



# 日本バイオロギング研究会会報

日本バイオロギング研究会会報 No. 199

発行日 2023年3月16日 発行所 日本バイオロギング研究会(会長 佐藤克文)

発行人 光永靖 近畿大学 農学部 水産学科 漁業生産システム研究室

〒631-8505 奈良市中町 3327-204

TEL&FAX 0742-43-6274 E-mail: BioLoggingScience@gmail.com

会費納入先: みずほ銀行出町支店 普通口座 2464557 日本バイオロギング研究会

## 新しい発見

台風の目に向かって飛ぶオオミズナギドリ  
キングペンギンの方向感覚

依田憲 (名大) 2  
塩見こずえ (東北大) 4

## 研究の紹介

ウミネコの雛の生理状態に与える要因  
オリオオコウモリを対象としたバイオロギング調査  
オオミズナギドリの協調行動と採餌トリップ長の関係  
ウミネコの幼鳥は蕪島を離れてどこへ行く？

野田はるな (名大) 7  
藤谷祥子 (名大) 9  
屋敷智咲 (名大) 11  
杉山響己 (名大) 14

## エッセイ

3%ルールは暗黙の了解か？

佐藤克文 (東大) 17

## BiP ニュース

BiP は続くよどこまでも！

佐藤克文 (東大) 20

## 書籍紹介

生きもの「なんで？」行動ノート

木下千尋 (名城大) 23

## 新しい発見

# 台風に向かって飛ぶオオミズナギドリ

依田憲（名古屋大学大学院 環境学研究科）



オオミズナギドリ<sup>注1)</sup>に小型のGPS ロガー<sup>注2)</sup>を装着することで、台風<sup>注3)</sup>に対するオオミズナギドリの海上での対応を調べました。その結果、オオミズナギドリが台風の目に向かって飛ぶことを発見し、この戦術によって陸地に飛ばされる危険性を低減していることが明らかになりました。さらに、風の強さや、台風や陸地との位置関係によっても台風への対応を変えることが分かりました。

### 研究背景

夏から秋にかけて、日本は多くの台風に襲われま



図1 オオミズナギドリ（撮影：後藤佑介特任助教・名古屋大学）

す。人間社会では台風の進路を予測し、災害への備えをしたり、避難所に移動したりしますが、野生動物はどのように対応しているのでしょうか？実は、台風に対する野生動物の対応については、ほとんど研究が進んでいません。これは、台風時の行動を観察することが難しいためです。

海洋で魚類や頭足類を食べて生活している海鳥類は、台風の際、陸上動物よりもはるかに強い風にさらされることとなります。海鳥のカツオドリやグンカンドリは、サイクロンなどの嵐を避けるようにして飛んだと

いう報告が数例あります。しかし、台風によって勢力や進路が異なる上、台風と各個体との位置関係もさまざまでしょう。台風に対する海鳥の対応を明らかにするためには、多くの個体の移動データが必要です。

昔から海鳥類は、『海つばめの歌（マキシム・ゴーリキー）』や『かもめのジョナサン（リチャード・バック）』のような多くの物語の中で、苦難に立ち向かう象徴として嵐の中を飛んできました。さて、実際の海鳥はどうしているのでしょうか？

### 内容

本研究では、新潟県の粟島で繁殖するオオミズナギドリ<sup>注4)</sup>（図1）に注目しました。オオミズナギドリの育雛期は8-11月で、日本の台風シーズンと一致するため、台風をうまく回避する方法など、何らかの行動戦術が進化している可能性があります。そこで、オオミズナギドリに位置（緯度・経度）を計測できるGPS ロガーを装着し、日本海で台風（を含む低気圧、以下簡単のため台風と呼ぶ）に遭遇した個体の移動経路を解析しました。なお、オオミズナギドリは通常は陸上を飛ぶことはありません<sup>注5)</sup>。本研究では、2008-2018年にかけて計401羽から得られた緯度・経度データ（1分に1回測位）から、台風にさらされた75羽のデータを詳細に解析しました。海上風については、気象再解析データを利用しました。

GAMM（一般化加法混合モデル）やエージェントシミュレーションを用いて解析した結果、オオミズナギドリが台風の目に向かって飛ぶことが分かりました（図2）。中には8時間以上に渡って台風の目を追跡した個体もいました。ただし、どんなときでも台風の目に向か

うわけではなく、秒速 10m (時速 36km) 以上の強風に吹かれる時には目の方向に飛びますが (風速が秒速 20m の風の中を飛ぶこともありましたが)、秒速 10m 未満の時には逆に台風から遠ざかる傾向がありました。また、台風の本州に向かうことで本州に接近してしまう場合も、台風に向かいませんでした。風の強さによって海上で休む時間は左右されませんでした。また、台風を避けるように移動することもありましたが、これは左回りの台風の北西にいて、比較的簡単に迂回できるときでした。さらに、オオミズナギドリは移動戦術を模した (ただし陸地の情報を持たない) 模擬鳥をコンピュータ上で移動させたところ、多くの場合、模擬鳥は陸上に吹き飛ばされずに海上に留まりました。

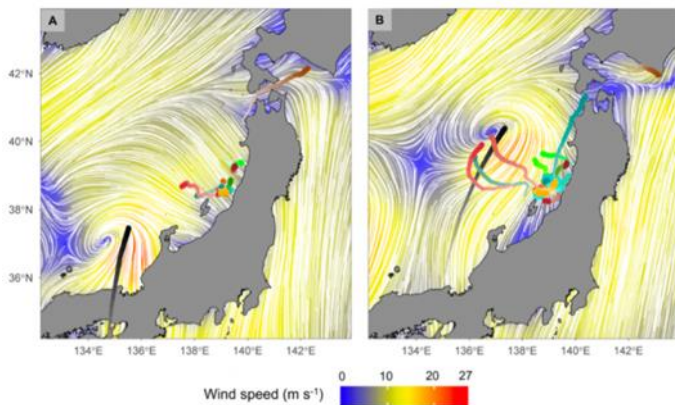


図 2 オオミズナギドリは台風に対する反応の例。(左) 日本海に侵入した台風 (黒太線。一番濃いところが最新の位置、薄く細くなるにつれて過去の経路)。オオミズナギドリは、新潟・山形県周辺や北海道襟裳岬の西で採餌していることが鳥に装着した小型 GPS ロガーによって分かる (カラフルな点と線)。(右) その後、3 羽のオオミズナギドリが台風の目に向かって飛んでいる。また、2 羽が台風に向かい始めている (明るい緑)。

これらの結果から、オオミズナギドリは風の状態や台風との位置関係に応じて柔軟に台風に対応していることが示されました。また、台風の本州に向かうことで、陸地に飛ばされるリスクを低減していることが示唆されました。ダイナミックソアリング<sup>注6)</sup>という海上風を利用した飛行方法をとるオオミズナギドリにとって、台風による最大のリスクは、陸地に飛ばされてしまうことです。陸上では捕食者に襲われる可能性も高まる上、オオミズナギドリは平坦な土地からの離陸も苦手です。実際に、オオミズナギドリは、繁殖地の巣穴にア

クセスするとき以外は、陸上を飛ぶことはありません<sup>注5)</sup>。

さて、オオミズナギドリは台風の接近をどのくらい前から感知しているのでしょうか？もしかしたら気圧の変化を利用しているのかもしれませんが。また、陸地の位置も把握している可能性があります。オオミズナギドリの移動戦術を模した (ただし陸地の情報を持たない) 疑似鳥はコンピュータ上で陸上を飛ぶことを回避できていましたが、陸地に到達してしまうことが時折ありました。この結果から、実際のオオミズナギドリは方位を感知する頭方位細胞<sup>注7)</sup>に加え、地図感覚も備えていて、陸地の位置を把握した精度の高い戦術を採用していることが予想されます。さまざまな感覚を総動員して、適切なときに台風の本州に向かっているのかもしれない。

## 成果の意義

本研究により、オオミズナギドリが台風の本州に向かって飛ぶという驚くべき行動をとっていたことが分かりました。他の海鳥類でこの行動が見られるかどうかは分かりませんが、ごく最近、キバナアホウドリとワタリアホウドリで 1 羽ずつ同様の行動が見つかりました。もしかしたら海上を移動する海鳥の汎用的な戦術かもしれない、今後は台風への対応に関する種間比較研究が進むことが期待できます。また、台風通過の多い九州・沖縄地方で繁殖するオオミズナギドリも興味深い比較対象です。

毎年日本に襲来する台風と、(主に) 日本で繁殖するオオミズナギドリとの関係を調べた、日本ならではの研究によって、鳥類の驚異的な能力に関する知見がひとつ増えました。今後は本研究に触発されて、鳥類の移動行動の裏に潜む感覚・運動能力の研究が進むことも期待できます。

気候変動に伴い、台風の発生数や強度にも変化があるそうです。野生動物たちが今後の地球環境変化にどのように対応するのか、15 年間欠かさずに行ってきた



粟島でのバイオロギング研究のさらなる継続によって  
解明できるかもしれません。

#### 【用語説明】

注 1) オオミズナギドリ (*Calonectris leucomelas*) :

