

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. 241
発行日　2026 年 9 月 30 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　名古屋大学大学院環境学研究科・生態学講座　依田憲
〒464-8601　名古屋市千種区不老町
E-mail: BioLoggingScience@gmail.com

もくじ

新しい発見
採餌に失敗したペンギンは社会的情報を利用して餌場を探す　今木俊貴（総研大）2
逃げるオキアミ、追うペンギン：海氷化で生まれる「機能的な枯渇」　渡邊日向（極地研）4
「Lost Years」に挑むーウミガメ幼体の成長に伴う潜水行動の変化　奥山隼一（NPO 法人 STEL）7
調査報告
海鳥の相対速度計測のための水空流速センサ　嶋田恭大（慶應大）9
岩手県大槌町でのアカウミガメ調査　小山偲歩（新潟大）11
ヒメウミガメの酸素消費速度と心拍数の測定　麦島緋和（名城大）12

「帰り路を急ぐアデリーペンギン」　撮影者：今木俊貴　撮影場所：南極まめ島周辺

新しい発見

採餌に失敗したペンギンは社会的情報を利用して餌場を探す

今木　俊貴（総合研究大学院大学複合科学研究科 極域科学専攻）

多くの動物は集団で生活します。特に海鳥では、ほとんどの種が繁殖期に集団繁殖地(コロニー)を形成します[1]。コロニーの形成には、餌をめぐる競争が強まる、病気が広がりやすくなるといった不利な点もあります[2]。それにもかかわらず、コロニー性は進化の過程で複数回独立に生じており[3]、そこには何らかの利点があると考えられています。

コロニー形成の利益に関する有力な仮説の一つが、情報センター仮説[4]です。この仮説は、「コロニーを作ることで、仲間から餌場についての情報を得ることができる」と予測しています。例えば、仲間と集まって営巣し、その行動を観察することによって、餌場の位置や質についての情報が得られる可能性があります。このような他個体から得られる情報は、社会的情報と呼ばれています。しかし、実際の野生動物が、どの仲間から社会的情報を得て、それをいつ利用するのかを検証した例はほとんどありませんでした。その一因は、コロニーがしばしば数千～数万個体以上からなり、多数の個体を同時に追跡することが難しい点にあります。



図 1 集団で移動するアデリーペンギン

そこで本研究では、コロニーを作るアデリーペンギンが餌場を選択する際、どのように社会的情報を使うのかを解明することを目的としました。このため、昭和基地付近のスカルブスネス・鳥の巣湾にある比較的小さなアデリーペンギンのコロニーを対象とし、全個体の約 4 割にあたる 116 個体の行動をバイオロギングによって調査しました。これは、ペンギンを対象としたバイオロギング調査として、過去に例をみない規模となりました。調査を行った育雛期には、アデリーペンギンはつがいの雌雄が交代で巣を離れ、およそ 24 時間かけて海で餌を採り、コロニーに戻って雛に餌を与えます。この餌場とコロニーの間の往復移動(トリップ)の記録を解析することで、各個体が餌場についてのどのような情報を利用しているかを検証しました。

得られた 653 トリップの移動データを解析した結果、アデリーペンギンは多くのトリップで、自分が前回のトリップで利用した餌場に再び向かうような行動をとっていました(図 2)。これは自身の経験に由来した餌場の情報の利用と解釈されます。

