

会議の名称	平成 27 年度海ワシ類における風力発電施設に係るバードストライク防止策委託検討業務 検討会（第 5 回）	
事務局（担当課）	一般財団法人日本気象協会、NPO 法人バードリサーチ	
開催日時	平成 27 年 11 月 11 日（水） 14 時 00 分 ～ 16 時 25 分	
開催場所	環境省第三会議室（19 階）	
出席者	委員	石原 茂雄（一般社団法人 日本風力発電協会 環境部会 副部会長） 浦 達也（公益財団法人日本野鳥の会 自然保護室 主任研究員） 齊藤 慶輔（株式会社 猛禽類医学研究所 代表） 中川 元（斜里町立知床博物館 元館長） 由井 正敏（座長）（岩手県立大学 名誉教授） <御欠席> 関山 房兵（猛禽類生態研究所 所長）
	環境省	環境省自然環境局野生生物課 中島 慶次 課長補佐 榘 厚生 計画係長
	事務局)	日本気象協会 島田泰夫、谷口綾、青木沙保里、宮脇有里、伊藤 昌弘 東京大学 先端科学技術研究センター 特任准教授 飯田誠 アコー 平松康人
	傍聴者	環境省 総合環境政策局環境影響評価課 環境影響審査室 審査官 生田雄一
会議次第	議事次第 1. 開 会 2. 環境省挨拶 3. 検討委員紹介 4. 平成 27 年度調査の進捗及び冬季調査計画について 5. 「海ワシ類の風力発電施設バードストライク防止策の検討・実施 手引き」（素案）について 7. 閉 会	
配布資料	資料 1 平成 27 年度調査の進捗及び冬季調査計画について 資料 2 「海ワシ類の風力発電施設バードストライク防止策の検討・ 実施手引き」（素案）【略】	

1. 開会

事務局の開会により、平成 27 年度海ワシ類における風力発電施設に係るバードストライク防止策委託検討業務の第 5 回検討会が始まった。

2. 環境省挨拶

環境省自然環境局野生生物課中島課長補佐から挨拶。

3. 検討委員紹介・挨拶

事務局が、出席した検討委員の紹介を行った。また、由井座長から次の御挨拶をいただいた。

由井) 本日の委員会を含めてあと 1 回。手引きの素案が作成されたので、これを来年 3 月までに煮詰めて公開することになる。まだデータを取得中のため、変わるところはあると思うが、とりあえず現段階のデータで検討して、さらに後から追加の分も予測しながら 1 月 2 月と作業を続けて、よいものを作っていきたいと思うのでよろしく願いしたい。

4. 平成 27 年度調査の進捗及び冬季調査計画について

●バードストライク防止策案の検証 ①視認性や可聴性の検証

由井) 日大の眞邊先生のコメント (スライド 60) で、「物体を避けただけという可能性もある」ということだが、彩色をしていなくても避けるということが、バードリサーチ誌に掲載されている。彩色をしていない時の避け方と、平成 26 年度にブレードに彩色したときの避け方、実験結果との差を見ないといけない。

事務局) それが手引きに掲載しようとしている彩色効果の検証という部分になる。

由井) 環境省が説明したスライド 11 の図では、ブレード彩色前の最接近距離が青色で、ブレードに彩色後の最接近距離が赤色で表現されているが、この図で説明はできている。これで有意差があれば、眞邊先生の 2 つ目のコメント ((昔前では風車を避けて飛んでいるが) 風車を避けるのは学習の効果という可能性もあるし、物体を避けただけという可能性もある) はクリアできるということ。今年も追試をしてデータを積み重ねて欲しい。

由井) 南西から飛来したものが、1 号機のブレード彩色、今年度から目玉を添付した 2 号機を見てどう反応するか。北から飛来したものは、何も塗っていない 3 号機を見ただけで回避するかもしれないけれど、2 号機に接近して今度は目玉模様があるからどのぐらい避けるかがわかる。2 号機についても事前のまだ何も塗っていないときの海ワシの飛翔トレースがとれているなら、データ処理を検討して欲しい。

由井) 1 号機と 2 号機に関するデータが同等にとれて、有意な差が出れば何とかなる。また、この風力発電施設では、他のプロジェクトによる観測も実施されており、カメラや目

視観察が高頻度で実施されるので、日程調整をするなど、ディスターブ（攪乱）に注意して欲しい。

石原) 複数の事業者がカメラ実験を実施しているようなので、調整は必要。苫前町に確認されたい。

浦) スライド 9 の目玉実験の効果を検証するために、レーザー距離計で測るということだが、観測員はどこに配置するのか。観測員の配置場所によっては、ワシが風車を避けているのは目玉模様ではなくて人の影響である可能性も出てくるし、もし観測員の影響となれば意味がない (1)。

センサで衝突したときの衝撃や音を確認する実験について、これはセンサでオジロワシがぶつかったかどうかを知りたいわけではなくて、何かがぶつかったかどうかだけを知りたいということではないか。実験ではソフトボールをドンとぶつけているが、鳥がブレードの先端にぶつかる場合はスパッと切れる形となり、ソフトボールのような衝撃はないと思う。そういうことではなく、ちょっとでも何かが当たったらわかればいいということか。

事務局) 海ワシも含めた鳥類全般のバードストライクが起こったのを効率的に検知するのが目的。

齊藤) (スライド 11 の目玉模様の彩色効果のグラフについて) 分布を表しているものとして前のものよりは見やすいと思うが、あくまでどこを通過したという分布の積み重ねだ。実際に目視観察をしていて行動が変化した、すなわち忌避したというようなことが観察できなかったか。要は真っ直ぐ飛んでいたものが、風車を認知して明らかによけるというふうに動いたというのが図示できるといいのではないかと思う。この図だと、彩色の効果ではなくたまたまそのような最接近距離だったかもしれないというのが当然含まれる。海ワシが明らかに彩色を見ているのを目視観察して飛翔方向のベクトルが変わったという観察結果が欲しい。それで忌避したと言えるのではないか。前回の検討会で同じ質問をした記憶がある。たしか餌を探索している時の話だったと思うのだが、頭は見えていますか？という話をしたときに、植田さんから下を見ているのは目視で確認できている、という話があったかと思う。ケース・レポートでもいいので、明らかに彩色を見て行動を変化させた事例があれば、次の段階として「視認した結果として回避行動をとる」のだろう、ということが言えると思うが、その差はあるように思える。

事務局) 調査方法をもう少し工夫できるか検討する。

¹事務局より追記：本プロジェクト着手時に、海ワシの反応を観察して観察者を嫌がるような行動がないことを判断してから調査を実施している。

由井) 現場ではセオドライトで観測しているが、1羽がある程度接近してきたらビデオで拡大して撮るといふ余力はないか。顔がどちらを向いているとか分かるのではないか。

環境省) 首を動かしても動かしていなくても認知していた可能性はあるのではないか。

齊藤) 鳥の場合は、人間のように目だけ動かすことはできないので、必ず首ごと動かす。

環境省) オオワシやオジロワシの風車周辺での動きを多く観察している NGO の方から話を聞いたところでは、オオワシは、風車があったときには、すごく遠方の距離から回避行動をとる。そもそもあまり風車に近寄らず離れていくような飛び方をしている。一方、オジロワシは、初めから風車があることを知った上で、風車の近くで回避するという行動の仕方をする。風車があってもあまり気にせず、わざと近くに来て餌を探すように見えることもある。というような話を聞いた。オジロワシはオオワシに比べて急な方向転換をすることに自信を持っているように見えるが、種毎の体重と羽の大きさの関係による飛び方の違いが理由ではないかとのことだった。今回のデータも、その話を踏まえて見ると、そのような飛び方をあらわしているように見える。風車のぎりぎりまで気づいてから回避するのではなく、事前に風車の位置が大体わかっていて、ある程度警戒しながら風車に近寄って、あえて首を動かして見なくても回避する、という可能性もあるのでは。そういったことがあるとすると、(首の)動きはあるかもしれないが、ない場合もあり得るかもしれない。その辺りはどうか。

齊藤) 実際にかかなりの数の海ワシ類が苦前の風車に当たっている。当たっているということは、それは気づいてか気づかないでかは分からないにしろ、近づいているということだ。それに対して彩色するような工夫をしたときに行動がどう変化するかということについて、少なくともオジロワシでは押しえられるし、押しえるべきだと思う。そうしないと、結論に至る経緯が、模様や色によるものなのかどうかという一番重要なところが空想の世界になってしまう。

もちろん絶対にわかるというものではないと思うが、1例、2例と事例観察をしているので、やはり目視観察している中でそういう(行動変化の)データをとる試みをするというのは必要だ。

現場で観察しながら思ったのは、餌を探しながら風車の下を飛ぶように見受けられることが、少なくとも宗谷岬で私が観察しているときには、かなりあった。もしかしたらそのような動きをしている際に、明らかに下を向いて気づかずに衝突することがあるかも知れない。

由井) オジロワシが風車の近くまで来て餌を探している理由として、他の鳥類のバードストライクで獲物(死骸)が落ちていることを知っているため風車に近づいてくる、ということはないか。

齊藤) 私が観察した場所では、漁港が近いのでカモメが当たっていた。カモメの羽がかなり風車の下にあった。もしかしたらそれらを狙って学習している可能性もあるとそのときは思った。そのときは明らかに下を向いているのはわかった。

由井) 今回の調査場所(苫前町)では、風車の下にカモメが落ちていることはないか?
事務局) 当時、北大院生だった北野氏が調査したときは、オジロワシ以外にもかなりの
鳥類が当たっていたと報告している。

由井) いずれにしても行動パターンの変化はとったほうがいいだろう。

中川) ここで議論すべきなのは最初からリスクの低いものではなくて寄ってくるものをど
うするかであって、そういう目的でこれまでの調査が組み立てられてきているのだから、
現在、行っている調査は重要だし意味がある。最初から高度の高いものは調査の
意味がないというか・・・寄ってこないものまで考える必要はないのでは。

飯田) 報告書や手引きへの書きぶりとして、風車に海ワシ類が近づくのは餌資源の影響だ
と書くのは危険だと思う。風発サイトによって風況状況も違うだろうし、ワシの飛び
方は周りの気流にも影響を受けると思うので。ひとつの書き方として、餌資源につ
いて調査をして、こういうサイトでこういう結果が出た、という書き方なら良いと思う。
しかし、海ワシ類が風車に近づく要因を餌資源だけに求めるような安易な結論付けや
一般化をすると危険。

由井) 餌資源の検証実験は風車のないところでやっている。苫前の場合は先ほど言ったよ
うに目玉模様をつける前と後について一応観測しているので、ほかの条件は一応同じ
とみなす、という多少粗い実験ですと書いておけばいいだろう。

国内では初めての野外実験なので、今後は当たりやすいと予測されたウィンドファ
ーム事業の事後調査でデータを積み重ねて正解に近づけるしかない。

中川) スライド8でゴンドラを設置できる風車であれば高いタワーの上部の彩色も可能と
あるが、通常、風車にゴンドラは付けられるのか。

飯田) 風車ゴンドラをつくるすクレーン自体はあるが、通常は高所作業車だ。ゴンドラの場合、
揺れて危険なので。設置する前に、タワーがある段階で付けておいたほうがいい
(2)。

由井) ただし、貼り換え時には課題が残る。

浦) アメリカのカリフォルニアでは、餌になる動物の巣穴の位置と斜面の向きと風の向き
を全部 GIS で解析している。どういう場所がリスクは高い等がわかる。そういうのを
参考にしながら餌資源の調査の結果を報告書に書けるのでは。

由井) 部分的な解析はできるだろう。

² 事務局より追記：目玉模様の添付作業は、平成26年のせたなについては高所作業車で実施し、平成27年の苫前ではゴンドラを使用した。後者については、風車の片側が断崖のため高所作業車が進入するスペースがないこと、また、同時期に風車の再塗装作業をゴンドラで実施していたため、そのまま流用する形とした。

中川) 音について。スライド 14 でスターターピストルは効果があったのでワシの警戒声の再生もあわせて実験をするということだが、どの程度の音にするか。よほど大きくしないとピストル並みの音にならない。ただし、ワシの警戒声なので、そんなに大きくなくても効果はあるのかなとも思う。

それから、オジロワシとオオワシは警戒声がよく似ているけれども、どちらの警戒声を使うのか、両方使うのか。それを考えると音の強弱だとか、あるいは 2 種類を組み合わせさせてやって比較するのがいいかなとも思う (3)。

由井) 一般的に海ワシは同種の個体が警戒声を出すと、どういう態度をとるのか。顔を上げて警戒する、逃げる、寄ってくる？

中川) 何とも言えない。

由井) カラス (の声) は、まわりつかれるから忌避するのでは。カラスの声なら必ず首を上げるのではないかと思うのだけれど、どうか。

中川) 非常に興味のある実験になると思う。今までそういうことをやっていないので。

由井) カラスの声は市販で農作物の被害防止用にある。

中川) ただし、カラスの声だと、死体やいろんな餌があるとカラスが騒ぐので、ワシ類が集まってくるかもしれない。カラスの声は寄せる危険性もあるかも知れない。

由井) 寄せる可能性か、カラスがいて面倒だなと思って避けるかのどちらか。

中川) いろいろ試してみるのがいい。意外とおもしろいデータがとれるかも知れない(4)。

●餌資源の検証

特になし

●衝突感知センサの開発・検証

齊藤) ブレードの当たり方に差が大きい。せたなの (衝突音が聞こえた) 例だとオオワシは当たり方がすさまじくて上半身、下半身が真っ二つだった。昆布盛の 2 例目は 4 分割になっていた。ブレードが体躯に当たっている場合は、かなりの衝撃や衝撃音がすると思う。ただ、翼だけ切れたり、また苫前の 1 例のように当たってなくて風圧で地面にたたきつけられて骨折というケースもある。必ずしも音が同じような傾向で得られるとは思えない。

音はいろいろ試してみればいいと思うが、もう 1 つ気になったのは、風車の上から大

³事務局より追記: 音の大きさは計測していない。警戒音とピストルは同じ個体に対しては実施していない。間隔は次のワシが来た時に次の再生を行なうので、ワシの飛行間隔となるので一定ではない。

⁴事務局より追記: ピストル、ワシ、カラスと 3 種類で行なうとサンプルサイズが小さくなるので、実施は困難と考えている。

きなものが落下してくるものを併せて捉えることができればよい。事故が生じた後、必ず落下という現象がある。感電事故でも同様。「当たって、落下する」というのは対だと思う。もちろん、地面に雪があれば落下音を観測することは難しいと思うが、何か複合的に観測できたほうがバードストライクを絞り込むのに役立つかなと思う。

事務局) サーマルカメラを風車の周りの地面に向けて設置しておけば、当たって落下した個体が即死であっても体温の状態がサーマルカメラで写るのか。

齊藤) 多分、非常にクリアに写ると思う。恐らく即死なので、雪が深く埋まってしまう限り。病気による衰弱死だと外気温と羽毛の外が同じ気温の状態になるのだが、衝突死の場合は、ほぼ体温がそのまま 40℃の状態だから、見つかるのではと思う。

事務局) であればサーマルカメラを風車の周りの地面に設置して、発熱している物体が写るかチェックするというやり方もある。

齊藤) 解剖の所見を見ると、打撃によるインパクトと墜落による鈍性打撃と 2 通り出てくる。必ず両方が対になっている。

事務局) 先ほど紹介したサーモグラフは動体検知プログラムがあるので、地面を連続で撮影しておけば、何らかの死骸が落ちた瞬間は検知できる可能性はある。

由井) 一般的に、小鳥の声を野外でセンサスするため、声を録音して、オシログラフで分析して立体視すると、鳥の種類がわかるシステムがある。つくばの森林総研で去年辞めた大谷英児氏が開発しているが、虫の声についても同様のシステムをやっている。衝突音というのはクラッシュ音で、ブレードが振動するのとは違う性質があると思う。何らかの方法で音を立体視(化)すれば、他と違うとわかるのでは。スライド 25 には当たったとき音が検知できた箇所が 2 箇所ある。これを拡大してもっと立体視(化)できるような処理をすれば。

●監視システムの開発・検証

由井) タカとカラスの区別が一応できてきた。カモメはどうか。

飯田) 今回の実証を含めて学習用の画像データセットがまた作れれば。あるいは、単純に色だけでも、(タカやカラスと比べ白色が顕著なので) 識別はわかると思っている。そんなに難しくないレベルで認識できる。

中川) 画像の例で、不明な鳥とか鳥以外のもので不明な物体などがあるが、覚えさせるということは重要なのか。人間の場合は、鳥類の種名が分からない場合でも、「少なくとも鳥ではないだろう」という判断はできるが、この解析は鳥以外のものも大量にデータを入れておかないと識別できないということか。

飯田) そういうわけではないが、逆に言うと、鳥以外のものだけを学習させたら、反対に鳥を見つけることができる。鳥以外のことだけ抽出が 100%できたとしたら、それで見つからなかったものは鳥だという結論を逆説的に作れるので、そういう意味ではなく

てもいいし、あったほうが確度は増すというレベル。

中川) 鳥以外のもののデータが増えれば増えるほど、むしろ鳥をそっちに誤認してしまう
ことが増える危険性はないか。

飯田) そこはあまりない。学習させている量にもよるが、不明だとか鳥ではないと認識さ
せると、識別器は鳥ではないという答えを返してくれるので、鳥であるという結論に
はならない。それが増えたとしても鳥でないという情報が増えるだけ。鳥ですという
学習をさせてあげると鳥であるという答えが出てくるので、そこは全く区別をして勉
強させるので大丈夫だ。学習させるときに、これは鳥かもしれないよと学ばせると危
険だが、鳥ではないという学習をさせるので大丈夫だと思う。

中川) それは種を識別するのと不明な鳥と分けるのも同じか。

飯田) そのときには、不明な鳥の部分を鳥として識別してはいけないと思っている。ただ
し、何か飛行物体である、という認識はさせておいたほうがよい。そういう意味で不
明な鳥の中でも鳥であるという分類も今度やろうと思っていて、今回ワシとカラスと
不明な鳥という形に分けて識別ができるようになることで、飛行物体とは違うけれど
も鳥だという学習項目を入れようと思っている。そうすると、鳥であることは一応認
識できるが、カラスなのかワシなのかはわからないというカテゴリーができる形にな
る。

由井) スライド 33 に誤検出例が出ているが、昆虫もある。昆虫は一般的に体が小さいが、
撮影システムはカメラから物体までの距離は出ないのか。

飯田) 今のところやっていない。人間の目のように差をつけて、視差から距離を算出でき
なくはないが、それ以外の要因が誤検出の過程で結構出てきてしまうところが形状の
認識上問題が出てくるので、そこは何とかしたい。昆虫は比較的簡単で近すぎてぼけ
る。ぼけの推定を最大限やってあげてもう少し細かくやっていけば、多分それは抜け
るだろうという予想は立つ。

由井) 今のカメラは撮るときにオートだと自分で焦点を合わせてくれる。このカメラ装置
一式の中には自動焦点撮影、自動的にそのときの距離とかはセットできないか。

飯田) やり方としては、撮影状態は固定にしておいて、画像解析上で深さを変化させるこ
とができる。画像技術の中でぼけた画像を復元させる技術があり、撮った画像がぼけ
ていても、焦点をソフトウェアでコントロールすることによって焦点が合うように調
整する技術がある。そういうものをうまく駆使すると、距離の認識もできるようにな
る可能性もある。ただし、そこまでいくとだいぶハードになってくる。

一番シンプルに考えているのは、ある程度の大きさである程度の距離で認識させれば
10m 単位ぐらいの大ざっぱな距離はわかるので、まずはそれでやってみて、数 m レベ
ルで必要であればそういうことをやってみることも。

中川) 大きさというのは、最初からわかっている鳥の大きさという意味か。

飯田) ワシは 1~2m ぐらい等の情報をデータベースに入れておけば、システムとしては

シンプルになる。

中川) 反対に距離がはっきりわかると、そのものの大きさがわかる。それは識別能力を高めるようになるか。

飯田) その通り。どっちのほうがいいか。距離がわかるようにするとカメラを複数置くことになるのでコストがかかる。さきほどの発言であったように距離でぼけて調整しようと思うと、今度は計算機のスペックが必要になる。事業化や実用化を考えたとき、いかに廉価でやっていくかということを考えると、ある程度鳥はこれくらいだという情報を与えれば、リアルタイムで計算できるので、そういうやり方でまずはやろうと考えている。

