何年にもわたり取り組んできた結果、国の法律がよりの確に執行され、より改善されたと思います。自然保護法、また再生可能エネルギー法も以前よりも厳格なものとなりました。開発業者に対してより良い指針が提供されるようになっていきます。また、戦略的環境影響評価により、新しい風力発電所の建設に関して、2020年までに建設禁止区域が設けられることになりました。無秩序な風力発電の開発がなくなり、風力発電開発に関するガイドラインができたことは、良いことだと思います。とはいえ、残念ながら現在の状況が改善されるわけではありません。既に多くのプロジェクトがこの地域で行われており、脅威が残っています。カリアクラで悪影響があるとされる風力発電は依然として運転を続け、被害をもたらしています。また、ドブロジー地方沿岸部の空間計画は更新されていません。また、地域レベルでは、風力発電開発のガイダンスは提供されていません。私たちはこれらに取り組んでいきます [スライド22]。

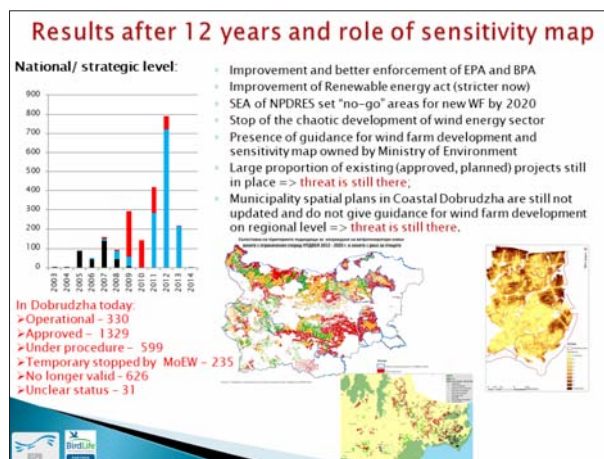
ご清聴ありがとうございました。



スライド20



スライド21



スライド22



#### パネリスト

##### 有山義昭

環境省自然環境局  
野生生物課 計画係長

##### 市川大悟

世界自然保護基金ジャパン  
気候変動エネルギー  
グループ

##### 風間健太郎

北海道大学 水産科学院  
博士研究員

##### 浦 達也

日本野鳥の会  
自然保護室 主任研究員

##### 分山達也

自然エネルギー財団  
上級研究員

##### トリストラム・ アリンソン

バードライフ・  
インターナショナル

##### ウーナ・ダガン

バードウォッチ・  
アイルランド

##### イリーナ・マテーバ

ブルガリア鳥類保護協会

#### コーディネーター

##### 北村 亘

東京都市大学  
環境学部 講師

\*2018年2月当時の所属・肩書を記載しています

**北村**——これから、会場の皆さんから集めた意見をベースにしながらディスカッションを進めていきたいと思います。今回、各講演を聞きながら、日本と海外との比較の中で幾つかポイントになるところがあると思いました。海外ではしっかりとしたセンシティビティマップが既にできており、様々な形で利用され始めているのに比べて、日本ではまだこれから作られていく段階にあります。まずはこれから、技術的な部分をどのようにするのかという問題があります。そして、そのマップをどのように使ってもらうのか、という問題があります。さらに、政策や法律の中に組み込むことに関しては、海外でもまだ課題があるように見受けられましたので、それらを中心に議論ができればと思っています。

最初は、やはり技術的な部分で幾つか質問がありましたので、そこから話を聞いてみたいと思います。まず、データの質に関して、例えば渡りのデータについては、衛星追跡を行う場合、データの数が少ない上にあまり正確ではないルートなどが入ってきた場合、どのように使うのかという質問が来ます。多数の個体を追跡したようなデータは、海外でどう使われているのでしょうか。また、日本では衛星追跡のデータはどのぐらいあるのでしょうか。

### 〔衛星追跡のデータの扱い方について〕

**有山**——全体を把握しているわけではありませんが、例えばアホウドリであれば、山階鳥類研究所で、髯島で発信機を付けて、日本の沿岸域からアリューシャン列島まで通っているといった、GPSでしっかりと取れているデータがあります。

陸上の渡りとハチクマやノスリ、サンバについては、昔は環境省の事業で東大の樋口先生が衛星追跡のデータを集められていました。現在のGPSの精度のようにリアルタイムに把握するというよりは、その地点ごとの在位情報があり、それらを直線でつないでいるようなものがあります。こうしたデータは、今回われわれが作成しているセンシティビティマップに反映しています。どれほどの種数の渡りについてわかっていて、今回のマップに何種類載せているのかという詳細なことは今ここではお答えできません。分かっているデータについては、極力マップに反映していきたいと思います。

**北村**——ありがとうございます。それでは、トリスさん、現在使われているツールの中にはどのぐらいの数の衛星追跡のデータが含まれていますか。そして、その精度に関してはどのようにお考えですか。

**トリス**——私たちは衛星追跡のデータはたくさん収集しています。関連する地域の種について、存在するものは全て集めています。先ほどもお話ししましたが、ツールの中には入っていますが、この衛星追跡の結果を明示的にわれわれの計算に入れているわけではありません。まだその方法を見つけ出していません。その理由として、ただ単にこの衛星追跡のデータが一貫性がない形で集められており地域ごとにレベルが違うことだけでなく、その収集方法にも問題があります。いろいろな基準があり、人によっては毎秒ごとに取っていたり、毎分もしくは5分ごとに取っていたりする人もいれば、あるデバイスによっては、もっと精度の高い物もあればそうではないものもあります。例えばマップ上のラインは、その種に関してあくまでも推測したルートであって、2つの記録があり、その間で直線を引くだけといったものになります。しかし、必ずしもそのように飛んでいるとは限りません。そのため、そのような意味で明示的には、この衛星追跡のデータを計算式には入れていません。しかし、潜在性として利用できる可能性はあると思っていますので、学生にモデリングをしてもらって、使えるかどうかを調べています。一般的に鍵となる飛行ルートは、データを集めれば集めるほど明確に見えるようになり、どのルートが渡りの密度が高いかが分かってきます。それを使用してモデリングをしていくと、この渡りのルートはこうである、とより明確に分かってくるのではないかと思います。それは次の段階でやっていきたいと思っています。

**北村**——ありがとうございます。やはり、まだこの渡りのデータをどう入れるかというのは難しい問題と受け取りました。ちなみに、アイルランドやブルガリアのマップの中では、衛星追跡のデータはどうお使いですか。

**ウーナ**——アイルランドでは、私の記憶にある限り、このサテライトのトラッキングデータをセンシティビティマップ

のために使ったことはありません。私がお見せしたのものの中にはありません。洋上の再生可能エネルギーに関しても、衛星追跡データを使ったことはありません。われわれは海鳥の追跡を行っています、これは風間さんがお話しされたものと似ております。海鳥の追跡では、カモメ類やミヤコドリや、オオハシウミガラス (*Alca torda*) などの追跡も行っており、これらから得られた情報を洋上の再生可能エネルギーに関する活動に使っています。