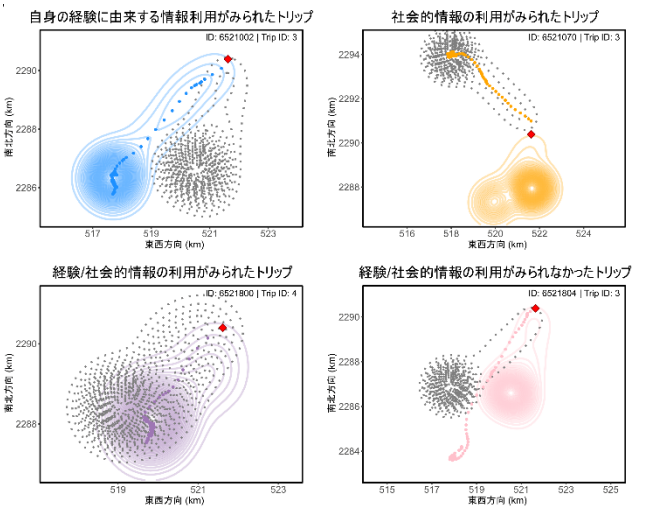


図 2 各トリップにおける移動経路(色付き丸印)と、前回のトリップで利用したエリア(等高線)との関係。4 つの図は、それぞれ異なる情報源の利用がみられたトリップを示す。実線の等高線は各個体の前回のトリップでの利用エリア、点線の等高線はコロニーを同時に出発した他個体の前回のトリップでの利用エリアを示す。

一方で、ペンギンはしばしばコロニーを数個体で同時に出発し、共に餌場に向かって移動していました。これらのトリップに注目すると、群れ内の一部の個体は、仲間が前回のトリップで利用していた餌場を訪れていることがわかりました(図 2)。このような「仲間の持つ情報で説明できるトリップ」の頻度は偶然から期待される頻度よりも高いものでした。以上の結果は、ペンギンがコロニーの仲間と群

れをなして出発・移動することで、「仲間が過去どこにいったのか」という社会的情報にアクセスし、新たな餌場に到達できたことを示しています。

これに加えて、先行研究で示された手法に基づいて潜水深度の記録からトリップ中にどの程度採餌に成功していたかを推定し[5]、前回のトリップでの採餌の成功度と餌場の情報源との関係を調べました。その結果、前回のトリップで採餌がうまくいかなかった場合に、ペンギンは社会的情報を利用して別の餌場に到達する傾向にあることがわかりました(図 3)。こうした「成功したら同じ場所を使い、失敗したら場所を変える(win-stay lose-shift)」戦略[6]は、繁殖期全体でより多くの餌を獲得することに寄与していると考えられます。

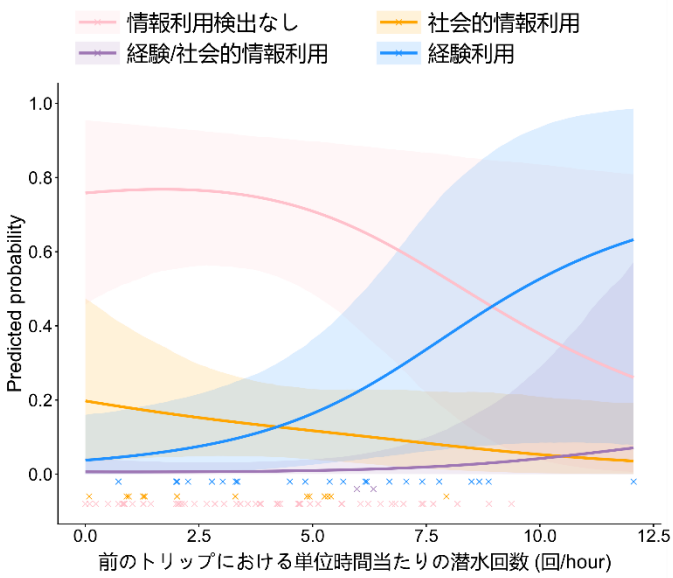


図 3 餌場の情報源の推定結果と、各トリップのひとつ前のトリップにおける採餌成功との関係を表した図。社会的情報を利用しているときは、自身の経験に由来する情報を利用しているときよりも、前回のトリップでの採餌潜水の頻度(成功度)が低い。

以上のように、本研究結果は、アデリーペンギンが採餌に失敗した際に、コロニー内の仲間と行動を共にすることで餌場についての社会的情報を獲得し、利用していることを示すものです。これは、動物が集団で生活することの利点を野外での行動データに基づいて実証するものであり、動物の社会生活がなぜ進化したか、また個体数の減少が動物にどのような影響をもたらすかの解明に貢献する、重要な成果であるといえます。

