



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. 208

発行日 2023年12月20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



もくじ

新しい発見

「ウミネコは追い風で高く飛ぶ」

熊谷文（北海道大学大学院水産科学院）

「養殖ブリの体サイズ計測に挑戦～計測の高度化には行動把握が大事」

米山和良（北海道大学大学院水産科学研究院）

「漁船周りで拾い食いをするザトウクジラ」

岩田高志（神戸大学大学院海事科学研究科）

「根室海峡におけるオスのマッコウクジラの移動と潜水パターン」

天野雅男（長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科）

野外調査レポート

「シングルシード養殖下のマガキはどんな行動をしている？」

櫻田悠介（北海道大学大学院水産科学院）

「データロガーで見るアメマスへの『遊漁ダメージ』」

上野大観（北海道大学大学院水産科学院）

「ウミガメの混獲について」

竹中友理（北海道大学大学院水産科学院）

「モーリシャスで受動的音響モニタリングに挑戦！」

三谷曜子（京都大学野生動物研究センター）

お知らせ

「BiP News～公開から一年：BiPの拡充機能～」

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）

「モーリシャスの青い海で受動的音響モニタリング」

撮影場所：モーリシャス

撮影者：左：三谷曜子，右：Sundy

新しい発見

ウミネコは追い風で高く飛ぶ

熊谷文（北海道大学水産科学院 修士2年）

はじめまして！北海道大学水産科学院の熊谷です。私は、米国のアトランティック大学出身で、大学生の時に海鳥が繁殖する（ほぼ）無人島で二か月過ごしました。このことがきっかけで海鳥とバイオロギングに興味を持ち、卒業論文でこれをテーマにしたいと考えました。アメリカから無理を承知で綿貫先生に相談したところ、天売島で野外調査を経験する機会や、北海道の利尻島・枝幸町で繁殖するウミネコのGPSデータを解析する機会を頂きました。

今回紹介するのは、この時に頂いたGPSデータを「風」との関係に着目し解析した卒業研究です。やっと投稿論文にすることができたので、感謝の気持ちも込めて一部紹介させていただきます！

研究の概要

本研究ではウミネコの飛行高度と風の関係について調べました。対象は、北海道の利尻島と枝幸町で繁殖するウミネコです。親鳥にGPSロガーを装着し、コロニーと採餌場所を往復する飛行の緯度・経度・高度を毎秒記録しました。このデータの内、北海道道北の沿岸に位置するアメダス気象観測所の半径500m以内で記録された部分を取り出しました（飛行断片）。取り出した飛行断片を、各アメダス気象観測所で記録された風向・風速のデータと統合し、ウミネコの飛行高度と風の間関係を調べました。



図1. ロガーをつけて飛行するウミネコ

今回の発見

ウミネコは、採餌場所とコロニーを往復する日常の飛行でも**追い風で高く飛ぶ**。

面白ポイント

海鳥が風をうまく利用して飛んでいることは、これまでに様々な研究で明らかにされてきました。広大な海を飛びわたる海鳥にとって、変化する風にうまく対応し、風の力を利用することは、エネルギー消費を最小限

に抑え効率的に飛行するために重要です。

風を上手く活用する方法の一つとして、海鳥は飛行高度を変化させます。海鳥が追い風で高く飛ぶことは、目視やレーダーのデータから、非繁殖期の渡りの飛行について多く報告されてきました。なぜ海鳥は追い風で高く飛ぶのでしょうか？風速は海拔高度が高いほど大きくなります。そのため、目的地に向かって風が吹いている時に、鳥は高く飛ぶことで、進行方向に向かって吹く、より大きい風の力を利用しているのではないかと考えられています。

今回の論文では、渡りだけでなく、**繁殖期の日常的な飛行**でも、海鳥が追い風で高く飛んでいることが、沿岸を飛ぶウミネコを例に分かりました。ウミネコは、コロニーと採餌場所を行き来する“通勤”の際に、飛行高度を変化させることでエネルギー消費を最小限に抑え効率的に飛行していると考えられます。また、GPSを利用して飛行高度と風の間関係を見た研究はあるものの、その多くがシュミレーションされた風のデータを使用しています。風の実測値データを用いた点も、本研究の魅力だと考えています。

研究の応用

代替エネルギーとして洋上風力発電の導入が世界的に進む一方で、その海鳥への影響が懸念されています（例：バードストライク）。日本でも洋上風力発電の導入が進んでおり、本研究の調査地である北海道も風力発電導入促進地域に指定されています。ウミネコのような生息数の多い海鳥への影響懸念は強まる一方です。海鳥への影響を評価する重要な要因の一つが海鳥の飛行高度です。なぜなら、海鳥が風車のブレード高を飛ぶときに衝突リスクが高まるからです。本研究で、ウミネコは追い風で高く飛び、追い風時にブレード高で飛ぶ割合が大きくなることが分かりました。バイオロギングによる飛行ルートや高度の研究は、今後の洋上風力発電所の設置や管理のアセスメントに役立たせることが出来るのではないのでしょうか。

Kumagai, A., Kazama, K., Mikami, K., and Watanuki, Y. (2023) **Black-tailed gulls alter their flight height and airspeed according to wind conditions during their coastal commuting trips.** Marine Ecology Progress Series prepress DOI: <https://doi.org/10.3354/meps14431>

養殖ブリの体サイズ計測に挑戦～計測の高度化には行動把握が大事

米山和良（北海道大学 大学院水産科学研究院）

私たち（北海道大学・古野電気・マルハニチロ養殖技術開発センター）は、国内養殖生産量が最も多いブリ養殖を対象に、光学ステレオカメラによる養成魚の体サイズ計測と成長予測手法の確立を目的とした共同研究を進めています。養殖魚を効率良く養成するには、収容個体数と成長の把握（養魚管理）が不可欠です。ブリ養殖では、ワクチン接種や分養時に個体数カウントが可能で、斃死数との差分から収容個体数の管理ができるそうです。一方で、体サイズに適した給餌量や出荷時期の調整には、体サイズを常に把握しておく必要があります。従来は、生簀から捕獲した個体の体サイズを計測しますが、捕獲による養成魚への内的・外的ストレスの懸念や、生産者の大きな作業負荷が問題となっていました。このような経緯で、近年では光学ステレオカメラによる非接触な体サイズ計測が養殖場へ実装されるようになりました。ところが、体サイズの計測結果が水揚の実績と異なることがあるようです。

遊泳する養成魚群の体サイズをステレオカメラで適切に計測できているのかを検証した事例はありません。というのも、正解を知るために生簀の魚すべてを計測することが現実的に難しいからです。やるからには徹底して検証したい！と熱望したところ、現場スタッフの皆様は快く受け入れて下さり、試験終了時に全個体を捕獲し体サイズ計測して頂きました。そのご厚意でステレオカメラ計測手法の性能を検証でき、その結果、単発の計測では偶発的に偏ったサンプルを取得するリスクがあることが示されました。^{1, 2)} 適性距離での計測誤差が数 mm の高性能なステレオカメラを使用しましたが、体サイズ計測に偏りが生じたようです。カメラ設置深度や時刻によって計測される体サイズや個体数が変化することも分かりました。²⁾ これらは養殖ブリが体サイズによって選択する遊泳深度が時間帯で異なることを意味すると考えられます。全個体の実際の滞在位置は特定できないため、どのような現象が起きているのか魚群行動シミュレーションにより推定しました。魚群行動モデル（Boyd モデル）に体サイズごとに嗜好深度を設定し、生簀への設置位置や画角を変えたステレオカメラで仮想計測したところ、個体の遊泳行動とカメラ設置位置が計測値に偏りを生じさせていることが分かりました。³⁾ 対象が動く養成魚の計測は、その行動特性を理解しないと、うまく計測できないようです。

