



# 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. 223

発行日 2025年3月31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 三田村 啓理 京都大学フィールド科学教育研究センター

〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 TEL&FAX 075-753-6227 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

巣の位置がウミネコの採餌行動と生理状態に与える影響  
オガワコマッコウにおけるヒレの血管の3次元構造

水谷友一 (名大)  
岡村太路 (名大) ・  
スミスアシュレイ梨花 (東大)  
小山偲歩 (名大・名城大)

海鳥2種の酸化ストレスと採餌行動の種差

## 研究紹介

ウミネコの移動の季節性  
ビデオ・加速度データから見るオオミズナギドリ  
の採餌パターン

小出胤樹 (名大)  
近藤美有宇 (名大)

## 学会参加報告

WBS & PSG 2025 への参加

南香帆 (名大)

## 調査報告

北海道大黒島での海鳥調査  
アラスカ州・ミドルトン島での海鳥に囲まれた野外調査  
スウェーデンでのオニアジサシ調査記

大門純平 (名大)  
中嶋千夏 (名大)  
小山偲歩 (名大・名城大)

## お知らせ

BiPを使ったバイオロギング解析に挑戦~その3  
・plot\_Acc: 3軸加速度とODBAの時系列グラフを表示  
BiP News~「BiP Up 2024」研究計画発表会・開催報告~

渡辺伸一 (リトルレオナルド社・  
麻布大)  
渡辺伸一 (リトルレオナルド社・  
麻布大) ・佐藤克文 (東大)

# 巣の位置がウミネコの採餌行動と生理状態に与える影響

水谷 友一（名古屋大学大学院 環境学研究科 生態学講座）



ウミネコ (*Larus crassirostris*) をはじめとする海鳥は、集団で繁殖するコロニー性の特徴を持つ種が多く、コロニー内の巣の位置が繁殖成功率や生存率に影響を与えることが知られています。コロニー内での巣の配置は重要な要因で、一般に、コロニーの中心部に位置する個体のほうが、繁殖成功率が高く、生存率も高い傾向があります。これは、捕食リスクの低減、社会的相互作用の増加、環境条件の安定などの要因によると考えられています。

一方で、コロニーの辺縁部に位置する個体は、外敵や接近者（本研究では主に人間）の影響を受けやすく、繁殖成功率が低いとされています。しかし、繁殖成功率が低いにもかかわらず、辺縁部に長期間留まる個体がいることが観察されており、その理由は明らかになっていませんでした。

そこで本研究では、巣の位置が採餌行動や生理学的負担にどのような影響を与えるのかを明らかにし、辺縁部の個体をとる繁殖戦略の実態を探ることを目的としました。

## 方法

青森県八戸市の蕪島に生息するウミネコを対象に、コロニー中心部（Central Group: CG, はフェンスで囲まれた保護区域で、人や捕食者の影響を受けにくい環境）とコロニー辺縁部（Peripheral Group: PG, と定義したエリアは

一般訪問者が立ち入れるエリアにあり、人為的な攪乱や外的ストレスを受けやすい環境）での繁殖個体の行動や生理的負担の違いを調査しました。

2023年4月から6月のウミネコの繁殖期に、保護区内CGに営巣する20個体と辺縁部PGに営巣する5個体のウミネコを比較しました。

## 1. 親鳥の行動追跡

使用したGPSデバイスはFLEX II Max カスタム (DRUID Tech., 中国) とPinPoint VHF/GPS ロガー (Lotek, Canada) をPGとCGへそれぞれ装着しました。GPSデータを解析し、採餌行動（トリップ時間、最遠到達距離、1日あたりのトリップ頻度など）を算出して、辺縁部と中心部の個体の移動パターンの違いを比較しました。

## 2. 生理学的負担の評価

親鳥の血液サンプルを採取し、酸化ストレス（活性酸素種の影響）の指標であるd-ROMs値（酸化度）と、BAP値（抗酸化能力）を測定しました。酸化ストレスの程度が巣の位置によって異なるかを検証しました。

## 3. 繁殖成功率の比較

産卵数（クラッチサイズ）、雛の孵化率、生存率を観察し、繁殖成果の違いを記録しました。

## 結果

### 1. 採餌行動

PGの個体は、CGの個体に比べ、採餌行動にかかる時間が短く、移動距離も短く、1日あたりのトリップ頻度も低かった。

- トリップ時間: CGの方が約2.2倍長い。  
PG (1.48時間) < CG (3.26時間)
- 最大移動距離: CGの方が約1.5倍遠い。  
PG (15.72 km) < CG (24.28 km)
- 採餌トリップ頻度: CGの方が約1.4倍多い。  
PG (2.75回) < CG (3.79回)

### 2. 酸化ストレス

PGの個体は、CGの個体に比べ、酸化度が低かったが、抗酸化能力に差はなかった。

- d-ROMs: PGの方が約40%低い。  
PG (41.8 U.CARR) < CG (69.6 U.CARR)  
\* 1 U.CARRは、血漿または血清中の過酸化水素 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 換算で0.08 mg/dLに相当する。

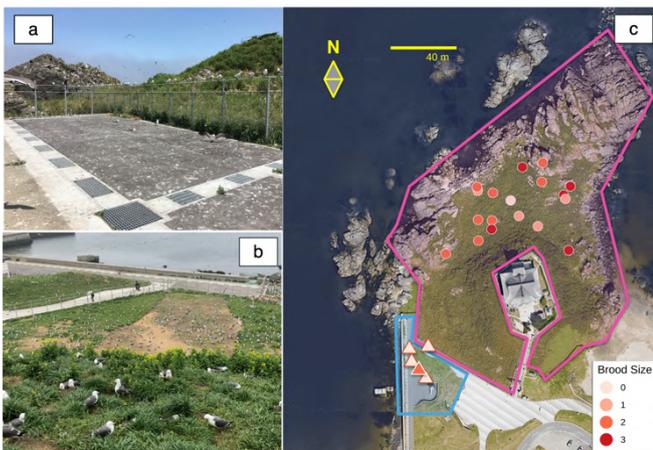


図 1. 調査地である蕪島ウミネコ集団繁殖地。約 30,000 羽のウミネコが繁殖のために集まっている。(a) コロニー周辺部 PG が営巣しているエリア、(b) 保護区内のコロニー中心部 CG が営巣しているエリア、(c) 蕪島の鳥瞰写真。丸が CG、三角が PG の個体で、孵化した雛数で色分けしている。

- BAP 値: 両グループで差なし。  
PG (1431  $\mu\text{M}$ )  $\approx$  CG (1293  $\mu\text{M}$ )

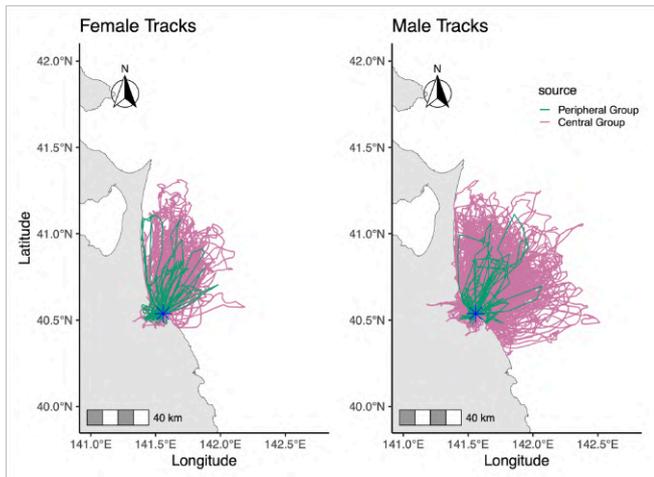


図 2. 蕪島ウミネコの繁殖期の移動。青い星印が蕪島を示しており、緑色は周辺部 5 個体の、桃色は中心部 20 個体の移動軌跡を表している。

### 3. 繁殖成績

PG の個体は、CG の個体と同程度の卵数を産んでいたが、孵化成功率は著しく低かった。

- クラッチサイズ: ほぼ同等  
PG (2.4 個)  $\approx$  CG (2.25 個)
- 孵化成功率: PG はほとんどのヒナが育たず、CG は多くのヒナが育った
- 長期的な繁殖: PG の個体の一部は 10 年以上同じ場所で繁殖を試みたが、成功例はなかった

#### 巣の位置とエネルギー配分戦略

辺縁部 (PG) のウミネコは、中心部 (CG) の個体に比べて採餌時間が短く、移動距離も小さく、1 日あたりに採餌に出かける頻度が少ないことが分かりました。これは、辺縁部の個体が積極的に採餌するのではなく、エネルギー消費を抑える戦略をとっている可能性を示唆しています。

また、繁殖が成功しないにもかかわらず、辺縁部に長期間留まり続ける理由として、生存を優先する戦略の可能性が考えられました。つまり、繁殖に失敗し続ける個体は、無理にエネルギーを消費するのではなく、体力を温存し、寿命を延ばすことで長期的な生存を確保しているのかもしれない。

#### 酸化ストレスとエネルギー消費

酸化ストレスの指標 (酸化度である d-ROMs) は中心部の個体で高く、辺縁部の個体で低いという結果となりました。これは、中心部の個体の方が辺縁部の個体よりも採餌活動が活発であり、それに伴うエネルギー消費や代謝ストレスが大きいことを示唆しています。