●衝突状況のモニタリング

浦) ある現場で同じようなカメラを見たが、夜露がカメラのレンズの前のカバーに付いていて、その状態だとよく撮れないと思った。

事務局) 我々のシステムは、カメラをドームで被せる形になっているので、雪が付きにくくなっている。

飯田) 今回利用しているカメラは丸くて露が集まるようになっている。監視システムのカメラは鳥小屋形式で雪がたまる可能性はあるが、それは週に3回行って雪払いをしてもらうという管理を行うことになっている。多少の露は、僕らは焦点調整のやり方で見えなくすることができるので、そこで調整できる。

由井) この赤外線カメラと動体検知システムは、当たる瞬間を知りたいということか。

事務局) 今回動体検知を試みたのは、海ワシ類が風車を避けていくような画像が撮れればと思ってやってみた。衝突した場合は死骸が見つかるので、それがトリガーとなって長時間録画した画像の中からこの辺りに映っているのかなという目安はつけやすいが、ぶつからずに避けていったという状況だと初めから画像をチェックしていかないと見つからないという課題がある。

由井) それは避ける行動を見るためということか。

事務局) そのとおり。3カ月映像を回しっ放しなので、厳密にチェックするなら、等倍で再現すると3カ月チェックにかかる。それを効率的に探すため、赤外線のサーモグラフと動体検知のプログラムを併用してテストしてみた。結果は先ほど説明したようにブレードが動いているとそれにも反応してしまい、それに伴う誤判定が多すぎるので冬場の実験は難しいかなという印象。

由井) スライド説明で夜間に不明なのが飛んでいたが、あれはコウモリか鳥かがわからないというところもある。

●衝突個体の医学的剖検による衝突状況解明

特になし

●手引きの更新等に資する最新の知見等の収集

中川) スライド 56、IWMC に関する報告の中で、コウモリの死因について衝突のほかに陰圧による内臓破裂が挙げられているが、ブレードが回る近くを通るとか、ブレードに近いところで起きるといった意味か。

事務局) 発表では、コウモリが風車に近寄っていった場合に陰圧によって内臓破裂が起こるようだと説明があった。

中川) ブレードの近くは、内臓破裂するほど陰圧になるのか。

浦) 肺がつぶれる、肺胞のバロトラウマという現象。日本でもコウモリは死んでいる例がある。ただ、解剖までしているかどうかわからないので、死因は直接ぶつかったのか内臓破裂したのかわからない。環境省アセス課の事後調査で扱っていないのか。

環境省) アセス課で風力の供用開始後の事後調査を平成 24 年度と 25 年度に実施していた。報告書を見たが、コウモリが風車の付近で死んでいるという例が幾つか記載されていた。

浦) スライド 56 の下から 2 番目のポツで、風車の回転速度によってコウモリの衝突リスクが指数関数的に高くなると記載されている。コウモリは無風では飛ばないが、一定の風速以上になっても飛ばなくなるはず。3~4m/s ぐらいになると飛び始めて、10m/s 行かないぐらいで活動しなくなるはずなので、指数関数的に高くなるわけではない。

由井) カットインスピードと自然界の風の速さとコウモリの活動を合わせて、当たる確率は曲線になるのか。それを模式化したほうがわかりやすいかもしれない。

浦) アメリカでは、コウモリのバットストライクは事後対策としてカットイン速度を少しずらしてあげているという話になっていたと思う。カットインスピード(風速)は速い側にしたほうがいい。

石原) 今のカットイン風速は、おおむね 2.5~4m/s ぐらい。

浦) コウモリが 3~4m/s ぐらいから 7~8m/s ぐらいのところでは活動する。バットストライクが起きてしまっているところの事後対策の考え方の 1 つといえる。

由井) バットストライクが事後調査で多いところは、特に渡りの時期の夜にそういう風が吹くときは注意しなさい、となる。

浦) そのように米国では提案されているはずだ。

齊藤) コウモリの死骸は見つけるのが相当大変だと思う。冬は雪原だが、その時期コウモリはいない。そうすると草丈の高いときにどういうふうにモニタリングしているのか。例えば夜に死んだ後、カモメ、カラスに食われる。何かいい方法はあるのか。

浦) 鳥と一緒に、鳥も小さい鳥ほど見つからないし、カラスとかキツネに持っていかれる。偶然であるが、アメリカでよく調査されているカリフォルニアは草丈が低い。

齊藤) スカベンジャーがいなければ、問題ないということもあるだろう。

浦) いや、スカベンジャーはいる。草丈がすごく低いので死骸は見つけやすいという状況

ではあるのだが、スカベンジャーがいるため小鳥の死骸を調査で見つけようと思うと 2~3 日に 1 回ぐらい回らないと見つからない。そこで下に赤外線カメラを置いて小鳥を何がどのぐらいの頻度で持っていかを確認する。調査自体は 2 週間に 1 回とか 1 カ月に 1 回だが、実際に見つけた数から持っていかれた数を計算式に入れてやる。

齊藤) 苦前でモニタリングしようとしたら、全部刈るとか。

由井) 実験研究でコウモリがどれだけ当たっているかを詳しく見たいというのであれば、バットドッグといってコウモリの死骸を専門に集める犬を訓練させたのがいると文献に書いてある。

浦) 日本の場合は草丈があるので、なかなか事後調査をやるのも事実としては大変だ。

中川) 鳥の死体を探すのに犬を使うというのも 1 つのアイデア。それを教えて、見つけたらすぐ人が行くというシステムは作れそうな気がする。

由井) 犬は夜も活動する。犬は夜に目が見えるか。

浦) 犬はもともと夜行性。

中川) 犬が歩き回っていると、キツネとかに鳥の死体が持っていかれないで確保できるという効果があるかもしれない。

齊藤) 手引きの中でコウモリ類に対して留意することという一文を入れたとしても、今の段階だと不可能に近い。

環境省) コウモリに関しては前回と同じで、こういう状況があるとか、あるいは資料的に書くぐらいしかできない。

齊藤) しかし、コウモリは希少種が多い。

環境省) 調査も実際にどれぐらいできるかとか、どれぐらいの精度をもって意味のある調査になるのかというのはすごく難しい。コウモリの研究者の方も難しいと言っている。

由井) 外国製アナバット (AnaBat) という赤外線センサ付きの、10~20m ぐらいしか撮れないけれど、ポールの高さ別にそれをセットして各空間をどのぐらい飛んでいるかというのは、十三湖アセス (仮称 津軽十三湖風力発電事業に係る環境影響評価) で報告書が出ていると思う。同時にバットディテクターもやって、ある程度の種類も判別することはやっている。

僕らが岩手の近くでやっているのは、強力サーチライトで、1 分間に 10~20 秒パッパッと点滅させると、鳥もコウモリもその瞬間通るものは、サーチライトに映る。100m 程度、丁度ブレードの高さぐらい。それをうまく空間飛行密度に直せば、衝突確率も推定できる。原始的だが、はっきり見えるという意味では使える。コウモリも鳥も種の特定は難しいが、コウモリはバットディテクターでどういう種類が多いかある程度押さえておいて、それで案分して衝突確率に持っていく。そういうことをする必要はある。

いずれにせよ夜間のことなので、どんな方法でやっても本当の正解はなかなかできないと思うが、工夫はしなければならない。手引きには、このような方法もあると引用

しておいてもいいと思う。

環境省) 対策も相当難しい。

由井) もちろんそうだ。それは外国とか8月3日のシンポで言われていることをおさらいして、簡単にまとめて付けておくぐらいしかない。要するに課題が残っているとしておき、次のフレーズにコウモリも含めてまたどこかがやるということだ。

●「海ワシ類の風力発電施設バードストライク防止策の検討・実施手引き」(素案)

由井) 衝突数が多い既存の風力発電施設をリプレースする際、バードストライクが発生しないところに風車を移動させるといった内容を入れたほうがいいのでは。ほかにも、様々な課題がある可能性があるから、まとめて最後の課題か注意点の項に入れてもいいかもしれない。

事務局) 第4章の今後の課題に書かれている内容が、タイトルにある「海ワシ類」に関するものではなくて、いわゆる鳥類全般に関する話になっているという印象。コウモリも入っている。そうであるならば第4章の今後の課題のところに、「海ワシ類の手引きではあるけれども」というような記述を入れないとつながらないのではないかと。由井座長が前から指摘されている、ブレードや風車に塗装・彩色した場合、景観条例上問題になる場合があるということは課題として残るとする気もする。

齊藤) 今後の課題となるが、現状の死骸把握のところ——要は釧路野生生物保護センターに搬入されるものが任意であるとか、モニタリングがそれぞれで実施されており死亡の状況が推定できないようなものとか——いろんな問題がある。その辺のところを一律化してモニタリングをするなり、義務までは行かないけれども情報収集するようなシステム構築は必要なのではないかと思う。

中川) 目次で第2章だけ小項目が記載されていない。ほかのところは全部、章の次に1、2、3という小項目が記載されている。第2章の小項目、「2. 海ワシ類のバードストライク発生メカニズム」がひとくくりになっているが、1つにくくるには内容が多い気がする。結構わかってきた、あるいは推定されるというところもあるけれども、もう少しわかりやすくしたほうがいい。

由井) 風力発電施設立地適正化のための手引きにはリッジ(断崖)の吹き上げで当たりやすいとか、地形的要因が一般鳥類のところにも書いてあったが、オジロワシについてはどこかに書かれていたか。植生条件、メッシュ別の情報と飛翔頻度の関係は、最初のバードストライクの手引きでも解析法を書いているけれど、オジロワシで植生条件も併せて書いてあったか。どこかで植生条件や標高とかを含めた解析をやったのでは?

事務局) 東京都市大学の北村先生は、そのような解析を実施している。

由井) バードストライク発生のメカニズムが地形条件、餌条件、風、植生のような環境条件と、行動パターンでのメカニズム、モーションスミアやそもそも高いところを飛ぶと

か、そういう考え方で分けられるかもしれない。

中川) 第3章の防止策の考え方は、「バードストライクの発生メカニズムとしてこのようなことが挙げられるからそれを避けるためにはこうすべきだ」というものだと思うので、やはりメカニズムはもう少し書いたほうがいい。

由井) 第2章で節分けしたのにリンクする形で3章の各パーツが入ってくるという形が望ましい。もし、両者がうまくつながればそのように修正すればいいし、上手くつながらないものもあると思う。

由井) ページ23の一番上に、メッシュ解析をして衝突回数が少ないと思われるところに風車の設置地を移すと書いてあるが、衝突リスクが高いメッシュのすぐ隣接メッシュについては要注意だ。推定値は低いかもしれないが、仮にゼロであったとしても隣の非常に高いメッシュと同じような環境条件であれば本来海ワシ類は飛ぶはずで、確率的に単に飛んでいないだけかもしれない。そのあたりは要注意ということをうまく書いてほしい。

それからメッシュ解析するとき、メッシュを地図上でどう切るかというのは、風力発電施設の立地適正化のための手引きでは自由だが、ある程度客観化しないといけないと思う。風車基地に一番近い緯度、経度、例えばここは東経139°北緯41°が一番近ければその隅を基点にして250mメッシュで切っていく。客観的にやらないと、場合によると操作されてしまう。そういう作業基準がこれまでの手引きには抜けていたので、客観化するような手法でメッシュを切るというのは必要だ。

風車がメッシュの中央に位置するというのは難しい。であれば両方のメッシュの衝突確率の平均値を用いなさいということになる。実用的に中央に来ることはまずありえないので、メッシュを切る客観的な方法としては、最初に申し上げた方法しかないだろう。

それからメッシュに関係なく風車の周りだけ、風車を中央に置いてそこに南北方向だけそろえて250mメッシュを設置するやり方もある。この場合、隣接メッシュが本当にゼロか、観察数が少なくて、あるいはたまたまゼロであるかはわかりにくいので、いずれにしても客観的に切ったメッシュで高いところの隣接地は要注意というのを基本にしないと、いろいろ操作が出てくる可能性はある。

関連して、現在執筆中の論文について。これまでの衝突確率モデルは、ほとんどが直線で飛ぶということを仮定にしていたが、実際は曲線(旋回)で飛んでいる場合が多い。旋回で飛べば衝突確率は高くなる。計算すると大体2倍近く当たる。2015年9月に発表したモデルにかなり近い数値になりそうなので事業者が心配することはないと思うが、真実は真実。執筆中の論文が3月に出るかどうかはわからないので、発刊までに間に合っていれば注意事項に追加してもらえればと思う。

浦) ノルウェーなど海外でもオジロワシのバードストライクは起きていて、特に成鳥がノルウェーでは死んでいる。海外の事例も資料編に載せて、海外ではどう対策している

かという記述があってもいいのかと思う。

それと環境省は、環境影響評価において累積的影響評価をしない、という意見を出すときがあると思うが、それをどういうふうにしたらいいのかという指針は特にないと思うので、海外の事例で累積評価の考え方をどこかに載せてもいいのではないかと思う。

由井) 当たる確率が 0.05 の風車基地が、20 カ所できた場合、全部合わせるとどういう計算で、その地域全体のオジロワシの衝突確率が出せるかというのは、多分ベイズ統計で処理できる。森林総研の山浦氏はベイズ統計が得意なので、3 月までに計算ができるなら別途依頼して、考え方だけでもまとめれば、今回の答えにしてはどうか。文献として何かあれば、参考情報として資料編に追加してもいい。うまく入るか入らないかは、環境省で判断してもらおう。

環境省) 現時点では、事業者の皆さんにうまく対策をしっかりやってもらうというところを主眼に置いているので、その文脈の中で、どう扱っていくべきか考えたい。

中川) 目的にあるこの海ワシ手引きの位置づけについて。これまでの風力発電施設の立地適正化のための手引きに加えるというかセットになるという理解でよいか。つまり、海ワシの手引きは、風力発電施設の立地適正化のための手引きにある環境影響評価の実施のポイント、保全措置等の設置にあたって参考とすべき事項について書いている、ということでよいか。それを補強するというか補足するというか追加になるという意味で捉えていいよいか。であれば、その位置づけをもうちょっと明確に書いたほうがいい。事業者に前の手引きとあわせて同じ目的で使ってください、という意味なので(5)。

石原) 事業者としては、「猛禽類保護の進め方」と「立地適正化の手引き」に今回の海ワシに特化した手引きが加わるということになるので、この 3 点の位置づけを明確にしてもらえと、中川先生の話にもつながると思う(6)。

由井) 今回は海ワシにある程度特化しているが、オジロワシとオオワシの現在の立ち位置、世界に何羽いてどのぐらい危ないとか、それは特に新しいデータで書かないでいいか。私が知っているのは、オジロワシは世界に 7000 羽ぐらい、オオワシは極東にしかいなくて 2000~3000 羽しかいない。ノルウェーかどこかでやはり風力基地でオジロワシが減っているとか、そういう情報がある。そういうのが必要かどうか判断してほしいと思う。

それから、ページ 24 にブレードの彩色の絵も載っているが、彩色は標識灯と併せて航

5 事務局より追記：「鳥類等に関する風力発電施設立地適正化のための手引きについて」（環境省 平成 23 年 1 月、平成 27 年 9 月修正版。 http://www.env.go.jp/nature/yasei/sg_windplant/guide/post_91.html

6 事務局より追記：「猛禽類保護の進め方(改訂版)― 特にイヌワシ、クマタカ、オオタカについて ―」（環境省 平成 24 年 12 月 <https://www.env.go.jp/press/files/jp/22992.pdf>

空標識法上の義務事項でもあり、一部にはその義務を果たすために実施している場合がある。その辺の関係がないので整理して書いてほしい。

●その他

環境省) これまでご意見いただいた、風力発電施設の立地適正化のための手引きに掲載している衝突回数の推計等の改訂版については、9月28日にホームページに掲載したの
で報告させていただく。

事務局) 海ワシの手引き(素案)については、意見があれば、11月27日(金)までに事務局)のほうへメールで送付。

事務局) 以上で第5回検討会を終了する。

以上

資料1

平成27年度調査の進捗 及び冬季調査計画について

調査の内容

1. バードストライク防止策案の検証
 - ① 視認性(色)や可聴性(音)の検証
 - ② 餌資源の検証
 - ③ 衝突感知センサの開発・検証
 - ④ 監視システムの開発・検証 (東京大学先端科学技術
研究センター 飯田誠 特任准教授)
2. 衝突状況のモニタリング
3. 衝突個体の医学的剖検による衝突状況解明
4. 手引きの更新等に資する最新の知見等の収集
5. 海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定
ならびに検討会の設置、運営

検討会スケジュール

年度	検討会内容等
平成25年度 12月 越冬期12月～3月 早春(3月)	検討会(第1回) 現地調査等を実施 報告書(案)～個別対応
平成26年度 5月 7～8月 11月 越冬期12月～3月 早春(3月)	検討会(第2回、前年度の成果報告) ブレード彩色、感知センサー装着(苫前町) 検討会(第3回、今年度の調査計画) 現地調査等を実施 報告書(案)～個別対応
平成27年度 5月 11月 越冬期12月～3月 早春(3月)	検討会(第4回、平成26年度調査結果報告・バードストライク防止策 骨子案検討) 検討会(第5回、今冬の調査計画・バードストライク防止策案検討) 現地調査等を実施 検討会(第6回、現地調査結果を踏まえた最終報告・バードストライク 防止策とりまとめ)

平成27年度調査の進捗 及び冬季調査計画

1. バードストライク防止策案の検証
 - ① 視認性(色)や可聴性(音)の検証
 - ② 餌資源の検証
 - ③ 衝突感知センサの開発・検証
 - ④ 監視システムの開発・検証 (東京大学先端科学技術
研究センター 飯田誠 特任准教授)
2. 衝突状況のモニタリング
3. 衝突個体の医学的剖検による衝突状況解明
4. 手引きの更新等に資する最新の知見等の収集
5. 海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定
ならびに検討会の設置、運営

視認性の検証調査 (ブレード彩色・目玉模様の彩色)

項目	平成25年度	平成26年度	平成27年度
ブレードの 彩色	苫前事前調査 (海ワシの飛翔状況)	苫前1号機を彩色 ↓ 検証調査2回 (海ワシの飛翔状況)	苫前1号機を彩色 ↓ 検証調査3回 (海ワシの飛翔状況)
目玉模様 の彩色	せたな事前調査 (海ワシの飛翔状況)	せたなの風力発電 施設1基を彩色 ↓ 検証調査2回 (海ワシの飛翔状況)	苫前2号機を彩色 ↓ 検証調査3回 (海ワシの飛翔状況)

※目玉模様の彩色については、調査箇所をせたなから苫前に変更
(理由)
・せたなは海ワシ類の観測事例数が少なく、平成26年度調査時には(発電機不具合により)2～3月(かけ)風
車が停止しており、調査時に確実に回転している風車での調査が必要であるため。
※上記変更により、せたなの目玉模様の彩色は、平成27年度夏期に撤去。
※また、苫前1号機のブレード彩色と、苫前2号機の目玉模様彩色は事業終了後に撤去。
(年度末は悪天が多く、撤去作業は次年度融雪期にずれ込む可能性が大きい。)

せたな・目玉模様彩色の撤去



・フィルム残りを防ぐため、気温の高い8月上旬に実施した。
・さらに加熱器具で温めながら実施したところ、後残りせず、
下地を痛めることなく剥離できた。
・その後、念のため彩色(上塗り・下塗り)も実施した。

苫前・目玉模様の彩色

2015年7月18日実施



形・配列 → 直径1mの目玉模様、6個×2列
 ※由井先生のアドバイスを参考
 シート素材 → コントロールタック
 プラスコンプライフィルム 180C-12
 彩色場所 → 地上から4-5m
 [理由]
 ・目玉の間隔をあけることで、より目玉らしく見えるようにした。