どのようなカメラ計測を行えば母集団を推定できるのか？を明らかにするために、行動計測の実データを反映したリアルな魚群行動シミュレーションを構築す

べく、現在、養殖ブリのバイオロギングを実施しており着々とデータが回収されています。一部の結果ですが2024年3月に開催される国際バイオロギングシンポジウムでポスター発表する予定です。その後も機会があれば成果をご紹介させて頂ければと思います。（バイオロギングの報告じゃなくてすみません）



写真 生簀に設置した2眼ステレオカメラ（UC-300, 古野電気社製）で自動的に3次元計測された養殖ブリの魚体長（赤線：尾叉長，体高）。自動計測には画像認識技術が使用され、データは専用クラウドを通じて取得可能。試験生簀は鹿児島県にありましたが、北海道大学の研究室で研究できました。

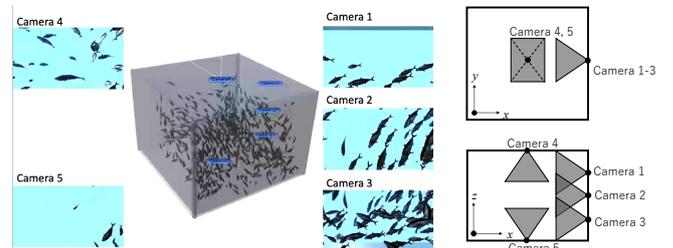


図 養殖生簀内の魚群行動シミュレーションの一例。カメラ設置位置や魚群分布の違いが、カメラ計測の結果にどのような違いをもたらすのかをシミュレーションしています。

- 1) Komeyama K., Ikegami A., Fukuda K., Ishida A., Sasaki S., Maeno H., Asaumi S., Uchida T., Katahira Y., Seki A., Oka T., Shiina Y., Takahashi Y., Body size estimation method for seasonally growing farmed yellowtail *Seriola quinqueradiata* in an aquaculture net cage using a stereo camera, Fisheries Science (in press)
- 2) 池上温史, 佐々木勇人, 高橋勇樹, 前野 仁, 浅海 茂, 内田 隆, 片平裕生, 関 昭生, 岡 哲生, 椎名康彦, 米山和良, 養殖ブリを対象とした光学ステレオカメラ計測において設置深度や撮影時刻が計測個体数や計測平均尾叉長に与える影響, 日本水産学会誌 (印刷中)
- 3) Takahashi Y., Ikegami A., Maeno H., Asaumi S., Seki A., Oka T., Shiina Y., Komeyama K., Evaluating bias in stereo camera measurements using swimming behavior simulations, Fisheries Science (in press)

漁船周りで拾い食いをするザトウクジラ

岩田高志（神戸大学大学院海事科学研究科）

神戸大学の岩田です。漁船周りで餌獲りをするザトウクジラについての論文が 11 月に発表されましたので、紹介させていただきます。

イルカ、アザラシ、オットセイなどの海生哺乳類や、カモメやアホウドリなどの海鳥類といった海洋高次捕食動物は、餌獲りのために漁船周りに集まることが知られています。また最近では、ヒゲクジラ類も漁船周りに集まって餌獲りをしていることが報告されています。ナガスクジラ科の動物は、小魚や動物プランクトンなどの群れに突進してそれらを捕まえる、ランジフィーディングと呼ばれる方法で餌を取ることが知られています。しかし、漁船周りでは餌がまばらに散らばっていることや、突進による漁船への衝突リスクがあるため、ランジフィーディングは適した餌獲り様式ではないことが考えられます。そこで本研究では、ヒゲクジラ類の一種であるザトウクジラが漁船周りでどのように餌獲りをしているのかを調査しました。

調査は、2017 年 1 月にノルウェー・トロムソ沿岸域のフィヨルドで実施しました。クジラに装置を取り付けるときは、小型のボート（約 5 メートル）でクジラに

接近し、約 6 メートルのポールを使って吸盤で装着します。吸盤で装着された装置一式は、数時間後に自然脱落し、海面に浮かんでくるので、装置一式に組み込まれた発信機の電波を頼りに回収します。

野外調査の結果、ザトウクジラ 3 個体から、合計 32 時間の行動データと 17 時間のビデオデータを得ることができました。ビデオデータから、餌獲りの有無を判定しました。得られたデータのうちの 1 つは、漁船周りを泳いでいたクジラに装着したもので、装置を装着後、クジラが漁船周りに 43 分間留まる様子が記録されていました。そのビデオ映像には、漁船から落ちた大量の死んだ魚、それを狙うシャチ、漁船、ロープなどの漁具が映っていました（図 1）。さらにそこには、装置を装着したクジラが、上顎を挙げて、漁船から落ちた魚をついばんでいる様子が記録されていた（図 1）ことから、この行動を「拾い食い」と名づけました。次に、行動データを解析し、漁船周辺でランジフィーディングをしているかを調べました。拾い食いをしていた個体は、装着期間中に一度もランジフィーディングをしましませんが、他の 2 個体においては、体を激しく動かし、遊泳速度が速くなるランジフィーディングの特徴的な行