辺縁部の個体は繁殖失敗が続いているものの、酸化ストレスの負担が小さいため、生存には有利である可能性があります。これらの結果は、繁殖成功と生存の間

にトレードオフが存在することを示唆しています。

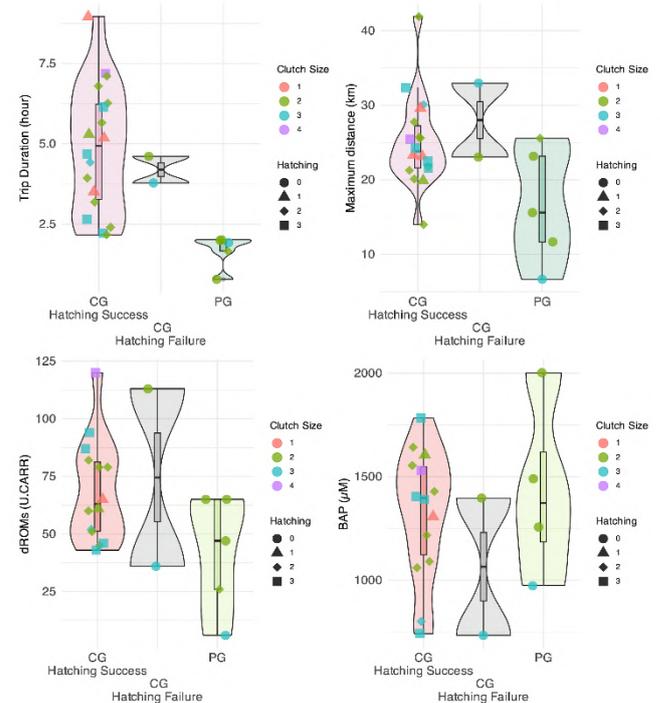


図 3. コロニー内営巣位置の違いによる行動 (上段左; トリップ長、上段右; 最遠到達距離) と酸化ストレス値 (下段左; 酸化度、下段右; 抗酸化力) の測定結果。CG では、雛が孵化成功と孵化失敗の親鳥の値を分けて表示している。ポイントの色と形で一腹卵数と一腹雛数を表現している。

### 結論と今後の展望

本研究は、コロニー内の営巣位置がウミネコの繁殖行動や生理的負担に与える影響を明らかにしました。特に、繁殖成功率の低い辺縁部の個体が、エネルギー消費を抑える戦略をとることで生存を優先しているのかもしれないという興味深い結果を得られました。

今後は、長期的な行動と生理学的な状態の追跡調査や、非繁殖期の行動データを加えることで、個体の生活史戦略をさらに詳しく解明することが期待されます。

これまでバイオリギング研究会に所属して、会報記事も投稿しておりましたが、やっと自分主導でバイオリギングした研究論文を紹介できたということが、何気に嬉しく思っています。これで、野外調査の現場作業以外でもバイオリギング研究していると言うことができるので、胸を撫で下ろしております。

Yuichi Mizutani, Yusuke Goto, Akiko Shoji, and Ken Yoda. 2025. "Effects of Nest Locations on Foraging Behavior and Physiological Responses in Seabird Colony." *Frontiers in Physiology* 16 (January): 1519701. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1519701>

# オガワコマッコウにおけるヒレの血管の3次元構造

岡村 太路 (名古屋大学大学院)・スミスアシュレイ 梨花(東京大学大学院)



オガワコマッコウというクジラのヒレ内部の血管に関する研究が論文になったので紹介します。

## 鯨類のヒレにある血管

鯨類は、水中環境で温度を調整できるよう、体の熱をコントロールするいくつかの仕組みを持っています。その中でも、特にヒレには periarterial venous retia (PAVR) と superficial veins (表層静脈) という2種類の血管があり、それぞれ異なる熱交換システムを持つとして多くの研究者の注目を集めてきました。PAVRは、動脈の周囲を静脈が取り囲む構造しており、熱が逃げるのを防ぐ役割をしています。一方、表層静脈は表皮のすぐ下を走り、体の熱を放出する働きを持つと考えられています。

これまで、マイルカ科(いわゆる小型のイルカ)では、背ビレと尾ビレにPAVRと表層静脈があることが知られていました。しかしながら、マイルカ科以外の鯨類では、それらの血管がどのように配置されているのか、詳しく調べられていませんでした。今回調査したオガワコマッコウを含むコマッコウクジラ上科に至っては、ヒレに血管が存在するかもわかっていない状態でした。このような状況では、ヒレの血管構造が「鯨類に共通するしくみ」なのかを考えるのは困難です。また、これまでの多くの研究は、ヒレの断面から血管の構造を議論しており、三次元的な構造についてはよくわかっていませんでした。

そこで私たちは、X線コンピュータ断層撮影(CT)と血管を染める解剖学的な手法を組み合わせ、オガワコマッコウの尾ビレと背ビレの血管構造を三次元的に可視化し記載を行いました。コマッコウの仲間、系統的にはハクジラ類の基底に位置しており、オガワコマッコウの血管構造が、これまで知られているイルカの血管構造とどのように似ているのか、あるいは異なるのかを明らかにすることで、鯨類におけるヒレの体温調節の進化を理解する手がかりを得たいと考えました。

## 研究の方法

と、それっぽい研究背景を書いてみたものの、なぜ最初にコマッコウを研究対象にしたかといえば、新鮮な標本が入手できたからに尽きます。本研究では、2023年6月に愛知県の豊橋市沿岸で死亡したオガワコマ

ッコウを研究対象としました。標本は、豊橋市自然史博物館に搬送され、翌日に解剖を行いました。その際、尾ビレと背ビレを採取し、すぐに冷凍することができました。鯨類の解剖業界においては、極めて新鮮な状態でサンプリングできたと言えます。

ヒレ内部の三次元的な血管構造を調べるため、国立科学博物館でX線CT撮影を行いました。通常、CT撮影では軟組織である血管はとても写りにくいです。そこで解凍したヒレの血管に、イオヘキソールという造影剤を血管に直接注射して撮影しました。また、血管には至る場所に血栓があり、ヒレ全体に浸透しにくいために、いくつかヒレを切断して各切断面から可能な限り造影剤を注射しました。

CT撮影後、標本の血管にメチレンブルーを流し込み、血管を青く染めました。そして染色したヒレの表皮を慎重に取り除き、ヒレの浅い部分にある血管の分布を観察しました。この方法によって、CT解析だけではわからなかった微細な血管の構造も可視化することができました。

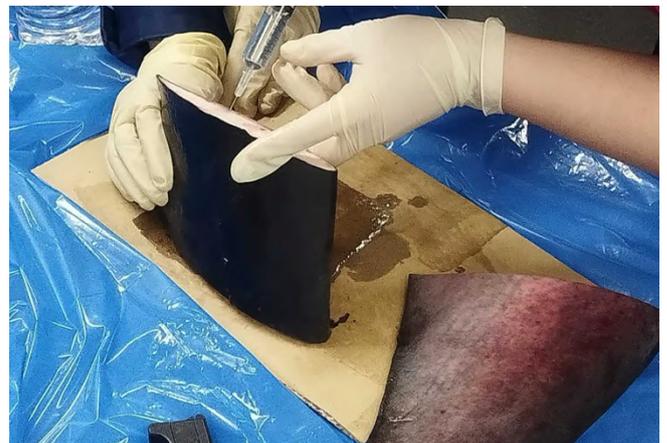


図1 オガワコマッコウのヒレ断面に見える血管孔に造影剤を注射している様子。

## 見えてきた背ビレと尾ビレの血管

CT撮影と染色による解剖の結果、私たちはオガワコマッコウの尾ビレと背ビレの両方に、PAVRと表層静脈が存在することを初めて確認しました。尾ビレでは、PAVRはヒレの前縁に沿って配置され、細かく枝分かれしながら先端へと伸びていました。一方、表層静脈は、隣り合う静脈とつながりあう複雑な網目構造をしていました。観察する限り、PAVRと表層静脈は、その配置

が明確に分かれており、表層静脈がよりヒレの浅い層に分布していました。

背ビレの PAVR は、尾ビレと同じように枝分かれしており、網目は見られませんでした。ただし、その位置は尾ビレよりも深く、ヒレの中央に沿って伸びていました。一方、表層静脈は、PAVR と混ざるようにヒレの根元では中央に集まっていたのですが、背ビレの基底から約 1/6 の位置から、ヒレの浅い層に移動し、先端に向かって網目状に広がっていました。

尾ビレと背ビレにおける“表層静脈の網目構造”と“背ビレの基底における表層静脈の中央部への集約”は、これまでのマイルカ科の研究では報告されていない新しい発見でした。

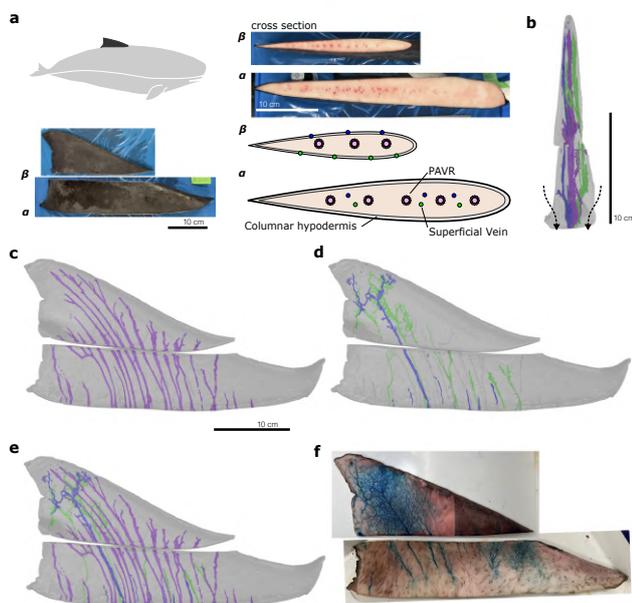


図2 オガワコマッコウの背ビレの血管構造の解析結果。表層静脈の網目構造と基底での血管の集約というこれまで知られていない構造を発見しました。

### 研究の考察

コマッコウの仲間は、深海適応しているグループと考えられていますが、2種類の血管の存在と大まかな構造については、マイルカ科のそれと共通しており、系統を反映しハクジラ類全体で、これらの2種類の血管が共通している可能性が高いと言えます。