苫前・目玉模様の彩色



・高所作業車を使わなくてもゴンドラによる作業でも、彩色が可能であることを確認した。
 →ゴンドラを設置できる風車であれば高いタワーの上部にも彩色が可能。

ブレード・目玉模様の彩色効果に関する調査計画

※海ワシ類の飛翔から、風車に対する最接近距離を観測して、ブレード彩色(風車1号機)、目玉模様彩色(風車2号機)の効果を検証

※観測位置は、これまでと同じ、苫前町風車3基の近傍



- ※ 第1回目
:2016年1月6～10日
- ※ 第2回目
:2016年1月25～29日
- ※ 第3回目
:2016年2月8～12日

ブレード・目玉模様の彩色効果に関する調査計画

○海ワシ類の風車に対する最接近距離を

- ・レーザー距離計
 - ・セオドライト測距儀
- により計測

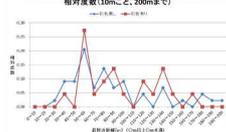
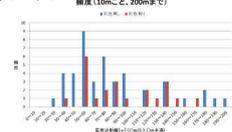


○過年度に収集したデータと併せて、彩色なし、ありの場合の最接近距離の変化等を分析

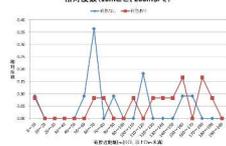
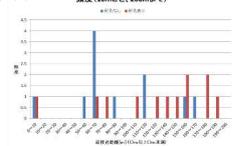
ブレード・目玉模様の彩色効果に関する調査計画

ブレード彩色のあり・なしによる最接近距離(セオドライト)の変化を頻度と相対度数を分析した例

オジロワシ



オオワシ



平成27年度調査の進捗および冬季調査計画

- 1.バードストライク防止策案の検証
 - ①視認性(色)や可聴性(音)の検証
 - ②餌資源の検証
 - ③衝突感知センサの開発・検証
 - ④監視システムの開発・検証(東京大学先端科学技術研究センター 飯田誠 特任准教授)
- 2.衝突状況のモニタリング
- 3.衝突個体の医学的剖検による衝突状況解明
- 4.手引きの更新等に資する最新の知見等の収集
- 5.海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定
ならびに検討会の設置、運営

可聴性(音)の検証

(前回検討会での意見)

- * 忌避的な反応が現れる音をあらかじめ特定した方が良い
- * ピストル音により海ワシ類を誘引してしまう懸念がある(特にオオワシは、ライフルの音がするとそこに撃たれたシカがいると考えて寄ってくる場合がある。)

(意見の検討)

- * 警戒音は、風車の存在を認識させてバードストライクの発生を回避する効果があると考えられるが(※)、忌避までは期待できないと考えられる。
※海外での事例も含めて警戒音により忌避させるのは難しいと考えられる。
※オオタカで忌避音があるか実験した例(百瀬ほか2005)も確認したが、個体差が大きく、忌避音は特定できなかった。
- * ただし、より認識しやすい音があれば、検証すべき。
- * 平成26年度調査では、スターターピストルの音により行動や視線に変化が変化し、音に気付く様子が観察できており、誘引も見られなかった。

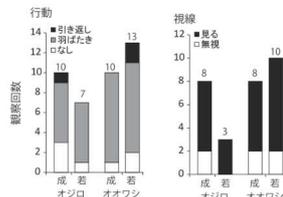
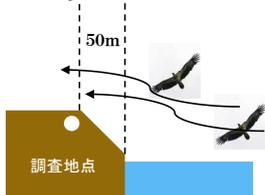
可聴性(音)の検証

(対応)

効果の確認できたスターターピストル音の他、より気づきやすいと考えられる音として、ワシの警戒音の再生で実験を行ない、効果を検証

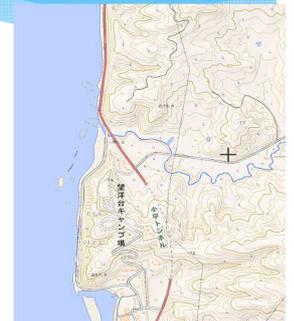
可聴性(音)の検証

- * 昨年と同様に根室で調査を予定
- * 効果のあったピストルとワシの警戒音を交互に再生することで、どちらの音が効果的かを検証
- * ワシが50m程度の位置まで近づいた時に音を鳴らす



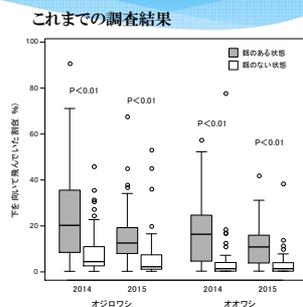
餌資源の調査

- * 日本海側の調査地として、留萌の北側の小平付近での実施を計画
- * 根室ほどは多くないが海岸線を飛行するワシが記録できる
- * 2016年1月と2月の調査を予定



餌資源の調査

- * 調査方法は食物あり3日、なし3日の状況でのワシの飛行をビデオ録画し、視線方向や他個体との干渉を解析



平成27年度の調査進捗および冬季調査計画

- バードストライク防止策案の検証
 - ①視認性(色)や可聴性(音)の検証
 - ②餌資源の検証
 - ③衝突感知センサの開発・検証
 - ④監視システムの開発・検証(東京大学先端科学技術研究センター 飯田誠 特任准教授)
- 衝突状況のモニタリング
- 衝突個体の医学的剖検による衝突状況解明
- 手引きの更新等に資する最新の知見等の収集
- 海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定ならびに検討会の設置、運営

衝突感知センサの開発・検証調査の計画(苫前)

19

衝突感知センサ

- リアルタイムで成分加速度x, y, zを取得(1秒ごとに更新)
- AL(アラームレベル)の設定
- 寒冷地対応の電池設計

- サーフェスマイクロホンによる観測
- 衝突時のブレード伝達音を観測



調査計画

- | | |
|--------|-----------|
| 5~7月 | 机上検討・模擬実験 |
| 8月 | 再度設置・模擬実験 |
| 10月~3月 | 観測 |

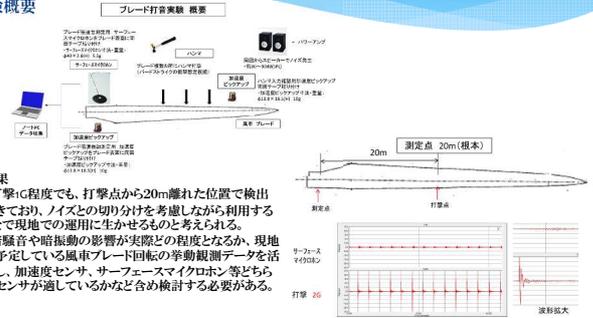
※模擬実験で衝突を確実に感知できることを確認してから、観測を開始することとした。

苫前での「装着」試験①

20

2015年6月模擬実験実施

概要: 苫前装着前に、横浜にある地上に置かれたブレードにて打撃実験
実験概要



苫前での「装着」試験②

21

2015年7月~8月挙動観測実施

概要: 苫前町風車にセンサを装着して、回転する風車装着時のデータ観測

- 振動センサ(X,Y,Z方向) 設置
- サーフェスマイクロホン 設置



結果

- 振動センサ
ブレード回転による目立った信号検出は見られず、X,Y,Z方向に差異はなかった。
※設置時にブレードを手でたいた際には信号検出を確認済み。
- サーフェスマイクロホン
風雑音や機械的な音、遠くの車の音が聞こえるなど、音信号の検出可能。
【今秋~今年にかけての本番に向けて】
- 振動センサ
風雑音の影響を受けにくいことから振動センサを併用する計画。X,Y,Z方向に差異が見られないことから、Z方向の利用のみで検討進めたい。X,Yがないことで消費電力軽減にも寄与。
- サーフェスマイクロホン
フィルタの活用方法など、本番に向けての検出アルゴリズムを検討していく。

苫前での「装着」試験②

22

2015年7月~8月挙動観測実施

(苫前町風車にセンサを装着して、回転する風車装着時のデータ観測)



苫前での「打音」試験

23

2015年10月模擬実験実施

概要:
センサ装着、回転する風車に向けピッチングマシンにてソフトボールを衝突させる
・センサ、レコーダ装着(ブレード1枚分のみ)



苫前での「打音」試験

24



苫前での「打音」試験

2015年10月模擬実験実施

概要:

センサ装着、回転する風車に向けピッチングマシンにてソフトボールを衝突させる

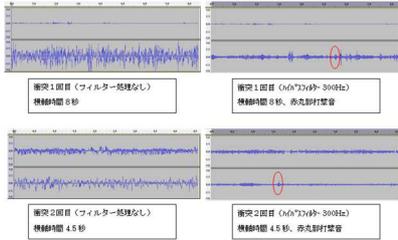
結果

・3回当たったデータのうち、最初の2回分は録音データを耳で聞いて確認することができたが3回目は確認することができなかった。

・時間波形データ

フィルター処理前とフィルター処理後を右に示す。
(各波形グラフの上段は振動Z方向、下段はマイクロホン)

・音を耳で聞けば確認することができるが、風雑音(暗騒音110dB~120dB、風速常時約10m/s前後)が大きく単純に波形の大きさだけでは打撃部分を判別することはできない。単純にハイパスフィルタ3000Hzを掛けてみたところ風雑音による大きな波形は除去できるが、衝突波形とそれ以外の波形の切り分けに検討を要する。振動データはこれから詳細確認予定。



監視システムの開発・検証調査の計画

東京大学 先端科学技術研究センター附属
産学連携新エネルギー研究施設
飯田 誠 特任准教授

提案: 風力発電所向けの画像認識による野鳥監視システム

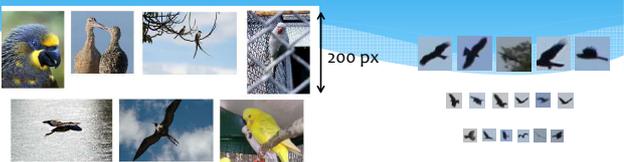


鳥の検出・追跡、種の判定によって

- ・ 希少種の接近に対して警報
- ・ 鳥類の生息状況を把握、建設・運用計画に役立てる。

利点: システムが安価、画像により野鳥の情報を豊富に取得

技術的課題: 低解像度での物体認識



野外での広域監視では

- * 検出対象の解像度は低い
- * 照明条件による色・テクスチャの喪失
- 認識はより困難・これまで十分に取組みされていない課題

技術的課題: 詳細画像分類

	タカ類	カラス類
通常のWeb画像	250 px 188 px	400 px 300 px
本研究で扱う画像	158 px 72 px 16 px 37 px 34 px	102 px 68 px 20 px 50 px 45 px

* 識別すべきクラス間での視覚的類似性が大きい

* 低解像度での詳細画像分類はさらに困難

野鳥監視という課題に対して、より適した認識手法が必要

今までの成果1:野鳥画像データセット

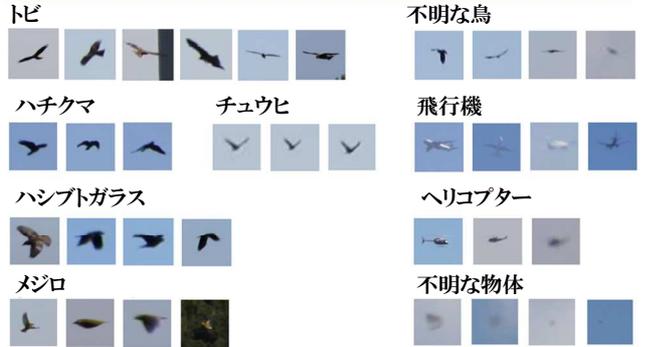
連続画像 5K, 0.5 fps

画像例:



- * 風力発電所にて撮影装置を運用、実用的な環境での画像を収集・アノテーション
 - * システムの学習・評価に利用可能
- 吉橋, 川上, 飯田, 苗村, "野鳥の生態調査のための画像データセットの構築," SSII 2014
Webで公開中: <http://bird.nae-lab.org/dataset.html>

画像例



誤検出例



- * 風車, 木の一部分が動いた際に誤認識される例あり
- * 鳥以外の飛行物体(昆虫・飛行機)

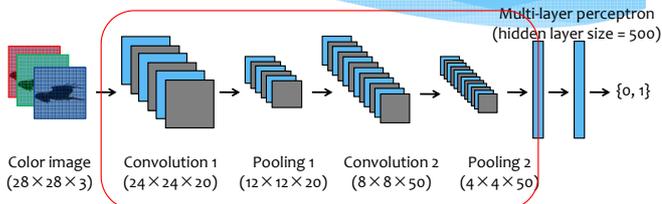
今までの成果3:鳥の種類の分類



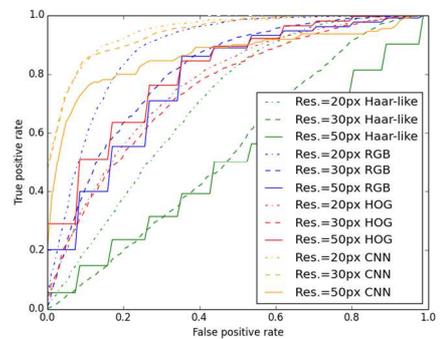
- * 希少種の検出に向けた第一歩としてタカ類とカラス類の二クラスの分類:
 - 評価に十分な画像数
 - 希少種はタカ類に含まれるため、実用的
- * 学習データ数: タカ類 800枚 / カラス類 150枚
- * 解像度の分類への影響を調査: 画像をグループ分け

分類手法

畳み込みニューラルネットワーク (CNN, 画像認識で用いられる Deep learningの手法) を利用

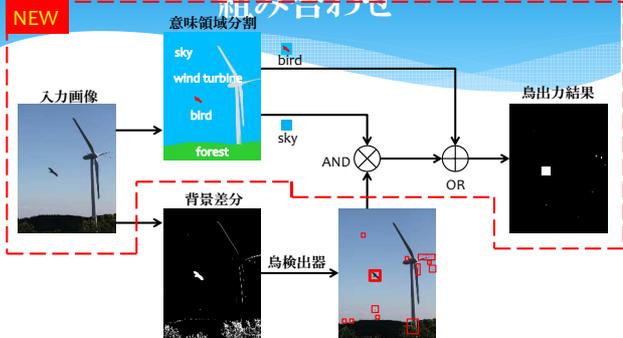


- * 比較的小規模なアーキテクチャ (LeCunら 1989, 手書き文字認識)
- * 近年発見されたヒューリスティクス (ReLU, Dropout) も導入



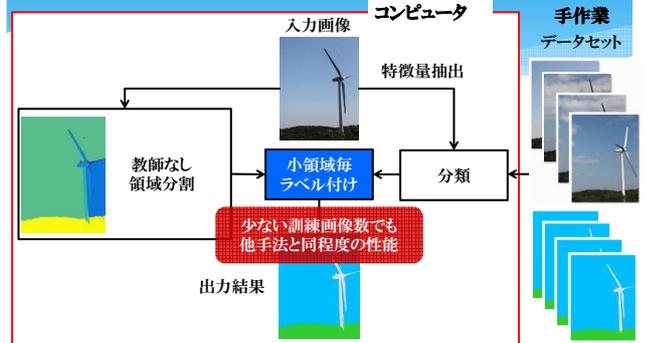
- * CNNにより、全ての解像度でもっともよい分類精度を得た。
- * 種の分類は鳥検出と比べ、困難な課題

提案手法:意味領域分割と検出器の組み合わせ



生態調査に向けた領域分割と検出器の組み合わせによる鳥画像検出

SuperParsing(J. Tighe et al., IJCV, 2012)



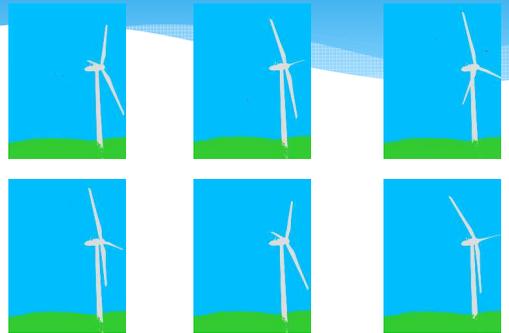
生態調査に向けた領域分割と検出器の組み合わせによる鳥画像検出

ラベル付け



生態調査に向けた領域分割と検出器の組み合わせによる鳥画像検出

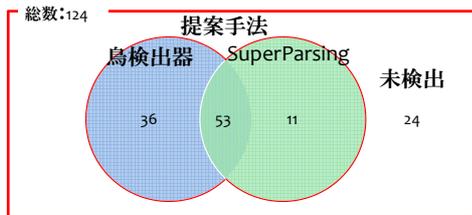
ラベル付け



生態調査に向けた領域分割と検出器の組み合わせによる鳥画像検出

鳥の検出数

	真値	鳥検出器	SuperParsing	提案手法
正検出数	124	89	64	100
誤検出数	0	1377	2	51



生態調査に向けた領域分割と検出器の組み合わせによる鳥画像検出

代表的な鳥検出結果



風車のウイングでの誤検出の除去

生態調査に向けた領域分割と検出器の組み合わせによる鳥画像検出

H27年度計測と実証評価

43

◆計測予定

2015年11月10日~27日：予備計測期間

2015年12月1日~2月12日：本計測期間

※本計測期間では、週3日の計測を予定。目視観測時は計測を追加

◆計測候補地点



面角を考慮するとワシの飛行ルートから200m離すのが良いと思われる

◆装置概要



SONY 4Kカメラを使用



ヒータを入れ
冬場の観測に対応

平成27年度の調査進捗 および冬季調査計画

44

1. バードストライク防止策案の検証

①視認性(色)や可聴性(音)の検証

②餌資源の検証

③衝突感知センサの開発・検証

④監視システムの開発・検証 (東京大学先端科学技術
研究センター 飯田誠 特任准教授)

2. 衝突状況のモニタリング

3. 衝突個体の医学的剖検による衝突状況解明

4. 手引きの更新等に資する最新の知見等の収集

5. 海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定
ならびに検討会の設置、運営

衝突状況のモニタリング計画(苫前)

45



- ・観測仕様は、昨冬と同様
- ・ビデオ1台を1号機、1台を2号機
- ・視程計を設置
- ・11月~1月末(あるいはセオドライト
が終わる2月上旬まで)を想定
- ・回避している(あるいは「すり抜けた」)
映像が欲しい~鳥学会



衝突状況のモニタリング計画(苫前)

赤外線カメラと動体検知による 効率化の試み(1)

46

* 背景

・これまで光学カメラで連続撮影してきたが、データ量が膨大。

* 目的

・動体検知機能付きのカメラによって、鳥類の画像を効率的に抽出できるかどうかを検討。

・さらに、赤外線(サーマル)カメラにより、誤検知の減少を期待。

赤外線カメラと動体検知による 効率化の試み(2)

47

2015年8月11日~20日実施



カメラ:MOBOTIXサーマルカメラ
M15D-Thermal L43(MOBOTIXより借用)
設置位置:3号機を対象に2~3号機間の柵外
記録:NAS(2号機内に設置)

赤外線カメラと動体検知による 効率化の試み(3)

48

カメラ外観

サーマル カラー

2号機内部設置状況

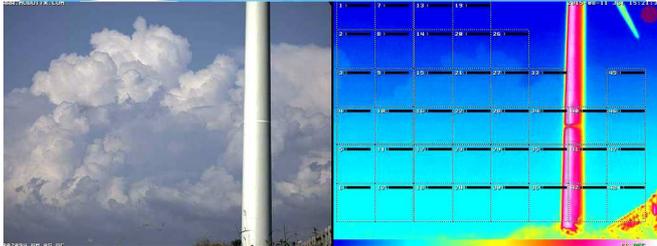
パソコン NAS

録画設定画面

カラー サーマル

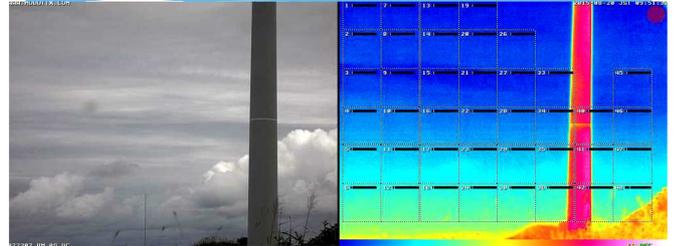
- ・カメラはサーマルとカラーを同時に録画可能。
- ・動体検知機能があり、画面上の指定したエリアに動体を検知すると、画像にフラグ付けが可能。
- ・サーマル画面のブレード域(想定)を避けて、動体検知を設定した。