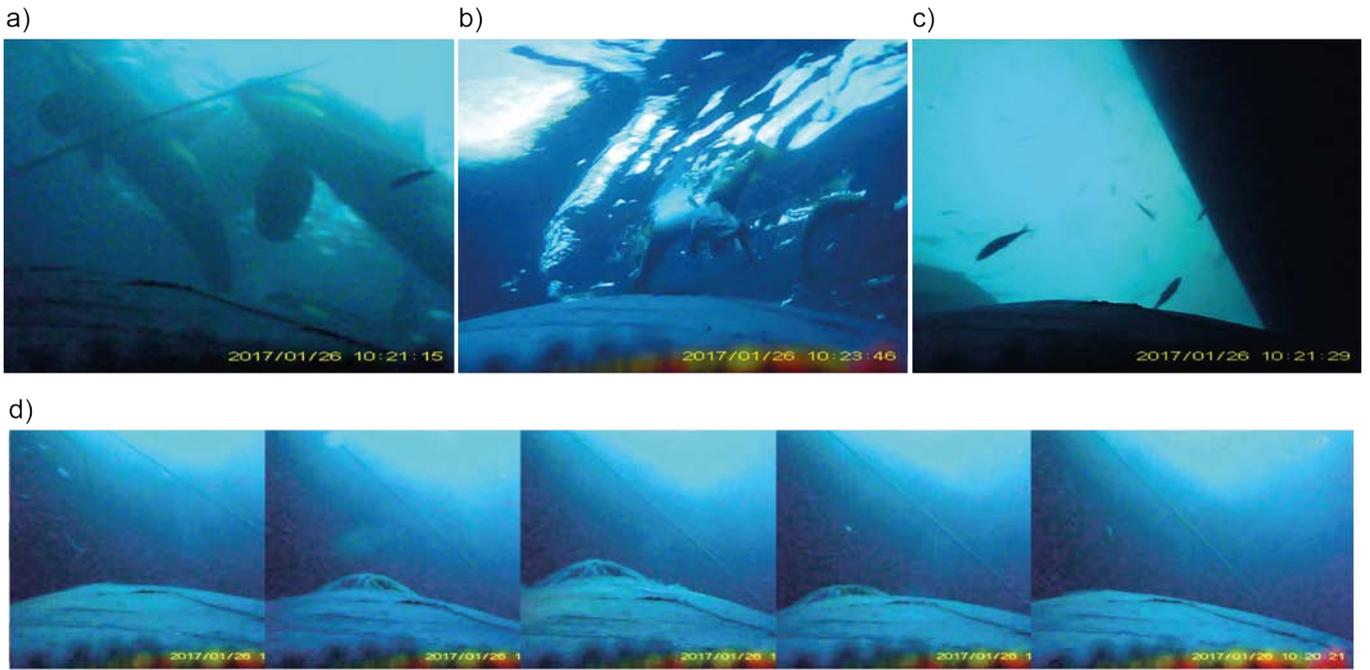
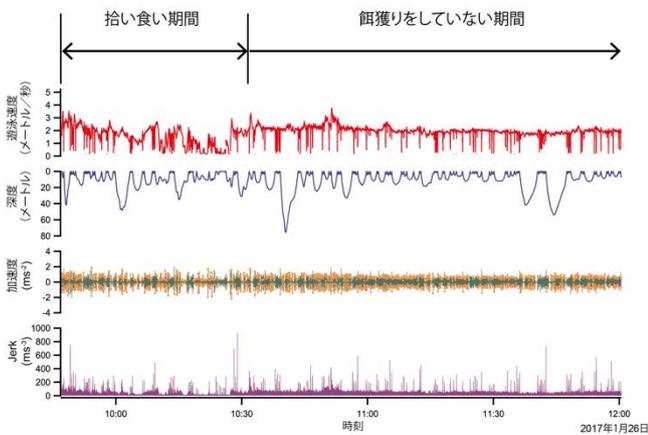


図1. 漁船周りを泳ぐザトウクジラに装着したビデオの水中映像

(a)シャチとロープ、(b)死んだ魚(タラ)、(c)死んだ魚(ニシン)、(d)死んだ魚を食べるために装置を装着した個体が上顎をあげている様子。

a) 拾い食いをするクジラ



b) ランジフィーディングをするクジラ

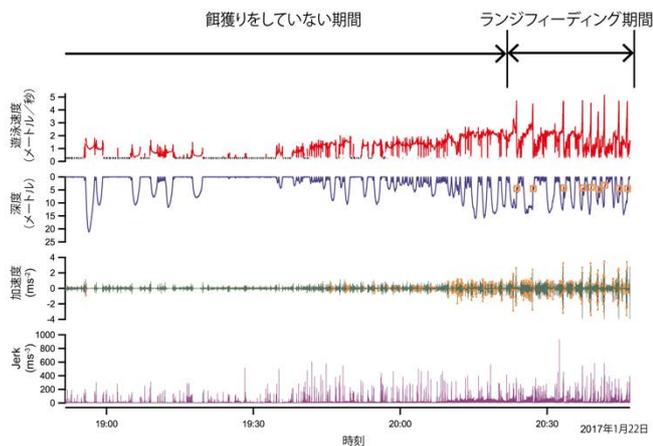


図2. 装着した記録計により得られたザトウクジラの遊泳行動の時系列記録

(a)漁船周りで拾い食いをするクジラの行動記録。ビデオ映像により、拾い食いをしている期間が確認された。また、拾い食いの後は餌獲りをしていなかった。

(b)ランジフィーディングを伴うクジラの行動記録。前半部分は、餌獲りをしていなかった。後半部分に、体を激しく動かし、遊泳速度が速くなるランジフィーディングの特徴がみられる。

上から遊泳速度、潜水深度、加速度の動的成分、Jerkを示す。クジラが尾びれを動かしたときの振動が、加速度の動的成分に記録される。Jerkは、加速度から求められる体の動きの激しさを示す指標で、ランジフィーディングの検出に用いられる。潜水深度の上のオレンジ色の四角は、ランジフィーディングを表す。加速度の動的成分の上のオレンジ色の丸は、尾びれの動きを表す。

表1. 拾い食いを伴う潜水 (n = 1 個体) とランジフィーディングを伴う潜水 (n = 2 個体) の尾びれを動かす頻度と最大遊泳速度の比較

	尾びれを動かす頻度 (回/分)	最大遊泳速度 (メートル/秒)
拾い食い (22潜水)	8.4 ± 2.5	2.4 ± 0.7
ランジフィーディング1 (5潜水)	13.3 ± 1.6	4.8 ± 0.1
ランジフィーディング2 (9潜水)	10.4 ± 1.7	4.7 ± 0.4
p 値 (ダネット検定)	<0.05	<0.001

動が記録されていました（図 2）。拾い食いを伴う潜水は、ランジフィーディングを伴う潜水と比べ、潜水中の尾びれを動かす頻度が低く、最大遊泳速度も遅いことが分かりました（表 1）。尾びれの動きや遊泳速度は、消費エネルギーと関係することが知られていることから、拾い食いに必要なエネルギーは、小さいことが考えられました。一方で、群れを成す餌を狙うランジフィーディングとは異なり、拾い食いで散らばった餌を狙うため、一度に得られる餌量は少なくなります。これらのことから、拾い食いは、少ないエネルギーで、少ない餌を食べる、エネルギー節約型の餌獲り様式であることが分かりました。

本研究では、ザトウクジラが、状況に応じて柔軟に餌獲り様式を変えていることを示しました。しかし、拾い食いには、ロープや網などの漁具にクジラが絡まる可能性を含んでいます。漁具への絡まりは、クジラにとって死のリスクがあり、漁業者にとっても、漁具の破損やクジラを救助する際に生じる接触（人とクジラ、船とクジラ）事故のリスクがあります。そのため、クジラの保護・管理の観点、また安全面において、拾い食いは避けるべき事象であることが分かります。クジラが漁船周りに集まってくる環境においては、嫌がる音を出すなど、クジラを漁船や漁具に近づけさせない取り組みが推奨されます。

あとがき

この研究を、気にかけてくれた（ありがとうございます）方から、「2017 年に調査を実施して、最近論文として発表されたということは、データ解析やデータの解釈がとても大変なんですね。」というコメントを頂きました。しかも、異なる 2 名の方からです。「いやー、そうなんですよー、前衛的な解析を取り入れてまして…」などとは口が裂けても言えず、「ははは、そういうわけでもないんですけどねー（仕事が遅くてごめんなさい）、ははは」と乾いた笑いをするのが、精一杯の返しでした。すでにデータを溜め込んでしまっているので、今後も同じ場面がやってくるのが必至です。こんな時どんな返しをするのが正解なのか、誰か教えてください。

【論文情報】

Iwata T., Aoki K., Miller P. J. O., Biuw M., Williamson, M. J., and Sato K. Non-lunge feeding behaviour of humpback whales associated with fishing boats in Norway. *Ethology* (2023).