バイオロギングによって野生動物の集団行動を調査することは困難を伴います。その多くは、「追跡個体同士の相互作用がまれである」ことや「追跡していない個体の影響も存在する」ことに起因します。本研究でも、全個体を追跡したわけではないため、各個体が社会的情報を利用する絶対的な頻度を推定することは困難でした。それでも、特定の仮説を検証するうえでは、集団レベルのトラッキングが有効な手法となりうることを示せた点は、大きな一歩だと考えています。

本研究成果は *Proceedings of the Royal Society B* に掲載されています[7]。オープンアクセスですので、ぜひご一読ください(長きにわたる査読対応の痕跡が光る Supplemental Materials にも、ぜひご注目ください)。

[1] Schreiber EA, Burger J. 2002 Biology of marine birds. New York, NY: CRC Press. (doi:10.1201/9781420036305)

[2] Krause J, Ruxton GD. 2002 In Living in groups. Oxford, UK: Oxford University Press. (doi:10.1093/oso/9780198508175.001.0001)

[3] Rolland C, Danchin E, de Fraipont M. 1998 The evolution of coloniality in birds in relation to food, habitat, predation, and life-history traits: a comparative analysis. Am. Nat. 151, 514–529. (doi:10.1086/286137)

[4] Ward P, Zahavi A. 1973 The importance of certain assemblages of birds as 'information-centres' for food-finding. Ibis 115, 517–534. (doi:10.1111/j.1474-919X.1973.tb01990.x)

[5] Lescroël A, Schmidt A, Elrod M, Ainley DG, Ballard G. 2021 Foraging dive frequency predicts body mass gain in the Adélie penguin. Scient. Rep. 11, 22883. (doi:10.1038/s41598-021-02451-4)

[6] Kamil AC. 1983 Optimal foraging theory and the psychology of learning. Am. Zool. 23, 291–302. (doi:10.1093/icb/23.2.291)

[7] Imaki T, Kokubun N, Takahashi A. 2026 Unsuccessful foragers acquire social information through group departure and travel in penguins. Proc. R. Soc. B 20260122. (doi:10.1098/rspb.2026.0122)

逃げるオキアミ、追うペンギン:
海氷下で生まれる「機能的な枯渇」

渡邊　日向（国立極地研究所 生物圏研究グループ）

大型の海洋動物を対象にバイオロギング研究をしていると、私たちはつい対象動物（＝捕食者）が餌生物に与える影響を、「どれだけ食べたか」という視点から見てしまいがちです。いつ、どこで、どれだけ餌を捕ったのか。もちろん、それは重要です。しかし、たとえばサバンナのライオンがシマウマを逃避に駆り立てるように、捕食者は餌を食べるだけでなく、その存在、つまり捕食リスクによって、餌生物の行動や分布を変えることもあります。こうした影響は、教科書的に言えば、食べるという消費効果に対して、非消費効果と呼ばれます。

非消費効果に関する研究は、陸上生態系を中心に広く行われてきました (例えば[1])。一方で、海洋生態系では、その実態はほとんど分かっていません。言わずもがな、海の中を自由に動き回る捕食者と餌生物両者の行動を、私たち人間が直接観察し続けることは難しいからです (図１)。



図 1. 私が見たい知りたい海の世界... (生成 AI によるイメージ)

では、海洋生態系において、捕食者が餌生物に与える影響は、これまでどのように捉えられてきたのでしょうか？その代表的な考え方のひとつが、海鳥研究では古くから知られる「Ashmole's halo（アシュモールのハロ）」です [2]。Ashmole は、繁殖期にはコロニー近傍に採餌圧が特に集中するため、次第に周辺海域の餌資源が枯渇し、海鳥にとって餌を利用しにくくなると理論的に考えました。こうした海域がコロニーを取り囲む“輪（halo）”のように形成されるという考え方です。