渡り鳥については、アイルランドはハクチョウの主要なフライウェイには入っていませんが、主にカナダの北極圏地域やグリーンランドやアイスランドなどから越冬するために飛来することはあります。私たちは、長年にわたって湿地の鳥類のモニタリングを行っており、アイルランドの様々な湿地で越冬する種に関する良いデータが出ています。このデータには、自信を持っています。私の知る限り、ハクチョウはまだアイルランドでは追跡をしていません。アイルランド中部のサイトの間をハクチョウが移動しています。中央部にはたくさんの湿地がありますが、ハクチョウがどのサイトをどのぐらい使っているかは分かりません。どこにいるかという記録はあり、全てのサイトでモニターされていますが、どのようにその間を行き来しているのかは分かりません。

北村———ブルガリアはどうですか。

イリーナ———ブルガリアはヨーロッパにおける渡り鳥の2大経路の一つです。一例として、60万羽のシュバシコウが、ブルガリアの特に黒海沿岸を通過しており、衛星追跡に関して言えば、50個体で行っています。アシナガワシ (*Clanga pomarina*) は4万羽ほどの個体が通過し、衛星追跡に関しては、そのうち20～30個体で実施されています。

しかし、実際にブルガリアを通過している渡り鳥の数を考えれば、衛星追跡によって確認されている数はごく一部だと思います。ただ、重要なのはヨーロッパの様々な国で衛星トランスミッターを鳥に取り付ける取り組みが見られて、データが得られています。国の中をどのように飛行して通過していくのかが分かるようになってきています。実際には私たちが制作したセンシティブティマッピングについては、衛星追跡のデータが少なく限られており、統計的に処理することができるデータの蓄積は目視の研究によって得られていましたので、目視による研究データの方を使っています。しかしながら衛星追跡データはとても有益なデータでした。衛星追跡で分かった例は、例えば、鳥によっては海を越えている、黒海を越えているということが分かりました。今までよく分からなかった内陸における情報も得られました。また、秋と春の渡りの違いについても見ることができました。目視でも分かった部分はありましたが、衛星追跡のデータによって、より良く確認することができたと思います。秋の渡りと春の渡りでは、通る経路が違い、春のほうがブルガリア国内をより時間をかけて飛行していることが分かりました。一方で秋の場合は南に急いで抜けていることも分かりました。センシティブティマッピングに関しては、衛星のデータは、より定性的 (質的) な分析のための定性データとして使っています。

衛星データは、例えばカタシロワシのようなローカルな鳥の調査や、海鳥の終日の動きの調査では、その鳥の位置や、どれくらいの時間そこで過ごしたかという詳細なデータを収集することができるのでより有益です。カタシロワシに関しては、先ほどスライドでもお見せしたように、営巣場所の周囲にバッファエリアが必要で、それを確認する際に衛星追跡データを使いました。

また、衛星追跡により、猛きん類が採食している場所が分かります。例えばカタシロワシやワキスジハヤブサ (*Falco cherrug*) が採食のために1週間、あるいは数週間、あるいは数カ月滞在していることも衛星追跡のデータによって分かり、鳥にとってセンシティブな場所が特定できました。

## [ マップ作成に必要なデータ量について ]

北村———ありがとうございます。この技術的な問題の中で、先ほど会場からも議論がありましたが、どのぐらいのデータが取ればこのマップを作ることができるのかということが話題になりました。それに関しても浦さんとウーナさんに質問が来ています。

まずは浦さんにお聞きします。この浦さんの作られたマップの中で、マップを作るに当たってどのような現地調査が必要で、実際にどのようなデータを取っていますか。その上で、さらに必要となるデー

タとは一体どのぐらいのものなのでしょうか。

**浦**———必要なデータ量の話になりますと、取れるだけ取ればより正確になります。限りないと言えば限りないのかもしれませんが。ただし、例えば、私が紹介したガン、ハクチョウの渡りについては、9月、10月にあの地域にたくさん渡ってきます。9月はガン、10月はハクチョウが多いです。大体1週間に1日か2日ぐらい調査して、きょう紹介したエリア全てを一遍にはできないため、日ごとにエリアを変えて、2カ月程度でそのようなデータが取れます。

調査をしていくと、ガンやハクチョウがこの辺りはあまり渡っていない、あるいは渡っているということが見えてきます。そのため、調査をしていないときでも、車で走っているときに、ちょうどガンやハクチョウが渡っているのを見れば、その場で止まって記録をします。

その中で、ずっと調査を続けても、あまりいないという場所が出てきます。そのようになってくれば、大体データとして十分であると思います。例えばラインセンサス調査では、同じ場所で4～5回調査すると、観察できる種数が飽和し、十分に調査したと言えるようになりますが、これと同じ考え方で、渡りのピーク時期に何度か調査をしても鳥が飛んでいないところは、主要な渡りルートになっていない、いつも飛んでいる場所は、そこがメインの渡りルートだと分かります。そういった調査量になります。

チュウヒについてはたくさんの営巣地を見つけましたが、繁殖期のときに週に1日か2日ほど調査し、営巣地を探しました。オジロワシの営巣地の調査も行いましたので、週の半分ほどは調査に費やしました。

私というよりも、現地で調査を委託している方がいて、地元の方にお手伝いをお願いしながら調査をしていくことで、データが取れました。

**北村**———ありがとうございます。続いて、ウーナさんに質問が来ています。講演の中で「十分なデータ量」といったお話がありましたが、どのように判断されましたか。

**ウーナ**———私は、これで十分かどうかということに関する意思決定のプロセスに参加していませんでした。ですので、異なる種類のデータを使ったことに関してお話ししたいと思います。私たちが活用したのは、さまざまなデータセットです。重要なこととして念頭に置く必要があるのは、この調査の作業は、ある特定の方法論を使っていたということです。どのようなデータであっても検証をしなくてはなりません。この方法論の要求事項を満たして、基準を満たしていなくてはなりません。ですからデータについての品質保証が非常に重要でした。

先ほどお話しましたが、私たちが使ったのはI-WeBS (The Irish Wetland Bird Survey) の湿地の調査データです。システムチックなデータプログラムであり、全国レベルで、10年間使われているものです。継続して調査されてきた、大変信頼性の高いデータです。

さらに、私たちのバードアトラスのデータも入れました。2つの異なる期間で取ったもので、一番最近のものを使いました。国全体で見られるような、広く分布している鳥類に関して、このアトラスのデータも検証して、入れ込みました。