<https://doi.org/10.1111/eth.13419>

*論文のサイトへアクセスして頂ければ、クジラに装着したビデオの映像や、映像会社が撮影した漁船周りで拾い食いをするザトウクジラやシャチの美しい動画を見ることができます。動画だけでも見応えがありますので、是非一度足を運んでくださいませ。

根室海峡におけるオスのマッコウクジラの移動と潜水パターン

天野雅男（長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科）

この文章は、新しい発見として掲載されているのですが、ここでご紹介する論文のデータは 2007 年から 2014 年にかけて得られたものです。なので、これは新しい発見とするのが適当かもしれません。

私たちは 2006 年から羅臼沖の根室海峡でマッコウクジラの調査を始めました。流氷に挟まれて死んだシャチの調査で羅臼を訪れたときに、現地でウオッチングのガイドを始められていた佐藤晴子さん（Sato's beaked whale の佐藤さんです）に、オスと思われるマッコウクジラが毎年夏にやってくるの話をお聞きしたことがきっかけでした。その年から羅臼通いが始まり、マッコウクジラのメスは安定した母系集団を作ることがわかっていますが、オスのマッコウクジラの研究は少なく、彼らにどの程度の社会性があるのかはよくわかっていません。これを明らかにしようと

個体識別調査を始めました。さらにクジラはどうも毎日同じように移動しているという話も伺いました。そこで、羅臼灯台からセオドライト（目標までの水平、垂直角度を計測する測量機器。セオドライトともう一点の高度と位置の情報があれば、目標物の位置を求めることができる）を使ってクジラの移動を追跡する調査を始めました。クジラは海峡内を移動しながら採餌を行っているので、水平移動の理由を探るには採餌潜水のことも調べないといけないということでデータロガーの調査も開始しました。調査開始から 15 年以上の月日が経ちました。陸上調査で移動のパターンはすぐに見えてきましたが、潜水行動のデータを集め、解析し、移動の理由についてもっともらしい理由を考えだし、論文として出すまでに（もちろん他の様々な仕事と並行してですが）、長い日数がかかってしまいました。

まずセオドライトを用いた陸上目視調査の結果についてお話しします。遠くのクジラは個体識別できませんので、一旦潜って次に浮上した時、前に見た個体と同じかがわかりません。このため、その時どきのクジラの位置はわかるのですが、特定のクジラがどのように移動していったのかはわかりません。それでも日出時からクジラの浮上位置と水面での移動方向は時間と共に変わっていきました。早朝にクジラは海峡の北の方に出現します。この時、クジラはさらに北の方（海峡の外方向）に移動しています。その後、クジラの移動方向は南向きになります。そして昼頃までずっと南に向かって移動していきます。昼過ぎからは再び北に移動していくのです。毎日のデータを合算してみると、この移動方向は6時間ほどで周期的に変わっていくことがわかりました（図1）。つまりクジラたちは、同調して移動方向を変えているようです。なぜ移動方向が変わるのでしょうか。潮汐の影響があるかもしれません。根室海峡内の水の流れは、ほぼ潮汐によって生じています。しかし、ある方向に移動するクジラの数が特定の潮汐の時に多くなるという関係は見られませんでした。

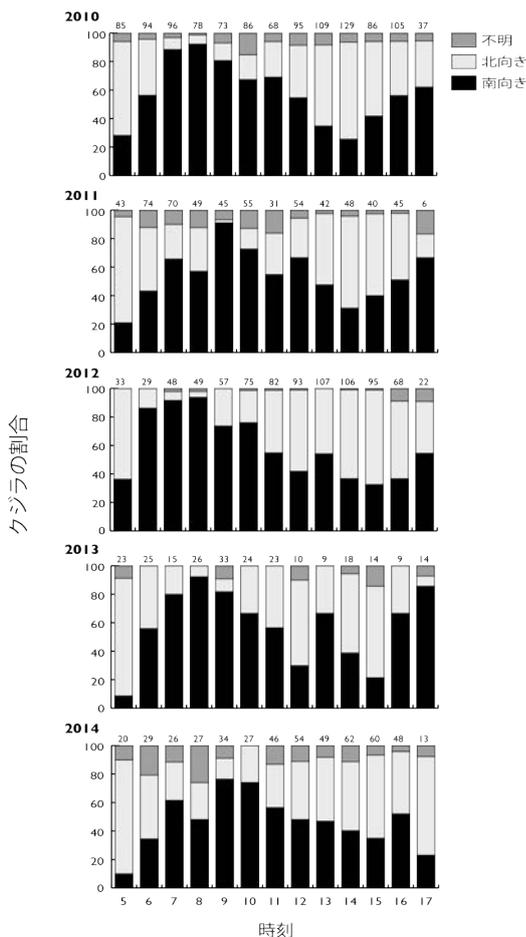


図1. 陸上観察でのクジラの水面での移動方向の陸上観察でのクジラの水面での移動方向の時刻ごとの割合。移動方向は北（海峡の外方向）、南（海峡の内方向）、不明に分類。バーの上の数字はそれぞれの時刻に観察したクジラの頭数。

次にデータロガーによる潜水データです。2007年から2014年にかけて11頭のマッコウクジラに吸盤タグを用いてデータロガーを取り付けました。と言うのは簡単なのですが、なかなか難しい問題がありました。ご存知の通り、根室海峡は知床半島と北方領土の国後島の間の海峡で、我々は海峡の真ん中を走る中間線を境にその向こう側に行くことができません。クジラには中間線など関係がありませんから、ロシア側にも平気で行きます。そこでタグが脱落したら、あるいは脱落したタグがロシア側に流れていったら、電波で浮いていることはわかってもら収は不可能になります。そのリスクを抱えつつの調査で、毎回装着してからがヒヤヒヤでした。実際にタグに搭載したGPSで移動を見ると、装着時間のほとんどをロシア側で過ごしていた個体もあったのですが、なぜか運が味方してくれたようで、装着したタグは全て回収することができました。

ロガーのデータを見ると、昼夜で潜水深度が大きく異なることがわかりました。鯨類で昼夜で潜水深度が変わることはよくあることであり、多くの場合、餌生物の日周鉛直移動によっています。マッコウクジラでも小笠原のメスたちは、昼に深く夜に浅く潜ることがわかっています（Aoki et al. 2007）。しかし、根室海峡のオスは逆に昼には350から450mほどと浅く、夜には500から800mへの深い潜水を行っていました。残念なことに彼らが根室海峡で何を捕食しているのかについて全く情報がありません。したがって、昼夜でこのように潜水深度が異なる理由というのはわからないままです。

いくつかのタグにはGPSも取り付けて水面での位置情報からその移動を見てみました。個体ごとに移動を見るとかなりバラついているのですが、全体的には早朝に北、その後に南、午後に北とほぼセオドライトで得られた結果と同じように移動方向を変えているようにした（図2）。昼間ほどは顕著ではないのですが、夜の