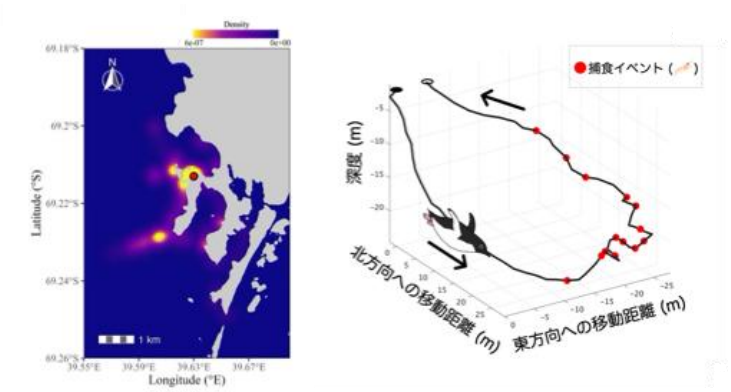


図 2.（左）全潜水位置を用いて推定したカーネル密度分布。明るい色ほど潜水位置の密度が高い。赤丸はコロニーの位置。（右）地磁気・加速度ロガーから再構築した海氷下の三次元潜水経路。赤丸は加速度ロガーから抽出したオキアミ捕食イベント、黒丸は潜水開始点、白丸は潜水終了点を示す。

その後、この仮説は、コロニーの近くほど餌生物の密度が低いことや[3]、大きなコロニーほど海鳥が遠くまで採餌に出ることなどから支持されてきました[4]。

しかし、ハロの存在が示されてきた一方で、それがどのように形成されるのかについては、まだよく分かっていません。これまで、その形成は、多くの海鳥が繰り返し餌を食べることで、コロニー近くの餌そのものが枯渇するためだと主に考えられてきました。まさに、食べることによる消費効果です。

でも、本当にそれだけなのでしょうか。海鳥に追われた餌生物が逃げ、より深い場所や遠い場所へ移動すれば、餌の量そのものが減らなくても、海鳥にとっては次第に捕まえにくくなるかもしれません。やがて、それ以上追うことが難しい場所まで逃げてしまえば、海鳥にとっては餌が“枯渇”したのと同じです。つまり、餌そのものが減るという文字通りの「数的な枯渇」だけでなく、餌生物の逃避や再分布によって利用しにくくなる「機能的な枯渇」も、Ashmole’s halo を生み出すのではないか？これが今回の研究の出発点でした。

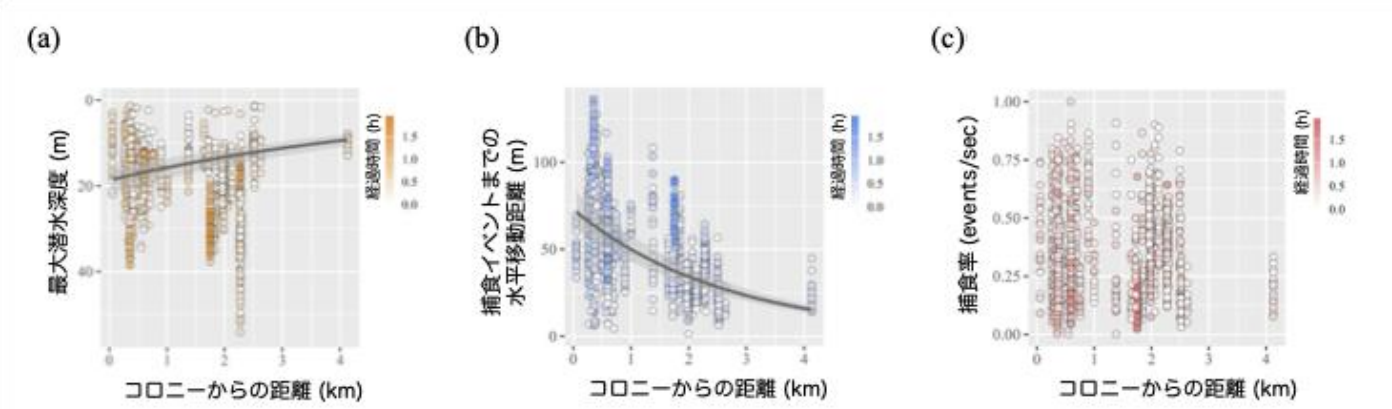


図 3. 図 3. コロニーからの距離と採餌行動の関係。(a) 最大潜水深度、(b) 潜水開始点から捕食イベントまでの平均水平移動距離、(c) 餌パッチにたどり着いた後の捕食率。各点は 1 回の潜水を示す。