私たちが発見した尾ビレと背ビレにおける表層静脈の網目構造は、ウサギの耳やオオハシのくちばしに見られる血管の構造とよく似ていました。これらの動物では、表面に対する血管の表面積を増やすことによって、熱を効率よく逃がすことができると考えられています。従来の表層静脈の機能をヒレ内部における配置だけでなく、構造によってもサポートしている可能性があります。ただし、これまでの研究ではヒレ内部の血管の3次元構造が詳細に記載されていないために、この網目構造が、多くの鯨類で共通するのか、オガワコマ

ッコウに特異的な構造であるかは、本研究では判断できませんでした。今後、すでに記載されているマイルカ科も含めて詳しく調べていく必要があります。

また、背ビレの表層静脈が根元に集まる構造は、体の熱を放出する役割と矛盾しているようにも見えます。このような構造になっている理由を明らかにするためには、種間比較に加え、ヒレの脂肪の熱伝導率などについても検証する必要があるでしょう。少なくとも、本研究によりハクジラ類のヒレ内部における大まかな血管の配置は共通しているものの、その詳細な構造には種ごとの多様性がある可能性が示唆されました。

このように豊橋に座礁したオガワコマッコウは、私たちに色々なことを教えてくれました。しかしながら、あくまで臨床的な一例報告に過ぎないのも事実です。本研究をきっかけとして、現在、いくつかの博物館・水族館に協力のもと、ヒレの血管構造の種間比較を進めています。さらには、果たして本当に、ヒレの血管は熱交換できる構造であるかのシミュレーションも視野に入れて取り組んで行こうと考えています。今後の成果も期待してください！

Taro Okamura, Ashley R. Smith, Tomoyuki Mikami, Futaba Nishimura, Chika Shirakata, Kensuke Yasui, Shuichi Asakawa, Ken Yoda. 2024. "Three-Dimensional Vascular Structure of Caudal and Dorsal Fins of a Dwarf Sperm Whale." *Ecology and Evolution* 14: e70727. <https://doi.org/10.1002/ece3.70727>

おまけ



図3 共著である三上智之さんにヒレのCT撮影について初めて相談したのは、沖縄での学会後にヤギを食べながらでした。良い思い出です。

## 海鳥 2 種の酸化ストレスと採餌行動の種差

小山 偲歩 (名古屋大学大学院 環境学研究科 生態学講座・名城大学 農学部)

名古屋大学環境学研究科・名城大学農学部で研究員をしております小山です。私はこれまで、日本で繁殖する海鳥を対象に、バイオロギングと、疲労度の指標である酸化ストレスの掛け合わせによって生理状態から移動を理解しようと研究を進めてきました。この度、2 種の海鳥、ウミネコ(*Larus crassirostris*)とオオミズナギドリ(*Calonectris leucomelas*)の酸化ストレスと採餌行動の種差について発表することができましたので、ご報告いたします。

### 海鳥の酸化ストレスと採餌行動およびその種間比較

野生動物は、生息環境や生活史に応じた生理的機能を有していると考えられます。その中でも海鳥などの長寿命の生物は、現在の繁殖だけではなく将来の繁殖に向けて、自身の生理状態を維持することが求められます。動物の行動と生理的状态の関係解明や、生理的状态の種間比較は、野生動物が生理的状态を維持するためにとる行動や、生息環境や生活史に応じた生理的適応についての洞察につながると考えられます。

酸化ストレスは、主にヒトで疲労度の指標として利用されている生理状態の指標で、運動や外的ストレス要因によって引き起こされます。一方で、酸化ストレスに対抗する物質や機構は抗酸化力とよばれ、食べ物から得られるものもあります。

海鳥において酸化ストレスは、個体の適応度や移動、生息環境と関連することが示されてきました。そのため、異なる生活史・移動特性・生息地をもつ種間では、酸化ストレスに差が見られると考えられます。しかし海鳥の酸化ストレスの種差に着目した研究は殆ど無く、バイオロギングと酸化ストレス計測を統合し、種得意的な移動特性と酸化ストレスの関係の解明に挑んだ研究はありませんでした。

### ウミネコとオオミズナギドリは、体のサイズや餌種は似ているが、繁殖・生息環境・移動の特性は異なる

本研究では、青森県蕪島で繁殖するウミネコと、新潟県粟島で繁殖するオオミズナギドリを対象にしました。両種はともに 500g 程度の大きさで、主な餌は小型魚類です。一方で、生息地・移動特性は種間で異なります。また、ウミネコが繁殖する蕪島は八戸市に位置しており、本土と陸続きで観光地化されていることもあり、人

間活動が比較的盛んな場所になります(ウミネコは人間由来の加工品を餌にすることもあります)。オオミズナギドリが繁殖する粟島は人口 300 人ほどの島で、繁殖地も集落から離れた場所に位置し、人間活動が比較的少ない場所になります。両種は移動特性にも大きな違いがあります。ウミネコは、数時間~1.5 日程度の、繁殖地から餌場までの移動(採餌トリップ)を行います(図 1)。一方オオミズナギドリは、1~16 日の採餌トリップを行い、時には北海道の太平洋側にまでといった、長い距離の移動を行います(図 2)。本研究ではウミネコ放卵期、オオミズナギドリは育雛期に調査を行ったことも留意するべき点です。

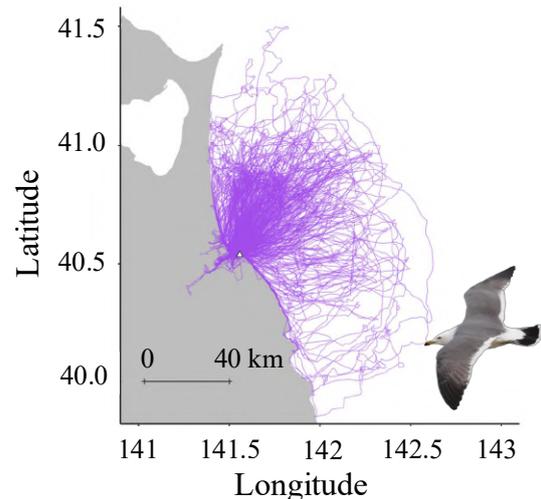


図 1. ウミネコの GPS 経路。繁殖地である蕪島(△)から 40km ほど移動して沿岸で採餌する。

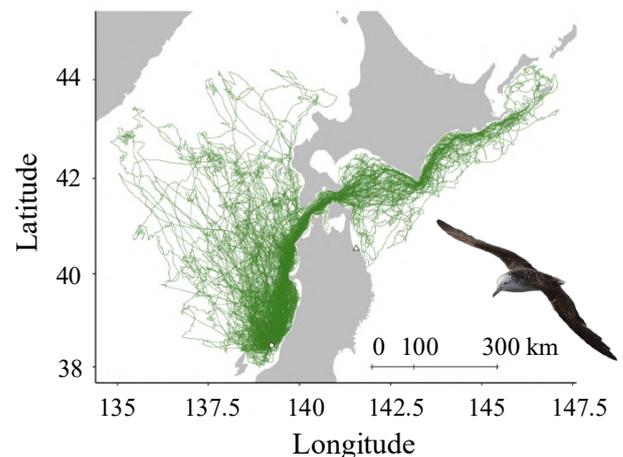


図 2. オオミズナギドリの GPS 経路。繁殖地である粟島(○)から数百キロ移動して外洋で採餌する。

このような生息環境および移動特性、繁殖ステージの違いは、酸化ストレスの種差や、種得意的な酸化ストレスと行動パラメーターの関係を引き起こすのではと期待されます。

野外調査は、ウミネコでは3年(2018,2019,2021年)、オオミズナギドリでは7年(2018~2024年)行われました。調査で得られた、ウミネコ41個体、オオミズナギドリ101個体の、酸化ストレスとGPSデータをもとに、解析を行いました。

### 結果1) ウミネコはオオミズナギドリよりも慢性的な酸化ストレスが高かった

ウミネコとオオミズナギドリで、酸化ストレス(酸化度を示す d-ROMs と、抗酸化力を示す BAP)を計測したところ、ウミネコの酸化ストレス(d-ROMs)はオオミズナギドリよりも有意に高く( $P<0.01$ )、抗酸化力(BAP)は低い( $P<0.01$ )ことが明らかになりました。これは、ウミネコの人間活動に近い生息環境が影響している可能性があります。海鳥において、繁殖ステージもまた、酸化ストレスに影響する要因であると言われています(ただし、抱卵期と育雛期のどちらの方が酸化ストレスが高いのかについては議論が分かれており、そのメカニズムも殆どわかっていません)。本研究では異なる種での比較であったため、より深い議論を行うためには同種を対象に異なる繁殖ステージでの酸化ストレス値比較が必要なのは勿論ですが、繁殖ステージの違いもまた、酸化ストレスの種差が見られた原因かもしれません。

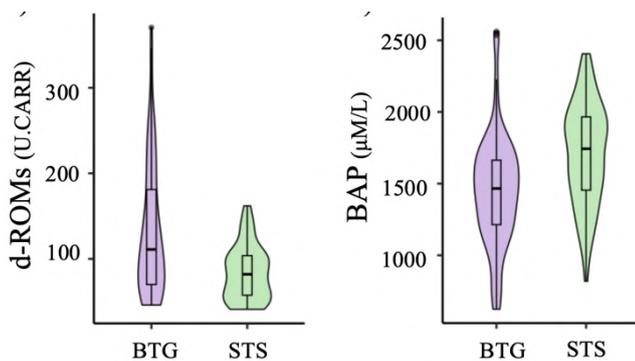


図3. ウミネコ(BTG,紫色)と、オオミズナギドリ(STS,緑色)の酸化ストレスと抗酸化力。

### 結果2) 1週間程度の酸化ストレスの変化に種差は見られなかった

本研究では、約1週間のバイオロギング期間の前後で採血を行い、酸化ストレス値を測定しました。ロガー回収時の酸化ストレス値と、ロガー装着時の酸化ストレス値の差分を「酸化ストレスの変化量」として、ウミネコとオオミズナギドリで比較を行いました。