日本や韓国などの島々で春から秋にかけて繁殖する、  
体重 600g ほどの海鳥（海鳥とは、主な採餌場所が海洋  
である鳥類のグループ。約 9000 種の鳥類のうち 350  
種ほどが海鳥）。翼開長（翼を広げたときの翼端間の長  
さ）120cm。数 m 潜水してカタクチイワシなどを食べ  
る。繁殖期は、土に掘った巣穴で雛 1 羽を両親で育て  
る。粟島の親鳥の場合、1 回につき 1-17 日間の採餌旅  
行を行い、胃に魚を入れて雛に持ち帰る。粟島から津軽  
海峡を抜け、北海道最東端の沿岸で採餌することもある。  
親も雛も 11 月に繁殖地を離れ、非繁殖期はニュー  
ギニアやフィリピンの沿岸で過ごす。野生化したネコ  
によって個体数を減らしている島もあり、繁殖・生態・  
行動・保全の研究が急務である。

注 2) GPS ロガー :

GPS とは、上空の衛星からの信号を受け取って位置  
を知る、全地球測位システムのこと。カーナビやスマホ  
に搭載されている。野生動物に対しては、GPS モジュ  
ールや電池、メモリなどを組み合わせ、小型化・耐水化  
して用いる。

注 3) 台風 :

北西太平洋と南シナ海で最大風速がおおよそ秒速 17m  
以上の熱帯低気圧。北西太平洋は地球上で一番多く熱  
帯低気圧が発生する地域である。別の地域では、ハリケ  
ーンやサイクロンと呼ばれる。台風と呼ばれるように  
なったのは明治時代からで、野分と呼ばれていた頃か  
らオオミズナギドリは台風の目に向かっていったかもし  
れない。

注 4) 新潟県粟島で繁殖するオオミズナギドリ :

新潟県の粟島では、推定 8 万羽以上のオオミズナギ  
ドリが繁殖する。名古屋大学の研究グループは、15 年  
に渡って新潟県粟島でオオミズナギドリの調査研究を  
続けており、バイオロギング研究の世界的な拠点の一  
つである。最近では、世界で初めて AI を搭載したロガ  
ーを開発して注目された（Korpela, Yoda et al.  
Communications Biology 2020）。野生化したネコが  
鳥を襲う捕食被食関係を調べたり（塩崎、依田ら 日本  
鳥学会誌 2014）、鳥の繁殖成績を毎年記録したりと、  
生態系保全に繋がる研究も行っている。

注 5) 陸上を飛ばない親鳥、陸上を飛ぶ巣立ち幼鳥 :

成鳥は、繁殖期に雛に餌を運搬するとき以外は、陸上  
を飛ばない（極端な荒天の後、長野県や群馬県で目撃さ  
れることがあるが、本種の個体数を考えるとごく少数。  
これらの個体がなぜ内陸に吹き飛ばされたのかは興味  
深い）。通常は成鳥は陸上を飛ばないことが数百羽以  
上の GPS 情報から確認されている）。繁殖期が終わっ  
て赤道方面に渡る際も、津軽海峡か対馬海峡を抜けて  
太平洋を南下し、道中で陸上を飛ばない。ただし、日本  
海の繁殖地で巣立ちした幼鳥は、11 月に本州上空（と  
ときには日本アルプス上空）を飛んで太平洋へ移動す  
る（Yoda et al. Current Biology 2017; Yoda et al.  
Ecology 2021）。このため、11 月に日本各地で保護さ  
れるオオミズナギドリのほとんどは幼鳥である。巣立  
ち幼鳥と成鳥の比較から、幼鳥は数年間かけて地形を  
学習し、海上のみを飛んで南下するルートに移行す  
ると考えられる。

注 6) ダイナミックソアリング :

海上付近の風は海面から高度が上がるほど風速が大  
きくなる。この風速勾配を利用することで、羽ばたかず  
に飛ぶ方法がダイナミックソアリングである。ミズナ

ギドリ類やアホウドリ類がこの省エネ飛翔を利用する。これらの現生鳥類と翼竜のソアリング性能を比較した論文が昨年出版された（Goto, Yoda et al. PNAS Nexus 2022）。

注 7) 方位を感知する頭方位細胞：

採餌を終えて繁殖地に戻る際、目的地方向に向いて飛ぶと、風に流されて繁殖地からズレた地点に到着してしまう。そのためオオミズナギドリは、風の影響を加味して、繁殖地から少しズレた方向を向いて飛ぶことで、最短ルートで帰巣する（Goto, Yoda et al. Science Advances 2017）。つまり、繁殖地の方角が分かっている。実際、オオミズナギドリは頭方位細胞という方位に反応する神経細胞をもつことが分かっている（Takahashi, Yoda et al. Science Advances 2022）。

E. Lempidakis, E. L. C. Shepard, A. N. Ross, S. Matsumoto, S. Koyama, I. Takeuchi, K. Yoda (2022) Pelagic seabirds reduce risk by flying into the eye of the storm. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS) 119, e2212925119.

## 新しい発見

# キングペンギンの方向感覚

塩見こずえ（東北大学 学際科学フロンティア研究所）

大海原を移動するキングペンギンが優れた方向感覚を持つことを報告しました。しかし何を手がかりにしているのかは謎のままです。



Stay the course: maintenance of consistent orientation by commuting penguins both underwater and at the water surface  
Kozue Shiomi, Katsufumi Sato, Charles-Andre Bost, Yves Handrich  
Marine Biology, 170:42 (2023)  
<https://doi.org/10.1007/s00227-023-04186-4>

## 研究の概要

育雛期のキングペンギン(*Aptenodytes patagonicus*)は、繁殖地から数 100km 離れた海域で餌を獲ることが知られている。餌場に向かう道中は、水平移動のためと思われる浅い潜水を昼夜ともに

繰り返すが、採餌目的と思われる深い潜水 (>100m) も頻繁に見られる。

本研究では、採餌トリップ中にキングペンギンが向いている方角の分布が、(i) 昼 vs 夜、(ii) 浅い潜水 vs 深い潜水、(iii) 水中 vs 水面、でどのように異なるか、あるいは似ているか、を調べた。その結果から、キングペンギンの定位能力と長距離移動戦略について考察した。

## 背景 1

多くの潜水動物（クジラ、アザラシ、ペンギン、ウミガメなど）が数百 km～数千 km というスケールで海での移動を繰り返している。そのような長距離移動を確実に成し遂げるためには、水中を含む 3 次元空間での定位能力（方向感覚）が不可欠である。

近年、潜水動物の移動経路データが着々と蓄積されているが、その多くは水面での位置情報を記録したものであり、水中での移動パターンや体が向いている方角の変化パターンについてはいまだ情報が少ない。

## 背景 2

移動中の潜水動物の体の向き（方位）の分布について報告した論文がこれまでに 2 つ発表されている。対象動物はアカウミガメとキタゾウアザラシ（juvenile）で、水中と水面での方位を 1 秒間隔で記録した（Narazaki et al. 2009; Matsumura et al. 2011）。

どちらの種でも、水中では基本的に一方向に定位していたのに対して、水面では方位がばらつく傾向があることがわかった。おそらく、水面で方位の手がかりを得て体の向きを調節しているのだろう、と考察されている。ただし、水中で方向転換をした後で元の移動方位に戻ることもできていた、つまり水中でも定位能力があることが示唆された。

それ以外の潜水動物、そして潜水性鳥類でそのような方位解析がされたことはない。ので、しました。

## 方法

海へ出かけるキングペンギンの背中に、3 軸の加速度、3 軸の磁気、速度、深度を記録するデータロガー（3MPD3GT, Little Leonardo 社製）を装着。  
→ 海から戻ってきたところでロガーを回収、加速度と磁気（方位）のデータから体の向きを 1 秒間隔で推定。

## 主な結果と考察

- キングペンギンの体の向きは潜水中でも水面でも、そして昼でも夜でも、採餌トリップの前半は南向き（餌場海域がある方角）、後半は北向き（繁殖地がある方角）、に集中していた。
- 方位分布の集中度合いは浅い潜水（移動潜水）と水面で特に大きく、昼と夜で有意差は見られなかった。深い潜水では方位のばらつきが大きかったが、平均方位は浅い潜水と同じ方角に維持されていた。

つまりキングペンギンは、水中数百メートルの深さでも、360 度海に囲まれた水面でも、どの時間帯でも、方向感覚を失わない。エサ取り（おそらく）のために水中で方向転換を繰り返したあとでも、元の方向に向き直すことができる。ということがわかった。

- トリップの中期 = 目指していた餌場に到着したと思われる期間には、浅い潜水はほとんどしなくなり、深い潜水での方位のばらつきはさらに大きくなった。
- 1 日単位で見ると水面での平均方位もばらつきが大きくなってはいたが、それぞれの水面滞在期間中の体の向きはどこかしらの方角に集中していた。

メインの餌場への水平移動という目的から解放され、特定の方位に体の向きをキープすることをやめたのだと考えられる。

- キングペンギンの水中での定位能力はアザラシ、ウミガメと同程度に高いことが示唆された。一方で、水面での方位集中度はキングペンギンでもっとも高かった。

アザラシとウミガメの場合は陸から人為的に運ばれて放された後の行動だったこと、キングペンギンは岸から遠く離れた外洋を移動していることなど、置かれた状況/環境の違いが定位メカニズムの違いにも関わっているのかもしれない。

## 結論

採餌トリップ中のキングペンギンは、平均方位を常に最終目的地の方角に向けることによって、その場での採餌というローカルな目的と長距離水平移動という general な目的の達成を両立させていた。水中および水面での定位能力の高さによって、限られた時間の中で長距離採餌トリップが可能となっているのだろう。

今後より多くの種で水中・水面での方位データの取得と分析が進めば、潜水動物に共通する、あるいは種特異的なナビゲーションメカニズムや移動戦略に迫ることができる、かもしれない。

-----

## 追伸 1 : まだわかっていないこと

- 何を手がかりに方向を知るのか
- なぜ移動をほとんどしていない水面でも体を目的地に向けているのか
- 海流によるドリフトにどう対応しているか
- 往路の目的地は比較的広いエリアだが、復路では繁殖地にピンポイントでたどり着く必要がある。

どのくらい離れた場所から繁殖地の位置を知ること/定位することができているのか。

(今回のデータセットではほとんどの個体でトリップの前半しか記録できていない)

など

## 追伸 2 : 宣伝

この論文と同じキングペンギンデータを使った論文が、これまでに3本パブリッシュされています (Shiomi et al. 2016; Narazaki et al. 2021; Watanabe et al. 2023)。よかったらぜひそれらもご覧ください。

## 登場文献リスト

Matsumura M, Watanabe YY, Robinson PW, Miller PJO, Costa DP, Miyazaki N (2011) Underwater and surface behavior of homing juvenile northern elephant seals. *J Exp Biol* 214:629–636.