この仮説を調べるために、私たちは昭和基地近くのアデリーペンギン繁殖地、袋浦コロニーで調査を行いました。ここでは、コロニー周辺の海が厚い定着氷に覆われており、ペンギンたちは点在する海氷の割れ目まで歩いて移動します。割れ目にたどり着くと、だいたい数羽から 10 羽ほどの小さな集団で何度も潜水を繰り返す「潜水バウト」を行い、主にナンキョクオキアミを捕食します。そして、採餌を終えると、また別の割れ目まで徒歩で移動します。つまり、限られた採餌場所である海氷の割れ目を複数の個体が繰り返し利用するため、捕食者と餌生物の相互作用が局所的に何度も起こりやすいのではないかと考えました。こうした点で、袋浦コロニーは非常にユニークな環境といえます。

育雛期のペンギンに、地磁気・加速度ロガー（ORI-3M3PD3GT、Little Leonardo Co.）、GPS（Axy-trek Marine、TechnoSmArt）、さらに頭部には小型加速度ロガー（LoggLaw-C6、Biologging Solutions Inc.）を装着しました。これらのデータから、どの海氷の割れ目を利用したのかを特定するとともに、潜水中の三次元経路を再構築し、一回一回の捕食イベントを抽出しました（図 2 右）。

ここで重要なのは、「餌がどれだけいるか」と「その餌にどれだけ容易にアクセスできるか」を分けて考えることです。そこで私たちは、ペンギンが餌パッチにたどり着くまでの「アクセスのしやすさ（prey accessibility）」と、たどり着いた餌パッチでどれだけ餌を捕れるかという「餌パッチの質（patch quality）」を別々に評価しました。前者の指標として最大潜水深度と、潜水開始点から捕食イベントまでの平均水平移動距離を、後者の指標として最初と最後の捕食イベント間の捕食率を用いました。もしオキアミがペンギンから逃げ、より深く、あるいは遠くへ移動しているのであれば、採餌を続けるにつれて餌に到達するまでの移動は大きくなる一方で、餌パッチにたどり着いた後の捕食率そのものは必ずしも低下しないはずです。

まず、ペンギンの潜水活動はコロニー近くに強く集中していました（図 2 左）。つまり、コロニー近傍ほど繰り返し採餌され、局所的な採餌圧が高いと考えられます。そのうえで、コロニーに近い場所ほど、ペンギンはより深く潜り、海氷下をより遠くまで泳いで餌にたどり着いていました（図 3）。一方で、餌パッチにたどり着いた後の捕食率には、コロニーからの距離による明瞭な変化は見られませんでした（図 3）。つまり、コロニー近くでは餌パッチそのものの質が悪いというよりも、餌にたどり着くまでのアクセスが悪くなっていたのです。

さらに興味深いことに、同じことが一つの採餌場所を利用している間にも起きていました。潜水バウト中、潜水を繰り返すにつれて、ペンギンは次第により深く、より遠くまで餌を追うようになりましたが、餌パッチにたどり着いた後の捕食率は大きく低下しませんでした（図 4）。これは、餌が単純に食べ尽くされていたというよりも、オキアミが繰り返し追われることで逃避・再分布し、次第にアクセスしにくくなっていた可能性とよく整合します。そして、このような短時間の prey accessibility の低下（図 4)がコロニー近傍で繰り返し蓄積することで、コロニースケールの空間勾配（図 3)につながり得ると考察しました。

もちろん、本研究ではオキアミそのものの動きを直接測定したわけではありません。そのため、実際にオキアミがペンギンから逃げたことを直接証明したわけではありませんが、観察された行動パターンは、餌そのものが減る数的な枯渇だけではなく、餌の逃避や再分布によって利用しにくくなる「機能的な枯渇」も Ashmole’s halo の形成に関わる可能性を示しています。