その結果、酸化ストレスの変化量には有意な種差がみられませんでした (dROMs:  $P=0.69$ , BAP:

$P=0.093$ )。これは、移動距離などの行動特性の違いが、海鳥の1週間程度の酸化ストレスの変化に大きく影響しないことを示します。

### 結果3) 酸化ストレスと行動パラメーターの関係を年を跨いだ一貫性は無かった

それぞれの種で年毎に、酸化ストレスの変化量と、GPSから算出した移動距離や移動日数、離陸回数などの行動パラメーターの関係を調べました。その結果、一部の年では酸化ストレスと行動に有意な関係が見られ、移動距離が長く、採餌にかかる時間が短いと酸化ストレスが増加する傾向が両種で確認されました。しかし、その傾向は全ての年で確認されたわけではなく、種得意的な酸化ストレスと行動の関係も確認できませんでした。このことは、餌の利用可能性といった年によって変化する環境要因が、海鳥の行動と酸化ストレスの関係を左右する可能性を示唆しています。極端に採餌環境が悪い年には、移動の増加や採餌時間の減少が、酸化ストレスを引き起こす可能性はありそうです。

### 結果4) 海鳥の酸化ストレスに関する基礎的な知見

紹介した論文では、採血・酸化ストレスに関する基礎的な知見として、①採血が行動パラメーターに有意な影響を及ぼさなかったこと、②酸化ストレス値と体重の関連は無かったこと、③再捕獲までの日数は酸化ストレスの変化量に関連していなかったこと、④捕獲から採血までにかかった時間(10分以内)は酸化ストレス値に影響していなかったことも、サブリにて公開しています。

本研究では、海鳥の酸化ストレスの種差や、酸化ストレスと採餌行動の関係を明らかにしました。正直なところ、目を見張るような大きな発見があったわけではありませんが、長年の調査で得たデータを用いて、海鳥の酸化ストレスに関する基礎的な知見を発表できたことは、とても嬉しく思っています。酸化ストレス計測は、海鳥に限らず様々な野生の動物種(海獣、ウミガメ、サメ、魚など)で行われています。このような知見を集めていくこと、酸化ストレス計測とバイオロギングの統合研究を行うことは、野生動物の行動を、生理的負荷の観点から解明する一助になると考えています。

Shiho Koyama, Yuichi Mizutani, Yusuke Goto, and Ken Yoda. 2025. "Species-specific physiological status in seabirds: Insights from integrating oxidative stress measurements and biologging" *Frontiers in Physiology*. 16, 1509511S <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1509511>

# ウミネコの移動の季節性

小出 胤樹 (名古屋大学 理学部 生態学講座)

皆様初めまして、名古屋大学生態学講座学部4年の小出胤樹です。今回はこの場をお借りして自身の卒業研究とそのフィールドである青森県蕪島の調査についてお話しさせていただきます。

### 初めてのウミネコ調査

今回初めてウミネコの一大繁殖地である青森県八戸市の蕪島に足を踏み入れて驚いたのが、夥しい数のウミネコが小さい島の中で密集して営巣をしていたことです(図1)。集団繁殖地はなんとなく人里離れた場所にあるイメージでしたが、観光地化されている場所にごとまで大規模なコロニーがあることには驚きました。フィールドワークでは先輩方に手取り足取り教えてもらいながら形態計測やGPSロガーの装着などを行いました。他にも標識調査ではウミネコを捕獲する機会もあったのですがとても難しく結局1羽しか捕まえられませんでした。



図1. 蕪島とウミネコ。右の写真の山頂にあるのは蕪島神社

### 渡りの追跡

近年のバイオロギング技術の発展により、ウミネコを含め渡り鳥の通年の移動を詳細に記録できるようになってきました。そこで本研究では通年でウミネコの移動を記録し、移動の季節性や雌雄差を明らかにすることを目的としました。蕪島のウミネコは多くの個体が次の年に戻ってくるためデータの回収がしやすいメリットがあります。GPSロガーには遠隔でデータの回収ができるPinPoint VHF (Loteck, Canada)を使用し、放卵期のウミネコの成鳥に装着しました。

### 移動データから見てきたこと

蕪島のウミネコの渡りの移動経路は大きく3つに分かれる傾向が見えてきました。1つ目は繁殖期の直後に北海道へ北上するパターン(n=35)。2つ目は繁殖期の後も蕪島周辺に留まるパターン(n=5)。3つ目は繁殖期の直後に蕪島から南下するパターン(n=6)です。蕪島から南下する個体は北上する個体と異なり養殖場を利用する傾向が見られ、採餌に特徴がありそうです。

また、移動距離とカーネル密度推定から求めた行動圏面積からも季節性が見えてきました。移動距離は繁殖期直後が最も短く、その後増加していき育雛期が最も長くなりました。また行動圏面積ははっきりと大きい月と小さい月に分かれました。これらの傾向は繁殖期の中心地採餌移動や繁殖期直後の休息、季節ごとの渡り移動を反映しているのかもしれませんが。

### 利用場所の割合から見てきたこと

本研究ではウミネコの緯度経度からウミネコの利用場所を海、沿岸(海岸線から500m以内)、陸、蕪島の4つに分類しました。ウミネコは沿岸性の海鳥であるので通年で沿岸の利用割合が多いですが、その中でも繁殖期直後が特に多い傾向でした。

### 雌雄差

蕪島のウミネコでは繁殖期に雄の移動距離が長い一方で非繁殖期に雌の移動距離が長い傾向にありました。また、利用割合では雌は海が多いのに対し、雄は沿岸や陸が多い傾向でした。これらの違いは雌雄の生殖的役割やエネルギー必要量、競争的排除などの可能性があります。

### 最後に

今年度の調査では移動のみに焦点を当てましたが、今後は移動データに加え繁殖成績も調べることで繁殖期と非繁殖期が互いに及ぼす影響を明らかにしたいと考えています。

# ビデオ・加速度データから見る オオミズナギドリの採餌パターン

近藤 美有宇 (名古屋大学 理学部 生態学講座)



はじめまして、名古屋大学生態学講座学部 4 年生の近藤美有宇です。鳥が好きで、もっと近くで彼らのことを知りたいという思いから、鳥の研究やバイオロギングに興味を持ちました。実は、この講座に所属した時点では、海鳥についてはあまり詳しくありませんでした。しかし、この1年間、卒業研究の研究対象としてオオミズナギドリについて知っていくことは、非常に心躍る体験の連続でした。今ではすっかり推しの鳥です。

卒業研究ではオオミズナギドリの採餌行動に着目して、ビデオデータの観察と加速度データの解析を行いました。こちらの内容の一部と、調査地の粟島での体験もご紹介いたします。

## 研究背景

海鳥の採餌行動の多様性を解明し、それを定量的に分類することは、採餌行動や採餌戦略の解明に寄与します。海鳥の採餌行動は、トラッキング技術の発展に伴い様々なデータが取得されるようになりました。オオミズナギドリ *Calonectris leucomelas* は、採餌行動を直接記録・観察できるビデオデータと、定量的な評価に適した数値データである加速度や深度の同時記録により、採餌行動が分類されてきました (Garrod et al., 2021; Tanigaki et al., 2024; Otsuka et al., 2024)。これらの研究から、オオミズナギドリは複数の採餌パターンを持っており、定量データによって分類できることが分かっています。しかし、ビデオデータは直接的に行動を確認できる他、映り込んだ周囲の様子についても情報が得られます。そこで、ビデオデータから採餌行動を取り出し、映像から得られる情報も併せて採餌パターンを調べることにしました。

## 採餌行動の抽出

まずはビデオデータを確認するため、大阪大学の研究室が開発したビデオ&GPS ロガー、ログボットによって撮影された、鳥の背中からの映像を解析しました。使用したのは、2018 年から 2022 年までの期間に取得された計 31 個体のデータです。1つのロガーで撮影できるビデオの長さは2時間程であるため、概算ですが約 62 時間分ということになります。そして、必ずしも

全てのビデオデータに採餌行動が写っているわけではなく、どのビデオに写っているかもわかりません。まずはビデオを端から見ていって採餌行動を取り出すという作業から始まりました。本研究では先行研究 (Otsuka et al., 2024) の定義を参考に、鳥が潜水したシーンを採餌行動として、ビデオデータを秒単位で分けて記録していきました。スロー再生にして何度も見返したり、コマ送りにしたりとなかなか地道な作業の繰り返しでした。始めの頃は、鳥の目線の世界だ!と内心大はしゃぎで見ていたのですが、後半になるにつれ「もう少し水中の様子を長めに写して欲しいのですが?」などと画面越しの鳥に文句を言いながら作業していました。最終的には 188 回の採餌行動を取り出すことができました。

## 採餌パターンと潜水時間、周囲の生物との関係

取り出した採餌行動は、水面に浮いている状態から潜水しているもの、空中から飛び込んで潜水しているものと、ビデオではどちらなのか判別ができないものに分類しました。それぞれの潜水時間を比較したところ、統計的に有意な差は見られませんでした。また、ビデオに映る水中の様子から、潜水中に餌生物、他のオオミズナギドリ、同じ餌を捕食する大型魚類であるセイラ *Coryphaena hippurus*、のそれぞれが確認されたかを記録しました。これらの生物の存在の有無によって、潜水時間に有意な差は生じませんでした。