<https://doi.org/10.1242/jeb.048827>

Narazaki T, Sato K, Abernathy KJ, Marshall GJ, Miyazaki N (2009) Sea turtles compensate deflection of heading at the sea surface during directional travel. *J Exp Biol* 212:4019–4026.

<https://doi.org/10.1242/jeb.034637>

Narazaki T, Nakamura I, Aoki K, Iwata T, Shiomi K, Luschi P, Suganuma H, Meyer CG, Matsumoto R, Bost CA, Handrich Y, Amano M, Okamoto R, Mori K, Ciccione S, Bourjea J, Sato K (2021) Similar circling movements observed across marine megafauna taxa. *iScience*

24(4):102221.

<https://doi.org/10.1016/j.isci.2021.102221>

Shiomi K, Sato K, Handrich Y, Bost CA (2016) Diel shift of king penguin swim speeds in relation to light intensity changes. *Mar Ecol Prog Ser* 561:233–243.

<https://doi.org/10.3354/meps11930>

Watanabe H, Shiomi K, Sato K, Bost CA, Handrich Y (2023) King penguins adjust their fine-scale travelling and foraging behaviours to spatial and diel changes in feeding opportunities. *Mar Biol* 170:29.

<https://doi.org/10.1007/s00227-022-04170-4>

## 研究紹介

# ウミネコの雛の生理状態に与える要因

野田はるな（名古屋大学大学院 環境学研究科）

フィールドワークを通して、何十羽ものウミネコの採血をする内に、看護師に向いているのではないかと思いだめた修士2年の野田はるなです。鳥類では、雛の時期の生理状態や成長がその後の生存や繁殖成績に影響を与えられていると考えられています(Lindström, 1999)。生理状態に関して、成鳥では繁殖成功率や寿命にまで関係があると言われていています(Bize et al., 2009)。しかし、野生の雛の生理状態とその要因に関する研究は少ないといった現状があります。そのため私は、雛の生理状態に影響を与える要因やその大きさを明らかにしたいと考えました。

生理状態の指標として用いたのは、医学やスポーツ科学などにも用いられている酸化ストレスです。酸化ストレスは、活性酸素の生成によって高まる酸化度と抗酸化物質によって高まる抗酸化力のバランスが崩れることによって生じます。呼吸によって取り込んだ酸素の一部は活性酸素となり、タンパク質や脂質、DNAの酸化という悪影響を引き起こします。一方、食べ物から摂取できる抗酸化物質は、活性酸素の制御、無毒化をします。よって本研究では抗酸化力を酸化度の値で割ることで、酸化ストレス状態を求めました。

本研究では、雛の酸化ストレス状態に影響を与える要因として、成長度合い、兄弟の有無、親鳥の行



図 1. 隣巢の親鳥から攻撃されないように仕切り板を置いた区域。巣の位置はオレンジ色の丸で示しています。動、巣周辺の環境と気候に着目し以下の5つの仮説を検証しました。(1)急に成長した雛ほど活性酸素の生成が促進されて酸化ストレス状態が悪くなる。(2)兄弟がいる雛は餌を巡っての兄弟間競争が起きるため、酸化ストレス状態が悪い。(3)親から良い餌を与えられた雛は酸化ストレス状態が良い。(4)巣密度が高い巣で育った雛は周囲の親から攻撃されやすいため酸化ストレス状態が悪い。(5)気象条件が悪いと、体温調節による代謝が促進されて酸化ストレス状態が悪くなる。



調査対象は、青森県八戸市蕪島で繁殖するウミネコ (*Larus crassirostris*)です。調査は2021年と2022年の雛が生まれてから巣立ち前までの約1ヶ月間行いました。両年とも10、20、30日齢の雛に対して、体重と外部形態の計測、採血を行いました。血液をフリーラジカル解析装置で分析することで、酸化度と抗酸化力を測定し、酸化ストレス状態を求めました。また外部形態計測値を主成分分析にかけることで体格の指標を求めました。さらに2021年には巣密度について検証するために、雛が育つ環境を3区画(高密度区、低密度区、隣巢の親鳥から攻撃されないように仕切り板を置いた区)に分けました(図1)。2022年には親鳥にGPSロガーを装着し採餌行動データ(解析には、最大到達距離を使用)を取得しました(図2)。

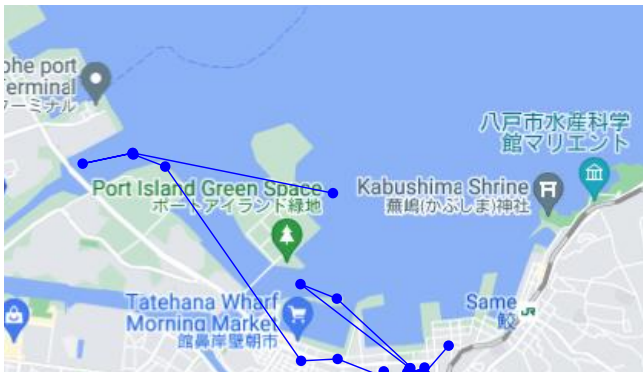


図2. 親鳥の採餌トリップの一例。バイオロギング手法を用いて、親鳥の採餌行動データを得ました。©google map

(1)成長：成長期初期では、体格が大きい雛ほど酸化ストレス状態が良い傾向がありました。雛の成長段階によって、生理状態に与える影響が異なりました。

(2)兄弟：気象条件が悪かった2022年では、兄弟がいない雛の成長期中期の生理状態が良い傾向がありました。気象条件が良い環境であり、親が十分に世話をすることができる雛数であれば、兄弟が生理状態に与える影響が小さいことが示唆されました。

(3)親の採餌行動：親鳥の採餌トリップと雛の生理状態の間には関係は見られませんでした。しかし、採餌場所(餌種)を特定することで、雛の生理状態との関係が見られるかもしれません。

(4)巣密度：仕切り板を置いた区域の雛の生理状態が良い傾向がありました。植生に相当する仕切りの存在が、隣巢からの影響を減らすことで低ストレスとなり生理状態が良かったと考えられます(図3)。

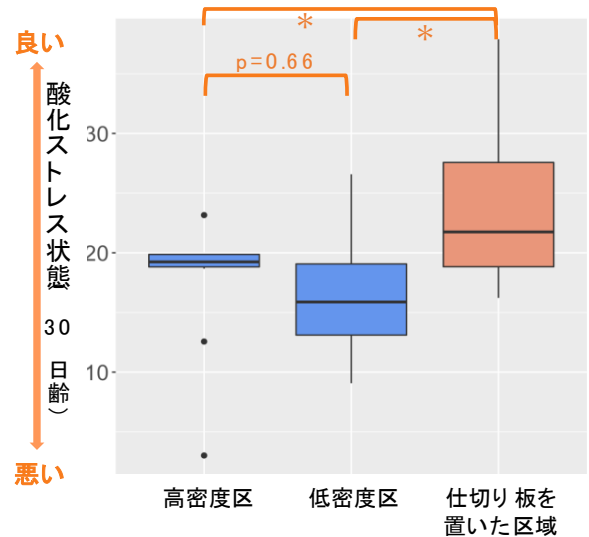


図3. 巣密度による雛の酸化ストレス状態の違い。仕切り板を置いた区域は、他の区域に比べて酸化ストレス状態が良い傾向がありました。

(5)自然環境：気温が低く降水量が多かった2022年の雛の生理状態が悪い傾向がありました。天候が悪いと体温調節のために代謝が促進されるため、雛の生理状態に悪影響を及ぼしたと考えられます(図4)。

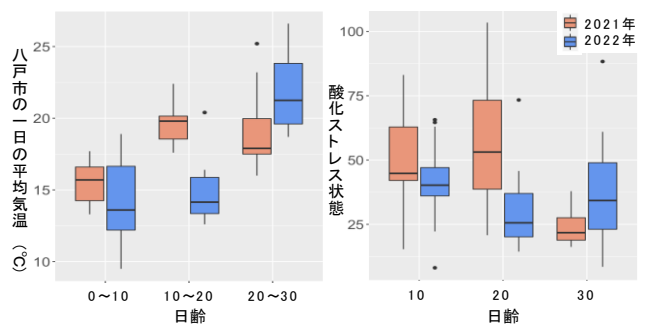


図4. (左)八戸市の一日の平均気温。(右)雛の酸化ストレス状態。各日齢を比較すると、平均気温が低い年の方が酸化ストレス状態は悪い傾向であった。

以上のことから、環境が最も雛の生理状態に影響を与えることが示唆されました。他の巣と物理的に仕切られていて、気温が高く雨も少ない環境で育つことが、雛にとって良い環境であると考えています。

本研究を通して、野生の生き物を相手にすることの大変さや面白さを実感しました。天候により調査ができない、調査日に雛が巣で見つからない、思った通りの結果が出ないなど難しいことはありましたが、自然環境の中で育つ雛に影響を与える様々な要因について考えることは面白いと感じました。そして何よりも、野生で生きる雛の成長を間近で見るという貴重な経験ができて良かったです。

(引用文献)

Lindström, J., "Early development and fitness in birds and mammals" *Trends in Ecology & Evolution*, 14(9), 343-348, 1999.