ハイロチュウヒについては、5年毎に全国区的な調査が行われており、少なくとも2期のデータがあります。種が変われば、存在するデータも変わります。また、EUでは、6年に1度、EUに対して報告をする必要があり、全ての国が異なる種に関して調査をしなければいけません。この報告には、ある一定量のデータが必要です。しかし、アイルランドではカモメの調査が10年間行われておらず、ベニハシガラス (*Pyrhonorax pyrrhonorax*) に関しても同様です。私たちはNGOとして、欧州委員会に対し、アイルランドはやるべきことをやっていないといった問題提起をしています。

このように、その種に何が起きているか知るために、ある一定量のデータが必要という要求事項があります。ですから、こういった調査のための基本的な枠組みはあると考えています。

どのようなデータを入れるのかという判断の中で、データが無い幾つかの種は外しています。例えばコチョウゲンボウという猛きん類は、調査が難しく、行政はそれに挑戦しようとしませんでした。私たちはこの種は特に脆弱だと思いましたが、入れることができませんでした。

堅ろうなマップを作るためには、データが十分ではない種を除外する必要があります。とはいえ、

情報をアップデートしていくことは可能です。データの量を待っていたら一生涯待たなければいけないことも出てきてしまいます。ですから、どこかの時点でやろうと決めなくてはなりません。そして、どのデータを入れたのかということに関して、きちんと根拠が言えるようにしておくことです。

**イリーナ**—— 私からも少し補足します。データが十分かということですが、質問に対する答えを提供することができるのであれば十分と言えます。

例えばセンシティビティマッピングをして、どの地域が脆弱なのか、そして鳥にとってセンシティブなのかを見たときに、そのターゲットとしている種のロケーションに関するデータで、その鳥が観察された場所や生息する場所などがわかれば、センシティビティマップを作るためには十分でしょう。

あるいは、衝突リスクや障壁効果のレベルについて知りたいのであれば、加えて、どれぐらいの高さを飛行するのか、風力発電の近くでどのように行動するのか、風力発電がなければどのような行動を取るのかという、行動が分かるようなデータを集める必要があるでしょう。それは障壁効果が高いか、衝突リスクが高いかという質問に答えるためです。

また、アオガン为例に示したように、生息地放棄のリスクに関しても同じようなことが言えます。その種が風車に対してどの程度脆弱なのか、どのくらいまで風車に近づいていられるものなのかという質問に答えなければなりません。その上で、風車と鳥の距離を測り地図にして、脆弱性のレベルを判断します。データが十分と言えるかどうか、それは質問に対する答えを提供するかどうか、一般的な指針であると思います。

### [洋上風力発電への対応]

**北村**—— ありがとうございます。では、次の質問に移ります。技術的に今後解決していかなければいけない問題の中で出てきたのが、洋上風力です。ウーナさんの発表の中で今後、洋上のマップを作っていきたいというお話がありました。洋上のデータをどのように取得する予定ですか。また、飛行機を使ったセンサス調査のような手法があると聞いていますが、実際に使われますか。

**ウーナ**—— アイルランド政府は最近、空中からの調査作業の委託をしました。これが完了するのが多分2019年になると思われます。これはアイルランド全体の沿岸部で行われます。どのようなデータが出てくるかは、非常に興味深いと思っています。私たちは、そのプロジェクトには関与はしていませんが、プロジェクトが完了した際には、データを自由に無料で入手できると思います。

また、政府としては鳥類のデータと同時に立地のデータも見えていくことになるでしょう。また、大西洋での船の調査も行われています。領海が大西洋にもかなり広がっているのも、どんな種がどのように海域を使っているかを見る、多くの海洋上の調査が進められています。海鳥だけではなく、さまざまな種がアイルランドの海域を使っています。洋上風力が、オフショア（沖合）だけでなく、本当に海の真ん中にあるということも、これからの数年間で考えられます。洋上の再生可能エネルギーのセンシティビティマッピングに関しては、まだ始まったばかりです。去年の9月に始まり、提案している手法でどうなるかということ、今は試行的に行っています。時期尚早ですので、実際にどうなるかは、今の段階では私は分かりません。

最初にやろうと思っているのは、まずデータを入手するということで、今のところは非常に面白いです。風力発電事業者で、既にアイルランドの海域で申請をしているのは4社です。許可を受けるためには調査を継続的に行わなければなりません。彼らはたくさんのデータを持っています。

私たちは、この会社は私たちにデータを共有してくれないのではないか、我々を厄介な団体だと思っていると考えましたが、実際は逆でした。彼らは私たちにデータを渡してくれました。データは実際に船で洋上に出て、ライントランセクトで得たもので、とても有用です。私たちにとって、本当にうれしいサプライズでした。

もちろん、秘密保持契約は結んでいます。私たちは、このデータをみんなのために使うのであって、彼らを不利にするために使ってはいけません。1人しか見ることのできないようなデータが引き出しにしまっていて意味がありませんので、共有できることは非常にうれしく、重要なことだと思っています。

その他のデータでは、イギリスのRSPB（英国鳥類保護協会）と一緒にいった、海鳥に関するデータがあります。また、コロニーデータとトラッキングデータもありますので、もしかしら問題はこのデータをどのように突き合わせるかということになるかもしれません。いろいろな種類のデータがあり、担当は私の同僚なのですが、これがどうなっていくのか注目していきたいと思います。

**北村**——ありがとうございます。それでは、日本で洋上の調査をされている風間さんにお聞きします。先ほどGPSを使った調査の中で、洋上風力発電を造ると、鳥がどう飛んでいくかという予測をされていましたが、実際には風力発電の下に魚が集まって、余計にバードストライクが増えてしまうという懸念はありませんかという質問が来ています。この質問と併せて、先ほどの、今後洋上でどうデータを取っていけばよいかという質問に関しても、一言いただきたいと思います。

**風間**——1つ目の質問について、確かに魚礁効果はあるといわれています。賛否はありますが、少なくとも海底に構造物ができるため、そこに魚が集まり、例えばウヤカモメのような、もともとあまり風車をよけないと言われているような種類は、むしろ集まってきて、バードストライクが増すのではないかということが懸念されています。

私の説明したモデルでは、ある場所に風車が建ったときに、餌場としての質が低下するという前提で予測をしましたが、逆に餌場としての質が向上してそこに海鳥を集めてしまうような逆の予測結果になることも考えられます。これは、まだ今後海外の事例などを参考にして、本当に魚礁効果があるのか、それが海鳥に対してどのような影響があるかを、これからきちんと検証していかなければいけないと思っています。

それから、もう一つは、海鳥の分布や、洋上での環境利用、あるいは行動といったデータをどのように取得していくかという話です。本日お話したようなGPSのトラッキングは非常に有力なツールですが、現時点では、やはりそれほど小型化が進んでいません。せいぜいかモメほどの大きさの鳥でないと、重さに耐えられません。日本にはまだウミスズメやウミツバメやアジサシのような、非常に小さい鳥もたくさんいます。そういったものには、適用できる技術ではないという難点があります。そして、値段もまだ少し高いです。ただ、技術はどんどん発展しており、数年のうちに小型で安価なものが出てきて、適用範囲はさらに広がっていくだろうと思います。