分類した採餌パターンのうち、水面に浮いている状態から潜水しているものと、空中から飛び込んで潜水しているものについて、潜水中の他の生物の有無と関係があるか調べました。フィッシャーの正確確率検定を用いて解析したところ、潜水採餌パターンとセイラの有無に有意な関連が認められました ( $p = 0.0224$ )。セイラの存在がオオミズナギドリの採餌行動に影響する可能性が示唆されている (Koyama et al., 2024) ことから、オオミズナギドリは、セイラがいる環境といない環境で潜水採餌パターンを変えている可能性が考えられます。

## 加速度データを見てみる

ビデオデータを使って分類したそれぞれの採餌パターンについて、加速度の波形を見てみました。採餌パターンごとの加速度の変化の違いについては、波形そのものを比較することで定量的な分類につながることを期待して、現在 DTW を使ったクラスタリングを試しています (図 1)。DTW は、今後解析を進めていく中でさらに活用していきたいと考えています。

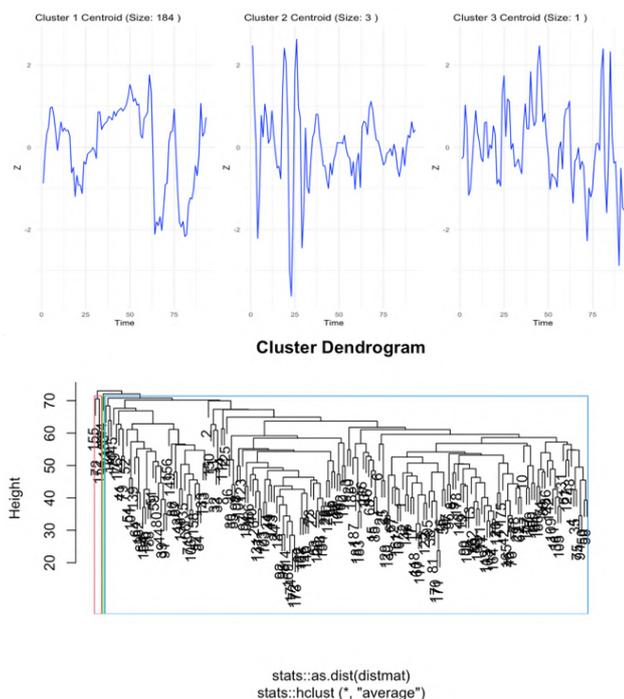


図 1. オオミズナギドリの背腹方向 (Z 軸) の加速度を基にした DTW による階層クラスタリング。上は各グループのメディオイド、下はクラスタリングの樹形図 (Cluster 1 が青枠、Cluster 2 が赤枠、Cluster 3 が緑枠)

## 粟島と調査の話

調査で訪れた新潟県粟島浦村には、約 1 ヶ月滞在しました。宿泊させていただいたゲストハウスでは、島の方々との交流もできたほか、ほぼ毎日新鮮な海の幸をいただきました。魚料理が好きな私にとってはまるで天国のような食生活でした。島の方々は本当に温かく、長期調査に緊張していた私にも、たくさん話しかけてくださいました。感謝の気持ちでいっぱいです。

調査は、初めて体験することばかりでした。夜間の調査では、ヘッドライトを頼りに崩れやすい土の斜面を移動していきました。おっかなびっくり斜面を降りる姿は、オオミズナギドリからしてもさぞ滑稽に見えていたことでしょう。ライトを消すと光源は本当に月明かりしかなく、月が出ていない時間は天の川がはっきりと見える程でした。普段いかに街の灯りのもとで過ごしているのか思い知らされるとともに、久しぶりに天体観測ができて感動しました。蜘蛛の巣を潜ったり、知らぬ間に芋虫にくっつかれていたり、自然の中にい

ることを実感した野外調査でした。次回の調査もとても楽しみです。

## 引用文献

- Garrod, A., Yamamoto, S., Sakamoto, K. Q., & Sato, K. (2021). Video and acceleration records of streaked shearwaters allows detection of two foraging behaviours associated with large marine predators. *PLOS ONE*, 16(7), e0254454. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254454>
- Koyama, S., Goto, Y., Furukawa, S., Maekawa, T., & Yoda, K. (2024). Hidden rivals: The negative impacts of dolphinfish on seabird foraging behaviour. *Biology Letters*, 20(8), 20240223. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2024.0223>
- Otsuka, R., Yoshimura, N., Tanigaki, K., Koyama, S., Mizutani, Y., Yoda, K., & Maekawa, T. (2024). Exploring deep learning techniques for wild animal behaviour classification using animal-borne accelerometers. *Methods in Ecology and Evolution*, 15(4), 716 – 731. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14294>
- Tanigaki, K., Otsuka, R., Li, A., Hatano, Y., Wei, Y., Koyama, S., Yoda, K., & Maekawa, T. (2024). Automatic recording of rare behaviors of wild animals using video bio-loggers with on-board light-weight outlier detector. *PNAS Nexus*, 3(1), pgad447. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgad447>

## WBS & PSG 2025 への参加

南 香帆 (名古屋大学大学院 環境学研究科 生態学講座)

はじめまして、名古屋大学生態学講座 M1 の南香帆です。私は青森県の蕪島で繁殖するウミネコを対象に、認知能力と個性について研究をしています。今回は、2025年1月に開催された WBS & PSG 2025 への参加報告をさせていただきます。

今回の国際学会は、Waterbird Society (WBS) と Pacific Seabird Group (PSG) の約 15 年ぶりの合同会議で、その記念すべき回に参加することができました。普段、WBS や PSG の学会は北米での開催が多いのですが、今回はラテンアメリカやカリブ海地域 (LAC) の研究者や保全活動家の参加を促す目的で、中米コスタリカで開催されました。その結果、全体の 12% にあたる 40 名が LAC からの参加者だったようです。一方、日本からの直行便がないため、日本人の参加者は 10 人にも満たなかったと思われます。実際、私は往路でドーハとマドリードを經由し 55 時間、復路ではロサンゼルスを経由し 35 時間と、ほぼ地球を一周する長旅となりました。ですが、開催国コスタリカは個人的に長年憧れていた国だったので、この機会に訪れることができるとても嬉しかったです。滞在中は、大学の敷地内や道路沿いでもナマケモノ、コンドル、ワニ、ペリカン、アルマジロなどの野生動物と出会うことができ、自然の豊かさに驚かされました。

今回の発表では、ウミネコの集団繁殖地において、営巣場所の個体密度が親個体の性格特性である「大胆さ」や繁殖成績とどのように関連しているのかについて調査した研究を紹介しました。初めての国際学会で不安もありましたが、発表後には、いろいろな方から声をか

けていただき、今後の発展につながるような貴重なコメントをいただくことができました。

学会全体を通して印象的だったのは、水鳥や海鳥の保全に関する発表が特に多かったことです。中には、開催国コスタリカにおける鳥類の保全活動に関する発表もあり、普段なかなか知ることのできない現地の保全課題に触れる貴重な機会となりました。私自身の研究は保全に直結するものではないため、これまで保全について意識する機会は多くなかったのですが、今回の学会を通じて、種や地域ごとに異なる保全課題を知ることができ、視野が広がりました。また、フィールド調査を行う研究者と現地住民とのパートナーシップをテーマにした基調講演もあり、研究活動の社会的意義について考えさせられました。

初めての国際学会への参加は、私にとって大きな挑戦でしたが、日本国内にはほとんどいない分野の近い研究者と交流できたことや、世界の海鳥研究の動向を知ることができ、とても実りある時間でした。一方で、自発的に海外の参加者に話しかけられなかったことは反省点で、英語でのコミュニケーションの難しさを痛感しました。今後の課題として克服していきたいと思います。さいごに、本研究にご協力いただいた蕪島・八戸市の皆さま、そして多くのご助言をくださった共著者・生態学講座の皆さまにこの場を借りてお礼申し上げます。



図 1. 発表直前の様子。



図 2. フィールドトリップで出会えた幻の鳥ケツアール。

## 北海道大黒島での海鳥調査

大門 純平（名古屋大学大学院 環境学研究科 生態学講座）



名古屋大学生態学講座で研究員をしております大門純平（おおかどじゅんぺい）です。今回は、私たちの調査地のひとつである北海道の大黒島について紹介させていただければと思います。大黒島は、北海道東部の厚岸町から約 4 km ほど離れた場所にある小さな無人島で（図 1）、さまざまな海鳥の大規模繁殖地になっています。広く暖流に囲まれている日本列島において、大黒島は、寒流系（親潮水域）に位置する珍しい繁殖地でもあります。



図 1. 大黒島。周囲 5 km、最大標高 100 m ほど

### 大黒島での海鳥研究

大黒島ではいくつかの海鳥が繁殖していますが、その中でもコシジロウミツバメは島を代表する海鳥だと思います（図 2）。コシジロウミツバメは、体重 50 g 弱の世界最小クラスの世界最小クラスの海鳥です。大黒島は、日本で唯一の、コシジロウミツバメの大規模繁殖地で、数十万つがいの親鳥が春から秋にかけて繁殖します。コシジロウミツバメの親鳥は、島に夜に帰ってきて、抱卵交替や雛への



図 2. コシジロウミツバメの親鳥

の給餌を行うのですが、島に帰ってくると「トゥットク トゥットウー」といった奇妙な声で大きく鳴きます。大半の親鳥が帰ってきた真夜中前後は、まるで、島全体が鳴いているような、圧巻の雰囲気となります。