赤外線カメラと動体検知による 効率化の試み:ケース①



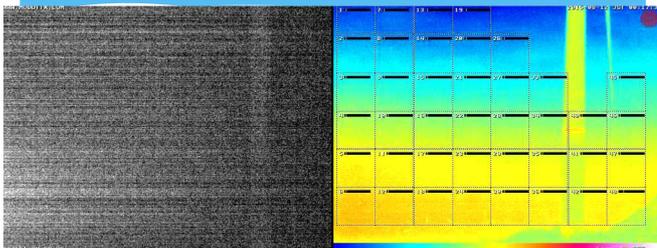
- 平成27年8月11日15時21分
- 画面左から飛翔する鳥を検知
 - 時間経過とともに動体として検知できなくなった。

赤外線カメラと動体検知による 効率化の試み:ケース②



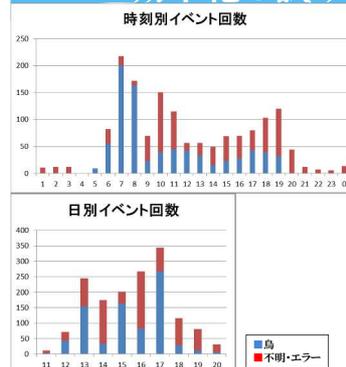
- 平成27年8月20日9時51分
- 回転するブレードを検知
 - 画面左から飛翔するオジロワシを検知

赤外線カメラと動体検知による 効率化の試み:ケース③



- 平成27年8月12日00時17分
- カラーでは物体の判別が不可能
 - サーマルはカラーより判別可能だが、昼間ほど鮮明ではない
 - 動体は検知したが、動体が何かは不明

衝突状況のモニタリング計画(苦前) 赤外線カメラと動体検知による 効率化の試み:まとめ(1)



- イベント回数
記録された総イベント回数... 1540回
鳥と確認したイベント回数... 791回
- 鳥と確認したイベントの多い時刻
7時... 200回
8時... 163回
- 鳥と確認したイベントの多い日
17日... 267回
15日... 162回

衝突状況のモニタリング計画(苦前) 赤外線カメラと動体検知による 効率化の試み:まとめ(2)

- * 動体検知により、約9日間の連続データから鳥が飛翔する画像を効率的に抽出できた。
- * 誤検出も多かったため、動体検知エリアを適切に設定することが必要。
- * サーマルカメラの導入により、夜間も画像は記録できたが、検出した動体が何かは分からなかった。
- * サーマルカメラにより、誤検出の減少を期待したが、ブレードの熱も検出された。また、検出精度は鳥との距離に依存する。→より高精度のサーマルカメラが必要。

平成27年度調査の進捗 および冬季調査計画

- 1.バードストライク防止策案の検証
 - ①視認性(色)や可聴性(音)の検証
 - ②餌資源の検証
 - ③衝突感知センサの開発・検証
 - ④監視システムの開発・検証 (東京大学先端科学技術研究センター 飯田誠 特任准教授)
- 2.衝突状況のモニタリング
- 3.衝突個体の医学的剖検による衝突状況解明
- 4.手引きの更新等に資する最新の知見等の収集
- 5.海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定ならびに検討会の設置、運営

平成27年度調査の進捗 および冬季調査計画

1. バードストライク防止策の検証
 - ① 視認性(色)や可聴性(音)の検証
 - ② 餌資源の検証
 - ③ 衝突感知センサの開発・検証
 - ④ 監視システムの開発・検証 (東京大学先端科学技術
研究センター 飯田誠 特任准教授)
2. 衝突状況のモニタリング
3. 衝突個体の医学的剖検による衝突状況説明
4. 手引きの更新等に資する最新の知見等の収集
5. 海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定
ならびに検討会の設置、運営

① 第5回国際野生動物管理学会議 (IWMC 2015) コウモリ類と風力発電及び環境影響評価に関する勉強会 (東京)

- * 日時: 2015年7月30日(木)
- * 講演者: 福井 大先生、河合 久仁子先生、Christian Voigt 博士、Cris Hein 博士

- (発表内容の抜粋: バードストライクに関する知見)
- ・海外では夏の終わり～秋によくバードストライクが報告されている。
 - ・風力発電におけるコウモリの死因は、衝突による打撲や骨折と、陰圧による内臓破裂が多い。
 - ・骨折したコウモリは風車の近くで、内臓破裂のコウモリは離れた所で発見される傾向がある。
 - ・海外では死亡個体の70%が渡りで、それ以外がねぐらと採餌場を行き来している個体と考えられる。
 - ・風が強いとコウモリが活動しないという負の相関関係がある。
 - ・コウモリ類は風速4m/s以上に活動しやすい。一方、大きなタービンほどカットインスピードは小さくなる。従って、風車のタービンが大きいほど(カットイン風速が低いほど)、コウモリが飛びやすい風速で風車が回転することになり、衝突のリスクが指数関数的に高くなる。カットインスピードが5m/sでは2~4bat/area、8m/sでは1bat/areaの衝突が発生すると思われる。
 - ・ねぐらを洞窟にもつ種より、木にねぐらをもつ種のほうが衝突が多いことから、風車を木と勘違している可能性もある。

② 第5回国際野生動物管理学会議 (IWMC 2015) コウモリ類と風力発電及び環境影響評価に関する勉強会 (東京)

- (発表内容の抜粋: コウモリの調査手法、保全措置について)
- ・コウモリの調査の手法: バードデテクター、レーダー、かすみ網、ねぐらの探索がある。
 - ・建設前調査: 2km以内のねぐらの状況や1km以内の活動状況を調べる。一年(季節)をとらえて、調査を実施。秋のコウモリの渡り時期は集中して実施する。
 - ・建設後調査: 死骸調査や、音・サーマル・レーダーで行う。死骸調査では一人ひとりの探索能力を考慮する必要がある。
 - ・ねぐらから餌場を移動するときは林縁を通る傾向があるコウモリがいるので、風車の建設は林縁を避ける。
 - ・カットインスピードよりも低い時は風車が回転しないように(フェザーリング)することで死亡数は36%減少した。
 - ・カットインスピードを上げることも有効であり、3.5m/sを6m/sにあげると50%死亡数が減少する。
 - ・風速が低い地域では、超音波によって風車を忌避させる手法がある。

コウモリ類と風力発電及び環境影響 評価に関する勉強会 (東京)

- * 日時: 2015年8月3日(月)
- * 講演者: Christian Voigt 博士およびCris Hein 博士

- (質疑応答より抜粋)
- ・音声による種の判別は現状として属までが限界。
 - ・鳥類への対策として基数を減らして1基の規模を大きくする措置が取られることがあるが、コウモリにも効果的か?
⇒コウモリではあまり適切ではない可能性がある。
 - ・超音波の忌避効果は?
⇒全種に見られた。特に波長が低い種で見られた。
 - ・事前の調査について、米国では2~3年間やるのが望ましいとされているが、早く事業を進めたいこともあり、1年間の場合が多い。
 - ・コウモリの生息地を示したセンシティブマッピングなどはあるのか
⇒わたりをする種は特に特定が難しく、米国・ヨーロッパにはない。

日本鳥学会2015年度大会 2015年9月18~21日(神戸)



- ポスター発表
「オジロワシはなぜ風車に衝突するのか?」
- (コメント抜粋)
- ・風車に接近した場合の飛行行動を解析してはどうか。⇒衝突原因の解明や回避率の算出に役立つのでは?
 - ・鳥の頭部にカメラを付けたらどこを見ているか分かるのでは。
 - ・後ろの個体が、衝突事象発生前に風車の存在に気づいていたかどうか、解析してみてもどうか。

有識者ヒアリング: 真邊一近

(日本大学大学院総合社会情報研究科人間科学専攻教授)

- * 海ワシのBSは、「1.見えない(視界不良・モーションスマア等)」と「2.見ていない(餌に注目・他個体の追跡等)」の要因の複合で発生すると考えられる。
- * (苦前では風車を避けて飛んでいるが) 風車を避けるのは学習の効果という可能性もあるし、物体を避けただけという可能性もある。
- * (地上マーカーで黒く塗装する防止策があるが) それがきちんと危険なもの(=風車)と学習をさせる必要がある。
- * 生物種によって音の発生する方向・場所(音源の空間位置)が分かるものと/分からないものがある。これを音源定位と呼ぶ。通常、人は分からないが、フクロウはわかる。方向は分からなくても、風車に近づくと鳴るといことで、(今その個体がいる)エリアが危険と示すことはできる。ただし、学習と結びつける必要がある。
- * (ビデオ画像において、オジロワシを追いかける鳥は、前方の鳥が見えなくなったから追いかけるのをやめたのか、風車を危険と思って逃げたのか?) 追跡をやめるのはどのようなときか(地面に降りたときか)調べてみたらいだろう。たとえば、縄張りのようなものがあって、他個体が侵入してきたときそれを追い出す行為が発生するが、追われた個体が、地面に下りることが「闘争を放棄した」と見せる場合は、前者の解釈が成り立つ。

会議の名称	平成 27 年度海ワシ類における風力発電施設に係るバードストライク防止策委託検討業務 検討会（第 6 回）	
事務局（担当課）	一般財団法人日本気象協会、NPO 法人バードリサーチ	
開催日時	平成 28 年 3 月 11 日（金） 15 時 00 分 ～ 17 時 24 分	
開催場所	環境省第三会議室（19 階）	
出席者	委員	石原 茂雄（一般社団法人 日本風力発電協会 環境部会 副部会長） 浦 達也（公益財団法人日本野鳥の会 自然保護室 主任研究員） 齊藤 慶輔（株式会社 猛禽類医学研究所 代表） 中川 元（斜里町立知床博物館 元館長） 由井 正敏（座長）（岩手県立大学 名誉教授） <御欠席> 関山 房兵（猛禽類生態研究所 所長）
	環境省	環境省自然環境局野生生物課 奥田 直久 課長 中島 慶次 課長補佐 榊 厚生 計画係長 塩野 啓一 計画係員
	事務局）	日本気象協会 事務局泰夫、青木沙保里、宮脇有里、伊藤 昌弘 特定非営利活動法人バードリサーチ 事務局睦之 代表 東京大学 先端科学技術研究センター 飯田誠 特任准教授 アコー 平松康人
	傍聴者	
会議次第	議事次第 1. 開 会 2. 環境省挨拶 3. 検討委員紹介 4. 平成 27 年度の調査結果について 5. 海ワシ類の風力発電施設バードストライク防止策の検討・実施手引き（とりまとめ案）について 6. その他 7. 閉 会	
配布資料	資料 1 平成 27 年度の調査結果について	

1. 開会

事務局の開会により、平成 27 年度海ワシ類における風力発電施設に係るバードストライク防止策委託検討業務の第 6 回検討会が始まった。

2. 環境省挨拶

環境省自然環境局野生生物課奥田課長から挨拶。

3. 検討委員紹介・挨拶

事務局が、出席した検討委員の紹介を行った。また、由井座長から次の御挨拶をいただいた。

由井) 3年間研究を続けてきて、今回で総まとめということになる。今日は今期の調査結果と過去3年分を全部合わせて、「実施手引き（とりまとめ案）」を最終確認する。

4. 平成 27 年度調査結果について

●. バードストライク防止策案の検証 ①視認性や可聴性の検証

剖検結果について齊藤委員よりコメント

齊藤) 今年度は2検体実施したが、両方とも上からのブレードヒットによって重度損傷を受けて死亡したという結果になっている。これまで多くの個体を剖検し、前々からいろいろ発表している幾つかの傾向を再確認するという形になった。資料はないがまとめると4点。

第一に、上方向からのブレードヒットがほとんどであるということ。スライドには上方向からのブレードヒットが 17 例中 11 例であったものが、本年度 19 例中 13 例に更新されたと書いてある。残りの 6 個体は下からか横からか衝突したのかというと、そうではなく、死体状況が非常に悪くてわからないというのが正しい。つまり、わかっているものについては全て上方向というのが正しい表現だ。

第二に、風車への進入角度。風車の真正面からぶつかるものもあれば、真横から入って行って翼が切られるものもあり、進入角度は多様である。

第三は、体軀すなわちボディとか頭の部分を重度に損傷しているということが特徴として挙げられる。これは法医学的にも検証されていることだが、高等動物は直前で危険を察知すると逃げるといった行動を無意識にする。するとボディや体軀の部分から遠い足や腕、鳥の場合は翼、そういうところを軽度損傷する。しかし、今回認められているものについては、直撃をボディに受けているということから、恐らく見えていない、もしくは危険なものとして認識していないということが見てとれる。

第四は、健全個体が被害に遭っている可能性が非常に高い。多くの場合、胃もしくは上部消化管の中に未消化の食べ物、食渣が含まれていることが往々にして認められた。餌探しをしていてぶつかったのか、もしくは餌を探した後ぶつかったのかは別にして、餌を食べて普通に飛んでいる鳥は、健全個体とみなすことができるので、少し思考能力が低下しているような鳥がぶつかっているとかそういうものではない。

ただし、問題もある。それは死体の状況がまちまちであること、往々にして古いということだ。最近では事業者がすぐに報告してくれるので、以前に比べると死体状況はよくなってきているものの、除雪の雪山の中から部分死体が発見された例もいくつかあった。今後の課題としては、感電事故などと同じだが、事業者の協力なしには、この重要な情報は得られないので、引き続きぜひともそういう形で情報の提供、パトロールの強化、情報共有の徹底をしていただきたい。

中川) 停止していた1号機は、停止して動いてまた停止するたびに角度が変わって、と停止してと考えていいか。いろいろな方向を向いているということか。
事務局) そうだ。止まっている状態でも向きは変わることもある。

●視認性

由井) オジロワシ、オオワシを含む飛翔トレースは、詳細にトレースしているか。

セオドライト観測すると、小旋回しているときはそこまで細かくとれないと思うがどうか。

事務局) 去年と今年については多分1秒間のインターバル。2カ所で観測している座標値を持ち帰り、後日、計算して空間位置を算出する。よって旋回はとれる。

由井) 了解した。後でまた論議する。餌があるときに下を向いて飛んでいる割合は2割ぐらい、という事務局のデータがあるが、下を向いているのが2割だと残りは真っす

ぐか上を向いて飛んでいるわけだ。

事務局) 大体真っすぐ向いて飛んでいることが多いが、それが顔を下げて、見て、またこう行ってというような、こういう動きが多い。

由井) その下を向いている時間が平均2割ぐらいということ。

事務局) その通り。

由井) 先ほど齊藤委員の、オジロワシが当たるのは上からだということだが、下を向いて飛んでいけば下から上がってくるブレードは見える。だから避けられるかもしれない。上からのみ当たるということは、やはり下を向いていて、上から(ブレードが)来るのが見えないから衝突するという。常識ではそうなる。

事務局) 以前の室内実験などから考えると、本当に近づいてしまうと、モーションスミアで見えなくなってしまう。そのため、ぶつかる瞬間はそもそも見えない状態ではないか。上からぶつかっているという、メカニズムは見ている方向とは少し違うのではないかと思う。

由井) ブレードの中心、タワーに近いほうはものすごく太いから気づくと思うし、速度は遅いから切られるということもない。やはり先端に近いほど細いし速いからモーションスミアがあって、もともと近寄ってしまえば見えなくなる。しかしそのときに、横からもあるかもしれないが、上から来て、下から来るのはやはり感知するというか見えていると思う。見えるか事前に避けるか。

これは前から言っているが、非常に重要。風車の衝突確率を考えるときに、真ん中より左半分、下から上がってくるところは当たらないとすると、衝突可能エリア、危険域が半分になるので、予測としての推定値は半分になる。これはすごく大事なところ。すると20%下を向いて飛んでいるときのみ当たるのではなく、モーションスミアで見えなくなっているから、真っすぐ向いていても当たる。

事務局) 何かで近づいてしまったら多分そうで、それが、齊藤委員が最後に指摘した「見えてない」というところがそれに当たるのではないか。

由井) そうだ。視認性がある程度あるとして、ブレードに赤の模様をつけたり、目玉模様をつけたりするのはどうか。2割しか下を向いてない、残りの8割は前とか横とかを向いている。すると前方に何かあるというのは、オジロワシでも恐らく気づくだろうと。

野鳥の会が出した資料では、はるか前から気づいてオジロワシが避けるというのがあった。

浦) 宗谷岬。

由井) ということは、回っている、回っていないにかかわらず、前に風車があるということに気づいている。回っているほうが気づきやすい。だから、稼働している風車基地は多分遠くから見える、つまり見ている。その視認性を、ガスの日とか吹雪の日も含めてより日中に見えやすいようにするには、人間の判断ではあるけれども、常識でいえばブレードに何か模様をつけたほうが認識しやすくなる、そういうふうを考える。

今回の実験は、当初、下を向いて飛んでいるときに、上からたたかれるので、地面に目玉を置いて始めたのだが、残念ながら不明確になってしまった。データで2割しか下を向いてなくて、残りは上か前を向いているときにも多分当たる可能性があり、ブレードを認知する可能性があるとすれば、今後はブレードにもっと目立つ模様をつけた実験をしたい。今回のプロジェクトは終わってしまうが、どこかでやらなければいけない。

ネットで調べると、外国でもブレードに何か模様をつけようと様々な研究者が推薦しているが、現状は、チョウゲンボウ等使って、ストライプ（縦じま）模様といった横と縦の模様をつけた室内実験しかない。すると、ストライプをつけていたほうの反応が幾らか激しいので認知はする、ということころまで。しかし、野外でブレードにいろいろな模様をつけて実際に実験した例は非常に少なく、あるのは今回のような赤をつけたもの、あるいは最初の「手引き」を出す寸前にやった黒に塗ったもの、あるいは赤い模様をつけたものがやや有効という判定があった。そのぐらいまで。

私は、目玉模様のほうが生物学的には意義があるし、張りつけるのは簡単だと考えている。ブレード先端だけでも塗る場合、先端から1m×5mを塗るというのは大変なコストがかかるし重くなる。薄膜のシートを貼り付ければメンテナンス時にも張りかえできるし、やりやすい。モーションスミアを防ぐために、回転ブレードに識別マークをつけたいということはずっと考えている。今回の実験は、課題が残るとのことだと思ふ。

石原) 資料の14ページ。目玉模様の彩色のところの大きい丸(○)の下の小さいポツ(・)の一つ目で、「期待できる」という記述で今回進めることだと思ふ。サンプル数が少ないので、今年のサンプルは評価に採用し得ないということだろうと思ふ。そうした場合に、特に事業者が今後保全策に投資するに当たって、私どもの会社の中で議論になるのは、当然ながらいかに定量的にこういったものを評価できるかというこ

とになる。この「期待できる」という表現は定性的に多分とどまるのではないかと
思うが、定量的な要素がもしあるのであればご教授いただきたいというのが1点。

もう1点は齊藤先生にご教授いただくのがよいかも知れない。齊藤先生の分析の
中で先ほど来出ているように、何らかの理由で見えていない、あるいは危険なもの
として認識してないということが考察としてあげられていたかと思う。相当数の飛
翔がある中で衝突した個体が見えていないというのは、やはりモーションスミアと
結論づけてよろしいのかどうか。

齊藤) 今のご質問に対してだが、私もモーションスミアというか、あまりにも接近し過ぎ
ていて見えていないのだと思う。それは、先ほどお示したブレードヒットが上か
らだけだということではなくて、進入角度が多様であるということと、ボディをや
られているという特徴は、もしも少しでも気がついて逃げようとしていたのであれば、
翼のみをやられているとか、軽症もしくは生きている個体が収容されるはずだ。
実際、交通事故の場合を見てみると、場合によっては体軀、ボディをやられてしま
って重症になるケースもあるが、直前でひらりとかわすケースも間々見られる。し
かし風車に関しては1例を除いて全て死亡事故だ。

その1例はどういう事例かということ、恐らく当たってなくて風圧で上からたた
きつけられたのか、あるいは当たったけれども、太いところに当たったのかどうか
わからないが、地面にたたきつけられて羽を折っている。

したがって、わかっている個体については、今言った幾つかのこういう見方を総
合すると、モーションスミアであまりにも近づき過ぎてしまったのでやはり見えて
いないのではないか。先ほどの由井先生の話にもあったが、モーションスミアが起
こる前にやはり忌避させる以外に防ぎ切れないのではないかと考える。

由井) 音とか。

齊藤) はい。どこまで進入したら風車の全体像が見えなくなるのかというところ。そうす
ると、そのエリアで避けてもらわないと、それ以上近づいてしまったものに例え
ば音とか何かで気づかせようと思っても、なかなか難しいのではないか。