ただし、GPSの小型化が進んだとしても、取得できるデータには限界があります。まず一つは、現状では繁殖期の鳥にしか適用できないという点です。繁殖期の鳥の場合、ある場所を基点に動きます。GPSは基本的に再度回収をしなければいけません。1回目に捕まえるときもそうですが、ある程度捕まえやすい場所で、陸上にいてくれるから捕まえることができます。再捕獲ができるのは繁殖地だからです。非繁殖期の鳥は、基本的には陸に近づかない種が多いです。洋上での海鳥の再捕獲は恐らく技術的に不可能でしょう。

そういった鳥をどのように調べるかという点、先ほどウーナさんが言われていましたが、やはり船に乗って陸と同じようにライントランセクトを行う方法か、あるいは飛行機で調べる方法などがあります。ただし、こうして得られたトラッキングとセンサスといった全く質の異なるデータを、その後に統合して、どのようにして1つのリスクマップにしていくかが課題として挙げられます。

### 〔大型鳥類以外への衝突リスク〕

**北村**——ありがとうございます。その他にも幾つか小さなトピックがありますので、ここで聞いてみたいと思います。まず、有山さんに質問です。来月公表される予定のセンシティブティマップですが、コウモリなどへの影響は含まれていますか。

**有山**——実際にレーダー調査で行った結果については、種別判定ができない部分もありましたが、コウモリも含まれていることは一部の飛行軌跡なども含めて分かっています。しかし、小型の鳥とコウモリがどのぐらいの割合でいたのかまでは、なかなか分析し切れていません。コウモリについては、コウモリの会の方から、バットストライクの話聞きました。バットディテクターを、風況ボールのある程度の高さに

付けて把握をしたり、洞窟になっているような繁殖場所について、どの周辺を使っているかといった調査も有効だという話も聞きました。

来月に公表するセンシティビティマップでは、コウモリについては特設項目として設けていません。しかし、今、環境アセスメントのデータベースの中で、コウモリの会からお聞きしたヒアリング結果や、日本のどこである程度繁殖しているかについては、今の環境基礎情報の中で見られるようにはなっています。今後の課題の一つではありますが、環境省としては、次は洋上の検討に入りながら、コウモリのことも考えていくことになると思います。

**北村**———ありがとうございます。この他、今回は主として猛きん類などが選ばれていましたが、小型種の衝突リスクはどう考えればよいでしょうか。例えば小さな種というのは、衝突しても発見されにくいのではないのでしょうか。そういったことは今後どのように踏まえていったらよいのでしょうか。

**浦**———日本の事例ではありませんが、去年、風力発電のサイズとバードストライクが起きている鳥の種類や数の関係の論文がありました。小さい風力発電のほうがバードストライクの数が多いということが書いてありました。恐らくそれは、ローターの高さが低いからでしょう。日本で最近建っているような大型の風車ですと、地面と風車の一番下の間が30～40m空いています。それが小さくなると10～15mほどになりますので、恐らくスズメ目の小鳥はぶつかりやすくなります。その鳥が希少種かどうかは別として、バードストライクが起きる数は増えます。種数別に見たときには、小さい風車のほうがバードストライクが起きると書いてありました。小さい鳥の場合は多分死体の発見は難しいということですが、それはそのとおりです。キツネやカラスやトビは、小さい鳥の死体をすぐに持って行ってしまいます。これはカリフォルニアで研究している例ですが、バードストライクが多い風車の下には、やはり死体を持っていくスカベンジャーのキツネやカラスなどが毎朝そこに来て、小さい鳥が落ちていないか見回って持っていくようになるので、発見が難しいと言われているのも事実です。

**ウーナ**———私もそれに関して2点追加します。これまで論文には書かれていないと思いますが、南アフリカでいろいろと仕事をしているスペインの科学者で、風力発電所のタービンが鳥類にどのような影響を与えているか研究をしている人がいます。ヨーロッパアマツバメが著しく影響を受けているということでした。アマツバメもアイルランドで営巣する渡り鳥なので、これを聞いて悲しいと思いました。アイルランド人はアマツバメが大好きです。アマツバメは南アフリカで越冬し、アイルランドで繁殖します。まだこれに関する論文は見えておりませんが、スズメ目の鳥も影響を受けることがわかりました。ヒバリのような小鳥にも影響があります。ヒバリは非常に高く舞い上がります。今まで、より大型の鳥類に対して焦点が当たっていたため、小鳥は十分に注意されていませんでした。そして、スカベンジャーの影響（小型の鳥の死体をお掃除してしまうという）もありました。スペイン人の科学者が、どのようにしてこのアマツバメへの影響に気づいたかという、南アフリカでは風車に衝突死した鳥の死体を探さなければならないという義務があります。南アフリカでは多くの人が、野外での死体探しのために雇われます。こうして、影響に気づきました。どこかの時点で論文が書かれることを期待しています。この人は世界銀行で仕事をしている生態学者で、途上国などでも風力発電に関する研究を行っています。

コウモリについて、アイルランドではコウモリのセンシティビティマップを作成しました。私たち（バードウォッチ・アイルランド）は関与しておりませんが、興味がある方にはリンクをお渡しすることは可能です。

## 〔累積的影響評価〕

**北村**———ありがとうございます。続いて、もう一つ難しい問題です。今、風力発電がどんどん建っていく中で、いわゆる複合影響評価、大きなものが1つ建つよりも、小さなものがたくさん建ったり、風車の群れのすぐそばに別の風車が建つことによる総合的な影響があるのではないかとされていますが、そういったものまで含めたようなセンシティビティマップはあるのでしょうか。そして、今後作ることができるのかという質問が来ています。

**イリーナ**——複合効果については、ブルガリアでの風力発電開発のケースのように、事前の計画がない場合に起き得ることだと思います。

風力発電を設置したいと考えているのであれば、非常に広い範囲を占拠するような風力発電を設置するのは望ましくありません。動物にも鳥にも、コウモリにも、障壁効果や生息地放棄が生じると思います。広い場所を見つけることは難しく、実際にもし風力発電を広いエリアに設置すると、あまりセンシティブではない種にさえも、複合的な影響が見られます。

また、電力網と電力消費のキャパシティも考えなければいけません。風力発電というのは24時間、一週間、一カ月間、同じようにコンスタントに提供されるわけではありません。ピークもあれば低いときもあるので、安定したエネルギー供給にはなりません。また、技術的な観点からも、非常に大きな風力発電設備を設けることは賢明ではありません。一定の場所のエネルギーの消費を考えたときに、分散するほうが望ましいのではないかと思います。これは私たちの取り組みの中で議論になった点でもあり、状況によって違うとは思いますが、しかし、環境的な制約だけではなく、消費と電力網を考えなければいけないと思います。