現在、名古屋大学では、コシジロウミツバメを対象とした研究を精力的に進めています。コシジロウミツバメが属するウミツバメ類は、その小ささはもちろん、表面採食者にもかかわらず中深層性の餌を食べる種が多いこと、多くの種が高い水銀暴露にさらされていること、など大変興味深い特徴を持った海鳥です。一方で、その小ささゆえに、バイオロギング技術の適用は容易ではなく、ウミツバメ類の海上での分布や移動にはいまだ多くの謎が残っています。そこで、私たちは、近年小型化が進んでいる GPS ロガーやジオロケータを活用し、大黒島のコシジロウミツバメの繁殖期の採餌戦略、移動ナビゲーション、渡り戦略の解明を行っています。また、このような追跡データに加えて、羽などの体組織や餌の収集も同時に行うことで、メカニズム解明や、生物を介した汚染物質輸送の解明について研究も進めています。また、大黒島のコシジロウミツバメの営巣地選択や巣穴利用率など基礎的な繁殖生態のデータも蓄積しています（氏家ほか 投稿中）。日本でははじめての取り組みも多く、まだまだ試行錯誤を重ねている段階となりますが、コシジロウミツバメの興味深い移動生態や水銀暴露の実態が少しずつつかってきました。具体的な研究成果については、またの機会に紹介させていただければと思います。

### 大黒島での生活

大黒島には宿泊施設はなく、調査中は飲み水やガス、食料、テントを持ち込み、数日から数週間にわたるキャンプ生活を行います。食事は基本的には簡単な料理がメインですが、調査中に食べるものは普段の何倍もおいしく感じます（図 3）。また、このキャンプ生活は、普段の生活ではなにも珍しくないようなこと、たとえば、雨風や日ざしをしのげる家があることや、お風呂にはいれることのありがたみを思い出させてくれるよい機会でもあります。



図 3. みそ漬けの豚肉を使った豚汁。調査後半に食べる恒例のメニュー。(写真：大島康平氏)

#### コシジロウミツバメ以外の海鳥と動物

大黒島では、コシジロウミツバメ以外にも、ウトウ、ウミウ、ウミネコ、オオセグロカモメといった海鳥が繁殖しています。私は学生時代、大黒島で繁殖するウトウの研究をしていたのですが、他の繁殖地とは異なる餌の傾向があり(大門ほか 2021)、特に、サケ幼稚魚を頻繁に捕食し、サケの重要な初期減耗要因となる可能性があることなどがわかってきました(Okado et al. 2020)。その他の海鳥についても、最近増えるオジロワシとの相互作用などが注目されています(大門ほか 2019)。

また、大黒島は、ゼニガタアザラシの上陸場にもなっており、島の周りの岩場ではのんびりと転がるアザラシを観察することができます。私たちが入島する際には、アザラシはあわてて海に飛び込んで逃げるのです



図 4. 海坊主のようにこちらを見るゼニガタアザラシ

が、やがて、海から顔を出し、海坊主のようにこちらをうかがってきます(図 4)。また、近年は、島の周りでラッコの生息も確認されています。遠くからプカーと浮いた物体が近づいてきて、もしや…と双眼鏡を覗くとラッコだった、ということも珍しくありません。このように、海鳥に限らず、さまざまな野生動物を同時に観察できるのも大黒島の魅力でしょう。

#### 終わりに

私は、学部生ではじめて大黒島を訪れた 2014 年から現在まで、幸運なことに、常に大黒島での海鳥調査に関わらせていただいております。大黒島を通じて研究を学んできたといってもいいほど、お世話になっているフィールドだと思います。今回は、そんな大黒島の魅力が少しでも皆様に伝われば幸いです。なお、大黒島での調査は、北海道大学北方生物圏フィールド科学センター厚岸臨海実験所、厚岸水鳥観察館、厚岸町の漁業従事者の皆様をはじめ、多くの方のご協力によって支えられています。2024 年に行った大黒島調査では、科研費(国際先導研究 22K21355)のご支援をいただきました。また、大黒島での調査は、環境省、文化庁、北海道庁、厚岸町より許可をいただいております。併せて御礼申し上げます。

#### [引用文献]

- 大門純平, 伊藤元裕, 綿貫豊. (2019) 北海道大黒島における海鳥の現状. 山階鳥類学雑誌 51: 95-104.
- Okado J, Koshino Y, Kudo H, Watanuki Y. (2020) Consumption of juvenile chum salmon by a seabird species during early sea life. Fisheries Research 222: 105415.
- 大門純平, 伊藤元裕, 長谷部真, 庄子晶子, 林はるか, 佐藤信彦, 越野陽介, 渡辺謙太, 桑江朝比呂, 綿貫豊 北海道周辺の 4 つのウトウ繁殖地における餌および雛の体重の違い. (2021) 日本鳥学会誌 70: 37-51

## アラスカ州・ミドルトン島での海鳥に囲まれた野外調査

中嶋 千夏（名古屋大学大学院 環境学研究科 生態学講座）

皆様はじめまして、名古屋大学・生態学講座 D1 の中嶋千夏です。私は修士課程からアメリカ合衆国アラスカ州のミドルトン島でミツユビカモメの研究を行っています。今回はそこでの野外調査について、皆様に報告させていただきます。

ミツユビカモメは北極圏に生息する海鳥で、日本でよく見かけるウミネコよりもやや小型のカモメです。ミドルトン島にはこのほかにも約 8 種の海鳥が繁殖しています。ウミスズメ科鳥類のウトウ、エトピリカ、ウミガラス、ツノメドリをはじめ、ワシカモメやヒメウ、最近ではコシジロウミツバメの繁殖も確認されました。さらに、海岸ではアザラシなどの海獣が休息していることもあり、ミドルトン島は多様な海洋生物に利用されています。

ミドルトン島へ行くには、まず日本からアンカレッジへ向かい、そこで共同研究者と合流してセスナ機をチャーターします。アメリカ、カナダ、フランスなど、さまざまな国の研究者が訪れ、初めて会う人や、前年までに一緒に調査した人と再会することもあります。セスナ機はおよそ一月に一度来るため、1ヶ月分の食料や荷物を積み込んで出発します。飛行中はアラスカの壮大な山々や島々を越えていき、約 1 時間、美しい景色が続きます（大抵は時差ボケや調査の疲れで行きも帰りも爆睡してしまいますが…）。現地に到着すると、一人一つのテントを設営し、小屋に食料を補充します。そこから約 3 ヶ月間の滞在が始まり、日中は小屋で食事や調査準備を行い、夜になるとテントで眠るという生活を送ります。

ミドルトン島にはミツユビカモメとヒメウが営巣する大規模な人工営巣タワーがあります（図 1）。初めて



図 1. 人工営巣タワーに営巣するミツユビカモメ

タワーの中に入った時は本当に感動しました。一つ一つの窓に 1 つがいつつ営巣しています。窓はマジックミラーになっており向こうからこちらは見えないので、私たちはミツユビカモメが巣内で何をしているのか、詳細に観察できます。さらに、窓の横には小さな筒が差し込んであり、そこから人工給餌を行うこともできます。捕獲もタワー内から容易にできるため、操作実験や複数回の捕獲も可能になっている、研究者にとって理想的な調査環境です。タワー内では毎日繁殖モニタリングを行っており、1970 年代からの繁殖データが蓄積されています。自分でも非常に贅沢な調査環境だと常々感じています。

タワーの外にはウトウやエトピリカの繁殖地が広がっており、そこでも様々な研究が行われています。私たちはジオロケータや GPS ロガーを使ってバイオロギング調査を行っています。特にエトピリカは人の存在に敏感な鳥で（図 2）、なかなか捕獲が難しいため、ロガーを回収できた時の喜びは大きいです。これからもエトピリカの習性をより深く理解し、うまく付き合えるように頑張っていきます。



図 2. 繁殖地で佇むエトピリカ（写真：大門純平氏）

海外での調査にはチャレンジングな面もありますが、さまざまな国から来た共同研究者に囲まれる環境は非常に学ぶことが多く刺激的です。特に、野外調査への熱意や鳥を観察する時間の長さ、そこで得た発見を現地の研究者と共有し、新たな知見につなげようとする姿勢には大いに刺激を受けます。これからも博士課程でミドルトン島での調査を続ける予定なので、今後、研究内容についてもご紹介できればと思います。

## スウェーデンでのオニアジサシ調査記

小山 偲歩 (名古屋大学大学院 環境学研究科 生態学講座・名城大学 農学部)

皆様こんにちは。再び小山です (同号記載の「海鳥 2 種の酸化ストレスと採餌行動の種差」の記事もぜひお読みください!)。この記事では、昨年 2024 年 6 月から 7 月にかけて参加させていただいた、スウェーデン Lund 大学の Susanne Åkesson 教授らのフィールドでのオニアジサシ(図 1)調査での体験を報告します。



図 1. オニアジサシの巣立ち幼鳥。大きさは親とほとんど同じですが、ふわふわの羽毛が残っています。また、嘴が赤い親鳥とは異なり、幼鳥の嘴はオレンジ色です

今回のスウェーデン行きは、私にとって初めてのヨーロッパかつ初めての海外調査でした。そんな私に早速ちょっとしたトラブルが発生します。事前の打ち合わせで、教授に宿 (大学のゲストハウス) を予約してもらったのですが、出発の前日になっても教授からの返信が無かったのです。とはいえ、既に教授やフィールドマネージャーには私の渡航日が伝わっていて、かつ先方が野外調査中だと知っていたので、殆ど何も決まっていなかった状況ではありましたが、とりあえず日本を出発しました。このまま連絡がなかったら宿を取って観光しようかな、まあ返事くるでしょと軽く考えていた私の予想が的中し、トランジットのパリで教授から連絡をうけることができました。そしてルンドに到着した当日の夕方、教授に会いに行くと、スケジュールが変更になったから、明日の早朝に移動して、午後の調査に参加して欲しいとのこと。のんびり観光でもしようかと思っていた私には急展開ではありましたが、今回のメインは野外調査。教授と研究についての議論を行った後、すぐに調査準備を行いました。大量の調査用具を貸して下さり、よく休んでね、何かあったら直ぐ連絡してと言って繁殖地までの電車を確保してくれ