Bize, P., Criscuolo, F., Metcalfe, N. B., Nasir, L., & Monaghan, P. "Telomere dynamics rather than age predict life expectancy in the wild." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1662), 1679-1683, 2009

## 研究紹介

# オリオオコウモリを対象としたバイオリギング調査

藤谷彰子 (名古屋大学大学院 環境学研究科)

はじめまして、名古屋大学依田研究室修士2年の藤谷彰子です。私は修士研究で沖縄本島にてオリオオコウモリ(図1)を対象としたバイオリギング調査を日本で初めて実施し、データの回収を成功させることができました。



図 1. 捕獲したオリオオコウモリ

これまでされていなかった種の調査のため、事前の調査準備、フィールド調査でのかすみ網を用いたオオコウモリの捕獲、オオコウモリのハンドリングなどなど、初めてのことばかりで大変なこともありましたが、とても興味深いデータを得ることができました。

そして個人的にですが、オリオオコウモリは目が大きく、体も丸みを帯びていて可愛らしく、調査が大変な時でも、見ると頑張れる程でした。

対象種であるオリオオコウモリはクビワオオコウモリの5亜種の中の1種であり、沖縄本島およびその周辺島嶼に生息しています。主な餌は果実や花蜜で、また基本的に夜行性で、昼はねぐら木で休んでいます。クビワオオコウモリはレッドリストに記載されており、都市開発や台風等による攪乱の影響を受ける可能性があるため、本種の行動圏の測定は危急の課題ですが、移動生態の詳細についてはほとんど分かっていません。

調査地は琉球大学構内(沖縄県中頭郡西原町)とその周辺としました。その際、性成熟度や季節性といった差が本種の移動に影響する可能性を考慮し、2022年の①03/29~4/4(繁殖期前)②06/30~7/6(出産期の終了時期)③9/22~9/28(仔が独立する時期)の3つの時期に調査を行いました。

フィールド調査において、捕獲はかすみ網をたも網用のポールに張ったものを使用し、人がそのポールを持ち、餌場となる採餌木に飛んできたまたは飛び立った個体を捕獲しました(図 2)。



図 2. 捕獲の様子

そして、捕獲した個体は、随時、形態計測、性、性成熟度の判別をし、その後スキンバンドを用いてロガーの装着を行いました。ロガーの計測間隔は 2 分、記録時間はオオコウモリの活動時間である日の入前ごろから日の出後頃まで、計測期間は 5~6 日間としました。そして、計測 1 日目終了後より随時データ回収を行いました。①では、5 個体の捕獲、ロガー装着を行い、98%の回収に成功しました。②では、9 個体の捕獲、ロガー装着を行い、64%の回収に成功しました。③では、10 個体の捕獲、9 個体にロガー装着を行い、70%の回収に成功しました(図 3)。

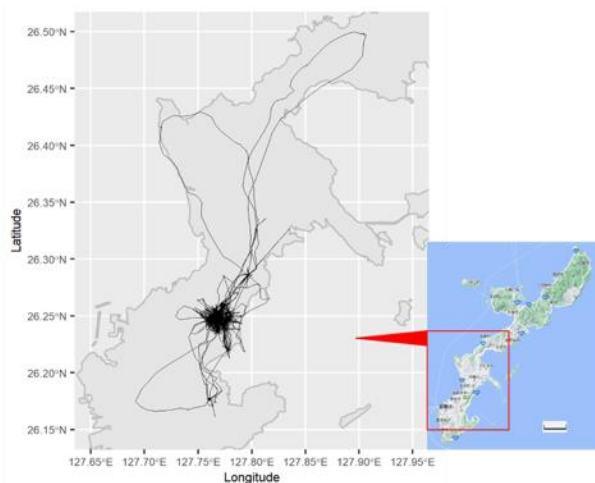


図 3. 全データの経路図

そして、得られた位置情報をもとに、移動速度、総移動距離、最大到達距離、飛翔時間を算出し、(1)調

査時期による行動の違い、(2)性別による行動の違い、(3)性成熟度による行動の違いを比較しました。移動記録により、オリオオコウモリは一晚で平均約  $21.45 \pm 10.21$  km 移動していることが明らかとなりました。また、性別や性成熟度によって移動や体格の違いは見られなかったが、これは性別や性成熟度で飛翔能力の差はないことが示唆されました。一方で、③は①②に比べて、総移動距離が長い傾向がありました。③は、オリオオコウモリが好む植物の結実が終わる時期であり、雌雄のペア形成の時期であることから、より探索的な採餌移動と、雌雄のペア形成のための追いかける行動が行われていたと考えられます。

本研究では、日本で初めてオリオオコウモリを対象としたバイオロギング調査を成功させることができました。今後は、得られたデータ解析をさらに進め、移動先の決定要因についても見ていきたいと考えています。



## 研究紹介

# オオミズナギドリの協調行動と採餌トリップ長の関係

屋敷智咲（名古屋大学大学院 環境学研究科）

はじめまして。名古屋大学大学院、修士2年の屋敷智咲です。私は元々他大学で生物学を専攻していましたが、どちらかといえば分子生物学の講義が多く、卒業研究はプラナリアを対象に実施しました。野生動物を対象にしたバイオロギングという新しい分野に足を踏み入れて早2年。野外調査でのロガー装着やRでの解析など、少しずつできることが増えた2年だと感じています。今回は、そんな私が行なった修士研究について紹介したいと思います。

複数個体で育雛する鳥類では、繁殖コストを減らす戦略として、他個体の行動に応じて自らの行動を調節する「協調行動」が知られています。

育雛期の海鳥が繁殖地から餌場に向かい雛への給餌のために再び繁殖地に戻る一連の行動を採餌トリップ（以下トリップ）と呼び、それにかかる時間をトリップ長と呼びます。繁殖地付近で行われる短時間トリップは、給餌頻度が高くなるので雛にとって都合が良い一方、繁殖地から遠く離れる長時間トリップでは給餌頻度が下がるため、親のためのトリップであると一般的に考えられています。親が採餌中の時、雛は巣穴に放置され絶食状態になるため、両親が同時に長時間トリップに向かうと餓死につながるおそれがあります。

トリップ長に大きな幅があるミズナギドリ目では、雛の絶食期間が短くなるように、(1)つがい相手と同時に帰巢する回数を減らすこと[1]、(2)つがい相手と長時間の採餌トリップを重ねないこと[2,3]、(3)雛の体調に応じて採餌トリップ長を決めること[4,5]、(4)つがい相手と同時に帰巢した後にトリップ長を変化させること[6]が数種で知られています。しかし、種に



図1. 雛の体重計測の様子(木下千尋さん撮影)。この時期は、親に装着したロガー回収と雛の体重計測のため、昼夜活動していました。体力は本当に大事です。

よってどのような協調行動を示すかに関して不明点が多いのが現状です。そこで私は、トリップ長が1日から約10日と幅広く変化するオオミズナギドリに注目し、彼らが協調行動をとるか検証しました。

調査対象は、新潟県粟島で繁殖する親鳥とその雛です。調査は2021年と2022年の8月から10月にかけて行いました。オオミズナギドリの両親は、巣穴に雛を残して昼間に採餌に行き、日没後に繁殖地に戻って雛に餌を与えます。つがいへのGPSロガー装着と、昼に装着個体の雛の体重計測を約1ヶ月行いました(図1)。

解析には2019年から2022年までに得られた34つがいを含む164個体のトリップデータを使用しました。また、雛にとって最も短い給餌間隔であり、全トリップの約5割を占める24時間未満のトリップを短時間トリップ、24時間以上のトリップを長時間トリップとして扱い、(1)から(4)について検証しました。

1つ目に、つがい相手と同時に帰巢する回数を減らすかを調べました。まず初めに、ある期間内でつがい



が同時に帰巢した回数(実際の帰巢回数)をカウントしました。次に、2019年から2022年までに取得したトリップ長データを年毎にプールしました。このプールから無作為にトリップ長を抽出してつがい(仮)のデータを作成し、期待される帰巢回数(無作為抽出での期待値)をカウントしました。これらを比較し、実際の観測値が無作為抽出での期待値よりも小さくなるかを検証しました。その結果、つがいで同時に帰巢する回数を減らしていないことが明らかになりました。