**トリス**——これは非常に大きなトピックであり、今、多くの人たちが議論をしています。まだあまり調査はされておらず、これから調査をする必要があります。特に渡り鳥に関して、一体どのようなインパクトがあるのか、渡りのルート全体にわたって、多数の風力発電サイトが、多数の風車があった場合に、どのような影響があるのか、そのときの複合的な衝突リスクや、フライウェイ中の多数の風力発電を避けて飛ぶための、複合的な追加的エネルギーコストはどうか、今の段階では、まだ誰も満足できるような評価ができていません。

先ほどのお話に戻りますが、どうして私たちが大きな種にフォーカスをしているかということ、いろいろな調査の中で実際にいくつかの衝突しやすい鳥種で、個体数を減らすような個体群への影響があることが立証されています。それは大型の帆翔性の鳥類で高まり、ヨーロッパにおける、オジロワシやスペインのシロエリハゲワシなどで、個体群がマイナスの影響を受けるということが実証されています。ただ実際に、この個体群の影響がどれぐらいかを示すことは難しいです。1つのサイトでも難しく、フライウェイ全体で、その累積効果を調べることはより難しいです。それが大きな課題であり、将来の科学で答えなければいけない大きな問題だと思います。

この累積影響を考えると、ただ風力発電がルート上に追加されるということではなく、全ての累積影響は全ての脅威であり、例えばある地域ではハンティングが増え、沿海部では生息地が失われ、産業開発が進み、さらに風力発電のタービンが増えるという、様々な要素が組み合わさった累積効果により、渡り鳥がもう渡れなくなるということがあります。これは大きな問題で、今のところ私たちの満足するレベルでは答えは出てきていません。

**ウーナ**——風力発電所はアイルランドでどんどん増えてきており、その累積効果に関しては、疑いようもなく、以前よりも焦点が当たるようになっていきます。インパクトがどのようなものになるかを理解することが課題です。

トリスさんの言葉を繰り返しますが、その種に対する様々な脅威により併発する影響です。例えばアイルランドではハイロチュウヒについては、幾つかのサイトが特別保護区に指定されています。これらのサイトで風車が造られ、造林が行われました。シトカスブルースという、自生していない木が、木材として、またCO<sub>2</sub>を吸収するために植えられました。しかし、ハイロチュウヒは開けた場所に生息するため、木がある程度のところまで伸びてしまうと、生息できなくなります。これらの影響により、ハイロチュウヒはますます追いやられています。本来ならばここは特別保護区で、ハイロチュウヒが繁栄すべきです。これは大きな問題で、このような脅威は、私たちがセンシティブティマップを作るかなり前からありました。現在、保護区をハイロチュウヒにとって良好な状態にするために、植林をやめるようにと呼び掛けています。このコンビネーション効果（複数の脅威が組み合わさって起きる影響）は非常に大きいと考えており、念頭に置く必要があります。

## 〔様々なセンシティビティマップの統合〕

**北村**——ありがとうございます。今回、海外の事例では、大きなデータをまとめて1つのマップを作っていました。国内からの発表では、いろいろな人がばらばらと作っている印象を受けた方が多かったようです。今後、それらをどのように使っていくのか、どのように統合していくのかということに関して、非常に多くの質問が来ています。こういった問題になると有山さんに質問が集中しますが、今後、いろいろな所で作られたマップを統合していくことは考えていますか。どのように統合していきますか。

**有山**——私の思いとしては、国である程度公表する意義はあると考えています。例えば浦さんが道北で作り、市川さんが鳴門で作るというような情報があることを、データベースの中で紹介してもいいのではないかと思います。例えば今、道北でどんどん風力発電の計画が立ち上がっているような状況です。私たちの情報は10kmメッシュなので詳細位置の検討には使える部分と使えない部分があるため、例えば日本野鳥の会のマップは1kmメッシュで検討されているということなので、その中の詳細な情報を見ながら、選定位置で事業として成り立つのか判断をした上で、実際にアセスメントまで実施するのか実施しないのか判断をしてもらえそうな、有機的な相互の作用があればいいと思っています。

どのマップを推奨するといった、重み付けは国では難しいため、このようなマップがあるというリストを出すくらいかと思っています。

**北村**——ありがとうございます。では、市川さん、今回地域限定のセンシティビティマップを作り、それを今後どのように使ってほしいか、あるいは全国的に展開し、他の場所でもやってほしいということはあるですか。

**市川**——統合の話についてはとても有益だと思いますし、そのためにも、全国各地でゾーニングマップに取り組んでいくことは、火急の問題です。ただし、必ずしも鳴門の事例と同様にやってほしいとは思っていません。様々な方法を各地域で模索しながら、事例を増やしていく段階ではないかと思っています。

今回、海外ゲストが話された事例を先駆事例としてしっかりと学んだ上で、日本にはしっかりした調査データベースがないという状況の違いを踏まえて、また、取り組む主体の自治体や地域が自身で扱える予算や、ヒューマンリソースなどを踏まえながら、まずはできるところで最適な方法を見つけていくことではないでしょうか。積み上がってきた先に、最大公約数的に日本で使えるようなやり方は何なのかという話が出てくると思うので、統合を見据えた話には、時間はもう少しかかるのではないかと思います。

**北村**——海外ゲストの方にお聞きします。今回は1つの統一された地図を紹介いただきましたが、海外では複数の団体がいろいろなところでマップを作ったり、それらを統合するようなことはこれまでにありましたか。今、日本ではたくさんの人たちがマップ作りに関わっていますが、海外の皆さんは、最初から自分たちだけで作られたのでしょうか。それとも、幾つかあったものをどこかで統合するようなことがありましたか。

**トリス**——ヨーロッパにはいろいろなマップがあります。それを見ると、共通の祖先をたどることができ、全てはオリジナルの地図までたどることができます。本日も、日本で作られた様々なマップを見ましたが、それらには相当類似性があります。いろいろなところで行われてきたことを見て、それをあるデータセットに関して、ある状況に合わせて調整することはいいことだと思っています。必ずしも一つのやり方でセンシティビティマップを作らなければいけないということはないと考えています。いろいろな種類のデータがあり、計画プロセスや政策のメカニズムも様々です。

それぞれの国や地域が、センシティビティマップを作る際に一番いい形でデータが使えて、その政策メカニズムに合ったものを作ることが大事だと思います。ただ、聴衆の中には、いわゆる一つの、これで済むといったマップがあればいいと思う方もいると思います。そのようなことも、私たちが大きな投資銀行が活用できるような大規模なツールを作成した理由の一つです。そういったものは、傾向とし