由井) ピストル音は100mまで有効だった。

齊藤) そうだ。それぐらいのところでは鳴らすとこっちのほうを見るが、たくさん鳴らすと
当然慣れがある。

由井) あちこちで鳴ると発信源がわからなくなる。

事務局) 飯田先生のシステムと合わせて、近づいたところを連動させて鳴らすとか、
そういうのだと効果があると思う。

由井) そうだ。

環境省) 齊藤委員に質問だが、今までの議論だと、モーションスミアや他の要因がばらばらではなくて複合的に起きている可能性も十分あると思う。下方への注目というのと、悪天候による視程悪化、あと個体同士の相互作用というのを、これまでの2年半の議論の中での結論として得たと思うが、今のお話だと、モーションスミアということしか取り上げられていない。そのあたりはどうか。

齊藤) モーションスミアという言い方は少し誤解を招いたかもしれないが、要はモーションスミアのように視認性が低下する。たとえば雪のときは見えなくなるし、他のものに注力してしまって注意力が散漫になるというのもある。また、見えてはいるけれども危険なものとして認識していない可能性もある。これは、現場でその瞬間を見ていかないといけませんが、残念ながら死体状況からは推測になってしまう。

ただし、可能性として剖検から出てくることは、やはり何らかの形でモーションスミアを含めて見えていない、あるいは注意力が散漫になって、見えているけれども注力していないということになるのではないかと思う。

だから、それこそビデオ撮影で現場とのすり合わせをしないといけない。私が目にしているのは、起こってしまった後のものだから。

事務局) 考えているのはやはり幾つかの組み合わせで、例えば映像で写っていたものがそうだが、後ろからワシが来て、そちらに注意しないで近づいてしまったら、ある程度のところまで来ると今度はモーションスミアが起きて、あとはぶつかってしまうという形。その二つが合わさってそういう結果が出ることも多いのではないか。

齊藤) だとすると、モーションスミアを取り除くとか、餌資源を取り除くとか、幾つかを処理していかなければいけない話になる。モーションスミアという現象があるとしたら、それを解決するためには、やはり近づき過ぎる前に回避してもらうことしかないのではと思う。

事務局) はい。あと、今回のブレードに色をつけるのも、ここまで近づいたらモーションスミアになってしまうのを、少し軽減させてより近くでもモーションスミアが起きないという軽減策として今回やった実験は有効だ、ということは提言できる。

環境省) 確認させて欲しい。「手引き」の28ページに、ブレードに色を塗ることによりどのぐらい効果があるかということが掲載されている。色を塗っているものにはあまり近づかない。彩色なしだと結構近づいてしまうのに、彩色がされていると50mぐらいより近くにそもそも近づかなくなっているように見える。

だとすると、モーションスミアに対する効果も多少あるのかもしれないが、それよ

りも、少し早い段階で気づかせる効果があるというのを強調したほうがいいのではないかという感じがする。両方あるのかもしれないが、これを見ると、早く回避していると言える。それによって記述が変わるものではないと思うが、考え方として理解しておきたい。

由井) 了解した。その論議をするが、その前に、衝突個体の学習効果というか能力について確認しておきたい。前も指摘したが、幼鳥、亜成鳥、成鳥で当たる割合に特に区別はないか。

齊藤) アップデートされてしまったので、まだ整理していない。確認したい。

由井) たとえばイヌワシだと、アメリカのアルタモントでは幼鳥は当たらない。当たるのは亜成鳥と老鳥、フローターで、元気な成鳥と幼鳥は非常に当たらない。

齊藤) そこに生息する個体の年齢構成がわからないので判断できない。

由井) そうか。割合が出ないから。

齊藤) そうだ。そこがわからないと。

由井) ただ、当たった実績としては、幼鳥も含まれていたか。

齊藤) ばらばらだ。

由井) あることはある。

齊藤) ある。それから先ほどの補足だが、1羽、かすったか何かで地面にたたきつけられた個体は、実は赤く着色したブレードにぶつかっている。だから真っすぐ近づくだけではない。たとえば苦前では(断崖の)下から上がってくるので、そもそもモーションスミアの領域いきなり入ってくるという特徴がある。だから、一概にモーションスミアだけではないかもしれない。

由井) 鳥が見える見えない以外に、危険かどうかという話があった。若い幼鳥は、風車が危険だとそもそも認識してなければ、もっと当たっていいのではないかと思うのだが、イヌワシの例で見ると意外と当たらない。何か回っているものは怖いという本能があるのではないか。

齊藤) 年齢構成はわかりますか。一斉調査はやられている。

中川) 年齢構成はなかなか難しい。

由井) もしあれば。場所によって違う。

中川) 時期によっても違う。

由井) はい。この苦前でたくさん当たっているので、苦前付近のこれまで観察した中での通常の年齢構成と当たった個体の年齢構成を比較すれば、どこかの年齢構成が突出しているかもしれない。そうすると、学習能力があるかないかが少しわかってくるかもし

れない。

事務局) 1号機がとまっているときにもものすごく近づいた。その後動き出して、まだ近づいているという状況があった。ずっと動き始めたときに、徐々に徐々にまた離れていくという結果がもし得られれば、たとえば停止している風車は安全だと思うけれども、徐々に動いているときに、前の学習効果が徐々に薄まっていき、徐々にまた離れていって通常のパターンに戻るという結果が得られれば、そういう学習をしているということはつかめるかと思う。プロジェクトはこれで終わってしまうので実際はできないが、たとえば停止している風車に順応した後、実際に動き出してどのぐらいの期間がたったら通常の距離に戻るのかという調査ができればよかったと思う。

由井) それに関連して、たまっているデータはやはり今後とも関係者には使わせていただいて論文を書くとか、それにぜひ提供いただきたい。

中川) 先ほど剖検で胃にも食物が入っているのがあるという話だったが、消化の程度にはばらつきがあるのか。それとも食べてすぐのような個体が多いとか、あるいは消化がかなり進んだものが衝突している個体には多いとか。そういう注意力の関係とか、あるいは遠くで餌をとってきているとか、新鮮なものが多ければ近くで餌をとっている個体なのかとか、そういうことが消化の程度でわからないかなと思ったのだが、傾向はないか。

齊藤) ある。圧倒的に上部消化管が多くて、嚙嚢(そのう)、あと胃に入っている。それから胃の中にカモメ類の骨片と羽毛が入っていた。ご承知のとおり、通常だとペレットとして出すので、食べてから恐らく一両日。そういう傾向はある。

中川) やはりこの風車の周辺で餌をとっているということか。

齊藤) だと思う。

飯田) 実はよけているのだが、間に合わなくてやられてしまっているかどうか、というのは、剖検からわかるのか。たとえば態勢が崩れて、間に合わなくてやられてしまっているとか。

齊藤) 滑空している場合は、それはわかっている(わかった)瞬間にもう当たっているのかもしれない。

飯田) 風が吹いているときと吹いていないときがあるので、風車は70%吹けばいいところでも、20~30%しか回っていない。鳥からすると、このオブジェはふだん風が吹いてないときや弱いときは安全なものだと思うけれども、回り始めるとその差が識別

できるのか。回り始めて、同じ感じで向かっていったら思いのほかブレードがぐっと来てしまったみたいなことは起きないのか。

齊藤) 私も全く同じことを考えていて、人間もゆっくり回っている風車は、わかっているから危ないものと見えるが、あまり危ないものと見ていない。風車がどこまで行ったら危ないものとして私自身が認識するのかと考えながら風車に近づいたことがあるが、ビュンビュンという音がするようになると、当たったらまずいなというふうになる。でも遠くにいるとき、見えてはいるが、これを危険なものとして本当に考えているかどうかはわからなかったので、先ほどの表現になった。

飯田) 日々の慣れぐあいで違うのかなと思う。風車がずっと回っているような日々だったら何となくそれで慣れるような気がするが、ふだんあまり回ってなくて、たまたまそこに同じような感じで行ったら思いのほか回っていたりする。回っている頻度が少ないから、鳥としてはそういうことを学習しづらいとか、思いのほかというケースが多かったりしないのかなと思った。

由井) 私が見たイヌワシの幼鳥は、風車がとまっているときにタワーの下で休んでいた。そういう例もある。しかし動き出したら近寄らなかった。やはりイヌワシは回避率99%だから、オジロワシよりはわかっていて避けるのだと思う。鳥の種類によって違う。

飯田) 識別もそうだが、運動能力とか日々の認識の差のようなところも影響があるのかなと思うと、モーションスミアだけでなく、どちらでも認識できるような距離からそういうアラートが出ていくような状態にしないと見つけづらいのかなと思う。

齊藤) ビデオに撮られたものを見てみると、ワシ類は初速が遅いという特徴があって、羽ばたいているときこそ安定した飛び方ができないというのもあるので、もしかしたら気づいても間に合わないというのはあるかもしれない。

由井) それはそうだ。

飯田) 石原委員にお伺いしたい。背中とか頭とかがぶつかっている。もし風圧があって乱気流とかが起こっていると、直前で風であおられてもう少しいろいろなところをやられるのではないかと。実際風車というのはこう回っているときに、ダウンフォースというが、下向きとか乱気流とか、そういうのは結構発生しているのか。

石原) ほかの事例でいろいろな研究成果が出始めており、どうやらあるような研究成果が出始めているようだ。ただ、我々業界としては、そういった計測をしたような事例はまだないので、今後の課題かなと思っている。

飯田) 風車があることによって障害物になるので、風が弱まって圧力が高まる。中心に行けば行くほどそれなりに高く、端に行くと遠心力の効果で高まって、それよりも少し中間のところは中間領域になって、圧力バリアみたいなものができ上がるという状態だ。

齊藤) すると、そういうものの影響を受けないで体軀が当たっているということは、やはりある程度的高速かもしれない。ゆっくり行ってしまうとしたら、もっとあおられて、たとえば真っすぐ当たるところが少しぶれて羽の先とかそういうこともあり得る。

石原) その個体はタワーに当たったわけではないのか。

齊藤) 鈍性打撃が背中にあって、ほとんどの打撃は胸部に受けていて、地面におなかを打っている。恐らく雪にどんと行ってたまたま生きていた。

環境省) コウモリの研究では風圧が問題になっていたが…

石原) 風圧もそうだ。海外だが、そういった研究成果が出始めている。

環境省) コウモリは非常に体が小さく軽量なので。

石原) ただ飛ぶ高さの問題があったりするとは思う。

中川) ワシは体重がすごくあって、しかもある程度のスピードで飛んでいるので、慣性力があるからそんなにふらつかないかなという気がする。たとえばトビは、ちょっとした風ですぐふらつく。そこは全然違うと思う。

由井) なるほど。ぺらぺらのと重厚なものは違うということか。浦委員に聞いたのだが雑誌野鳥にも掲載されている500m、1キロ先からオジロワシが避けるというのは、多分風車基地を認知してやはり避けるのか。上を飛ぶのがオオワシかオジロワシか。

浦) オオワシは風車と同じぐらいの高さだと結構早い段階で避けて、高いほうへと通過していく。

由井) 同じ高度Mだと左右？

浦) 高度Mだと左右だが、オジロワシのほうがオオワシと比べると、風車に近づいてからふっと避けているようなのは、一応レーダーでとっている。

由井) オオワシよりは近寄ってしまう。

浦) そうだ。だからオオワシのほうが認識が早くて、避けているような感じで。

由井) 資料23 ページでは、オオワシ、オジロワシが下を向いている割合はそれほど差がなさそうだが、オジロとオオワシでそれほど差はないというところで良いか。

事務局) それほど差があるという認識はない。

由井) だからその点、下を向いている割合は同じで、オオワシとオジロの違いはあとは何かとあったら。

浦) 宗谷岬でやったのは渡ってくる時期なので、サハリンのほうから多分来ている。

由井) 多分ずっと真っすぐ前を見ている。両種とも前を見ている。だけどオジロのほうはかなり近寄ってきてから避ける。

浦) そのようなパターンが幾つかあった。

由井) ただそれは要するに風車を見ているということだ。だから遠くから見える、その距離の問題だ。距離の問題と、あとは近寄ったときにセンサで感知してピストルの音を流すタイミングと有効距離、そういうのが全部絡んでいる。それから飯田先生の識別の問題が。そういうことがいろいろ絡んでいるが、前のこの委員会で私も申し上げたし、議事録にも載っているし、今回の「手引き」にも載っているかもしれないが、衝突を避けるためにはさまざまな方法を総合的に組み立てて、2分の1さらに2分の1にしていけば、四つ装置が並べばそれだけでもう16分の1とかになる。その総合的な戦略の中で簡易で有効なものを選んで、それから現地に向いたものを選んでいく。

だから、そういうメニューをそろえておいて、またわからないものも含めて、可能性のあるものは、誰かがどんどん実験をしながら進めていくしかない。いい方法が見つければ、無駄なものはやらないということで、コストもすごく安く済む可能性がある。外国で開発されると特許料がものすごく高くなると思うので、やはり日本で開発したほうが良いと思う。

飯田) 停止していた件に関してだが、今年度は衝突していないが、その事実はその事実として記載しておいてもいいのではないかと思う。定量的な評価はできなかったかもしれないけれども、ぶつかっていたかぶつかなかったかはデータとしては残せる。風車を運転していなかったというエクスキューズが入るかもしれないが、それはそれで効果としてカウントになるのではないか。

環境省) 今年度の衝突状況がどうだったかというところは、報告書にも事前に載ってくるようになる。毎年、その年の衝突状況とかのリストがあるので、その中に載ってくる。

飯田) それがあつての同じ文言というのは、言う側からすると去年と少し違うのかなと思つたのだが、変えないにしても、そういう情報があるのかなのかによって、やはり見るほうとしては可能性があるのかな、というふうに見てもらえると思う。

由井) 私の考えでいうと、目玉模様やブレード塗色の模様があることで、安全距離を鳥の側が認識しやすくなって、動いている、動いていないにかかわらず寄っても当たらない距離を認知して、飛んでいたから当たらなかった、というように良い方に解釈すればそうなる。ただ、やはり実験がまだ足りないところはあると思う。

ところで事務局、何年当たらなければ効果あり、という資料はあるか。

事務局) では簡単に。苫前の2号機については今まで17年間動いていて9個体当たっているもので、単純に考えると、衝突率については、越冬期にいるとして180日、だから9を17で割って、さらに180で割ると、0.00294になる。それが1日当たりの平均衝突率だが、そのあたりをもう少し区間推定すると、曲線が描けて0.00294がピークになる。しかし、5%ぐらいまでは許容すると、この赤の(線の)下ぐらいまでの推定幅がある、ということになる。まずこの図を一つ用意する。

事務局) 横軸が衝突率、縦軸がそれが起こる確率、発生確率。今回平均値で確率が一番高い、さっき言った9割る17割る180という数字は、ここになる。この十字だけ覚えておいてほしい。次に塗装したものを用意する。たとえばこの場合、6年間衝突しないと想定して同じやり方で求めると、衝突しないので、このところにピークが立つが、まだ推定幅があって、こんな感じになる。それをざっくり計算したものが、これはさっきと同じ図。この十字もさっきと同じ。実際に5、6、7、8、9、10という感じで10年間当たらないとすると、大体6年目で、既存の平均衝突率を下回るという形になるので、塗装した後6年間連続して当たらなければ、塗装の効果があったと判断できる。途中で一つ当たったら塗装の効果はないのかというと、そうではなくて、こちらで計算をしているが、1回衝突した場合でも、つまり5、6、7、8、9年間のうちどこかで1個体当たっていたとしても、これも統計的には10年目まで1個体ならば大丈夫という結論になる。では、2個体当たった場合はどうなるかという話だが、これは10年でも、この十字を下回らない。実際は11年。11年間のうち2個体ぐらいの衝突であれば、恐らく塗装とか目玉模様の効果はあったと判断できるかもしれない。

由井) 数年以上当たらないと、今年当たらなかったからといって塗装の効果があったとは言えないという、なかなか厳しい条件だ。

環境省) 少し補足。「手引き」の「第4章 今後の課題」のところにある効果の検証の部分に関連するが、正確に言えば、今までの彩色していないときに、1日当たりの衝突数が彩色した後よりも減るのかどうか、そういう趣旨の説明だと理解している。

●餌資源、可聴音及び衝突監視センサ

中川) 24 ページの「餌資源と干渉」だが、餌からどの程度の範囲で干渉が起きているのか。

たとえば餌の奪い合いだと、どんどん広がるということもあるだろうが、奪い合いだけではなくいろいろな干渉を見られていると思うが、どの程度の範囲だろうか。

事務局) 餌を置いてあるところから距離的には 300m ぐらいの範囲のところをモニ

ターしているので、そのぐらいの範囲の出来事と理解してもらえればと思う。餌がないときもその範囲ぐらいを見ていて、それを両方で比較している。

中川) その 300m ぐらいでも起きていると考えていいか。

事務局) そうだ。餌場そのものでもっとたくさん起きているが、飛び回っているときにどうかというデータになっている。バードストライクが起きそうなこういう状況でどれくらいそういう干渉が起こるかということ。

中川) 餌のある場所から 300m ぐらいではそういうことが起きていると考えていいと。

事務局) それと普通に飛んでいるときにどうかという感じ。

齊藤) 餌資源調査だが、人為的な餌資源も含めて調査しているのか。

事務局) その場所に何も無いということを確認して、その後に餌をこちらから置くか置かないか、そういう違い。

齊藤) 以前、剖検した個体で、嚙嚢の中にサケと思われるものがたくさん入っていたが、ほとんどは切り身。そのときは大体 700 グラムぐらい入っていたが、そういう漁業加工場があったときに、バランスを崩した飛び方も一つの原因になる可能性もある。今、この調査の趣旨としては、近くに置いて、それが誘因するというところで当たるかどうかということか。

事務局) そうなのがあったときに、どれくらい前を向かないで飛ぶということが起きるのかをみている。バランス等は考慮していない。

環境省) 具体的には餌は何か。

事務局) 根室のときはサケ等を配置した。今回はサケが入手できなかったので、大きいカジカ。小さいものだと持って行くので、配置してもなくなってしまうため、なかなか運べないような大きなサイズのものを置いた。

環境省) それは魚全体がわかるような形で見えるように置くということか。

事務局) はい。

由井) ほかにあるか。感知センサ、ピストル音。感知センサが冬は動きにくいというのは、何か改善方法はあるか。

平松) 冬期の環境に対しては耐久性が課題。夏場に1カ月ランニングをかけて普通に動いていたので、いけそうだ、という判断はあった。実際の冬季はそれ以上のパワーがあったようで、脱落もあったし、想定したシグナル以外も入ってきたので、感知に必要なシグナル以上のものが多くとれた。その結果、アラーム信号が出続ける状態に陥ったので、ハードルが少し高かった。

由井) もしこれが有効に活用できて冬季だけがネックというのであれば、最後にブレードをつくるときに内側に張りつけておけばどうか。なかなか大変でしょうが、内側でしかも遠隔発信式でないといけないから。それでは、感知センサの課題を整理しておく必要がある。

●監視システム

由井) 識別で90%以上鳥であるというのがわかって、種類の識別も80%ぐらいCNNでわかってくる。次に、識別にかかる時間だが、これはパソコンでやっている操作だから、現場で何か撮影して即識別できるという実験ではないということか。

飯田) 学習させるのは時間がかかるが、識別には時間がかからない。

由井) すると現場に何か映像撮影装置があつて、このソフトを動かせばかなり早く識別ができる。

飯田) はい。オンサイトに配置すれば可能。通信が入ると大変だが、オンサイトでやれば恐らくそれなりに早くできる。ただ、マシンスペックにもよる。今回は比較的高価なマシンでやれた。コンピュータも大分進歩しているので、もう少しすれば比較的普通のパソコン処理でできる。

由井) はい。NEDOでもいろいろなセンサを開発中だが、パソコンはたくさん室内に置いて、野外の現地に近いところでやっているから、その程度のシステムでできるということか。

飯田) そうだ。そういうふうになる。一番ポイントは学習をさせる場所なので、ここはたとえば、処理センターでいろいろなところから集めて学習させて、識別をする場合は、そのパラメータだけ渡してオンサイトでやるというのが早い。

由井) 近くて大きく写る昆虫と、遠くて小さいオジロワシが区別できなければ困る。鳥の場合は希少性、多分大体大きいものが危ないと思うが、遠くて小さくても、ある程度危険域に近寄るまでに識別できれば、何らかの音を発信するのに間に合えばいいわけなので。