2つ目に、つがい相手と長時間の採餌トリップを重ねないことを調べるために、[6]を参考に、重複 index を算出しました。これは、長時間トリップが重なった時間を2個体のデータが揃った期間でわった値で、この値が小さいほど長時間トリップが重なっていないことを示します。この重複 index を、つがいとつがいでない2個体(オス同士、メス同士、つがいでないオスとメスの組み合わせ)についてそれぞれ算出し、比較しました。その結果、つがいで長時間トリップが重なっていたことが明らかになりました。

3つ目に、雛の体重変化に応じて採餌トリップ長を変化させるか調べました。2021年は約1ヶ月間、2022年は2週間毎日測定した雛の体重データから、1日あたりの雛の体重増加量を算出し、同時期に取得した親の行動データと対応させました。このデータを使用し、雛の体重増加量に応じて親がトリップ長を変化させるかについて、一般化線形混合効果モデル(GLMM)を作成して検証しました。その結果、雛の体重変化に応じてその後のトリップ長を変化させていないことが明らかになりました。

最後に、つがい相手と同夜に帰巢した後にトリップ長を変化させるか、GLMMを作成して調べました。その結果、同夜に帰巢した後のみでトリップ長と総移動距離が伸びていたことが明らかになりました(図2)。

この結果から、つがいと同日に帰巢した場合、つがい相手が雛に給餌したことを雛の餌乞い強度から把握

できるため[7]、少なくとも片親がトリップ長と総移動距離を伸ばしたと考えられます。

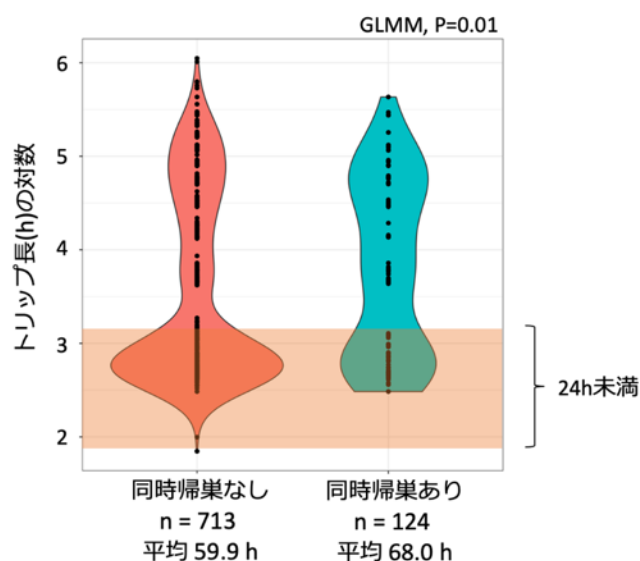


図2.同時帰巢の有無とその後のトリップ長の比較。バイオリンプロットには2つの山がありますが、オレンジ色で示した範囲の下の山が短時間トリップ、上の山が長時間トリップを示します。それぞれの山の広がり注目すると、青で示した同時帰巢後のみでトリップ長が伸びていたことが明らかになりました。

以上の結果から、オオミズナギドリは(1)~(3)の協調行動を取らないことが明らかになりました。この理由の1つに、オオミズナギドリの雛が長い期間をかけて脂肪を蓄積しながら成長することが考えられます。また、海鳥における協調行動は、繁殖地周辺の海域の餌利用可能性が不均質な場合に見られることが示唆されています[8]。今回対象とした、新潟県粟島で繁殖するオオミズナギドリは、日本海と太平洋を利用しています。この海域では餌資源が豊富であり、太平洋で得られる餌の栄養価が高いと考えられているため[9,10]、親が協調行動をとる必要がなかったのかもしれない。

これまで協調行動の研究の多くは、親鳥の巣への出入りを目視で観察しており、親鳥の採餌場所や採餌努力量がわからないまま、巣外での採餌行動が議論されてきました。本研究での解析に加えて、今後、採餌場所や移動経路、行動分類による採餌努力量の解析を行うことで巣外での行動が明らかになり、つがいにおけ

る採餌場所の類似性や、同時帰巢の有無によって採餌トリップが異なる可能性を検証できると考えています。また、本研究で雛の体調に応じてトリップ長を決めていないことが明らかになったので、今後、親の体調に注目し、ロガー装着時の体調とその後のトリップの関係を比較することで、親の状態がトリップに与える影響を明らかにすることができると考えています。

本研究を通して、野生動物を研究する難しさと楽しさを少し知ることができたと感じています。来年度から博士後期課程に進学しますが、どんどんできることを増やしながらか野外調査と研究を進めていきたいです。

#### [参考文献]

[1] Congdon, B.C., Krockenberger, A.K. & Smithers, B.V. (2005). Dual-foraging and coordinated provisioning in a tropical procellariiform, the wedge-tailed shearwater. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 301, 293–301.

[2] Wojczulanis-Jakubas, K., Araya-Salas, M. & Jakubas, D. (2018). Seabird parents provision their chick in a coordinated manner. *PLoS One*, 13, e0189969.

[3] Grissot, A., Araya-Salas, M., Jakubas, D., Kidawa, D., Boehnke, R., Błachowiak-Samołyk, K., et al. (2019). Parental coordination of chick provisioning in a planktivorous Arctic seabird under divergent conditions on foraging grounds. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7.

[4] Hamer, K.C., Lynnes, A.S. & Hill, J.K. (1999). Parent–offspring interactions in food provisioning of Manx shearwaters: implications for nestling obesity. *Anim. Behav.*, 57, 627–631.

[5] Weimerskirch, H., Prince, P.A. & Zimmermann, L. (2008). Chick provisioning by

the yellow-nosed albatross *Diomedea chlororhynchos*: response of foraging effort to experimentally increased costs and demands. *Ibis*, 142, 103–110.

[6] Tyson, C., Kirk, H., Fayet, A., Van Loon, E.E., Shoji, A., Dean, B., et al. (2017). Coordinated provisioning in a dual-foraging pelagic seabird. *Anim. Behav.*, 132, 73–79.

[7] Ogawa, M., Shiozaki, T., Shirai, M., Müller, M.S., Yamamoto, M. & Yoda, K. (2015). How do biparental species optimally provision young when begging is honest? *Behav. Ecol.*, 26, 885–899.

[8] Waugh, S.M., Weimerskirch, H., Cherel, Y. & Prince, P.A. (2000). Contrasting strategies of provisioning and chick growth in two sympatrically breeding albatrosses at Campbell Island, New Zealand. *Condor*, 102, 804–813.

[9] Kurasawa, K., Itabashi, Y., Yamamoto, M. & Watanuki, Y. (2012). Prey of streaked shearwaters during long foraging trips estimated by fatty acid composition of the stomach oil. *Jpn J Ornithol*, 61, 137–141.

[10] Matsumoto, S., Yamamoto, T., Yamamoto, M., Zavalaga, C.B. & Yoda, K. (2017). Sex-related differences in the foraging movement of streaked shearwaters *Calonectris leucomelas* breeding on Awashima Island in the sea of Japan. *Ornithol. Sci.*, 16, 23–32

## 研究紹介

# ウミネコの幼鳥は蕪島を離れてどこへ行く？

杉山響己（名古屋大学大学院 環境学研究科）



こんにちは、名古屋大学院依田研 M1 の杉山です。私は昨年引き続き依田研でウミネコの行動を研究しています。もう修士課程が半分終わってしまったということで、焦りを感じ始めている今日この頃です。研究者を目指す者としてはまだまだひよっこですが、気を引き締めて頑張っていきたいと思います。

ところで同じひよっこでも、親元を離れたばかりの動物—特に海鳥の幼鳥は巣立ちの後、繁殖地を離れてどこに行くのでしょうか？ 直接の観察が難しい鳥類の移動は、昔から人の興味を惹き、研究対象となってきました。近年はバイオロギング手法等の発展で少しずつ鳥類の移動生態が解明されてきています。しかしこれが巣立ち直後の幼鳥となると観察や追跡がより困難になり、その移動はまだわからないことばかりです。今回はその幼鳥について私が調査してわかったことを少しだけご紹介したいと思います。

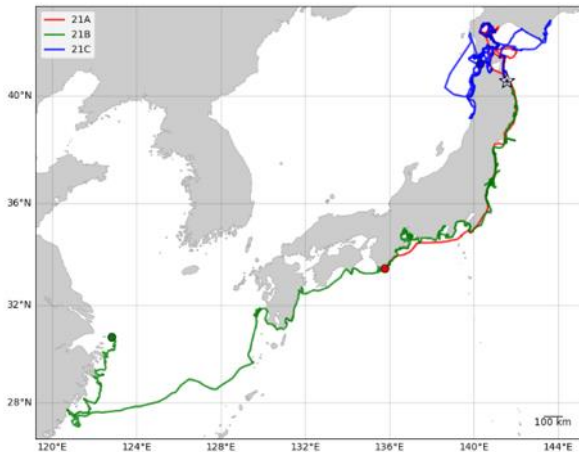
青森県八戸市蕪島で繁殖しているウミネコは、長年の標識調査やバイオロギング研究によって、成鳥の移動についてある程度分かってきています。成鳥は繁殖期が終わると北海道周辺へ北上し、11月ごろになると今度は蕪島を通り過ぎて関東周辺まで南下していきます。このように蕪島のウミネコは一度に何千キロメートルという長距離の渡りを行うわけではなく、日本近海のみ比較的狭い範囲でしか渡りを行わない種だろうといえます。渡りに関する研究は、長距離の渡りを行う種が注目されがちです。そのうえ、巣立ち後の幼鳥が性成熟して繁殖地に戻ってくるようになるまで約4年以上経るため、捕獲・装着・再捕獲・回収が必要となる一般的なバイオロギング手法でもかなりの困難が伴っています。そのためウミネコの幼鳥の移動について