た教授の優しさに感謝しつつ、調査地へと数時間かけて移動しました。ちなみに教授が予約してくれた、大学のゲストハウスから駅までに乗ったタクシーの運転手さんに「電車止まっているから目的の場所まで送ってあげるよ」と嘘をつかれました。「自分で確認するから」と早朝の時差ボケ状態だったにも関わらず及第点な対応ができた自分を褒めたいです。かなり慌ただしいスタートダッシュでしたが、日本での野外調査経験で培ったリスクヘッジ能力と何とかかなるさ精神で、どうにか対応できました。

野外調査の参加者は研究者だけでなく、フィールドワークの専門家や、インターンの学生、ボランティアの方も含めた計 5~10 人でした。ボランティアの方も参加される形態の調査は私にとって初めてでしたが、ヨーロッパでは珍しくないとのこと、ヨーロッパでの野生動物調査への関心の高さと身近さを知ることができました。野外調査グループとしての目的は、オニアジサシへの足環装着と外部形態計測、ロガー装着でした。巣やその周辺にいる雛 (図 2) を見つけては、網か素手で捕まえ、フィールドマネージャー主体で計測やロガー装着が行われました。オニアジサシは比較的平坦な島 (図 3) の地表に巣を作るため、飛び立つことのない雛の捕獲は、そこまで難しいものではありませんでした。また、今までの経験上、親鳥からの攻撃を警戒していたのですが、親鳥は人を避けて遠巻きに様子を伺っているだけか、あっても鳴き声で威嚇される程度でした。



図 2. 雛と、雛が食べていた魚。体の割にかなり大きな魚を食べるようです。

使用していたロガーは Techno Smart 社の GPS Argos ロガーで、装着方法は脚へのループハーネスでした。ロガー自体には馴染みがあったのですが、装着方法や脱落を防ぐ方法は私が行ってきたものとは少し異なっていて、ハーネス装着に使用するリボンの結び目を糸で縛るなど、日本での装着でも役に立つかもしれない知識を身につけることができました。



図 3. 巣と雛を探している様子。足元にいる雛や卵に気をつけながら、捕獲を行いました。

余談ではありますが、調査拠点の Fågelsundet は別荘地で、私が到着した時期はちょうど夏休み期間だったこともあり、各家の人が外で遊んだりベンチに座ってお茶をしていたりと、長閑な雰囲気のある場所でした(図 4)。ミッドサマーという祝日には、宿泊先のご近所さんのお家にお呼ばれし、美味しいスウェーデン料理(図 5)を頂き、日本のゲートボールに似たスウェーデン伝統の遊びを教えてもらいました。渡航前はスウェーデ



図 4: 滞在先の Fågelsundet の様子。スウェーデンの夏は日が長く、本写真を撮影した時刻の 23 時過ぎでも、まだまだ明るかったです。

ンの知識は殆どなかったのですが、意外と魚料理が多いこと、夏休みは大人も子供も 1 ヶ月近くあること、Dalahast という木製の馬の工芸品が有名なこと、完全なキャッシュレス社会であることを知りました(滞在中に現金は全く見なかったです)。また、アルコール飲料は専門店でないとは売っていないらしく、スウェーデン人学生曰く、有名なお酒は特にはない、強いて言えばウォッカとのこと。実際、売っているお酒の多くはドイツやイギリス、アメリカのビール、フランスのワインなどで、個人的には知らないお酒ばかりで楽しかったのですが、スウェーデンの地酒らしきものは見当たりませんでした。とはいえお酒好きな人は多いようで、ビールもワインも沢山ご馳走になったので、今度行く時は日本酒を持っていこうと思います。



図 5: 作っていただいたスウェーデン料理に群がるフランス人インターン生たち(と私)。半分は魚料理で、匂いが強いと言われた瓶詰めはイカの塩辛のような味で、日本人に馴染みのある料理が多かったです。スモークサーモンは特に美味しかったです。

最後はご飯とお酒の話になってしまいましたが、今回のスウェーデン調査は経験的にも、人脈を広げるという意味でも大変意義のあるものでした。本調査は学術変革領域研究(A)「サイバー・フィジカル空間を融合した階層的生物ナビゲーション(21H05293)」から海外派遣支援をしていただいたものです。この貴重な経験を糧に、今後も研究に励みたいと思います。

## BiP を使ったバイオリギング解析に挑戦~その3 ・ plot\_Acc: 3 軸加速度と ODBA の時系列グラフを表示

渡辺 伸一 (リトルレオナルド社/麻布大学 獣医学部)

本記事は、「BiP を使ったバイオリギング解析に挑戦」シリーズの第3回です。これまでの記事では、Python を用いたバイオリギングデータの基本的な処理として、CSV ファイルから必要な情報を抽出 ([filter\\_csv](#)) や動物の移動経路 ([generate\\_kml](#)) と深度・水温データの時系列グラフ ([plot\\_DT](#)) を表示するプログラムを紹介しました。今回は、加速度データを分析して表示するためのプログラム ([plot\\_Acc](#)) について解説します。

### バイオリギングにおける加速度データの活用

バイオリギングで最も一般的に利用されるデータには、これまでのプログラムで紹介したように GPS (位置情報) や潜水深度 (潜水行動の解析) がありますが、これらに加えて**加速度データ**も重要な計測項目です。

加速度センサーを用いることで、動物の動きの強さや行動パターンを高精度で記録することができます。特に、加速度データは 1 秒間に数十回のサンプリングが可能であり、GPS や深度センサーでは捉えきれない細かな行動の変化を記録できるという特徴があります。

現在ではスマートフォンなどあらゆるウェアラブル端末に搭載されている加速度センサーですが、そうなるはるか以前の 1990 年代から加速度センサーはバイオリギング研究で使用されていました。

Yoda et al. (1999) は、野生のアデリーペンギン (*Pygoscelis adeliae*) に加速度ロガーを装着し、ポープォイジング (porpoising) 行動を初めて詳細に解析することに成功しました。その後、ペンギンなどの海洋動物だけでなく陸上動物を含む様々な動物の行動研究で加速度データが活用されるようになりました。

### 活動量の評価指標 : ODBA

加速度データは、動物の行動解析に重要ですが、データ量が膨大であり、直接活動量を評価することは困難です。そこで、Wilson et al. (2006) は、加速度データを簡便に処理し、動物の活動量を相対的に評価するための指標として **ODBA (Overall Dynamic Body Acceleration)** を提案しました。ODBA は、動物の運動強度を簡単に数値化できる方法であり、野生動物の行動解析やエネルギー消費の推定に幅広く活用されています。

ODBA の基本的な考え方は、動物がどれだけ活発に体を動かしているかを、加速度の合計値として表すことです。Wilson et al. (2006) では、加速度の各軸 (前後・左右・上下) のデータに Low Pass フィルターで静的 (重力) 加速度成分を抽出して、それを差し引く処理を行うことで動的加速度成分を抽出し、それらの動的成分の絶対値を合計することで、ODBA を算出する手法を示しました。

本記事では、次式で示すように各軸の絶対値を合計し、重力加速度 ( $9.8\text{ms}^{-2}$ ) を差し引いた値で ODBA を算出します。

$$ODBA_t = |A_x(t)| + |A_y(t)| + |A_z(t)| - 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

ここで、「 $A_x(t)$ ,  $A_y(t)$ ,  $A_z(t)$ 」はそれぞれの時点  $t$  における前後・左右・上下方向の加速度で、「 $9.8 \text{ m s}^{-2}$ 」は重力加速度を補正するために引かれる値です。

ODBA を用いることで、同じ種類の行動における活動量の相対的な違いを比較することができます。例えば、歩行中の ODBA が高い個体は、より活発に動いている可能性があります。また、潜水中の ODBA を解析することで、異なる潜水フェーズ (下降・水平移動・浮上) における運動強度の変化を評価できます。一方、異なる行動 (例: 歩行と飛行、潜水と飛行) を ODBA の値だけでエネルギー消費量を比較することはできません。なぜなら、運動の種類によって加速度の発生メカニズムやエネルギー消費の効率が異なるため、単純な ODBA の比較では行動間のエネルギー消費を正しく評価することはできません。

また、ODBA を活用する際にはいくつかの注意点があります。まず、異なる環境 (陸上・水中・空中) における ODBA の解釈には慎重であるべきです。ODBA は加速度の合計値を用いているため、例えば水中では浮力や流体抵抗の影響を受け、陸上の歩行と同じ基準で解釈することはできません。水中では動物がより効率的な推進方法をとることがあり、同じ ODBA でも実際のエネルギー消費が異なる可能性があります。

さらに、ODBA はエネルギー消費の直接的な測定値ではないことも重要です。Wilson et al. (2006) では

ODBA と酸素消費率の間に相関があることを示しましたが、これは特定の条件下（カワウの歩行時）で得られた関係であり、すべての動物や行動に適用できるわけではありません。エネルギー消費量を正確に推定するためには、動物とその行動ごとに酸素消費データを取得し、ODBA との関係をキャリブレーションする必要があります。

このように、ODBA は運動の強度を評価するための有用な指標ですが、行動や環境の違いを考慮しながら慎重に解釈する必要があります。

### plot\_Acc: 3軸加速度と ODBA の時系列グラフを表示

以下に JupyterLite を利用して、加速度データの可視化に必要な Python コードを紹介します。なお、JupyterLite の基本的な使用方法については、[前回の記事](#)をご参照ください。