飯田) 現況は 500m を想定していて、500m 範囲内は識別できるという設計だ。

由井) それでやっている。

飯田) はい。近くて大きい昆虫はゆっくりしか動かない。そこで多分、小さい虫が大きく写っているものとの識別ができています。

齊藤) これは降雪とかの天候による影響もあると思うが、雪が降っている向きとこの動物が動いている向きとの違いとかで、雪が降っていても検出できるのか。

飯田) 視認性が悪いとやはりだめだと思う。影響は多少出ているので、それも全部含めて 8 割ぐらい。雪が写っていて誤検出、ガスが出ていて見えないというのは、やはり人の目でもわからない。つまり、人の目でわからないものはわからないという判定になる。だからやはり影響はある。

中川) 識別は早くできたとして、それをこの風車の制御システムに送るスピードなどというのは、もう無視できるぐらい速いのか。

飯田) そこはやはり課題。風車によって回転数も違うし、制御システムも違う。とめる・とめない、の判断も事業者さんの判断になるし、風車の制御に関してはもう少しいろいろ工夫なり検討をしないといけないかなと思う。そのあたりの実装はまだ不十分。そこは検討が必要だ。

中川) トータルの時間が重要だと思う。

飯田) はい。500m の距離で識別ができた場合には、ピストルの音とかそういう音が最初かなと思う。最終的にもう風車をとめなければいけないという優先順位を階層化していく必要があると思う。

由井) 最後の出口は皆さん停止するところを前提にしているが、止めなくてもスピードを半分にすれば衝突率は半分だ。だから、さっき言った 2 分の 1、2 分の 1 の仕掛けが重要になる。とめるまで行くとなかなか大変だというのは発電協会にも聞いている。とめなくてもピッチ操作で回転速度を落とすことは比較的容易。通常でもやっているのだから、やりやすいと思う。

飯田) 設定が必要だが、恐らく数秒という感覚で 500m とに設定した。

由井) では十分大丈夫。

飯田) 大丈夫かどうかはまだわからない。メーカーに確認をしてから。

由井) はい。では残された課題を整理して下さい。

飯田) そうだ。あとは地域によって、生息する鳥の種類が違う。また、齊藤先生からも話があったとおり、天候の影響や地域の特性も学習のパラメータに入れ込まないと精度が維持できない、という心配はしている。

齊藤) 誤検出の改善のところだが、これはたとえばサーモセンサみたいなものとの併用はできないか。

飯田) できると思うが、サーモセンサが高価な割に解像度が非常に粗くて、これまでの解像度とマッチングをとるのが結構難しい。

齊藤) それ自体でというよりは別の機器をあわせてはどうか。

飯田) 不可能ではないが、それだけの効果が出るかどうか疑問。追加したからといって、飛躍的に誤差が減る、誤検出が減るかというのと、そういう精度でもないかなど。今のこの状態でも良いレベルまで来ているので、それを1%上げるのは結構ハードなところ。そこら辺は効果がどれくらいあるかどうか、やってみないとわからない。

●衝突状況のモニタリング他

由井) 衝突状況、剖検結果はよろしいか(意見なし)。

●海ワシ類の風力発電施設バードストライク防止策の検討・実施手引きについて

由井) 今回の手引き資料は前回も検討して、そのときのコメントやその後の意見を反映して、この見え消し版で修正したところは色を付けて示しているということか。修正版は、今回初めて見ることになるのか、それとも事前に周知したか。

環境省) 1月の初旬に送付した案をさらに修正したもの。2次意見というか、2回目の紹介から変わった部分を見え消しで示しているもの。11月に示した1回目の素案から1月に示した素案の間にご意見を踏まえて変更している。

由井) 変更箇所について、意見を出して欲しい。

齊藤) 43ページは「資料(9)死骸調査」となっているが、衝突個体は、死んだものだけでなく生きている場合も1例あるので標記としてはどうか。2.のところの「鳥類等に関する風力発電施設立地適正化のための手引き」では「死骸」だけになっている。「死骸調査を実施することを推奨している」と書いてあるので、要はそれを促しているわけだ。

中川) 「衝突個体」と書くと、そう判断できないものはどうなんだと言われる可能性があると思うので、死体とそれから負傷個体は一応全て調査対象と判断してもらう必要がある。

環境省) 風車近傍にあるものを衝突の可能性があるものとして集めるだけなので、違う場合は、それでカウントしないというだけだと思っている。

中川) 違うかどうかの判断を安易に判断せず、専門家が判断しなければならない場合もある、というふうにとらえられる。

石原) 恐らく原因についてはそのとおりだと思うが、現実的に現場を歩く立場からすると、生きているものについても当然ながら意識して回収するし、そちらのほうが大事な話。だから、これは「手引き」の表現としてそのまま引用されているので「死骸調査」という言葉がタイトルとされているだけで、運用としては、生体も含めて当然調査の対象になるというふうにご認識してよいかと思う。適切な表現があれば変えてもいいとは思いますが。

由井) 風車による衝突と思われるものの判定基準は野鳥の会では出しているが、あれは「手引き」にも一部あった。たとえば野鳥の会では羽根が10枚とかある。うちのはどのぐらい詳しく書いてあったか。

事務局) 「手引き」のほうは書いてない。各事業者さんが独自に基準を作成する形になっている。

由井) 風力発電協会で統一基準をつくったか。

石原) 勉強中・研究中だが、一部有識者の先生から、そういった判定ができる可能性があるという考え方。情報をもらっているので、現在、精査中。

由井) どうするか。事業者はそれなりに判断するし、今「手引き」をつくっていることでよろしいか。

環境省) 死骸調査にしておいて、齊藤先生がおっしゃったような状況もあるので注意が必要ということを書きと書いておく。

由井) 当面そうだ。ただ、なかなか難しい。脳震とうで落ちているものが元気か元気でないかという判定は医者でもなかなか難しいけれども、常識の範囲だから。

飯田) 最初の1行目の「実態を把握する」というのを、「バードストライク実態調査」にする。そうすると今の話は全部入る。

環境省) 2. の一番最後の「死骸調査を実施することを推奨している」というところに、「死骸及び負傷個体等の調査」と実施内容をここで明記しているわけだから、それも含むのだということを書いてあればいいのでは。今のは「手引き」を引用しているので、「手引き」にはこう書いてあるけれども、それに多分付記して、死骸以外の負傷個体についても同様に調査することが望ましいとか、含めて考えるべきであるとか。

由井) 追加方法はお任せする。

浦) 11 ページのところをもう少し早い段階で言えばよかったのだが、飛翔経路の矢印の方向が逆になっている。上から下に飛んでいるはず。宗谷岬の先端が北になる。北から南に向かっている。もしかしたら野鳥の会が間違えたかもしれない。

環境省) 「オジロワシの飛行経路 (↑)」と書いてあるのは、上の図が飛行経路だという意味。オジロワシはその上の図。オオワシはその上の図。その図-6 のところに書いてあるように、「飛翔軌跡はいずれも北から南向き」だ。

浦) 飛んでいる図で矢印がついているから、どうしてもそっちのほうに飛んでいるのかと。

飯田) 多分 (↑) が要らない。

環境省) 誤解を生まないようにこの (↑) は消す。

石原) 皆様の手元に一枚物の資料を配布している。これは発言がいくつかにわたるので、あくまでメモがわりということで環境省に了解をもらって配布させてもらった。

これに従って、風力発電協会としての意見を述べたいと思う。まず環境省から話があったように丁寧な対応をいただき、協会として大変感謝している。ほとんどの我々の不明点が大分解明されたし、また今日のこの改正版でもその意見交換会の内容を踏まえた相当の修正箇所が反映されていたと思っている。

それを踏まえて5点ほど意見を書かせてもらった。まず1点目が個体数のところで、先ほど説明があったところだが、これが今後世の中に出ていくときに、オジロワシは北海道の越冬個体数を採用しているのに対してオオワシは総個体数。こういう書き方が妥当なのかということをもう一度確認させて欲しい。できれば、両方とも越冬個体数したほうが一般的にはわかりやすいのかなと思うが、理由があれば聞かせて欲しい。

2点目は、今日、海外事例のところ付記をもらったので、持ち帰って、残り時間があれば改めてコメントさせて欲しい。

3点目は、これも既往の知見について最新のデータに置きかえてもらったということで、感謝する。大変なご苦勞をされたかと思う。1点確認させて欲しいのは、9ページ目の風車への衝突事故の件数と環境要素ということで、これは「端」と「中央」というのは風車の設置位置と理解しているけれども、一方で7ページの実績表にあるように、例えば苫前町の町営風車の場合は2号機が9件ということで、3基ある中で一番多かった。この「端」と苫前2号機はどのような扱いになっているのか、確認させて欲しい。

4点目は、これもご尽力いただいて、全ての引用知見について参照文献を基本的には明らかにしてもらったと認識しているので感謝したい。若干、確認をした上で

対応させて欲しい。

5点目は、今回こういった形で実証試験を行い非常に画期的な内容かと思っております、その効果を期待しているところ。今年度の実証結果は、今日初めて話を伺ったが、継続課題になると思うので、可能であれば、別の形でも実証の継続をしてもらえないかと業界でも望む次第。

それらを踏まえても、依然として不明点が残る箇所も相当数ある。たとえば「発電所アセスの手引き」（発電所に係る環境影響評価の手引き）であるとか、先ほどの「立地適正化の手引き」とかは、いわゆるバイブルになっていくものだ。そこで、この「手引き」という名称には非常に強いメッセージが込められているかとも思う。一方で、環境省の別の部署でも出ているように、たとえばこういう状況であるならば中間とりまとめ的な報告書にしてもらって、次につながるような、ないしは法アセスの知見等の蓄積も踏まえ、継続的にこの実証を続けてもらえないかと希望する。

由井）環境省で何か見解があれば。

環境省）オオワシとオジロワシの全個体数と越冬個体数は、環境省の『レッドデータブック』の記述から引けるものは引いているが、オオワシの越冬個体数はあるか。

中川）北方四島越冬個体も含めてかなりの数が北海道を通過している。時期的にも北海道内個体数が変わる。個体群として北海道で越冬するものはある程度調べられている。しかし、サハリンを通過して渡ってくる数がそれよりもかなり多く、さらに北方四島と北海道の行き来もしていることもわかっている。そのためどう考えればいいのかというのは、少し難しいところがある。通過を含めて北海道を利用しているオオワシは3000、4000個体かもしれないが、実際に時期ごとにカウントされている北海道内のオオワシ個体数は最近では2000まで届かない、1500ぐらい。

石原）我々も中川先生の研究成果を大変参考にさせてもらって、それによればオオワシもオジロワシも越冬個体数はとれている、ということになる。まさしくここでオジロワシが700から900という数字が出ている。多分オオワシは、おっしゃるように2000の時期もあったが、最近では1000とか1200とかそのぐらいのレンジかもしれない。

中川）年による変動があったりする。越冬期年間を通しての数値もあるが、その資料の数値は2月末だけの数値。北海道に限ると、そのぐらいになる。

石原）桁が違うので。

中川）幅を持った形で、北海道だけの個体数でも、まあいいのかもしれない。

環境省）中川先生の資料をもとに修正したい。やはり北海道に渡ってきて関係ある個体数に統一できればしたほうがいいと思うので。

事務局) 宗谷の渡りの数の資料があるのでそれを使うのと、2月の調査のと両方出すというやり方もあると思うが、数が大分違う。

環境省) それはまた別の話になる。

事務局) 宗谷は、先ほど中川委員の発言のとおり、北方四島を使っているものも多分宗谷から渡って出ていくので数が少し多くなっている。

中川) 北海道を利用しているワシというと、かなり数が多くなる。北海道内の越冬個体数調査に加え、通過個体も入るので多くなると思う。宗谷岬のカウントでかなり多くの数が最近観測されているということがある。そこで、常時北海道にいる数、越冬期間中はいるという数字でいいのかもしれない。

石原) つまり、種によって条件を分けず、同じ条件にして記載してもらえれば。

環境省) 了解。その点はデータをもらって、見直しをしたい。

事務局) 苫前の風車の2号機の扱い方で、「端」の基準は両端2基で処理しているので、苫前風車2号機も「端」という扱いになっている。ここの下の説明に入れたほうがいいということだと思うので、文章を考えたい。

環境省) 「手引き」というよりも「中間とりまとめ」ということではどうか?という点について。「手引き」の本来の意味は、自主的に取り組みをしたい人に対して適切に情報提供を行ってその取り組みの手助けをするというもの。ブレード彩色では、少なくとも今回視認性を向上させる一定の効果が得られていると考えている。バードストライクは喫緊の課題であり、単に資料としてまとめるというよりも、少しでも対策を広めてもらうことが重要であると考え。そうした状況を考えると、やはり「手引き」という形で何とかとりまとめたいと思うところ。もちろん、ほかの事例もそうだが、記述が確定したからといってそれが未来永劫変わるものではない、ということではない。完璧でない情報の中でつくらざるを得ないという面もあるし、今後さらに知見が蓄積されたら新たなものにアップデートしていくことはほかの手引きでもやっている。

たとえば指摘に沿うような形にできるだけするのであれば、「第1章 目的」の中にさらに現時点での知見で作成したもので、今後知見の蓄積により新たな改善・変更が望まれるということを冒頭で明記することを、折り合い点とさせてもらうのも一つのやり方かと思う。

石原) この実証試験、プロジェクトは今回で終了か。

環境省) その理解で良い。

由井) この五点については、環境省から風力発電協会に説明し、または既に改正がなされたものもある。とりあえずこれで石原委員には持ち帰ると発言されたので、もう一回検討して欲しい。

石原) 了解した。パブリックコメントの余地も多分あると思うので、そういったことを踏まえ、今後、ブラッシュアップしていきたいと思っている。

環境省) 少し補足したい。実証の継続が必要ではないかというところについては、我々も可能であればそのところはいろいろな形で考えていくのは継続したい。予算の関係で今すぐに約束はできないが、引き続きデータをとるなり確認をとっていくということは、いろいろ模索していきたいと思う。

それから、実はこういう形で「手引き」として出すというのは、アセスのプロセスそのものだけではなくて、特に猛禽類をはじめとした様々な鳥類の特性に応じた形として具体的にこういったことが世の中に知られていないので、もう少し多くの方々に知ってもらおうと。具体的に事業をやっている中で、どうしたらいいかわからないというところを世の中に順次、いろいろな種類について出していく。それは強制力を持つものではないかもしれないけれども、今ある知見の中では最大限こういったことを考えて欲しいというものを示した。これまでも「手引き」という形で、世の中に出しているのだから、今回も野生生物課名でぜひ出させて欲しい。そこで、きちんとした形で限界を目的の中に書き込むことで誤解のないようにしたい。これを受け取った方々がきちんとした形でうまく使っていけることが目的であって、ケース・バイ・ケースに応じ、対応してもらえるのが我々の期待である。

最初に申し上げたように、新たな知見があれば、直すべきところは順次新しく直していく、そういう姿勢で臨みたいと思っている。そういうことを前提に理解をもらえれば非常にありがたいと思う。

飯田) 多分「とりまとめ案」と書くと全部ファイナルに見えるのかなと思う。我々は各種国際標準の文書を作成するときには、第何版という形でエディションをつけ、第何版でどこが改訂、改善されたみたいな形にしている。一応「手引き」でエディション何番というような形にしていけば、その先、改訂の可能性もあるし、残っていくのかなど。とりまとめにしておく、まとまっている、というような印象を強く受けてしまうのではないかと思った。

環境省) 出すときには、「とりまとめ」と書かずに、「防止策の検討・実施手引き」という記載で出す。かつ、先ほど私や課長から申し上げたとおり、目的のところには、意見を踏まえて、今後知見の集積により中身をアップグレードすることも必要だとい

うところを追記する。

飯田) 私がエディションと言ったのは、各種そういう文書では、各エディションはここまではできた、というところを補足でつけ加える。できたところまでは明確にし、課題が残っているところは、それによって明確になる、というような書き方をしているので、そういう書き方もあるという提案だ。折衷案としてはいいのではないかなと思う。

由井) タイトルはこの「とりまとめ(案)」は除いて出ていく。「検討・実施手引き」という。ほかにあるか。

飯田) 自分のところだが、39、40ページの「資料(7) バードストライク監視システムと運用管理」のところで、今日紹介したところまでの成果を盛り込まなければいけないかと思っているが、加筆してもよろしいか。

環境省) その部分は、全体のバランスからすると、報告書を参照してもらうのが良いかなと思っている。つまり今年度の報告書で記載して欲しい。

飯田) 了解した。今日のスライドでは動画を入れたが、それは入れないのか？

環境省) 画像や動画というところに入れてもらって、あとは報告書を読むと分かるようにしてもらえればと思う。

飯田) 了解した。その案をお送りする。12ページ、先ほどの議論を受けると、必ずしも次の四つがその要因であるということではないのかなと思ったのだが、その理解で良いか。

環境省) 今までの調査の中で、少なくともこの「手引き」の中に載せられる要因がこの四つであるという意味だ。

飯田) 私の質問は、四つに絞っていいのか、四つ以外にもあり得るのではないかということ。そうすると、「第一が」とかにしてしまうと、本当に四つという感じを受けるので、「その一つは」というような言い方のほうがいい。13ページの最後に、「上記に挙げた単独又は複数の要因により発生しているものと考えられる」という結論は、何か4つで決まってしまうような感じがするので、「など」が必要かなという印象を受けた。

由井) いつまでに。

環境省) 今日いただいたいろいろなご意見も含めて反映した最終版をつくりたいと思っている。最終版に関しては各委員にご確認してもらおう。そのときに何かあればまた委員の皆様からリアクションをもらいたい。

その後は座長一任ということにさせて欲しい。座長と相談をして、了解いただい

た後パブリックコメントを実施する。パブリックコメント対応を検討し、終了後、環境省から公表する。公表前にはもちろん委員の皆様には事前に連絡を差し上げる。このような流れで考えている。

由井) 各委員から出すのは締め切りはいつか。

環境省) 最終版をつくって委員に確認してもらうので、そのときに、いつまでにというふうにさせて欲しい。

由井) つまり一回そちらで作業をするということか。

環境省) はい。近日中に対応案をつくって、委員の皆さんに照会をさせていただく。

由井) 了解した。では、私が今お配りした一枚物について簡単に説明したい。これまでの全ての鳥類衝突予測は、鳥が直線で飛ぶということを仮定していた。海外の文献を見ても旋回飛行での衝突確率を予測したものはないので、2年間かかってまとめて、この3月に『山階鳥類学雑誌』に掲載される。ここでは、その中のほんの一部のエッセンスを書いている。この論文は、区画法を非常に簡単にする方法やサンプル数、今いった旋回衝突の確率は使っているが、旋回衝突は実際問題、非常に狭い旋回半径以外は直線飛行の場合と同じような数値が出たということだ。

Gary & Hellack という文献にミサゴの例があって、巡航速度に比べて旋回時の飛翔速度はちょうど半分になるということが載っていた。多分ほかの鳥でも同じだと思う。そうすると、2013の元モデルに代入すると、速度2分の1であれば衝突数は2倍になる。そういうことで、今後の課題として、旋回飛行の頻度、速度、旋回半径などを詳しく調査する必要があるということをもっと入れたいということ。

それから、結果としては旋回飛行の頻度は私の調べた範囲で5割とか7割で、繁殖期であれば高いが、旋回を入れても、現在環境省で出している改訂版の衝突数の予測数を超えることはほとんどないということで、事業者としては多分問題にならない。

要するに、面積比の変換接触率を用いた場合と比較して相違がない。環境省の現在のガイドラインはこれではなくて2分の1を用いているので、少し高めに出て安全側に立っているが、旋回の衝突の割り増しを入れても現行の環境省の基準を超えることはほとんどないということがわかったので、多分問題は生じない。これはもうすぐ出るもので、環境省が出している区画法にも使えるものだから、これをどこかに入れたい。

私が考える当たり障りのないのは19ページの「第4章 今後の課題」のトップの1. のモーションスマリアなどが書いてある最後、あるいは「5. その他」の最後、

つまり 20 ページの下がちょうど少しあいてるのでこのあたりがいい。環境省でも検討して欲しい。これを今入れておかないと入れるタイミングが数年遅れてしまう。各県レベルのアセスでは「最新の論文に基づいて衝突数を予測しなさい」となっている。私は各県のアセス審査委員とか委員長をやっているので、これを進めると環境省で受けとめにくくなるので、今のうちに入れておいたほうがいいのではないかなと思っている。