捕食者と餌生物の関係を理解するには、その周囲で起きている逃避や回避、移動といった行動まで見

る必要があると考えられます。こうした非消費効果を捉えることで、海の中で起きている捕食者―被食者の相互作用を、より立体的に理解できるのではないかと思っています。

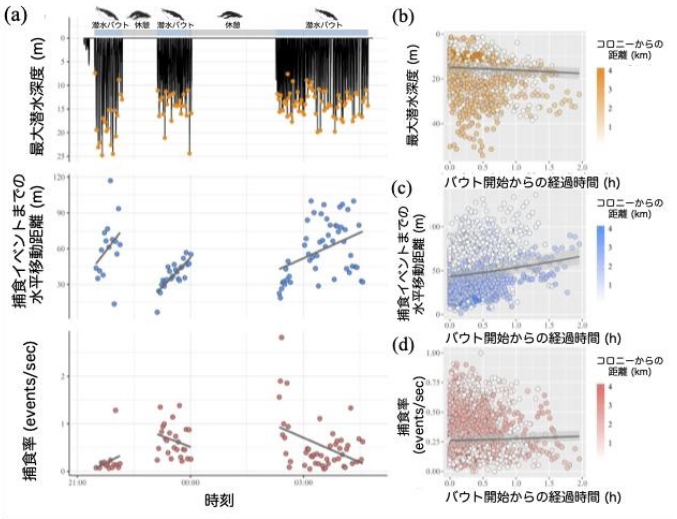


図 4.（a）最大潜水深度、潜水開始点から捕食イベントまでの平均水平移動距離、捕食率の時系列変化。上部のバーは潜水バウト・休息などの行動状態を示す。(b–d）各潜水バウト開始からの経過時間と、（b）最大潜水深度、（c）平均水平移動距離、（d）餌パッチ内の捕食率との関係。各点は 1 回の潜水を示す。

本研究は、今年 7 月に Proceedings of the Royal Society B に掲載されました。総研大の今木くんに続いて、日本のペンギン研究が同誌にほぼ連続で登場したことも嬉しい出来事でした。オープンアクセスですので、詳しい内容にご興味のある方は、ぜひご覧ください。

最後に、本研究で解析したデータは、私が総研大生として極地研に入学し、初参加した南極調査で取ったものです。その意味でも、本論文は私にとって大変思い入れのある一報になりました。とはいえ、まだまだ未解析のデータが残っていますので、また皆さんに新しいご報告ができるよう、これからも地道に研究を続けていきたいと思います。

[1] Bleicher SS. 2017 The landscape of fear conceptual framework: definition and review of current applications and misuses. PeerJ 5, e3772.

[2] Ashmole NP. 1963 The regulation of numbers of tropical oceanic birds. Ibis 103b, 458–473

[3] Birt VL, Birt TP, Goulet D, Cairns DK, Montevecchi WA. 1987 Ashmole's halo: direct evidence for prey depletion by a seabird. Mar. Ecol. Prog. Ser. 40, 205–208.

[4] Lewis S, Sherratt TN, Hamer KC, Wanless S. 2001 Evidence of intra-specific competition for food in a pelagic seabird. Nature 412, 816–819.

論文情報

Watanabe HT, Takagi J, Takahashi A. 2026 Emergence of functional prey depletion halo through penguin–krill behavioural dynamics. Proc. R. Soc. B 293: 20260490.

https://doi.org/10.1098/rspb.2026.0490

「Lost Years」に挑む
ウミガメ幼体の成長に伴う潜水行動の変化

奥山　隼一（NPO 法人 Sea Turtle Ecology Lab）

ウミガメは砂浜で生まれると、一目散に海へ向かいます。外洋にたどり着いた幼体は、流れ藻などに身を隠しながら、海流に乗って広い海を移動すると考えられています。しかし、この時期のウミガメが「どこで、どのように暮らしているのか」は、長い間ほとんど分かっていませんでした。そのため、ふ化して海へ旅立ってから沿岸域などで再び姿を現すまでの時期は「Lost Years（失われた年月）」と呼ばれ、ウミガメ研究に残された大きなミステリーの一つとなっています。