の知見は標識個体が日本近海で記録されている程度のものでした。

今年度は調査初年度として7月初めに巣立ち間近のウミネコの雛7羽にロガーを取り付けました。今回使用したロガーFLEX II (Druid technology, China)は、太陽光パネルによる充電とインターネットを介してデータのやり取りができるので、再捕獲が必要ありません。この機能のおかげでこの文章を書いている現在もデータが蓄積し続けています。

結果として7羽のうち3羽から1時間1点の位置情報を記録することができました。得られたデータをみると、3羽の幼鳥は同じ方角へ飛んでいくわけでもなく三鳥三様な移動をしていました(図)。これまで蕪島のウミネコでは、幼鳥も成鳥と同じように北海道へ移動していると想像されてきました。しかし今回追跡したうちの1羽はまったく北海道に行かず最初から南下していきました(図の緑線で示した個体)。この個体はその後日本を飛び出し、今では中国にまで移動しています。また、別の個体は北上したのち、日本海側へ移動するものもいました(図の青線で示した個体)。ウミネコの集団繁殖地は蕪島以外にも、太平洋側だけでなく日本海側にも大小さまざまな規模で散在していることが知られており、今回のように散らばった幼鳥が他の島で繁殖する個体群に合流する、あるいは合流にくるといことも十分に考えられます。

現時点でのデータだけではまだ渡りの移動について一般化できるほど個体数がいませんが、予想した移動経路と違う結果が得られたので、他にも新事実が隠れているのではないかとワクワクしています。また今回、記事の中には書けませんでした。位置情報とともに記録されている加速度を使用した活動量について



得られた巣立ち後に島を離れた幼鳥の渡り経路図。赤と緑の線で示した個体は3月まで、青の線で示した個体は12月までの経路データを表示している。

も解析を進めていて、成鳥とは異なる特徴も発見しています。データはどんどん増えていくので、いいところで区切りを設けて論文として投稿したいと思っています。

このような新しいデータは全体の経路を眺めるのもいいですが、個人的には一日数回のデータ通信できまですどこにいたのかを見るのがすごく楽しいのでおすすめです。逆にしばらくデータが更新されないと一日中気になっちゃうことも。なんてやっているうちに次の繁殖シーズンが近づいてきました。彼らウミネコは巣立ちしてから数年後に繁殖地に戻ってきて繁殖を始めるといわれていますが、その繁殖齢に達するまでの期間にどこで何をしているのかというのもまだわかっていません。まだまだ新しい発見がありそうで興味津々な私ですが、来年度も新たなひよっこにロガーを装着するため、昨年よりも成長したひよっこが調査に向かいたいと思います。



# 3%ルールは暗黙の了解か？

佐藤克文（東京大学 大気海洋研究所）



Mond という質問ウェブサイトでは私は回答者を務めています。作家や科学者など、回答する人員は多様な分野に跨っており、人生相談とか科学全般にわたる質問に対し、私自身は気が向いた質問に対して回答しています。先日、私にどんぴしゃりの質問が来ました。

## 1. 質問

バイオロギングの業界ではしばしば対象の体重の5%、できれば3%以下が好ましいとされますがそれを示した文献などあるのでしょうか。いくら探しても見当たらないです。暗黙の了解でしょうか。#バイオロギング

## 2. 回答

質問者は国内でバイオロギング研究に関わる学生さんでしょうか？もしかしたら、私の研究室の大学院生かもしれません。「いくら探しても見当たらない」とのことですが、ざっと私自身に関わる論文を見返しただけでも、いくつも具体例が見つかります。

バイオロギングが始まって間もない頃、研究成果を論文にまとめて投稿するとしばしばレフリーから「装置を体に付けることが、動物本来の行動を阻害しているのではないか？」という指摘を受けました。当初の装置は大型であることが多く、バイオロギングに頼らず観察を主な手段として研究を進めている人から見ると、そのような疑問が生じるのも当然だったのかもしれませんが。レフリーのコメントに答える形で、私達は論文の手法を説明する箇所、装置が動物の行動に対して及

ぼす影響について論じたものです。

装置の影響としては、動物を捕まえて体に装置を取り付けるという行為自体が及ぼすハンドリングの影響や、水中を泳ぐ際の抗力が増大する影響などありますが、質問者は装置の重量について尋ねているので、それに絞って以下を記します。

重たい装置を鳥に付けた場合、空中を飛ぶ際の負荷は増えます。例えば、オオミズナギドリという体重500~600g前後の海鳥にジオロケータという装置をつけて、越冬海域における行動パターンと月齢との関連を報告した論文(Yamamoto et al. 2008, Yamamoto et al. 2010)では、装着に使った足輪も含めた装置の総重量は7gで、平均体重の1.2%（最小個体の体重の1.5%）であることを示した上で、「先行研究(Phillips et al. 2003, Igual et al. 2005)によると、取り付ける装置の重さが体重の3%以下の負荷であれば、ミズナギドリ目鳥類の採餌行動や繁殖成功にほとんど影響を及ぼさないことが判明している」と記載しています。ただし、“but see Adams et al. 2009”として、ある種のミズナギドリでは装置を付けた親鳥が育てている雛の体重に負の影響が見られたことを紹介しつつ注意を促しています。

他には、ヨーロッパヒメウという海鳥の事例を紹介します。この鳥は羽ばたき飛翔によって採餌する海域まで移動し、足蹼を使った潜水を繰り返して餌を獲った後、餌をお腹にためた状態で巣に持ち帰ることを繰り返しています。この鳥に72gのカメラをつけて採餌生態を調べた論文(Watanuki et al. 2007)では次のような考察を行っています。「カメラの空中重量は72gでオス

のヨーロッパヒメウの体重の約4%に相当する。このい  
くらか重い装置が鳥の採餌行動を阻害している可能性  
はある。しかし、カメラを背負った個体の潜水行動パラ  
メータ（潜水深度、潜水時間、水面滞在時間、潜降・浮  
上速度）は、カメラよりもずっと小型の装置（断面積で  
半分、重さで22%）で測定された値と同程度であった」。

以上のように、装置を付けた個体と付けていない個  
体（あるいは小型の装置を付けた個体）で、様々なパラ  
メータを比較することで有意差を検定し、装置を動物  
に装置することの影響を考察するのが一般的です。

あるいは同じヨーロッパヒメウに加速度データロガ  
ーをつけて行動測定する手法を報告する論文(Sakamoto  
et al. 2009)では、次のような考察を行っています。「付け  
る装置の空中重量は18gで、鳥の体重は平均すると  
1800gなので、装置は体重の約1%に相当する。この鳥  
が1回の採餌旅行で獲得する餌量は平均すると106gで、  
18gの装置はその範囲内にある。従って、鳥の飛翔を含  
む行動には深刻な悪影響は与えておらず、ロガーによ  
って測定される行動記録は鳥の通常の行動を反映して  
いると見なせるだろう」。

一般的に、装置をつける事による影響が皆無である  
ことを証明するのは極めて難しく、実際にはごくわず  
かながらでも何らかの影響はあると考えるのが妥当で  
しょう。許容レベルがどこにあるのかは一概には決め  
られませんが、1つの重要な検討項目は、その装置を付  
けて得たデータから結論づけられる内容に対して、装  
置の装着が影響を及ぼしているかいないかです。

同じくヨーロッパヒメウを対象として、加速度デー  
タロガーによって飛翔中の羽ばたき周波数を測定し、  
餌捕り潜水をはさんだ前後の飛翔中の周波数の違いよ  
り、体重がどれだけ増えたか、すなわちどれだけ餌量を  
獲得したかを見積もる手法を提案する論文(Sato et al.  
2008)では次のように記載しています。「データロガーの  
重さは18gで体重の1%ではあるものの、装置を付けら  
れたことにより採餌旅行中の消費エネルギー量がいく

らか増加した可能性はある。しかし、鳥が採餌旅行で巣  
に持ち帰る餌量は平均106gで、データロガーの重さを  
はるかに上回っている。また観察する限り、装置をつけ  
たことにより、その個体が巣に戻る行動が特に阻害さ  
れた様子も見られないため、データロガーによって得  
られたデータは通常の飛行行動を十分代表するもので  
あると見なした。さらにいうと、本研究の目的は、獲得  
餌量の大小によって飛翔中の羽ばたき周波数が変化す  
るであろうという理論に基づいて、後者から前者を推  
測する手法を提案することにある」。つまり、仮に装置  
を取り付けたことにより鳥の消費エネルギーが多少  
増加していても、この論文の目的には深刻な影響はな  
いだろうという理屈です。

### 3. 補足

この件に関して周りの人に尋ねてみたところ、北海  
道大学の綿貫豊さんからは次のようなコメントをいた  
だきました。「ミズナギドリ目では、体重の3%は繁殖  
を放棄したり死亡率が極端に高まったりすることはな  
い、といった程度の目処だと考えています。体重の2%  
以下でも、ハシブトウミガラスではトリップ長は変わ  
らないが、餌をもってくる頻度は下がる(Watanuki et al.  
2001)など、羽ばたき飛行するウミスズメ科では、同じ  
3%の体重比でも影響は出やすいようです。」