いずれこれについても、最終案ができたときでもいいので各委員の皆様からのコメントを入れていただくのと、環境省でも扱いは私とも相談して欲しい。

●その他

事務局) 以上で第 6 回検討会を終了する。

(終了)

資料1

平成27年度の 調査結果について

調査の内容

1. バードストライク防止策案の検証
 - ① 視認性(色)や可聴性(音)の検証
 - ② 餌資源の検証
 - ③ 衝突感知センサの開発・検証
 - ④ 監視システムの開発・検証 (東京大学先端科学技術
研究センター 飯田誠 特任准教授)
2. 衝突状況のモニタリング
3. 衝突個体の医学的剖検による衝突状況解明
4. 手引きの更新等に資する最新の知見等の収集
5. 海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定
ならびに検討会の設置、運営

検討会スケジュール

年度	検討会内容等
平成25年度 12月 越冬期12月～3月 早春(3月)	検討会(第1回) 現地調査等を実施 報告書(案)～個別対応
平成26年度 5月 7～8月 11月 越冬期12月～3月 早春(3月)	検討会(第2回、前年度の成果報告) ブレード彩色、感知センサー装着(苫前町) 検討会(第3回、今年度の調査計画) 現地調査等を実施 報告書(案)～個別対応
平成27年度 5月 11月 越冬期12月～3月 早春(3月)	検討会(第4回、平成26年度調査結果報告・バードストライク防止策 骨子案検討) 検討会(第5回、今冬の調査計画・バードストライク防止策案検討) 現地調査等を実施 検討会(第6回、現地調査結果を踏まえた最終報告・バードストライク 防止策とりまとめ)

平成27年度 調査結果

1. バードストライク防止策案の検証
 - ① 視認性(色)や可聴性(音)の検証
 - ② 餌資源の検証
 - ③ 衝突感知センサの開発・検証
 - ④ 監視システムの開発・検証 (東京大学先端科学技術
研究センター 飯田誠 特任准教授)
2. 衝突状況のモニタリング
3. 衝突個体の医学的剖検による衝突状況解明
4. 手引きの更新等に資する最新の知見等の収集
5. 海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定
ならびに検討会の設置、運営

ブレード彩色

2014年8月4日実施



塗装色→黒色(フルウェーINTACTにおける塗装の色)
素材 →コントロールタック プラスコンプライフィルム
180C-12

塗装場所→1号機の先端から1/3程度(可変部分除く)
[理由]
・モーションスミアはブレード先端から発生(透明化)
・塗装シートの重量(ブレードがアンバランスになる)

目玉模様の彩色

2015年7月18日実施



形・配列 →直径1mの目玉模様、6個×2列
※由井先生のアドバイスを参考
シート素材→コントロールタック
プラスコンプライフィルム 180C-12

彩色場所→地上から4-5m
[理由]
・目玉の間隔をあけることで、より目玉らしく見えるようにした。

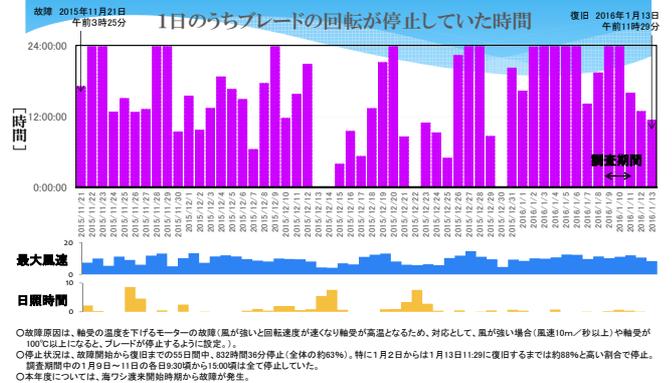
ブレード・目玉模様の彩色効果に関する調査計画

- ブレード彩色(風車1号機)、目玉模様彩色(風車2号機)の効果を検証するため、海ワシ類の飛翔軌跡を観測し、風車に対する最接近距離を算出
- 観測位置は、これまでと同じ、苫前町風車3基の近傍

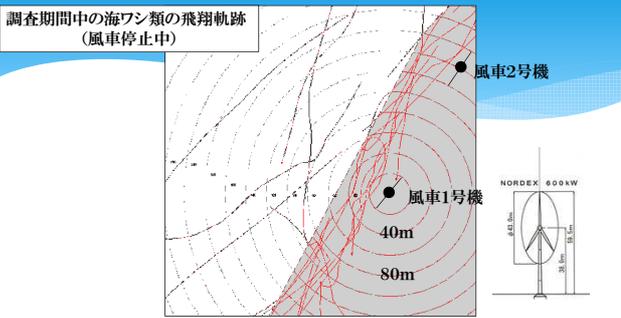


- * 第1回目 : 2016年1月9～11日
- * 第2回目 : 2016年1月26～28日
- * 第3回目 : 2016年2月9～11日

苫前夕陽ヶ丘発電所風車1号機の故障による風車の停止状況

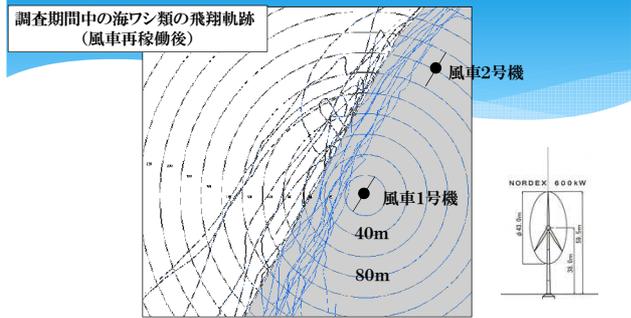


第1回目の調査:2016年1月8～11日



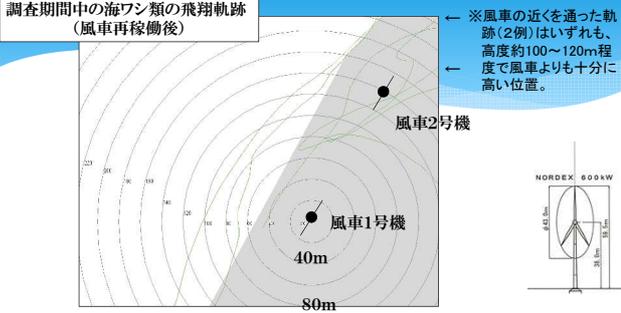
- 海ワシ類は、海岸線沿いに、水際線から内陸100m以内の範囲を飛翔することが多い。ただし、風車がある区間は、海側に避けて飛翔する傾向にある(参考参照)。
- 風車1号機が停止していたためか、14mまで近づくものが2例あり、風車が停止していることを認識して、できる限り、本来飛翔したいルートを飛翔していたものと考えられる。

第2回目の調査:2016年1月26～28日



- 風車1号機の復旧後も、飛翔軌跡の傾向は、第1回目の調査時と同様。
- 当該地で越冬する海ワシ類は、風車1号機が停止している間に、風車にどの程度まで安全に近づくことができるかを把握(少なくとも20m前後にまでは近づけることを学習)し、風車復旧後もその学習経験を生かして、できる限り、本来飛翔したい区域を飛翔していると考えられる。

第3回目の調査:2016年2月9～11日



- 海ワシ類の飛翔軌跡を観測できたのは5例のみ。(海ワシ類が飛翔しやすい、冬型の気圧配置ではなかったため。)

平成27年度の調査データの取り扱いについて

- ①海ワシ類は、できる限り、海岸線より内陸100m以内の範囲を飛翔したいため、停止していた1号機の風車を回避することなく接近していた。
- ②1号機風車の停止期間中に、安全に飛翔できる範囲を確認したためか、風車復旧後も、飛翔軌跡の傾向は同様であった。

平成27年度の調査データの 取り扱いについて

①本年度のデータは、昨年度以前と条件が大きく異なり 採用することはできない。

※昨年度までは、海ワシ類の渡来期から、風車が稼働し続ける状況下において、風車のブレードを彩色する、しない際の最接近距離の変化を考察したものであり、同様の条件でのデータが必要。

※本年度のデータを利用するためには、彩色していないブレードの風車を、本年度と同様に停止させた際の飛翔軌跡の最接近距離と比較する必要がある。

②2号機(目玉模様彩色)も、1号機の停止による影響を受けて、飛翔状況が変化したと考えられたため、本年度のデータを採用することはできない。

平成27年度の調査データの 取り扱いについて

＜ブレード彩色＞

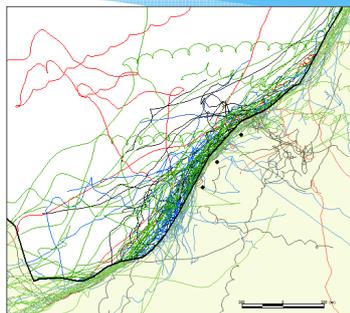
- 彩色無し(平成20,23,25年度)と彩色あり(平成26年度)の飛翔軌跡をもとに、風車との最接近距離の変化で効果を考察。
- 「海ワシ類の風力発電施設バードストライク防止策の検討・実施の手引き」の関係記述は(素案)に示したとおりとする。

＜目玉模様彩色＞

- 一定の効果を確認することができないため、「海ワシ類の風力発電施設バードストライク防止策の検討・実施の手引き」の関係記述は、「風車のタワー下部への彩色は海ワシ類に風力発電施設を気づかせる効果が期待できる」との記述を「一定の効果が確認されている」との記述に**変更しない**。
- ・現案のとおり、効果に関する考察と、事例の紹介(ノルウェー、環境省調査)にとどめる。

＜参考1＞

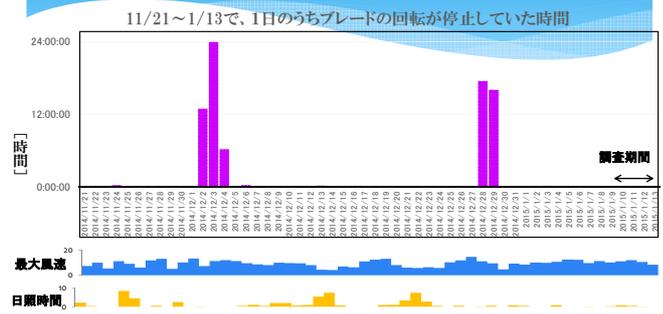
平成20,23,25,26年度の飛翔軌跡まとめの図



(平成26年度風力発電施設に係る海ワシ類におけるバードストライク防止策検討委託業務報告書 p2-23)

＜参考2＞

苫前夕陽ヶ丘発電所風車 平成26年度1号機の風車の停止状況



調査日 ①2015年 1月 10日～ 13日、②2015年 1月 27日～ 30日

可聴性(音)の検証

(第4回検討会での意見)

忌避的な反応が現れる音をあらかじめ特定した方がよい

ピストル音により海ワシ類を誘引してしまう懸念がある(特にオオワシは、ライフルの音がするとそこに撃たれたシカがいると考えて寄ってくる場合がある。)

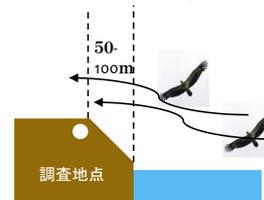
(第5回検討会における対応方針)

- * 警戒音は、風車の存在を認識させてバードストライクの発生を回避する効果があると考えられるが(※)、忌避までは期待できないと考えられる。
※海外での事例も含めて警戒音により忌避させるのは難しいと考えられる。
※オオタカで忌避音があるか実験した例(百瀬ほか2005)も確認したが、個体差が大きく、忌避音は特定できなかった。
- * ただし、より認識しやすい音があれば、検証すべき。
- * 平成26年度調査では、スターピストルの音により行動や視線に変化が変化し、音に気付く様子が観察できており、誘引も見られなかった。

効果の確認できたスターピストル音の他、より気づきやすいと考えられる、ワシの警戒音の再生で実験を行ない、効果を検証。

可聴性(音)の検証

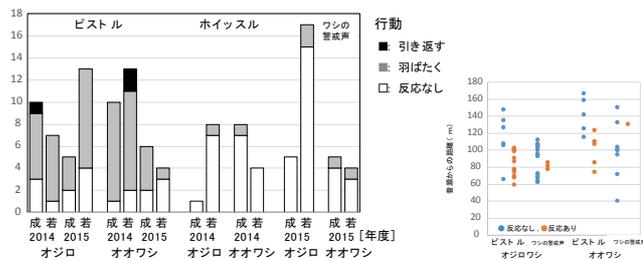
- * 昨年と同様に根室で調査を実施:2016年2月20～22日
- * 効果のあった**ピストル**と**ワシの警戒声**を交互に再生することで、どちらの音が効果的かを検証
- * ワシが50-100m程度の位置まで近づいた時に音を鳴らす



平成27年度 調査結果(可聴性・音)

19

* ピストル音には良く反応するが、ワシの警戒声に対する反応は弱い。
(昨年度実施したホイッスルと同様に反応は弱い。)



平成27年度 調査結果

20

1. バードストライク防止策案の検証
 - ① 視認性(色)や可聴性(音)の検証
 - ② 餌資源の検証
 - ③ 衝突感知センサの開発・検証
 - ④ 監視システムの開発・検証 (東京大学先端科学技術研究センター 飯田誠 特任准教授)
2. 衝突状況のモニタリング
3. 衝突個体の医学的剖検による衝突状況解明
4. 手引きの更新等に資する最新の知見等の収集
5. 海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定
ならびに検討会の設置、運営

餌資源の調査

21



* 小平付近(日本海側)で調査を実施。
(2016年1月14~21日、2月7~14日)
* 根室ほどは多くないが海岸線を飛行するワシが記録できる。

餌資源の調査

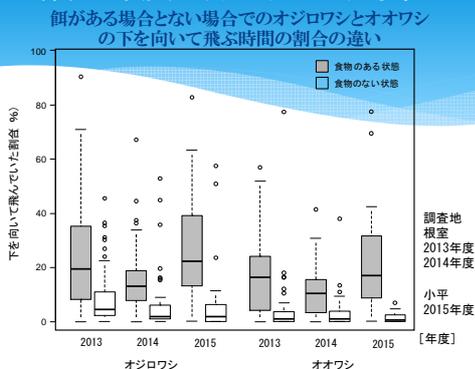
22

<調査方法>

- 食物あり3日、なし3日の状況をつくる。
- それぞれワシの飛行をビデオ録画する。
- 視線方向や他個体との干渉を解析する。

平成27年度 調査結果(餌資源)

23

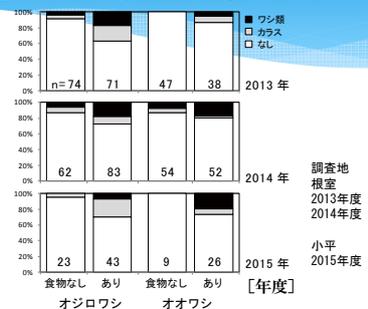


餌があるときには下を向くことが多くなるのが、日本海側でも確認できた

平成27年度 調査結果(餌資源)

24

餌がある場合とない場合でのオジロワシとオオワシの他個体との干渉が生じる割合の比較



* 餌があるときには同種・他種による干渉も多くなるのが、日本海側でも確認できた

平成27年度 調査結果

1. バードストライク防止策案の検証
 - ① 視認性(色)や可聴性(音)の検証
 - ② 餌資源の検証
 - ③ **衝突感知センサの開発・検証**
 - ④ 監視システムの開発・検証 (東京大学先端科学技術研究センター 飯田誠 特任准教授)
2. 衝突状況のモニタリング
3. 衝突個体の医学的剖検による衝突状況解明
4. 手引きの更新等に資する最新の知見等の収集
5. 海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定
ならびに検討会の設置、運営

衝突感知センサの開発・検証調査 の計画(苦前)

- 衝突感知センサ
- ・リアルタイムで成分加速度x, y, zを取得(1秒ごとに更新)
 - ・AL(アラームレベル)の設定
 - ・寒冷地対応の電池設計



- * サーフェスマイクロホンによる観測
- * 衝突時のブレード伝達音を観測

- * 調査計画
- | | |
|--------|---------------------|
| 5~7月 | 机上検討・模擬実験(打音試験1)報告済 |
| 8月 | 再度設置・模擬実験(打音試験2)報告済 |
| 10月~3月 | 観測(今回報告) |

※模擬実験で衝突を確実に感知できることを確認してから、観測を開始することとしたい。

平成27年度 調査結果(感知センサ)③

2015年12月~2016年2月 観測実施

概要:

衝突感知センサ装着、バードストライクの有無検知モニタリング

・装着状況補足

2015年12月25日の設置時、ブレードのみ、センサの設置状態の影響なのか他のセンサとは状況が進んでおけ風車通常回転時で若干アラーム信号が出やすい状態になっているが、現状可能な範囲で判定閾値の設定を実施した。

2015年12月25日の設置後、約1~2週間後、一つのブレードのセンサが脱落していることが判明。周囲に影響が無いことを確認済み(現地協力会社により確認実施)。

・レコーダー回収データを下記に示す 期間:2015年12月25日~2016年2月29日

レコーダー情報データ:機器の通信状態確認

アラーム情報データ:閾値超過をした場合に記録

ファイル名	種類	形式	表示
1_20151225095002.MI204	MI204	MI204	OK
1_20151225095002.MI1795	MI1795	MI1795	OK
1_20151225095002.MI150	MI150	MI150	OK
1_20151225095002.MI312	MI312	MI312	OK
1_20151225095002.MI298	MI298	MI298	OK
1_20151225095002.MI347	MI347	MI347	OK
1_20151225095002.MI459	MI459	MI459	OK
1_20151225095002.MI657	MI657	MI657	OK
1_20151225095002.MI145	MI145	MI145	OK
1_20151225095002.MI315	MI315	MI315	OK
1_20151225095002.MI563	MI563	MI563	OK
1_20151225095002.MI289	MI289	MI289	OK

ファイル名	種類	形式	表示
3_20151225134522.MI204	MI204	MI204	OK
3_20151225134522.MI1795	MI1795	MI1795	OK
3_20151225134522.MI150	MI150	MI150	OK
3_20151225134522.MI312	MI312	MI312	OK
3_20151225134522.MI298	MI298	MI298	OK
3_20151225134522.MI347	MI347	MI347	OK
3_20151225134522.MI459	MI459	MI459	OK
3_20151225134522.MI657	MI657	MI657	OK
3_20151225134522.MI145	MI145	MI145	OK
3_20151225134522.MI315	MI315	MI315	OK
3_20151225134522.MI563	MI563	MI563	OK
3_20151225134522.MI289	MI289	MI289	OK

結果: 期待したデータを得ることができなかった。
・メンテナンス日より、2015年12月25日~2016年2月29日の期間で最終的に作動していたセンサは3個中No1だけであった。(1月10日 No2脱落、1月14日 No3電池切れ)
・アラーム情報データより、頻りに記録がされていることから閾値のこともあるが、センサ設置状態がよくなかったことが考えられる。これは冬季環境に対するセンサの耐久性の無さが原因と考える。事前実験の夏、秋とは想定以上に条件が大きくかけ離れていた。

平成27年度 調査結果

1. バードストライク防止策案の検証
 - ① 視認性(色)や可聴性(音)の検証
 - ② 餌資源の検証
 - ③ 衝突感知センサの開発・検証
 - ④ **監視システムの開発・検証** (東京大学先端科学技術研究センター 飯田誠 特任准教授)
2. 衝突状況のモニタリング
3. 衝突個体の医学的剖検による衝突状況解明
4. 手引きの更新等に資する最新の知見等の収集
5. 海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定
ならびに検討会の設置、運営