て詳細なセーフガード政策があり、そのセーフガード政策は近年一般的になっています。彼らは、何百もの異なるセンシティビティマップをリストに入れなくても済むように、バードライフ・インターナショナルの合理的なセンシティビティマップを使いたいということです。一部の利用者にとっては、1つか2つの大きな地図があったら有用かもしれませんが、一般的には、最も状況に合った地図を使うという意味で、地域でいろいろなバラエティーがあっても問題はないと考えています。

**イリーナ**—— 幾つかのセンシティビティマップがあると話しましたが、国レベルでのセンシティビティマップは、鳥類に関して言えば、欧州開発銀行が作ったものとそれほど変わらないものとなりました。そして、アオガンの地域的なセンシティビティマップは、国際的なマップに含まれていたものとよく似たものとなりました。なぜそうなったかという、同じようなデータが両方に使われていたためであると思います。もし基盤が同じで比較可能なものであれば、それを統合するのは程度の差はありますが容易だと思います。なぜなら、種のセンシティビティや、風力発電に対する行動、あるいはその保全の状況や保護の状況などといった、同じクライテリアを使っているからです。こういった主要な要素を日本の皆さんも使っているということを午前中の講演の中で聞きました。結果的に同じようなものが作られるのであれば、大規模なマップも十分有用であると思います。自治体のレベルでは、地域でプランニングをしなければいけないので、より詳細なマップのほうが有益でしょう。重要なことは同じクライテリア、同じ背景を用いることです。そうすれば方向性は正しいと思います。

### [センシティビティマップをどう使うか]

**北村**—— ありがとうございます。マップをどのように作るのかといった話を中心にお聞きしましたが、残りの時間は、どう使っていくのかを考えていきたいです。まず、大陸のヨーロッパと違い、日本は細長い島国で、全てが渡りルートになるような状況であると思います。ですから、センシティビティマップを作って、どこに建ててはいけないというよりは、本数をここまで増やしてはいけない、といった考え方があるのではないのでしょうか。そもそも日本でセンシティビティマップは必要なのかという大前提の問題があります。これについては、海外の事例にも詳しい分山さんにコメントをいただきたいと思います。

**分山**—— 日本でもセンシティビティマップは必要だと思います。今、ゾーニングを各地域で行っていますが、ゾーニングで面的にエリアを選定して、その環境影響を見なければいけないというときに、なかなか全てのエリア内の鳥類の状況を詳しく調べることは難しいと思います。そうなってくると、既存データを基にして作られたセンシティビティマップがあると、環境影響の判断基準の一つとして使えるのではないかと考えています。そういった意味で、日本でも必要かどうかと言われると、必要だと思っています。

**北村**—— では、実際にどのように使っていくのかということに関して、例えばこのようなセンシティビティマップを出してしまうと、低いリスクだと示した場所が、建設側から建設の適地だと見なされてしまうのではないかと、という意見が出ています。それに関して皆さんから意見を伺いたいと思います。

**ウーナ**—— アイルランドでは、風力発電の開発者がサイトに関して申請を行う際には、まずどのような種がいるかというモニタリング調査を、そのサイトで行わねばなりません。ですから、ただ単にセンシティビティマップを見て、ここは何もないから青信号だということではなく、モニタリング調査を行わなければなりません。事前の調査を行い、その後に、ある種に関してはもっと詳細な調査が必要になることもあるでしょうし、また適切な方法論を用いなくてはなりません。そして、提案された設計とレイアウトが、その種に関してOKなのか、それともOKではないのか、影響評価も行わなければなりません。その後、全てのデータを計画の担当省庁に提出して、どのようなインパクトがあるのかを確認します。その上で、そこが本当に青信号になるかが決まりますので、ケース・バイ・ケースで調査をしなくてはならないと考えています。アイルランドではこれだけ大変なことをやっており、日本でも同じようにすべきだと言っているわけではありませんが、申請に対して判断を下すことができる、唯一の道だと思います。

**北村**—— 実際に、センシティブティマップのスコアの高い、危ないというところで、風力発電の計画があった場合には、どのようにしたらいいでしょうか。追加で、どのような調査を行う必要がありますか。もしくは、そういったことはヨーロッパでは許されないのでしょうか。

**ウーナ**—— アイルランドの場合はセンシティブな場所で開発が計画されると、我々は、とても緊張します。少なくとも重要な種がいて、それをターゲットとして調査を行わなければいけませんし、その影響についても調査をしなければいけません。センシティブティが高いところであっても、自治体に対して開発を申請することはできます。しかし、そうすると私たち NGO、あるいは他の政府の自然保護を担当している部局などが異論を呈します。このエリアは脆弱性が高すぎるのでここでの建設は不可能だ、もしくは、もし風力発電を500m右あるいは2マイル動かせば可能性はあるなど、緩和策を講じるのであれば建設は可能だというように、厳しい質問を投げ掛けることになります。

NGOだけでなく、自然保護に関わっている政府の機関が自分たちの意見を具体的に表明することが重要だと思います。センシティブなサイトだからといって、申請できないということはありませんが、風力発電開発事業者にとっては、よりトリッキーな状況であることは明らかです。

**イリーナ**—— ブルガリアの場合、問題を抱えた最初の段階の2010年以降、センシティブティマップを利用することで意思決定機関にとってもメリットがありました。実際に、リスクの高い地域での風力発電の開発をストップしたケースがありました。もちろん、必ず環境影響評価の手続きは踏みます。

また、そのような地域で、投資家もしくは事業者が提案を出してくる場合、ブルガリアの法律に基づいて、必ず代替的な解決策を提案しなければなりません。ですから、私たちは事業者と一緒になるべく早い段階で協力をしようとしています。センシティブティマップによって、彼らも情報を得ることができ、もしかしたら、これはリスクの高い投資になるかもしれない、ということが分かります。

なぜなら、風力発電をセンシティブティの高い地域に導入することは、プロジェクトの遂行に遅れが出ることを意味し、緩和措置や早期警戒システムなどの追加的な投資によりコストも高くつきます。そうすれば、大規模な不確実性が生じます。というのも、この後の調査・モニタリングの段階で、鳥類への深刻な影響が確認された場合には、風車の一部を撤去する、もしくは全面的な撤去が必要となる可能性もあります。これも不確実性の一つになります。風力発電開発事業者にとっても、センシティブティマップは良いツールです。投資のリスクを最小化することができ、プロセスの遅延を防ぐこともできます。センシティブティマップができる前はたくさんの事業者が私たちのアドバイスを求めてオフィスにやってきました。センシティブティマップができ、その管理を環境省のそれぞれの地域事務所が行うことにより、事業者は、より適切にその投資の計画ができるようになりました。センシティブティマップのおかげで、問題を発生させないようになり、問題が減りました。