近年、人工衛星を利用した追跡調査などによって、成長したウミガメの回遊経路や移動生態はかなり明らかになってきました（Kot et al. 2022, *Divers. Distrib.*など）。一方で、幼体の生態がなかなか分からなかった大きな理由の一つが、体が小さすぎて発信器を装着できなかったことです。ところが近年、発信器の小型化が急速に進み（図 1）、これまで追跡することが難しかった小さな幼体にも発信器を取り付けられるようになりました。その結果、幼体は単に海流に流されているだけではなく、自ら泳いで移動していることなど、Lost Years の実態が少しずつ明らかになってきました（Mansfield et al. 2014, *Proc. Royal Soc. B*）。現在では、わずか 2.4 g という非常に小さな発信器も利用できるようになっています。



図 1. Lotek 社製のミニチュアタグ

アメリカの NPO 法人 Upwell は、世界各地の研究機関や団体と協力し、このミニチュアタグを使ってウミガメ幼体の初期生活史を明らかにするプロジェクトを進めています。日本では、私も活動に関わっている NPO 法人 Sea Turtle Ecology Lab が窓口となり、沖縄美ら海水族館と共同で調査を行っています。沖縄美ら海水族館は、アカウミガメの大回遊を明らかにした研究のパイオニアです。1985 年に沖縄から標識を付けて放流した幼体が、約 2 年後の 1987 年にアメリカ・カリフォルニア沖で発見されました（Uchida & Teruya 1991, *Proc. Int. Symp. Sea Turtle '88 in Japan*）。これは日本で生まれたアカウミガメが太平洋を横断して東部北太平洋まで移動することを示した初めての記録でした。こうした研究の歴史を受け継ぎ、「Lost Years」の解明に向けた追跡調査を進めています。



図 2. 発信器を装着して旅立つ 3 ヶ月齢のアカウミガメ.

©沖縄美ら島財団

さて、前置きが長くなりましたが、今回紹介する論文では、Upwell が日本を含む世界各地の研究者と協力して追跡したアカウミガメとオサガメのデータが解析されています。対象となったのは、ミニチュアタグを装着した 71 個体、合計 2,400 日分以上の潜水データです。小さな個体からより成長した個体までを比較し、成長するにつれて潜水行動がどのように変化するのか、さらに、利用水深と海洋環境との関係が調べられました。

その結果、アカウミガメ、オサガメともに、成長するにつれて、より深く、より長く潜るようになることが分かりました。また、小さな個体では比較的不規則だった潜水行動が、成長とともに次第に規則的になり、水深を使い分けるような明瞭な潜水パターンへ変化していきました。これは、成長に伴って潜水能力が高まり、利用できる海中環境の幅が広がることを示唆しています。さらに、大きな個体では、潜る深さと水温躍層との関係も示唆されました。水温躍層には餌生物が集まりやすいことから、成長した幼体が餌を求めて特定の深さを利用している可能性があります。

今回の研究は、これまで謎の多かった Lost Years のウミガメが、成長とともに水深をどのように使い分けるのかを明らかにしたものです。今後、こうした知見を蓄積することで、初期生活期の重要な生息海域や水深、環境条件の把握につながり、保全にも役立つことが期待されます。

【発表論文】

Candela, T. *et al.* (2026) Pioneering insights into the diving behavior of early-stage sea turtles revealed by novel marine miniaturized satellite tags. *Sci. Rep.* **16**, 16692. https://doi.org/10.1038/s41598-026-47239-6

調査レポート

海鳥の相対速度計測のための水空流速センサ

嶋田　恭大（慶應義塾大学大学院理工学研究科 総合デザイン工学専攻 マルチディシプリナリ・デザイン科学専修 高橋研究室）

初めまして．慶應義塾大学大学院理工学研究科博士課程 2 年の嶋田と申します．我々の研究室では機械工学をバックグラウンドとして，センサや計測デバイスの研究に取り組んでいます．その中で，私は東京大学大気海洋研究所行動生態計測グループの皆様との共同研究を通して，海鳥を対象としたバイオロギングデバイスの開発に取り組んでいます．