早速 Watanuki et al. (2001)を読んでみたところ、ハシ  
ブトウミガラスにデータロガーをつけることで、採餌  
海域の水温鉛直構造を測定出来るという内容の論文で  
すが、Discussionの冒頭1段落を割いて、装置がもたら  
す影響について論じていました。この論文の結論は、鳥  
にロガーをつけることにより、潜水行動と合わせて現  
場の水温鉛直プロファイルも測定出来るというもので、  
仮に装置のせいで持ち帰る餌量に影響があったとして  
もその結論を左右するものではありませんが、野生動  
物を用いた実験を行う上で動物福祉の観点から見て許  
容範囲内にあるのか否かを議論しておくことは重要で

あるということなのでしょう。

東京大学大気海洋研究所の坂本健太郎さんからは、この問題に真正面から取り組んだ論文(Vandenabeele et al. 2012)を紹介してもらいました。論文には鳥の体重増加がどの程度の飛翔コスト増加につながるのかについて、様々な種における計算結果が記されています。ただ、3%以下なら OK 等と書いてあるわけではありません。

結局、取り付ける装置のサイズとして、どこまでが許容されるのかについては、ケースバイケースで是非が判断されるべきなのでしょう。体重の3%とか5%以下の重さの装置を付けても深刻な影響が見られなかったという論文が相次いだ結果でしょうか、最近では単に「本装置は体重の3%以下であった」と記載するだけの論文が多いようです。一種の暗黙の了解のようなものになりつつあるのかもしれませんが、読者は装置のサイズが論文の結論に対して影響を及ぼしているか否か、動物福祉上許される範囲内であるのか否かを慎重に判断しながら論文を読んでいく必要があると思います。

インターネットで何でも調べられる時代になりました。ちょっと込み入った質問でも、質問サイトに疑問を投げおくと、その道の専門家があれこれ教えてくれたりします。今回の例がまさにそれに当たります。ただ、回答した私が言うのも何ですが、そうやって安直に尋ねたことに対する返答などはすぐに忘れてしまいます。そもそも私の意見など Chat GPT 程度の信憑性しかないということをバイオロギング研究会の学生会員は肝に銘じておいて下さい。大切なことは自分で原著論文を読んで地道に調べること。自分の頭で考えたことだけがその人の知恵として蓄積されるのです。

#### 4. 文献

Adams, J., Scott, D., McKechnie, S., Blackwell, G., Shaffer, S. and Moller, H. 2010. Effects of geolocation archival tags on reproduction and adult body mass of sooty shearwaters (*Puffinus griseus*). *New Zealand Journal of Zoology* 36, 355-366.

Igual, J. M., Forero, M. G., Tavecchia, G., Gonzalez-Solis, J., Martinez-Abraín, A., Hobson, K. A., Ruiz, X. and Oro, D. 2005. Short-term effects of data-loggers on Cory's shearwater (*Calonectris diomedea*). *Marine Biology*, 146, 619-624.

Phillips, R. A., Xavier, J. C. and Croxall, J. P. 2003. Effects of satellite transmitters on albatrosses and petrels. *Auk*, 120, 1082-1090.

Sakamoto, K. Q., Sato, K., Ishizuka, M., Watanuki, Y., Takahashi, A., Daunt, F. and Sarah Wanless. 2009. Can ethograms be automatically generated using body acceleration data from free-ranging birds? *PLoS ONE* 4, e5379.

Sato, K., Daunt, F., Watanuki, Y., Takahashi, A. and Wanless, S. 2008. A new method to quantify prey acquisition in diving seabirds using wing stroke frequency. *Journal of Experimental Biology* 211, 58-65.

Vandenabeele, S. P., Shepard, E. L., Grogan, A. and Wilson, R. P. 2012. When three per cent may not be three per cent; device-equipped seabirds experience variable flight constraints. *Marine Biology* 159, 1-14.

Watanuki, Y., Mehlum, F. and Takahashi, A. 2001. Water temperature sampling by foraging Brünnich's guillemots with bird-borne data loggers. *Journal of Avian Biology* 32, 189-193.

Watanuki, Y., Takahashi, A., Daunt, F., Sato, K., Miyazaki, N. and Wanless, S. 2007. Underwater images from bird-borne cameras provide clue to poor breeding success of shags in 2005. *British Birds* 100, 466-470.

Yamamoto, T., Takahashi, A., Yoda, K., Katsumata, N., Watanabe, S., Sato, K., and Trathan, P. N. 2008. The lunar cycle affects at-sea behaviour in a pelagic seabird, the streaked shearwater, *Calonectris leucomelas*. *Animal Behaviour* 76, 1647-1652.

Yamamoto, T., Takahashi, A., Katsumata, N., Sato, K., and Trathan, P. N. 2010. At-sea distribution and behavior of streaked shearwaters (*Calonectris leucomelas*) during the nonbreeding period. *Auk* 127, 871-881.

---

#### 5. Chat GPT の回答

ここまで書いた原稿を編集担当の依田さんに送った後、「Chat GPT だったら何と返答するだろう？」という疑問

が湧き、好奇心を抑えられなくなっていました。以下の青字がその返答です。忙しい時ほどくだらないこととうつつを抜かしてしまうのは私の悪い癖です。

バイオリギングにおいて、装着するデバイスの重量は、動物の健康や行動に影響を与えないように最小限に抑える必要があります。一般的には、動物の体重の5%未満が望ましいとされていますが、この規準は暗黙の了解として広く認知されているものであり、具体的な文献や研究によって正式に証明されたものではありません。

ただし、バイオリギングに使用されるデバイスの重量が動物に与える影響については、多くの研究が行われています。たとえば、バイオリギングの専門家たちは、鳥類の場合、装着するデバイスの重量は体重の3%以下であることが望ましいと考えています。これは、鳥類が飛行中にエネルギーを消費することを考慮し、できるだけ軽量のデバイスを使用する必要があるためです。同様に、海洋哺乳類の場合、装着するデバイスの重量は体重の5%未満に抑えることが一般的に推奨されています。

バイオリギングに関する規制やガイドラインは、国や地域によって異なる場合があります。具体的なデバイスの重量については、対象とする動物や研究目的に応じて個別に決定する必要があります。

佐藤：バイオリギングの専門家として、まだAIには負けてないかと、ホッと胸をなで下ろした次第です。「私の意見など Chat GPT 程度の信憑性しかない」なんて書きましたが、前言撤回。



# BiP は続くよどこまでも！？

佐藤克文（東京大学 大気海洋研究所）



## 1. 予算継続！

これまで文部科学省「海洋資源利用促進技術開発プログラム 海洋生物ビッグデータ活用技術高度化」研究開発課題(FS)として、「バイオリギングで実現する海洋生物と人の持続可能な共生社会」を進めて来ました。予算によるサポートを受けて、バイオリギングデータのデータベースである [Biologging intelligent Platform \(BiP\)](https://www.bip-earth.com)を開発致しました(<https://www.bip-earth.com>)。昨年末の研究会シンポジウムでも、BiP の利活用と発展をテーマとしたシンポジウムを開催し、ワークショップにより BiP の使い方などを紹介して研究会会員に宣伝してきたところです。詳しくは、[会報 197号](#)の BiP News をご覧ください。

昨年 12 月に、FS としての進捗評価を受け、外部評価委員会における厳正な評価の結果、正規課題として令和 7 年度までの予算継続が決まりました。その後については、中間評価を元にその後 5 年間の実施可否が検討されます。

評価コメント：バイオリギングデータが気象・海象予測の精度向上に有効であるというのは、今後の海上交通、早期災害対策などの社会貢献に寄与するところ大であると期待。すでに一定の形の成果となっており、他の課題との協力関係も念頭に置いている点は、成果の活用を発展させる上でも意味があると評価。一方で、研究タイトルに示された未来を実現するためにはさらなるビッグデータ形成が不可欠であり、それを活用した社会適応事例の積み重ねが必要である。

なお留意事項として以下の 2 点を令和 7 年度までの

研究開発事項として進めて欲しい。

1. OLAP を組み込んだ BiP の拡充に注力
2. 形成したビッグデータが実際の社会課題の解決や緩和に役立つ具体例を複数示す

この知らせを受けて、引き続き研究会幹事の有志からなる参加メンバーの中で議論を進めており、今後も BiP の改良を進めていきます。研究会会員の皆さんには、是非とも BiP を利活用していただければと思います。BiP に対するご意見やご要望等は BiP ウェブサイトの [お問い合わせ](#)から送ることができます。さまざまなご意見をお待ちしております。



図 1. 震災直後の研究室の様子

## 2. なぜ BiP?

私がバイオリギング用のデータベースを作ろうと最初に思ったきっかけは 2011 年 3 月の東北地方の震災

でした。当時、私は岩手県大槌町沿岸の臨海実験施設である東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センターに職場がありました。大型のHDを研究室に置き、自分自身がデータのバックアップをとるだけでなく、研究室所属の大学院生たちにも口を酸っぱくしてデータのバックアップを指導していました。ところが、オーストラリアのタスマニアで開催された国際バイオリギングシンポジウムに出席していた3月11日に津波が発生し、建物の1階にあった私の部屋に置いてあったHDはあえなく水没してしまったのでした(図1)。それ以降、単にHDにデータを保存するだけではダメで、クラウドなどのより安全な場所にデータをバックアップしておくことの必要性を強く感じるようになりました。