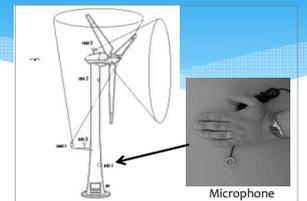
監視システムの開発・検証調査 の計画

東京大学 先端科学技術研究センター附属
産学連携新エネルギー研究施設
飯田 誠 特任准教授

既存の自動鳥監視システム



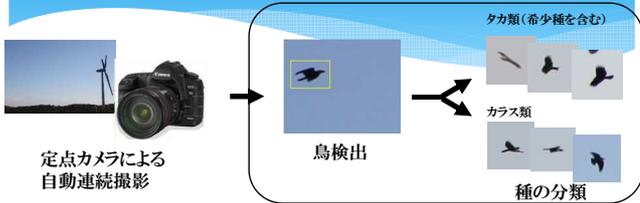
DTBird: image-based
bird detector



WT-Bird: image + audio
collision detector

- * 画像処理+他のセンサ
- * すでに商業ベースのものが存在
- * 公開されたベンチマーク・アルゴリズムはない

提案: 野鳥検出・分類パイプライン



- * 高解像度の定点カメラによる広域撮影
 - * 鳥の検出 / 検出された鳥の分類
- 応用: 鳥の生息状況の把握・希少種接近への警報

4.ビデオ監視システム開発

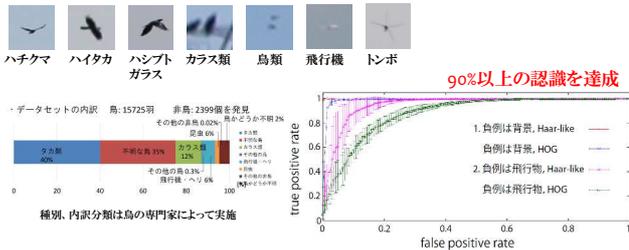
解像度の低いWebカメラでの認識可否・鳥出現部分のデータ抽出可能性の検討を実施

Sift flow法による移動物体抽出を実施
従来のWebカメラによる鳥画像抽出はこの手法

昨年度期間データの予備分析結果
抽出結果:
検出率76%
誤検出率15%

検出精度高度化

概要: 認識精度向上と種別判定に向けた認識アルゴリズム高度化検討



1. 低解像度物体への適用



- 目的:
- * 新たな応用・野鳥監視システムの基礎検討
 - * 広域監視における手法の性能の評価
- 成果:
- * 新たな野鳥画像データセットの構築・公開
 - * データセットでの既存手法のベンチマーキング

データセットの構築

高解像度・広域監視のための画像データセットを構築

- * 最初の風力発電所での実用的なデータセット
- * システムの学習・評価に用いる

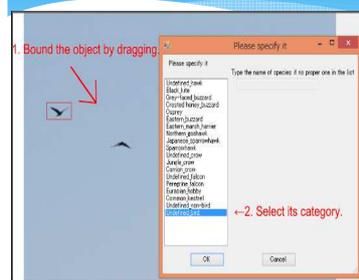
構造:

Image timeline 5K, 0.5 fps

画像例:

発表1: Yoshihashi+, "Construction of a Bird Image Dataset for Ecological Investigations," ICIP 2014
発表4: 吉原, 川上, 飯田, 前村, "野鳥の生態調査のための画像データセットの構築," SSI 2014

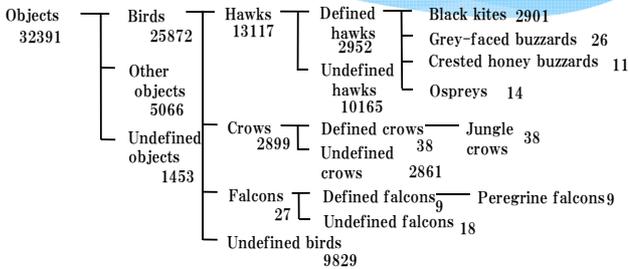
アノテーション



- * 野鳥の会会員ら12名による作業
- * 32,442枚の画像を処理・25,872の鳥を発見
- * 二重チェック
- * バウンディングボックス・カテゴリのラベル

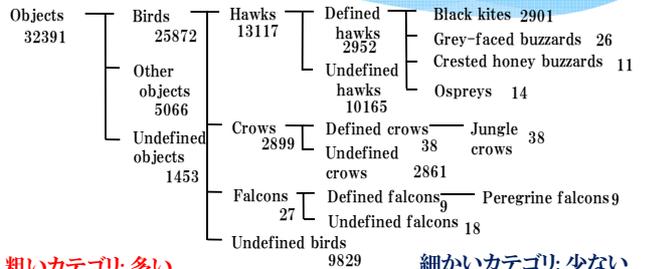
カテゴリの設定

カテゴリの階層と出現数



カテゴリの設定

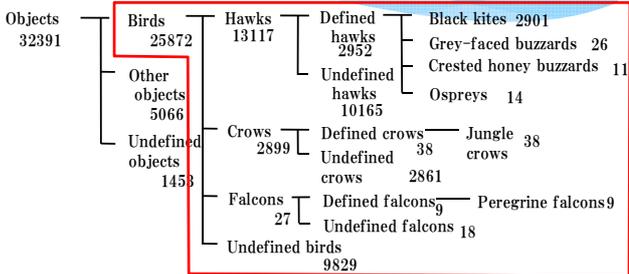
カテゴリの階層と出現数



カテゴリの設定

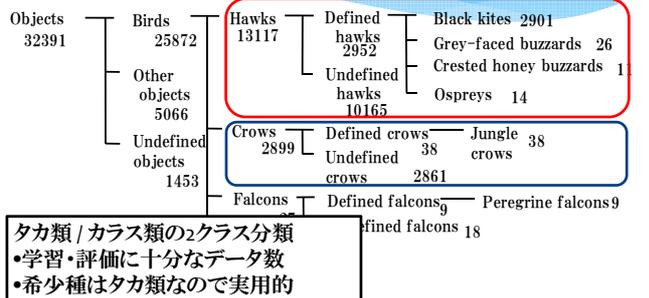
カテゴリの階層と出現数

検出



カテゴリの設定

カテゴリの階層と出現数



各カテゴリの画像例

	Hawks	Crows
Web画像		
このデータセット		

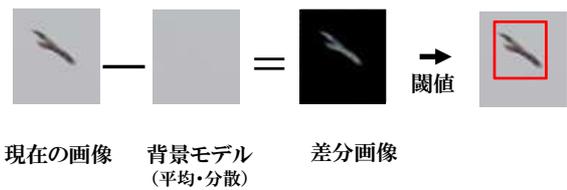
Web image source: Wikipedia

各カテゴリの画像例2

Ours / Web	
トビ	
チュウヒ	
サシバ	
メジロ	

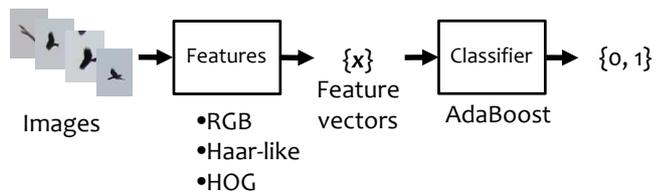
前処理: 背景差分法

- * 背景差分法により検出の候補領域を生成
- * バウンディングボックスの手入力によるマージンを補正



認識手法1: 特徴量 + 分類器

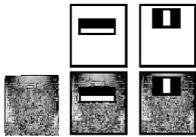
- * 特徴量 + AdaBoost (教師あり機械学習)



画像特徴量

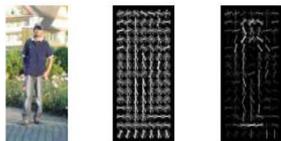
Haar-like:

- 明暗パターン・顔検出
- 先行研究によれば鳥検出でも有効



HOG:

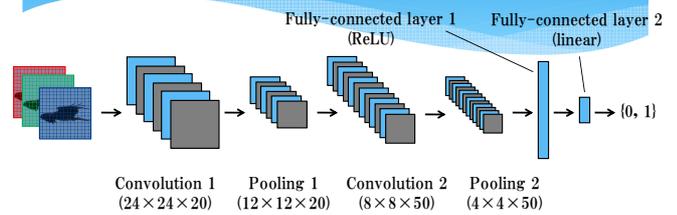
- 輝度勾配により概形を捉える
- 歩行者・一般物体認識で有効



RGB:

- 各ピクセルのRGB値をそのまま並べて特徴量とする

認識手法2: 畳み込みニューラルネットワーク (CNN)

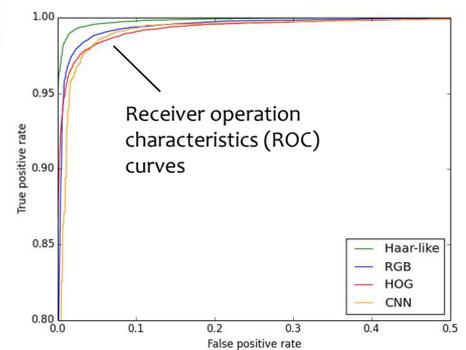


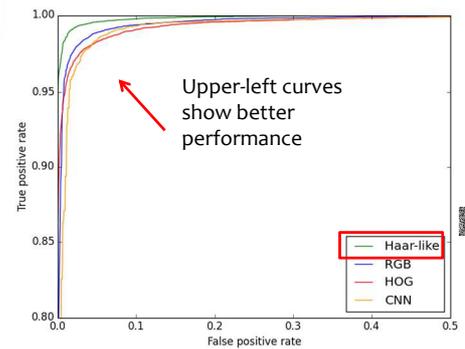
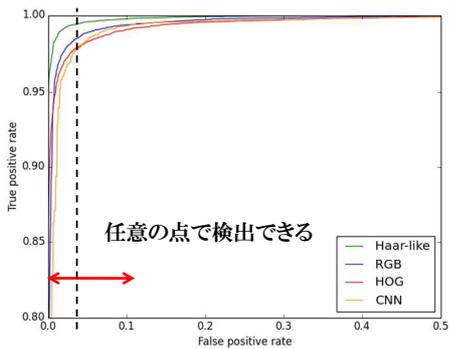
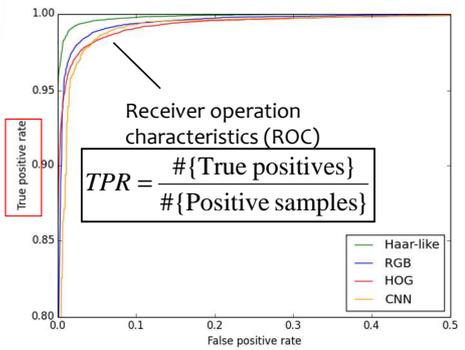
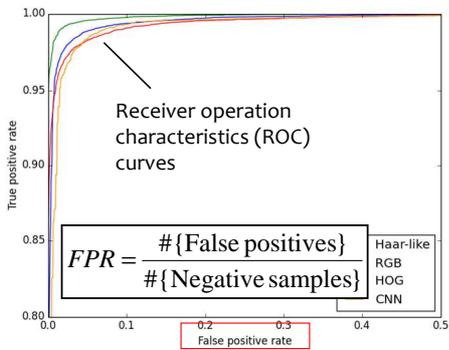
比較的小規模・手書き文字認識のネットワーク (LeNet)

- * 入力をカラー化・出力を2値化
- * 近年の新しいテクニック: ReLU + Dropout

実験1: 鳥の検出

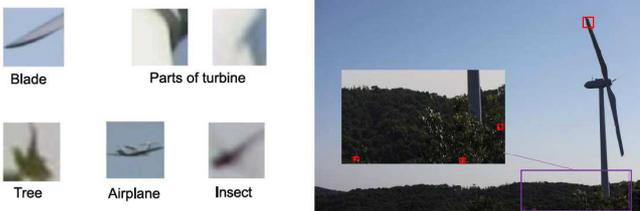
- * 正例: 鳥領域、負例: 背景差分法で検出された非鳥
- * データ数: 9,000 / 18,000、5分割交差検証





* Haar-likeが最も検出精度が高い: シンプルかつロバスト

誤検出の画像例



- * 移動物体(タービン、木、飛行機など)が誤検出を起こしうる
- * 一部の負例は鳥と視覚的に類似 (ブレードの一部、飛行機、昆虫など)

実験2: 種の分類

- * 正例: タカ類、負例カラス類
- * より詳細な分析: 解像度ごとの評価



実験手順

- 各解像度で学習データ数を揃えて評価
—データ数の影響を取り除く

Class/Resolution	15-20 px	21-30 px	31-50 px
Hawks	1,064	1,017	955
Crows	479	358	161

ランダムに抽出

残り

Training data:	Test data:
800 Hawks	264 Hawks
150 Crows	329 Crows

10回繰り返す

実験手順

- 各解像度で学習データ数を揃えて評価
—データ数の影響を取り除く

Class/Resolution	15-20 px	21-30 px	31-50 px
Hawks	1,064	1,017	955
Crows	479	358	161

ランダムに抽出

残り

Training data:	Test data:
800 Hawks	217 Hawks
150 Crows	208 Crows

10回繰り返す

実験手順

- 各解像度で学習データ数を揃えて評価
—データ数の影響を取り除く

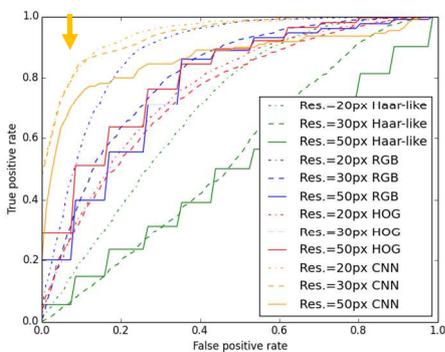
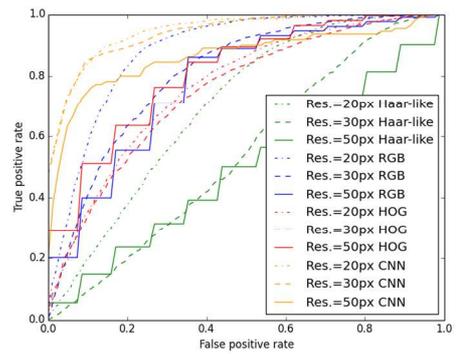
Class/Resolution	15-20 px	21-30 px	31-50 px
Hawks	1,064	1,017	955
Crows	479	358	161

ランダムに抽出

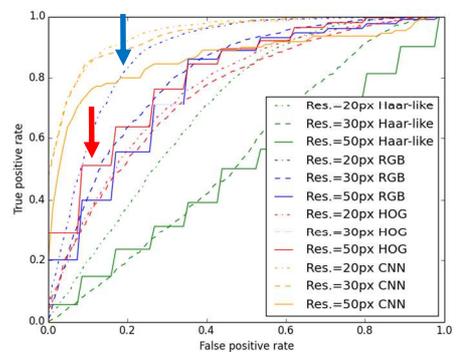
残り

Training data:	Test data:
800 Hawks	155 Hawks
150 Crows	11 Crows

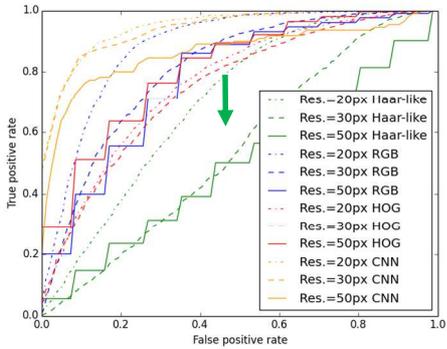
10回繰り返す



* すべての解像度でCNNが最も良い認識精度を示す



* HOGとRGB: 性能は解像度に依存



* Haar-likeは最も性能が良くない:
検出と種の分類の性質の違い

分類結果の画像例

True labels		Hawks	Crows
Results	20px		
	30px		
	50px		
Correctly classified	20px		
	30px		
	50px		
Misclassified	20px		
	30px		
	50px		

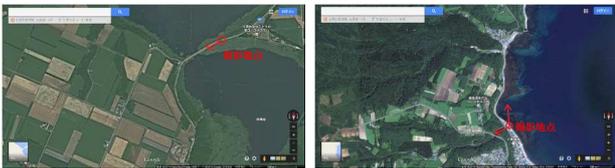
* 類似した画像の結果が異なる
—結果の理解は現状では容易ではない

高解像度カメラによる動画検出予備検討

概要:

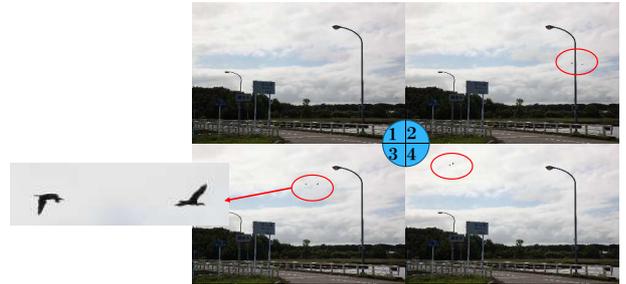
鳥種別の識別も可能な遠方鳥認識システム開発に向け、高解像度カメラによる動画検出検討を進めている。

- 調査期間:2014/08/27-2014/08/29
- 調査地:北海道網走市 清沸湖周辺、ニツ岩周辺
- 調査方法:撮影時間帯は午前6時-午後3時の間だった。4Kカメラを固定し、斜めにカメラを空に向けて撮影。鳥観察も同時に実施



種別判定に向けた自動撮影システム予備検討

従来の撮影システムを応用した種別判定に向けた予備検討の実施



抽出例を動画で示します

結論

- * CNNを基にした検出器(ResNet)
 - FCN
 - SuperParsing
 をSVMを用いて**組み合わせた**.
- * 生態調査に向けた野鳥のデータセットでの実験により、提案手法が**高精度**で鳥を検出出来ることを示した.
- * 小物体検出における各手法の役割を実験的に明らかにした.

深層特異検出器と意味領域分割の組み合わせによる解像度に応じた小物体検出

平成27年度 調査結果

1. バードストライク防止策案の検証
 - ① 視認性(色)や可聴性(音)の検証
 - ② 餌資源の検証
 - ③ 衝突感知センサの開発・検証
 - ④ 監視システムの開発・検証 (東京大学先端科学技術
研究センター 飯田誠 特任准教授)
2. 衝突状況のモニタリング
3. 衝突個体の医学的剖検による衝突状況説明
4. 手引きの更新等に資する最新の知見等の収集
5. 海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定
ならびに検討会の設置、運営

衝突状況のモニタリング計画(苫前)



- ・観測仕様は、昨年と同様
- ・ビデオ1台を1号機、1台を2号機
- ・視程計を設置
- ・11月～1月末(あるいはセオドライト
が終わる2月上旬まで)を想定
- ・回避している(あるいは「すり抜け
た」)映像が欲しい～鳥学会

平成27年度 調査結果

1. バードストライク防止策案の検証
 - ① 視認性(色)や可聴性(音)の検証
 - ② 餌資源の検証
 - ③ 衝突感知センサの開発・検証
 - ④ 監視システムの開発・検証 (東京大学先端科学技術
研究センター 飯田誠 特任准教授)
2. 衝突状況のモニタリング
3. 衝突個体の医学的剖検による衝突状況説明
4. 手引きの更新等に資する最新の知見等の収集
5. 海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定
ならびに検討会の設置、運営

今年度は2事例の剖検を実施

No	年月日	場所	状態	衝突方向
09-留-WTE-2	2009年2 月19日	苫前グリーン ヒルウィンド パークNo9	胴体上部及び胴 体下部。死体は 凍っていないこ とから、事故は当 日(2月19日)の 朝と思われる。	風車のブレードによ る上方からの直 撃を受け、多臓器 損傷により死亡した と診断
15-留-WTE-2	2015年3 月2日	留萌市 礼 受風力発電 所	右羽根が切断。 死後一週間以上 が経過している と見られ、全身 の変敗臭が著し い。	上方から接近する 発電用風車のブ レードと衝突し、多 臓器損傷により死 亡したと診断

平成27年度 調査結果(剖検結果)

- * 今年度は、2事例の剖検結果をご提供
- * 「上方からの衝突」は、更新されて
(前回17事例中、11事例) → 19事例中、13事例
19回試行で13回まで表が出る確率、=binomdist(13,19,0.5,TRUE)=0.968
- * プロジェクト終了にあたり、齊藤先生からコメント

平成27年度 調査結果

1. バードストライク防止策案の検証
 - ① 視認性(色)や可聴性(音)の検証
 - ② 餌資源の検証
 - ③ 衝突感知センサの開発・検証
 - ④ 監視システムの開発・検証 (東京大学先端科学技術
研究センター 飯田誠 特任准教授)
2. 衝突状況のモニタリング
3. 衝突個体の医学的剖検による衝突状況説明
4. 手引きの更新等に資する最新の知見等の収集
5. 海ワシ類のバードストライク防止策ガイドラインの策定
ならびに検討会の設置、運営