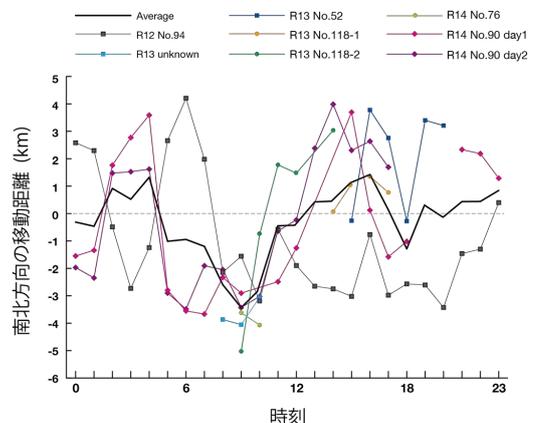


図2. タグに取り付けたGPS位置データから計算した根室海峡の長軸方向の移動距離。一つのラインが1つの装着個体を示している（R14 No.90のみ二日間のデータを別のラインで表示）。北（海峡の外）方向をプラスの値で表す。

間にも早い時間に南へ、夜半から北へという移動パターンも見えました。この夜半から北に向かう移動の最後の部分が、陸上目視で早朝に見えていたということになります。このデータでも移動の方向と距離に潮汐が効いているかをみてみましたが、全く関係がなさそうでした。

以上の結果をまとめると、根室海峡のマッコウクジラは昼に2回、夜に2回、ほぼ同調して移動方向を変えること、昼は深い潜水を、夜は浅い潜水を行っていること、水深500mから2000mの範囲を利用していることがわかりました。これを合わせて考えると、どうもマッコウクジラは海峡内を、昼は水深の浅い層、夜は深い層に潜りながらそれぞれで一往復しているようです。そう思って移動にかかる時間を調べてみました。採餌中のマッコウクジラの水面での移動速度はだいたいどこでも4km/hくらいで、根室海峡でもそうです。彼らが利用している海域は海峡の軸に沿って約30kmあります。つまりこれを一往復するには約15時間かかることとなります。そしてこの時間はちょうど夏の根室海峡の昼の時間とほぼ同じです。夜には800mに達する深い潜水を行っているので、南の浅いところまでは行かないことになり、移動する範囲が短くなります。したがって、約9時間の夜の間に一往復できるでしょう。だいたい計算が合います。移動方向の変化は海峡内を効率的に移動しながら餌を探査する方法と考えられます。クジラたちはこの基本的なパターンに従いつつ、実際の餌生物の分布によって毎日の移動パターンを少しずつ変えているのでしょう。

それではなぜクジラの移動方向の変化が同調しているのでしょうか。採餌中のマッコウクジラは広い範囲に散開して潜水を行うのですが、散らばりつつも、個体同士がある距離を保ちながら、一緒に移動しているためではないかと考えられます。彼らはエコーレーションで餌を探しています。餌を探査しているときはパルス状のクリックを一定の間隔で出していますが、餌を発見して追尾を始めると、餌との距離に応じてクリックの間隔が短くなっていきます。つまりクジラは、近くの他の個体が餌を追いかけていることをそのクジラのクリックを聴くことで知ることができるわけです。そして近くに複数の個体がいれば、一頭で探査するときよりも広い範囲から餌の分布の情報が得られるということになります。ただしあまり近すぎると今度は同じ餌をめぐる競争が生じますから、つかず離れずの距離を保つことが重要だと思われれます。このように個体間距離を保ちながら移動することが、移動方

向が同調して変わる理由と考えられます。

しかし、近くにいるのは誰でも良い訳ではないかも知れません。オスのマッコウクジラがこの海域を利用するのは平均して2年少しであることがわかっています(Kobayashi and Amano 2019)。つまりクジラはどこからかやってきてこの海域を利用するようになるので、新しくきた個体はこの海峡の特徴に合わせた採餌方法を新たに身につけることとなります。海峡内にいるマッコウクジラは特定の個体同士が近くにおいて、その関係性が少なくとも数年は続くこともわかっています(Kobayashi et al. 2020)。このような社会的な関係にある個体間で餌場の利用方法が学習によって伝わっている可能性もあります。実際に母系群を作るメスはそのようなことがあることがわかっています。逆に、オスたちは互いの採餌効率を高めるために、特定の個体同士で関係性を築くということがあるのかもしれない。識別個体の長期的な行動調査でこれらが明らかになっていくことが期待されます。

引用文献

- Aoki, K., Amano, M., Yoshioka, M., Mori, K., Tokuda, D., & Miyazaki, N. (2007). Diel diving behavior of sperm whales off Japan. *Marine Ecology Progress Series* 349:277–287. <https://doi.org/10.3354/meps07068>
- Kobayashi, H., & Amano, M. (2020). Residency and abundance of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in Nemuro Strait, Hokkaido, Japan. *Marine Mammal Science* 36:612–622. <https://doi.org/10.1111/mms.12662>
- Kobayashi, H., Whitehead, H., & Amano, M. (2020). Long-term associations among male sperm whales (*Physeter macrocephalus*). *Plos One* 15: e0244204. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244204>
- 文献情報
- Amano, M., Aoki, K., Kobayashi, H., Minamikawa, S., Sato, K., & Kubodera, T. (2023). Stereotypical diel movement and dive pattern of male sperm whales in a submarine canyon revealed by land-based and bio-logging surveys. *Frontiers in Marine Science* 10: 1150308. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1150308>

調査報告

シングルシード養殖下のマガキはどんな行動をしている？

櫻田悠介（北海道大学水産科学院）

初めまして、北海道大学水産科学院修士 1 年の櫻田悠介と申します。私はキャンパスがある函館から約 600km と遠く離れた厚岸町で養殖環境下におけるマガキの行動計測を行っています。二枚貝でバイオロギング？と思う方もいると思います。そこで今回は私が行っている調査の報告をします。こんなバイオロギングもあるということを知っていただけたら幸いです。

厚岸町では細かく砕いたカキの貝殻粉末 1 つ 1 つにマガキ幼生を付着させ独立した状態にし、それらをバスケット内で育成するシングルシード法を用いてマガキの養殖を行っています。バスケットは潮汐や波浪によって揺れ動くため、中のカキも攪拌されて互いにぶつかり合いながら成長します。こうして生育されたカキは殻が深く丸みを帯びており、厚岸町ではブランドガキとなっています。



図 1. 1 個体ずつバラバラの状態ではバスケットに收容されているカキ

使用するバスケットの形状や設置方式によって殻の形状や成長量が変化するとされています。その一因としてバスケットの動揺の仕方が形状や設置方式によって異なり、カキの行動にも違いが生じている可能性を考えました。そこで私の研究では摂餌や呼吸、活動性の指標として用いられる殻の開閉運動(殻体運動)に着目し、シングルシード養殖下での殻体運動の計測を試みました。

殻体運動を計測は図 2. のようにして行います。殻の開閉によるロガーと磁石の距離の変化に応じて発生する電圧から殻開き具合を計測しています。また、バスケットの方には加速度ロガーを取り付けることで、潮汐や波浪による揺れを計測しています。



図 2. ロガーを取り付けたカキとバスケット

ロガーを設置したらおおよそ 1 ヶ月後に回収します。往復 1000 km 越えの移動頑張った！と思うのも束の間、また調査の計画を立て、同行してくれる人を集めてと忙しい日々です。こうして手に入れたデータの 1 例が図 3. になります。