**トリス**—— センシティブティマップは天気予報のようなものだと思います。天気予報がなければ、外に出掛けたとき、もしかしたら雨が降るか、あるいは降らないかが分かりません。しかし、天気予報があれば、多少はどうなるか予測がつきます。天気予報で雨になると言ったからといって、外出ができないわけではありません。対策として、傘やレインコートを持っていくことができます。センシティブティマップも似ています。センシティブティマップでインパクトなどの予測をしますが、それでも開発業者として、そのサイトに計画することもできます。しかし、天気予報と同様に、もしかしたら来週末は乾燥しているかもしれないから、では今週ではなくて来週にしよう、となるかもしれません。つまり、開発業者も同じような見方ができるのではないかと思います。サイトを決めてしまって、時間もお金もたくさん費やしてしまって、それから天気はどうか、センシティブティはどうかを知るのではなく、最初から目を見開いたまま進めることができると思います。つまり天気予報があれば、いつ外出するかしないかを決めるのに、より良い意思決定ができることと同じです。傘を持っていくのか持っていないのかといったように、開発業者も検討すべきだと思っています。何かできることに制約がかけられている、と見るものではありませんが、残念ながら多くの開発業者はセンシティブティマップを制約と見てしまっています。

## 〔センシティブティマップを政策に組み込む〕

**北村**—— 海外ではNGOが作り始めたセンシティブティマップを事業者も使うことで、お互いウィン・ウィンの関係ができつつあります。日本ではまだ課題があるかと思います。もう一つ踏み込んで、最終的には政策化、法律にしていけることはできるのか、という質問が来ています。有山さん、法律や政策などに組み込んでいける可能性はどのぐらいありますか。

**有山**—— 難しい質問です。センシティブティマップとは違い、市川さんが関わっているゾーニングについては、別の環境影響評価の関係部署で全国のモデル事業として、ゾーニングマニュアルを作っています。今年度、環境省でゾーニングに関しての考え方のマニュアルを出し、最終的には制度化できるかどうかといった検討を始めています。

現在、環境影響評価法の考え方であれば、まず配慮書があって、ある程度事業地を事業者が決めて、方法書以降で調査計画を立てて、最終的に準備書で鳥類に関してはしっかりと調査をします。調査・予測・評価です。そこで、実際に事業地として計画をして、工事をして、評価するという流れになっていますが、センシティブティマップもゾーニングも、最初の配慮書の段階での活用、その前段での活用を想定しているので、何か事業者にとってもメリハリがないといけないという部分はあると思います。逆に、そのセンシティブティマップにより、実際に鳥類がいないところに対しては、計画をした事業者にとって迅速化に結び付くような、ある程度配慮書のプロセスを短縮化できないかという話にもなっています。それを法律の制度改正の中でやるのか、運用の規定でやるのかという議論がされています。センシティブティマップについては、環境影響評価法の中で法律の制度を変えるという議論にはまだ全く至っておらず、考え方としてこういったものを活用してくださいというガイドライン的なことを事業者伝えていくような段階です。すぐに制度化、法律の改正ということまでは難しい状況です。

**市川**—— もし的外れていたら申し訳ありません。センシティブティマップを事業者に守らせるには、ということですが、ゾーニングについて言えば、現時点で可能だと思います。今、有山さんからお話があったのは、アセスメントからの切り口ではマップの内容の義務化は難しい、という話だと思います。しかし、例えば再生可能エネルギー特別措置法の観点から見れば、事業者に守らせることができる可能性があります。昨年4月の法改正では、その施行規則の中で、新たに設置する再生可能エネルギー設備の認定を経産省から受ける際には、計画された事業がしっかりとその地域の条例などに準拠したものでなければならないということが明文化されています。何を言いたいかというと、しっかりと地域で合意形成をして、ゾーニングをし、そのゾーニングマップを自治体などの条例に組み込むところまでできれば、仮に条例であっても、そうしたセンシティブティマップやゾーニングで示した場所で開発はできないということです。そのような場所で開発をしてしまうと、そもそも認定が下りないので、開発ができないような事実上の強制力を持たせることは実際にできるのではないかと考えられるためです。

## 〔おわりに〕

**北村**—— まだまだたくさん話したいことはあると思いますが、最後に、皆さまから一言ずついただきたいと思います。

**有山**—— 今回、このような形で私たちのセンシティブティマップの考え方を話す機会を持つことができ、大変良かったと思っています。事業者に、これからどのように活用してもらうかというところが、私たちの課題だと思っています。いろいろな機会を通じて紹介しながら、実際に活用して、ある程度再生可能エネルギー推進と鳥類の保全につながっていくようなフィードバックをしたり、マップがどう使われているかも含めて、今後考えていきたいと思っています。

**市川**—— 1点だけお伝えしたいことがあるとすれば、私のプレゼンの最後のスライドでも述べたことですが、今、表に出ているアセスメントの数字以上に、各地で構想段階などの計画が相当数あるということです。

計画が本格化するまでのこれから1～2年が、自治体に残されたわずかな時間です。それぞれの地域がゾーニングやセンシティビティマップを作れるかが、再生可能エネルギーの推進と地域の自然環境を保全することの両立には重要です。ぜひそういった動きが各自治体でできるように、皆さんで関係者にこういった取り組みがあることを伝えてほしいと思います。

**風間**—— きょうは専門家の方に囲まれて非常に勉強になりました。パネリストを見て分かったとおり、洋上のことをお話ししたのは私1人です。これから日本では洋上風力発電は主流になっていきますが、海外においても洋上の導入量は少なく、このように海外の専門家をお招きして勉強するということも、洋上ではできないかもしれません。日本もこれからリードをしていく立場にならなければいけない現実があります。そうなれるように、これから先も皆さんと連携をしながら頑張っていきたいと思いますので、よろしくお願いします。

**浦**—— 2015年頃までは、日本ではこのセンシティビティマップという言葉すら、知られていない状況だったと思います。こうした中で日本野鳥の会やWWFなどが、このセンシティビティマップという言葉を紹介して、2年ほどで、関係者の中では知られる言葉になり、しかも環境省をはじめ幾つかの地域で実際にマップ作りが始まりました。短い間にここまで来ることができて良かったというのが率直な感想です。

しかし、これを実際に事業者に使ってもらうような、日本で広く使えるマップにするには、道のりはまだ遠いと思います。一方で、きょうは海外の3名の方のお話を聞いて、マップを使うことの必要性が事業者や行政機関、地域住民に認識され、実際にアセスメントの中で使うことに合意が得られれば、もっと広くマップが活用される可能性があるということが分かりました。今後はマップの活用についても勉強しながら、皆さんと一緒に、日本でセンシティビティマップが活用されるような仕組みづくりをしていきたいと思っています。