震災以降はDropbox等のクラウドにデータのバックアップをとるよう学生たちには指導するようになりました。しかし次に私が痛感したのは、バイオリギング機器で得た生データを取っておくだけではダメだということです。博士号を取得するまで研究室に残った学生の場合、苦労して得たデータを解析した結果は、原著論文として日の目を見るわけですが、卒論や修士論文を書いて卒業してしまう学生の場合、それまでに取得したデータは原著論文などの形で公表されることなく、単にバックアップデータとして保存されるだけとなります。その後入学してきた学生に研究の続きを行ってもらうために、卒業した学生のデータを使ってもらおうと思い、バックアップデータを見てもらうのですが、いつ・どこで・どうやってとったデータなのか。その時装置を取り付けた個体の体重や周辺データなどがなかなか見つからないのです。たいていの場合、卒業していった学生たちは何らかの形で情報を残してくれているのですが、それらが保存されたHDがどこにあるのかわからなかったり、クラウド内のバックアップシステムの中のフォルダにそれが残されているのかわからず、またフォーマットや記載方法がまちまちであるため、後からそれを解読しながら使える形にまでもっていくのがなかなか至難の業なのです。結果的に埋もれてし

まうデータが何と多いことでしょう。そういった経験を通して、後にそのバイオリギングデータを研究に使うおうと思った人にとって必要な情報が過不足無く残されている状況というのは、なかなか達成するのが難しいことがよく分かりました。BiPではそれを解決するために、バイオリギングデータをアップロードする人には、ちょっと面倒なのですが関連するメタデータもあわせて入力してもらい、統一したデータフォーマットで保存しています。今後は卒業生に対して、「BiPにデータをアップロードし、メタデータも入力した上で標準化して行ってね」と指示することで、上記の問題は解決できます。

### 3. 後の世にデータをバトンタッチ

生態学研究者にとって、長期に渡る調査の重要性は自明です。特にバイオリギングの対象になるような大型高次捕食者はえてして長寿命なので、その生活史を明らかにするためには長期におよぶ調査が必要不可欠となります。あるいは、地球温暖化のような数十年以上の時間スケールの環境変動が動物の生活史に及ぼす影響を調べようと思ったら、長期間のモニタリングがどうしても必要となります。10年以上に渡って安定的に予算を獲得し、野外調査を継続するのは極めて難しいものです。しかし、熱意を持った大学院生が頑張れば2~5年間は調査が出来て貴重なデータが得られたりします。データを取った本人が、自らの興味に基づく解析をして論文を出すのがベストですが、別の視点をもつ研究者が解析すると思わぬ研究成果が生まれたりします。あるいは10年以上に跨る長期データを見ると、意外な傾向を発見することもあります。「直接面識のない人にもデータをバトンタッチできるプラットフォーム」をBiPは目指しています。理想的なプラットフォームにはまだまだほど遠い状態であるのは私達も自覚しています。是非とも研究会会員の皆さんからのリクエストをBiPウェブサイトの[お問い合わせ](#)経由で教えてください。

#### 4. オープンデータは今後の常識になる

2016年に当時私の研究室に大学院生として在籍していた米原善成さんがアメリカ科学アカデミー紀要(PNAS)に論文を発表しました([Yonehara et al. 2016](#))。改訂を重ねた投稿原稿がようやく受理され我々が喜んでいると、編集部より、論文内で解析に使った生データをPNASが用意するデータベースにアップロードするようにという連絡が届きました。データのアップロードが論文公表の条件であるといわれてしまえば、我々としては選択の余地はありません。編集部に言われるがままにデータをアップロードしました。論文が公表された翌年、我々がアップロードしたデータを解析した結果が原著論文として公表されました([Bousquet et al. 2017 J. R. Soc. Interface](#))。そのデータを使った解析がなされていることは我々には一切連絡がなかったため、とても驚きましたが、「そういう時代が来た」ことを実感しました。

その後、欧米を中心にいくつものバイオロギングデータベースが発足し、私に関わったデータもいくつかそれにアップロードされています。時々外国の研究者から、「アップロードされたデータを使った解析を行っ

ており、解析結果を論文発表する予定があるので共著にならないか」といったお誘いを受けるようになりました。私には思いも付かなかったような視点から解析した結果の解釈を一緒になって考えていくのはとても面白いものです。苦勞して予算を獲得し、汗水流して野外で獲得したデータであればこそ、出来るだけオープン化して色々な人に2次利用、3次利用してもらおうのが良いと思うに至りました。

#### 5. BiPの持続的発展

BiPを立ち上げるのに使った文科省からの研究費は、最長でR12年度まで続きます。その後のBiPの運営について、具体的な事はまだ何も決まっていません。私としては、BiPに集積されたデータを、研究に留まらない様々な分野に利活用してもらい、それに対する対価を使って持続的に運営していける形を模索しています。本稿のタイトル「BiPは続くよいつまでも!？」というのはあくまでも私の個人的な決意表明です。是非ともバイオロギング研究に関わる皆さんの判断を仰ぎたいと思います。

# 生きもの「なんで？」行動ノート

木下 千尋（名城大学農学部 日本学術振興会特別研究員 PD）



こんにちは、名城大学で学振 PD をしている、木下千尋と申します。研究をしながら、イラストレーターもしています。この度、生きもの「なんで？」行動ノート（SB クリエイティブ）というイラストばかりの本を出しました。アリからクジラまで、いろいろな動物の行動や生態を紹介しています。動物をおもしろおかしく紹介した類書は多々ありますが、この本では、行動の裏にはどんな理屈があるのかを科学論文や専門書をもとにイラストで図解しています。また、研究者がどんなことに疑問を感じ、どんな方法で調査・実験をして、得られた結果をどう解釈したのかを解説しています。本の中では、バイオリギング研究会の方にも多数登場していただきました（自分ではかっこよく描けたつもりでしたが、みんな顔が一緒というコメントがありました。練習します）。巻末には、学位取得や論文受理までの道のりや、研究者への質問コーナー（第18回日本バイオリギング研究会シンポジウムの質問集の一部を、回答者の皆さんの許可のもと、掲載させていただきました）を設けました。生きものの「なんで？」と思うような行動を通して、研究の過程を知ってもらうこの本の裏の目的です。子供から大人まで、どこから読んでも楽しめるよう工夫しました。

本の作成にあたって、バイオリギング研究会の吉田誠さん（国立環境研究所）、中村乙水さん（長崎大）、福岡拓也さん（東京農工大）に協力をしてもらいました。また、日本生態学会で仲良くなった藤岡春菜さん（岡山大）と稲垣辰哉さん（東京工業大）にも一部監修に入ってもらいました。ディスカッションをしながら本を完成させる過程は非常に楽しかったで

す。快く引き受けてくださった皆様、本当にありがとうございました。

今回は超優秀な編集者さんがついてくださり、出版までこぎつけることができました。強すぎたり、感情的すぎたりする言葉を使うのを避けたいという私のワガママを汲み取っていただき、生きもの「なんで？」行動ノート、という素晴らしいタイトルを考えてくれました。科学論文を投稿する時は、著者が編集者の尻を叩くことがあります。本を作る時は、編集者が著者の尻をひたすら叩くのだということを理解しました。

印税の一部は BLS8 に寄付します。バイオリギング界が、今後もますます発展することを願っています。





生きもの「なんで？」行動ノート

きのしたちひろ 絵・文

SBクリエイティブ

A5/160 ページ/2023 年 2 月 1 日

ISBN 978-4815612382

定価 1540 円 (税込)



## 会費納入のお願い



■会費の納入にご協力をお願いいたします。  
正会員 5000円、学生会員（ポスドクも含みます）  
1000円です。  
2年間会費未納ですと自動的に退会になりますのでご注意ください。

■住所・所属の変更はお早めに事務局  
(BioLoggingScience@gmail.com) まで  
メールアドレスが変わりました

### 編集後記



■『生きもの「なんで？」行動ノート(きのしたちひろ)、SBクリエイティブ、2023』を頂きました(感謝)。一つの原著論文を2ページずつカラフルなイラストで解説した、大人から子どもまで楽しめる本です。バイオロギング関係の論文もいくつか掲載されています。■きのしたさんの本を読んでいて何だか懐かしい感覚を覚えたのですが、学生の頃、大学の図書館で冊子体の学術誌をめくっていた体験に似ています。最近は論文が多すぎて、自分に近い論文しか読んでないのですが、昔は Nature や Animal Behaviour や Behavioral Ecology の最新号をパラパラとめくって、さまざまな対象種や手法の論文に広く触れたものです。久しぶりに図書館に行ってみたくなりました。■そういえば新刊の学術雑誌は面陳されるのですが、それらの表紙も楽しみでした。私の論文がカバーアークティクルに選ばれた雑誌 (J Zool 2004) を見て、ケンブリッジの友人が図書館で表紙を見たよ！とメールをくれたときは嬉しかったです。もう学術雑誌の表紙を気にする人は少ないかもしれません。■学術雑誌の情報も AI は学習データにするのでしょうか。そのうち、AI が最新の論文を2ページにまとめて、AI が描いたイラストを付けた本が自動生成されるようになるのでしょうか。「まだ AI には負けてない」「(AI: 新しい学習データをありがとう……)」。■春は異動が多いですね。新たにポストを得た若手の方々、大変おめでとうございます。【K.Y】  
■BLS 会報が AI によって自動作成される日も近い？  
【Y.M】



【S.K】