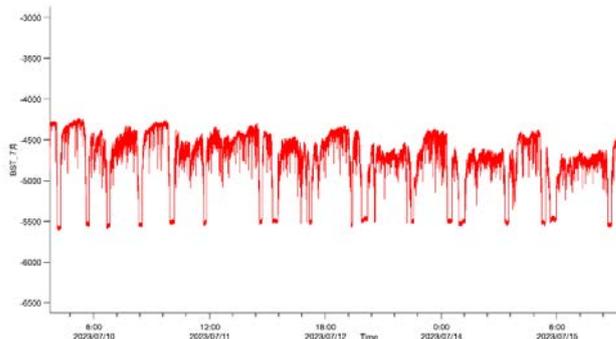


図 3. 計測した殻体運動の 1 例

この波形は上側が殻を開いた状態、下側が殻を閉じている状態を示しています。このデータから閉殻(図 3. で下に落ち込み平になっている部分)や瞬間的な開閉といった特徴的な行動の頻度や時間と、バスケットの動揺や潮汐変動、水温との関係性を調べています。また現在 7 月と 9 月で計測を行ったので、季節ごとで行動に違いはあるのかということも調べたいと考えています。今後も厚岸町での調査を頑張っていきたいと思います。



図 4. 船上で食べさせてもらったとれたてのカキとても美味しかったです。

データロガーで見るアメマスへの「遊漁ダメージ」

上野大観（北海道大学大学院水産科学院）

大学に進学した当初、テレビや雑誌でアザラシやペンギンが時々背負っている「箱」は、私の関心の的でした。ちょこんと背中にくっついたあれは何だろうか？まさかデータを取る物だとは知らなかった当時を振り返ると少し滑稽な話ですが、背中から見え隠れするそれが、何とも可愛く思えたのでした…

それから数年。進学先の大学院で、この「箱」、即ちデータロガーと再会します。遊漁(魚釣り)が魚に与えるダメージの研究を行っていた私はその当時、口を怪我した魚がどれくらい摂餌行動に苦戦しているのかを知るための観測方法を模索していました。出血量やストレスホルモン濃度の測定など、遊漁ダメージの定量化は過去に多く研究されていた一方で、魚の摂餌行動と遊漁による物理的ダメージとを絡めた研究はそれまでほとんど無かったのです。



図1. アメマス通常個体(左)と、遊漁によって顎骨を失った個体(右)。こうした物理的ダメージの影響力の解明が目標。試行錯誤が続く中、マス類の研究の最前線に立たれる大学院の先輩からデータロガーを使った研究の存在を教えてくださいました。研究対象の生物に一度装着すれば接触せずデータを取得できる。しかも、魚の遊泳を長期間・継続的に観測できるという長所は、まさに魚の摂餌行動の観測にうってつけの測定方法だったのです。

そこで早速挑んだのが、データロガーを用いたアメマスの給餌実験でした。アメマスは北海道や東北の水域にのみ生息するサケ科の魚類。平たく言えば、イワナが海に降りて大きくなった魚です。私の住む北海道では人気の釣りターゲットで、真冬になるとこの魚を求めて海岸に人がずらっと並ぶ程！私もこれに倣ってサンプリングに向かわけですが、当然恐ろしく寒いのが冬の日本海です。かえって暖かい海水(10℃程度)にいつまでも浸かっていたかったのは、良い思い出…？

また、捕まえてきたアメマスの餌付けはさらに大変でした。神経質なアメマスは水槽に放つておすぐには馴染まず、最初の数週間は餌さえ食べません。水温を変

えても、あらゆる小魚を買い与えても一貫して無視。目標の摂餌データを取ることができず、不安ばかりが積み重なります。やがて閉じた脇の裏にアメマスの水玉模様が浮かび上がる程にまでなったある日、ふと掃除のために水槽を覗くと、入っていたカタクチイワシの尻尾がアメマスの口からよろっと飛び出ているではありませんか！！ついにし達成した餌付けの瞬間。これでやっとデータの収録に移れる…忘れることの無いであろう私の粘り勝ちの瞬間でした。



図2. アメマスの摂餌行動はとても豪快。よく見ると2匹がドジョウを取り合い、衝突している。

今ではすっかり飼育慣らされたアメマスが、念願のデータロガーを背負って水槽を泳いでいます。魚の摂餌の苦戦具合を数値化できる(だろうと信じて止まない)加速度をパラメータに設定し、餌を追いかける行動を記録しています。まだまだ調査中ですが、ひとつだけ面白い傾向をご紹介します。アメマスが図1のように顎骨を完全に失ってしまった場合、通常個体に比べて小魚を取り逃す確立が高まってしまうのに加え、一度あたりの摂餌行動の継続時間が長くなってしまいます。もしこれが自然界の個体でも当てはまるとしたら…？もしかすると、遊漁がアメマスの成長や生存に影響を及ぼしているのかもしれない。

さて、今日のコロナ禍に乗じて訪れた空前絶後の釣りブーム。私個人もただ楽しむだけでなく、こうしたロガーデータを基とした議論を進めていくことができれば、研究者としてとても光栄な事と考えています。



図3. 念願のデータロガー。やはり可愛い(どっちが)

ウミガメの混獲について

竹中友理（北海道大学水産科学院）

北海道でウミガメ？と思われるのではないのでしょうか。実は北海道の渡島半島では、毎年7～10月頃にかけて沿岸にウミガメが来遊します。上陸して産卵するのではないので、普段の生活でその姿を見るチャンスは少なく、知らない方も多いかと思えます。

そんな北海道のウミガメですが、漁師さんが設置する定置網にしばしば混獲されます。数が少なればそのまま放流して終わりなのですが、あまり多いと作業の妨げになりますし、漁具の破損や漁獲量の減少などの被害にも繋がります。またウミガメはその種のほとんどが絶滅危惧種でもあり、死亡リスクの高い混獲は望ましいことではありません。

私が行っている調査の一つが、ウミガメの混獲調査です。函館近郊の白尻町、大船町、森町などの漁協さんをお願いし、定置網にウミガメがかかったら電話してもらいます。連絡をもらったら現地に行って、ウミガメの種類や体サイズなどを計測し、タグとロガーを付けて放流します。このロガーは水温や水深を記録するもので、もし同個体のウミガメが再び混獲されればそれまでの行動記録を解析できるという寸法です(本当は再混獲なんて起こらない方がいいんですが)。



図1. 2022.10.16に函館市大船町で混獲された約66kgのアカウミガメ。左後肢にロガーを付けて放流しました。

漁師さんの作業は朝早いので電話をもらうタイミングも朝5時など寝ている場合が多く、寝ぼけ眼で準備し車で1～2時間の距離を運転し(てもらい)、いざご対面したウミガメは特大サイズ、さてどうやって計測しよう...