**分山**—— 私は、個人的にはゾーニングの制度の中で、どのようにセンシティビティマップを使っていくべきなのかを考えながら、本日のお話を聞いていました。その中で、海外での活用事例を伺いながら、それぞれの国の状況に合わせて非常に工夫されて使っていることが分かり、とても勉強になりました。今後、日本で使われることを想定した場合に、例えば各地域のゾーニングで回避地域やノーゴーエリアを脆弱性の高い地域に対して禁止・回避していくのか、あるいはその地域に実際に事業者が入ってきたときに、そのセンシティビティマップが警告となって関係者間の緊張感が高まって、より慎重に見ていかなければならないといった警鐘を鳴らすような効果があるのかなど、いろいろな効果があると思います。皆さんが言われているように、どのように使っていくかといったことも考えながら、ゾーニングの制度と併せてこれから勉強していきたいと思っています。

**トリス**—— 先ほど浦さんのお話しにあったように、私も印象深かったのは日本の事例発表が素晴らしかったことです。日本では非常に高度な科学研究が行われていると感銘を受けました。浦さんのプレゼンテーションにありましたが、数年前にケンブリッジでワークショップを開催しました。欧州諸国でセンシティビティマッピングを作成している方が集まって、初めて、取り組みが紹介されました。短い間に、これだけ高度なことが進んでおり、とても励みになります。実際、今の日本の科学のレベルは欧州に追い付いてきたと思っています。今、私たちがやらなければいけないのは、みんなが同じレベルに来ており、非常に急速に進展している良い科学があるので、それをきちんと風力発電の政策に反映をさせることが次の課題だと思います。お招きいただいたことを心から感謝します。

**ウーナ**—— 日本の事例発表は本当に刺激に満ちて、興味深いものでした。日本の方々から多くを学びました。ですから、ヨーロッパの事例が正しく、パーフェクトだと思わないでください。私たちも学びの途上にあります。地図は作成しましたが、課題はたくさん残っています。先ほどお話ししたように、政府の風力に関するエネルギーガイドラインに入れ込みたいのですが、これは大きな課題です。

本日は重要なセッションでお互いから学び合えたと思っています。特に感銘を受けたのは、ゾーニングマップづくりにおけるパブリックエンゲージメントです。このような種類のパブリックエンゲージメ

ント、現場で人々と話をすることは非常に価値のあることです。なぜなら、長期的には国民からの支持を取り付けなくてはならないからです。こういった機会を頂戴して、本当に感謝しています。

**イリーナ**—— 皆さんがこれまでお話しされたことは、まさにそのとおりだと思います。加えて、電力・エネルギーの使用に関して一言申し上げます。私たちが本日話題にしていることは、どれだけの電気を私たちが消費しているのかということと関わっていると思います。従来型のエネルギー、再生可能エネルギーを考える前に、エネルギー効率を考えなければいけません。そして、経済性も考え、不要な電力を無駄に使うことがないようにしていかなければなりません。また、送電線を通じた電力ロスの問題も忘れてはなりません。そして、エネルギー源や再生可能エネルギーについて戦略的な計画のもとで行っていくのは、風力発電だけに限りません。センシティビティマップの作成はプロセスとして、また、ツールとして、風力発電だけではなく、他のエネルギー源に関しても有益なものです。どこで、どれくらい、何が最善のエネルギー源として開発できるのかということを特定することができます。異なるマップを組み合わせることもでき、人のためのエネルギーを生産する上で、野生動物や自然環境へのリスクを最小限に抑えることができます。ですので、ぜひ私たちの過去の間違いを繰り返さないようにしていただきたいと思います。賢明になってセンシティビティマップを作り、開発にも自然にもよい形になるように、できる限り、有益な形で風力発電のために使っていただきたいと思います。

**〔閉会の挨拶〕**—— 葉山政治（日本野鳥の会 自然保護室 室長）

本日は国内から6名、海外から3名の合計9名の講師から、多くのご報告をいただき、有意義な討論ができたと思います。

2016年12月に、センシティビティマップの作成を紹介するシンポジウムを開きました。そのときにトリスさんに来ていただき、本日の講演のもう一つ前の段階のお話をさせていただきました。それに比べると隔世の感があると思います。

本日、皆さんから共通してお話しがあったのは、センシティビティマップというものは、アボイドマップでも、適地マップでもなく「注意喚起のマップ」である、ということです。注意喚起は、風力の事業者に対しては注意喚起になるでしょう。では、その地域の人たちはどのように受け止めたらいでしょうか。自分の住んでいる地域がセンシティビティが高いということは、そこには守るべきものがあるということなので、今度はその地域でももう少し詳細なセンシティビティマップを作るのか、もしくはセンシティビティが低いところには風力発電の事業が来る可能性が高いので、優先してゾーニングやセンシティビティマップを作るのか、この部分はもう少し考えていかなければいけないのではないかと思います。その際に誰が作るのか、国は全国一律の10kmメッシュという大きなメッシュで作られていますが、今後、自治体がゾーニングや、地域のセンシティビティマップを作ることもあるでしょう。地域で自然保護を担っている方々が自ら作っていくと、お金や時間の制約は大きいので、できるだけ既存データを使いながら作っていき、おそらくそのときに日本野鳥の会やWWFなどがサポートできるのではないかと思います。

事業者がセンシティビティマップを使ってもらうことについては、何度もお話にありましたが、アセスメントの迅速化ができるかどうかポイントになると思います。また、無駄な手戻りがないかも重要です。もう一つは、マップの信頼性が重要であると思います。本日ヨーロッパの事例を聞いて感じたのは、やはりマップを公開すると同時に、マップに使ったデータもチェックを受けることができるように公開しなければいけないのではないかと思います。そのデータをアセスメントにも使っていただければよいですし、マップは常に更新していかなければいけないため、そのときにアセスメントのデータや事後のモニタリングのデータなどを、またマップにフィードバックできるような仕組みを環境影響評価法の中で実現できればよいと思います。

本日の参加者の7割は環境関係のコンサルタントです。ぜひそういった方からも声を上げていただき、良いセンシティビティマップやゾーニングができて、地域の意思決定や合意形成のツールにできればよいと思います。本日はどうもありがとうございました。

野鳥保護資料集第33集

記録集 国際シンポジウム

野鳥と風力発電のセンシティブティマップ——その作成と活用方法

発行 2018年10月

発行者 公益財団法人日本野鳥の会  
〒141-0031 東京都品川区西五反田3丁目9番23号丸和ビル  
Tel: 03-5436-2633 Fax: 03-5436-2635

企画・編集 公益財団法人日本野鳥の会 自然保護室

表紙イラスト 柳原パト

デザイン 安田真奈己

この資料集に掲載されている記事、写真、図表などの無断転載は固くお断りいたします。

著作権は（公財）日本野鳥の会に帰属します。

本書は地球環境基金の助成により開催したシンポジウムの結果をまとめたものです。