まず、解析に必要な以下のデータを [BiP Help サイト](#) からご自身の PC へダウンロードしてください。

**使用データ (data.csv)** : BiP に公開されている オオミズナギドリ のデータ (Katsufumi Sato, AORI, University of Tokyo) の一部を使用しています。データには、time (日時)、三軸加速度データ (acceleration\_longitudinal、acceleration\_lateral、acceleration\_dorso\_ventral) が含まれます。

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# CSVファイルの読み込み
data = pd.read_csv('data.csv')

# 日時情報をpandasのdatetime型に変換 (NaNを除外するためにエラー処理を追加)
data['time'] = pd.to_datetime(data['time'], errors='coerce')

# NaNを含む行を削除
data = data.dropna(subset=['time'])

# ODBAの計算
data['ODBA'] = (
    data['acceleration_longitudinal'].abs() +
    data['acceleration_lateral'].abs() +
    data['acceleration_dorso_ventral'].abs() - 9.8
)

# グラフの作成
fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(2, 1, sharex=True, figsize=(10, 8))

# 加速度のプロット (上側のサブプロット)
ax1.plot(data['time'], data['acceleration_longitudinal'], color='black', label='Longitudinal Acceleration')
ax1.plot(data['time'], data['acceleration_lateral'], color='green', label='Lateral Acceleration')
ax1.plot(data['time'], data['acceleration_dorso_ventral'], color='blue', label='Dorso-Ventral Acceleration')
ax1.set_ylabel('Acceleration (m/s²)')
ax1.set_title('Acceleration Components and ODBA over Time')
ax1.grid(True)
ax1.legend(loc='upper left')

# ODBAのプロット (下側のサブプロット)
ax2.plot(data['time'], data['ODBA'], color='red', label='ODBA', linestyle='--')
ax2.set_ylabel('ODBA (m/s²)')
ax2.set_xlabel('Time')
ax2.grid(True)
ax2.legend(loc='upper left')

# グラフの保存
plt.tight_layout()
plt.savefig('output_graph.png', dpi=300, bbox_inches='tight') # 画像として保存
plt.show()
```

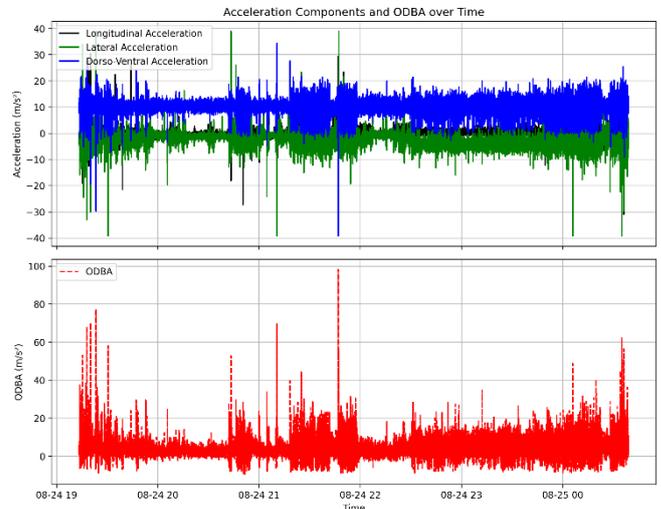
### 実行手順

1. [JupyterLite](#) を開き、CSV ファイルをアップロードする。
2. Python コード ([plot\\_Acc](#)) をテキストエディタで開き、ノートブックにコピーし、実行する。  
コード (上図) の赤枠の部分が ODBA の計算になります。

3. 出力された図を確認し、ダウンロードする。

ノートブックのコードの下に三軸加速度 (上) とそれを元に計算した ODBA (下) の時系列図が表示されます。

画像ファイルは Jupyter 上に output\_graph.png として保存されます。



今回は 30 分間分の加速度データを分析しています。JupyterLite 上ではメモリの制約から 1 日間などと長期間のデータを分析することができず、このプログラムでは、ライブラリの制約からグラフの一部を拡大することなどもできません。次回は、ローカル環境で動作する Python を使った、さらに高度な解析方法について紹介する予定です。

### 引用文献

Wilson, Rory P., et al. 2006. Moving towards acceleration for estimates of activity-specific metabolic rate in free-living animals: the case of the cormorant." *Journal of Animal Ecology* 75.5: 1081-1090.

Yoda, K., et al. 1999. Precise monitoring of porpoising behaviour of Adélie penguins determined using acceleration data loggers. *Journal of Experimental Biology* 202.22: 3121-3126.

## お知らせ

# BiP News～「BiP Up 2024」研究計画発表会・開催報告～

渡辺 伸一（リトルレオナルド社／麻布大学 獣医学部）・佐藤克 文（東京大学 大気海洋研究所）

2025年3月21日に「BiP Up 2024」研究計画発表会を東京大学大気海洋研究所にてオンラインと会場からのハイブリット形式で開催しました。発表会には採択者6名のほかオンラインを含めて計40名にご参加いただきました。

採択者の多くはバイオリギング調査の経験がない方々でしたが、これまでの研究の経緯とバイオリギング計画との関係がよく整理されており、いずれも実現可能性の高い内容でした。また、どの研究も独創性に富んでおり、非常に魅力的でした。



個人的に今回の発表内容で最も印象的だったのは、京都府立西舞鶴高校教諭の本藤聡仁さんによる京都府冠島におけるオオミズナギドリを対象とした研究計画です。BiP Upへの応募の動機は、高校生から「バイオリギングがやりたい!」という強い要望があったことだそうです（下図に本藤さんのスライドの一部をご紹介します）。近年では一部の高校英語の教科書にもバイオリギングが取り上げられており、それをきっかけに高校生が関心を持ち、BiP Upへの応募・採択に至ったとのことでした。まさにこのプロジェクトの趣旨にぴったりの取り組みだと感じました。

BiP Up申請の経緯「先生、バイオリギングやりたいです。」

・生徒の提案を受けた計画立案  
生徒「先生、英語の教科書でバイオリギングについて学びました。オオミズナギドリにデータロガーをつけたいです!」

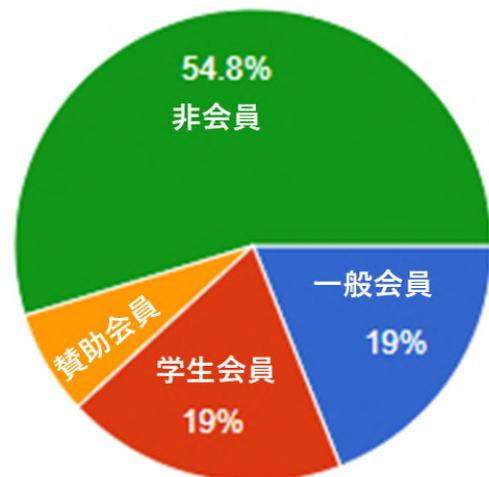
本藤「いやあ、やりたいのはわかるけど…。  
専門家でないと技術的に、、、あと予算が、、、」

高校生の教科書  
BLUE MARBLE Lesson7(数研出版)

発表後には、調査経験が豊富な参加者との活発な質疑応答が行われ、実りある議論が展開されました。また、発表会後には、現地参加された発表者・聴講者の皆様と交流会（飲み会）も開かれ、終バス間際まで熱い研究談義が続きました（下写真）。



今回の研究計画発表会では、研究会会員以外の方々にも複数のMLを通じて広く参加を呼びかけました。事前申込者42名の会員区分を分析したところ、全体の55%が非会員であり、さまざまな分野の方々にバイオリギングへの関心が広がっていることが伺えました（下図）。



今後、採択された研究の調査成果は、研究会会報やシンポジウムなどを通じて報告する予定です。また、BiP Upは来年度も継続予定です。今後も斬新で意欲的な研究テーマが集まることを期待しています。

## 会員情報更新のお願い

■ 出会いと別れの春。所属変更等ございましたら  
[入会・会員情報更新届](#)をご提出ください。

## バイオロギング本のご案内

■ 絶版となる前に是非お求めください！ 出版社「京都通信社」の Web ページから購入できます。

<https://www.kyoto-info.com/kyoto/>



### 編集後記

■ 年齢的に、「私の…番なのか？」(『子。-地球の運動について-』、魚豊)と思う機会が増えてきた。先人達が担ってきた数々の(重い)仕事を受け継ぎ、私もまた次の人へバトンを渡していく。学問と同じで、積み重ねである。■ ということで、4月から、名古屋大学の生態学講座がバイオロギング研究会の事務局を担当することになりました。よろしくお祈りします。特に、事務局のDX化を進めたいと思います。定例の業務だけでなく、少し積み重ねて、次へバトンを渡したいと思います。■ これまでバトンをしっかり握ってきた京大事務局の皆さん、大変ご苦労さまでした【KY】

■ 寒さの中にも少しずつ春の気配を感じる頃となりました。三寒四温を繰り返しながら、桜のつぼみも膨らみ始めています。さて、本年3月末で2年間務めた事務局担当を終えることになりました。この間、たくさんの方に支えられながら活動できたことに、深く感謝しております。これからも本会がさらに発展し、温かいつながりが広がっていくことを願っています。春の訪れとともに、皆さまのますますのご活躍をお祈りしています！【HM】

■ 2年間事務局を務めましたが、不手際ばかりでご迷惑、ご心配をおかけしました。事務局の業務は、色々やりにくいところもありうっかり声に出してしまいましたが、結果的には問題意識が共有されDX化が進むようで、災い(私の事務局担当) 転じて福(DX化)となせるよう、引き継ぎをしっかりしていきたいと思っております。【SSK】



【S.K】