なんてこともあります。けれど野生の生きたウミガメに直に触れて観察できるこの調査は、なんとも心躍る幸せな体験です。

海外では刺網によるウミガメの混獲・死亡が深刻な問題になっています。その対策の一つとして、緑色LEDを網に設置することにより、漁獲量を減らすことなくウミガメの混獲を防ぐことができるという研究結果が挙げられています。

では、なぜ緑色LEDを設置するとウミガメの混獲が減るのでしょうか？LEDの光を嫌うのでしょうか？その辺りの詳しいメカニズムはまだわかっていません。私の研究の一つが、ウミガメのLED光への反応を調べることです。実験方法としては、北大構内の円形水槽で混獲されたウミガメを飼育し、LED点灯下での行動の変化を見ます。ウミガメの甲羅にロガーを装着して加速度を計測し、緑色・オレンジ色・無灯の3通りの環境下での違いを調べています。

観察していると、どうやらウミガメはLEDの光を嫌って近づかないというわけではないようです。私はLED光によって視界が確保されることで網を視認し避けることができ、結果混獲が回避されているのではと考えています。この予測を数値として提示できるよう解析していくつもりです。

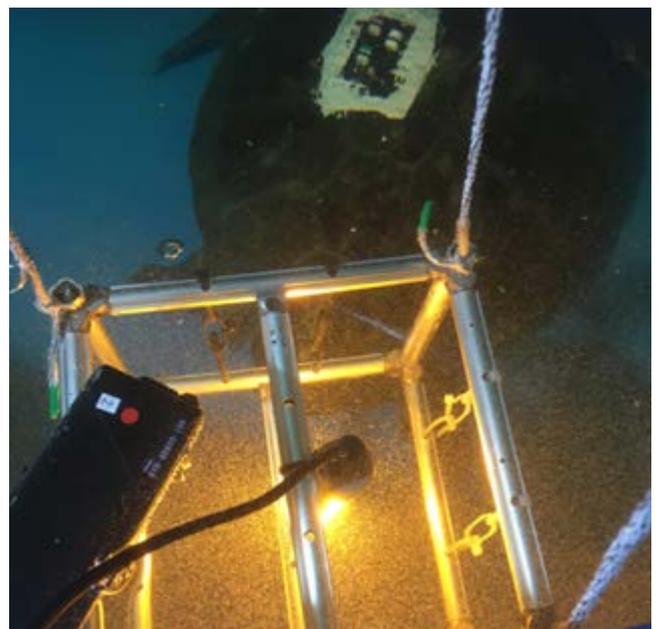


図2. 円形水槽でオレンジ色のLEDを点灯させているところ。ウミガメの甲羅にはロガーを装着しています。

モーリシャスで受動的音響モニタリングに挑戦！

三谷曜子（京都大学野生動物研究センター）

2023年12月、私は共同研究者と共にモーリシャスに行っていました。珊瑚礁に縁取られた青い海と白い砂で有名なモーリシャスはアフリカ大陸東岸の400 km 沖にあるマダガスカル島のさらに東、900 km 沖にある小さな島です（写真1）。私が滞在していた本島は面積が1865 km²で、日本で一番小さい県、香川県よりちょっと小さいくらいです。インド洋に浮かぶこの小さな島は16世紀まで無人島で、飛べない鳥、ドーダーがいたことでも知られています（写真2）。



図1. モーリシャスのビーチ。



図2. エグレット島保護区にあるドーダーの銅像。絶海の孤島だったモーリシャスへ人が入り、すぐに絶滅させてしまいました。人によって絶滅したと言える最初の種らしいです。

このモーリシャスで悲劇が起こったのは2020年7月でした。貨物船わかしお丸が座礁し、きれいな海が油で汚染されてしまったのです。その後、現地の環境保全などを目的とした「モーリシャス自然環境回復基金」が設立され、様々な活動が行われています。私は昨年からは北海道大学水産科学研究院が実施している BLUE FRONTIER プロジェクトに参加しています（図3）。本プロジェクトでは、海藻場、漁獲対象種、漁具利用、海洋大型生物に関する調査や資源管理、漁獲物の付加価値向上など様々なことを実施しています（X（旧 Twitter）：@BlueFrontierHU や Facebook: facebook.com/blue.frontier.hu もご覧ください！）。



図3. BLUE FRONTIER のロゴ。プロジェクトマネージャーである北大水産の東条助教作。

私の担当は海洋大型生物で、モーリシャスの海にはたくさんの鯨類がいます（図4）。イルカやクジラとのスィムアクティビティは、モーリシャスの観光の目玉となっていますが、ハラスメントにあたるのでは、と現在ではあまり推奨されていないので、課題となっています。今回の調査では、沖合のFADs（浮魚礁）に小魚やマグロなどの漁獲対象種だけでなく、鯨類も集まってくるかも、ということで音響モニタリングをすることになりました（表紙写真）。このプロジェクトはあと3年続く予定です。興味のある方は三谷までご連絡ください！



図4. マッコウクジラ（上）とハシナガイルカ（下）。ちなみに筆者は寒い海でばかり調査していたので、暖かい海での種判別は、特に距離が遠いと難しいです……。

お知らせ

BiP News～公開から一年：BiP の拡充機能～

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）



2022年11月にバイオロギングデータを保存・管理・利用するためのプラットフォーム（Biologging intelligent Platform：BiP <https://www.bip-earth.com>）が公開されました。公開から1年が経過し、BiPの機能が拡充しました。本稿では、それらの拡充機能についてご案内します。

1. 解析機能（Analysis）

BiPの解析ツール（[Analysis](#)）には、バイオロギングデータをWEB上で解析する機能（Online Analytical Processing: OLAP）が搭載されています。公開時には海鳥から得られたGPS情報から海流（cal_oceancurrent: [Yoda et al. 2014](#)）および海上風（cal_wind1: [Yonehara et al. 2016](#)）を推定するツールが搭載されました。現在は、さらに2つのツール（cal_wind2: [Goto et al. 2017](#)）、cal_waveheight ([Uesaka et al. 2022](#))が追加されています。cal_wind1は1秒間隔で測位した緯度経度データから1分間隔で海上風速・風向を推定するツールですが、cal_wind2では1分間隔で測位したデータからも推定が可能となります。cal_waveheightはNinja ([Naruoka et al. 2021](#))と呼ばれるGPSロガーで記録した緯度経度・高度・速度情報をもとに波高・波向を推定することができます。各ツールの詳しい説明については、[BiP-Help サイト](#)をご覧ください。

2. CSVファイルによるOrganismsを一括登録

BiPへデータを登録するには、得られたバイオロギングデータ（RawFile）と使用したバイオロギング機器（Instrument）と装着した個体（Organism）のメタ情

報とを関連付けて標準化（Standardize）する必要があります（データ登録に関する詳しい説明は、[BiP-Help サイト](#)をご覧ください）。Organismの入力作業は一個体ずつ行う必要がありましたが、海鳥調査のように同時期・場所で多数の個体にデータロガーを装着するような調査では、重複した情報を入力する必要がありました。そのような場合には、CSVファイルでOrganisms_listを作成して一括して登録する機能を利用すると便利です。Organismsの一括登録機能は新たに追加された[RawFile Analysis](#)から利用できます。詳しくは[BiP-Help サイト](#)をご覧ください。

3. データ検索機能

登録したデータのInfoに掲載したReference情報からデータを検索する機能を追加しました。例えば、論文を読んでその論文で使われていたデータを別の解析に使いたいと思ったとします。その場合には、StandardizeされたファイルをViewDataで探す際に、Reference欄に論文のDOI等を入力し、論文内で使用したデータを一括して検索することができます。

4. 利用者の拡大を目指した機能

[BiP サイト](#)は一部を除いて日本語での表記が主でしたが利用規約やHelpページも含めて、すべてのページで日本語・英語対応を行いました。また、公開時は、データ登録は日本バイオロギング研究会の会員のみでしたが、現在はユーザー登録すれば誰もがデータ登録ができます。

そのほか非公開（Private）データであっても回遊経路の外観を表示する機能が追加されました。ViewDataで表示される表中で、右端のボタンVisualize Locationを押すことで見る事ができます。また、画面操作をしやすくするためのサイドバーの追加や、最大5ファイルまでのデータをまとめてアップロード・削除する機能が追加されたほか、登録できる動物種やバイオロギング機器の種類も増やしました。

今後もより多様な利用者のニーズに応じた改良を行っていきたいと思います。BiPへご要望等がございましたらBiP-Help：[お問い合わせ](#)からご連絡をお願いいたします。

第 8 回国際シンポジウムへのオンライン参加

国際バイオロギングシンポジウム実行委員会

2024年3月4日(月)～8日(金)に日本バイオロギング研究会主催で、第8回国際バイオロギングシンポジウムが対面とオンラインのハイブリッドで開催されます。(https://bls8tokyo.net)。

2023年12月1日時点で日本バイオロギング研究会の会員である皆様には、無料でシンポジウムにオンライン参加していただくことが可能です。

今年度は国際シンポジウムを開催するため、これまで毎年開催してきた日本のバイオロギングシンポジウムは開催いたしません。会員の皆さんには是非国際シンポジウムに参加していただきたいのですが、国内のシンポジウムが無料で対面参加できたのに対し、国際シンポジウムでは参加費が必要となります。また、会場の収容人数が400人に限定されていることから、研究発表をされない参加者の対面参加を制限せざるを得ないという事情があります。そこで、日本バイオロギング研究会の会員の皆様には、今回の国際シンポジウムに無料でオンライン参加していただける事と致しました(現在のところ対面参加は口頭ないし対面でポスター発表を行う方に限定しています)。

今年度の研究会予算では、国際シンポジウム開催という特別事業に対し、これまで積み立ててきた会費を使わせていただくことで総会の了承をいただいています。今回、日本バイオロギング研究会会員が国際シンポジウムに無料でオンライン参加できるという措置は、その対価としての提供になります。

研究会会員向けのオンライン参加登録の方法については、通常の参加登録終了後の2月以降にアナウンスさせていただきますので、お待ち下さい。

1) アブストラクトを提出された方は参加登録をお願いします

8月末をもって、シンポジウムにおける発表希望者からの講演要旨提出が締め切られ、レビューを経て口頭ないしポスター発表の決定がなされています。口頭発表ないしポスター発表を行うために対面参加される方は、急いで参加登録をお願いいたします。

2) スポンサーシップの御礼

国内外のバイオロギング関連企業の皆様から、国際シンポジウムのスポンサー料を振り込んでいただきました。https://bls8tokyo.net/sponsors/ スポンサー料を振り込んでいただいた企業の皆様には、限られた人数の範囲内で対面参加をしていただくことが可能です(将軍6名、大名3名、侍1名)。会場へ対

面参加していただける人数を集計する都合上、できるだけ早いタイミングで参加登録を行って下さいますようお願いいたします。

3) 今後のスケジュール

シンポジウムに向けた現時点でのスケジュールを以下に記します。

11月：参加費等支払い受付開始

12月末：対面参加の方の早期参加費支払い締め切り

1月末：対面参加の方のバンケット申込み&支払い締め切り

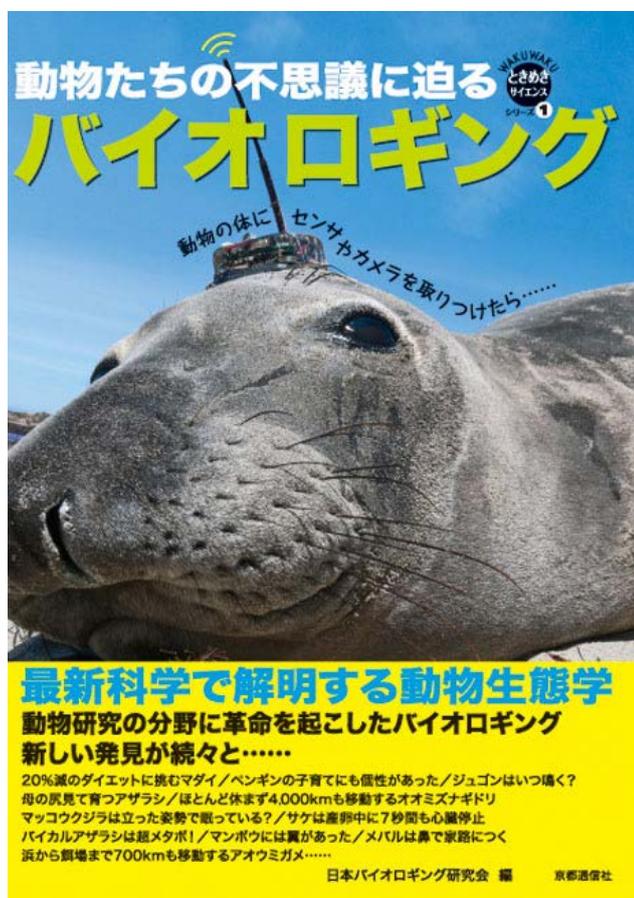
2月初め：日本バイオロギング研究会会員向けオンライン参加登録(無料)の開始

問い合わせ先：シンポジウム実行委員会
(bls8tokyo@gmail.com)

バイオリギング本のご案内

日本バイオリギング研究会事務局

多くの方々に愛されているバイオリギング本。初めてバイオリギング本が産声をあげたのは、2009年でした。出版からすでに14年以上が経過しており、皆さんにたくさんお求めいただいたことから、絶版（在庫なし）となっています。そしてバイオリギング本の第（バイオリギング2）が産まれてから7年が経ち、こちらも残りわずかとなりました。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/>



事務局からお知らせ

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（ポストクも含まます）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まで
〒606-8502 京都市左京区北白川追分町
京都大学フィールド科学教育研究センター
TEL&FAX 075-753-6227
BioLoggingScience@gmail.com

編集後記

- モーリシャスは現在夏ですが、平均気温は 25 度で、酷暑の日本より過ごしやすいです。ライチやマンゴー、パイナップルがとても美味しいのですが、部屋に置いておくとアリのたかるのがちょっと難点でした。【YM】
- 今年も残りわずかとなりました。菅公をおまつりする京都の北野天満宮では、すでに鳥居付近に大きな「初詣」の文字が掲げられています。ステキな年末年始をお過ごしください。【HM】
- 2023 年も残すところあと僅かとなりました。皆様にとってどのような一年だったでしょうか？コロナ禍が終わったので、きっと、ご出張の多い一年になったことと思います。研究会としては、今年京大の方で事務局を引き継ぎましたが、至らぬ点が多くご迷惑をおかけしたこともあったかと思えます。来年はもう少し円滑に運営できるよう頑張りますので、引き続きご指導、ご鞭撻のほど何卒よろしくお願い申し上げます。どうぞ良いお年をお迎えください。【SSK】



[S.K.]