ご存じの通り，動物に搭載するデバイスには，大きさや重さに厳しい制約があります．さらに，自然環境下で使用するためには，防水性や耐久性なども考えなければなりません．単に高性能なデバイスを作ればよいわけではなく，必要な機能と実際の運用との落としどころを探す必要があります．加えて，野生動物を対象とするバイオロギングでは，試作したデバイスをすぐに試し，問題があれば改善する，というサイクルを何度も繰り返せるわけではありません．その一方で，実際のフィールドで初めて分かる問題も少なくありません． こうした制約の中で，何を優先し，何を割り切るのかを考えながら試行錯誤することが，機械工学をバックグラウンドとする我々から見た，バイオロギングデバイス開発の難しさであり，同時に面白さでもあると感じています．

こうした研究の中で，海鳥の相対速度計測を目的とした「水空流速センサ」の研究が論文となりましたので，この場を借りてご紹介させていただきます．海鳥が空中や水中をどのような速度で移動しているのかを知ることは，飛翔や潜水の運動性能を理解する上で重要です．そこで私たちは，水中と空気中の両方で，動物と周囲流体との相対速度を計測できるセンサの開発に取り組みました。

今回開発したセンサは，航空機の対気速度計測などにも利用されるピトー管の原理に基づいています．ピトー管は，流れによって生じる圧力差を計測することで，流速を求めるものです．

このセンサ原理は構造が比較的単純で，小型軽量性など優れた点があります．一方で，流れの圧力を計測するためには，圧力検出部を外部の流体と接続する必要があります．当然ながら，電子回路に水が浸入すれば破損につながります．そのため，水中と空気中両方での速度計測を実現するには，「水を内部に通さず，かつ気流と水流の両方を捉える」という一見相反する要求を満たす必要があります．

さらに，空気と水では性質が大きく異なり，例えば密度には約 800 倍もの違いがあります．そのため，空気中では小さな圧力変化を捉える感度の良さが求められ，水中では大きな圧力変化に対応する広い計測レンジが必要とされます．つまり，「小さな変化を捉えること」と「大きな変化まで測ること」という，両立の難しい性能が 1 つのセンサに求められます．そのため，1 つの小型デバイスで空気中と水中の両方の速度を計測することは困難でした．

そこで本研究では，マイクロメッシュ膜を用いたピトー管型流速センサを開発しました．マイクロメッシュ膜は，身近なものではゴアテックスをイメージして頂けるとわかりやすいかもしれません．細かいメッシュ構造により空気は通す一方で，水は通さないという性質を持っています．この性質により，空気中では，空気が膜を透過するため通常のピトー管のように流れの圧力差をそのまま計測します．一方，水中では，膜が水を通さないため，水流の圧力を受けて膜そのものが変形します．この変形により筐体内部の空気が圧縮され，その圧力変化が内部のセンサに伝わります．本研究の核は，この膜を単なる防水膜としてではなく，空気中と水中で異なる圧力伝達を生み出すセンサの一部として利用したことです．整理すると

・空気中：流れの圧力→センサ

・水中：流れの圧力→膜変形→体積変化→センサ

と，周囲の流体に応じてことなる圧力伝達の仕組みを利用しています．これにより，空気中では小さな圧力変化を高感度に捉えながら，水中では膜の変形によって圧力を減衰させ，大きな圧力変化まで計測することができます．この仕組みにより，1 つのデバイスで空気中と水中の両方の環境における相対速度計測を実現しました．

今回開発したセンサを用いることで，飛翔と潜水の両方を行う海鳥の優れた運動性能を，より深く理解することにつながると考えています．周囲の流体

に対してどの程度の速度で移動しているのか，また，空中から水中，水中から空中へと移行する際に速度がどのように変化するのかなど，これまで捉えることが難しかった海鳥の運動を実際のフィールドで捉えることができるのではないかと期待しています．

現在は，今回報告したセンサのさらなる小型化とロガーへの搭載を進め，オオミズナギドリに装着してのバイオロギング実験に取り組んでいます。実験室で開発したセンサが，実際のフィールドでどこまで海鳥の運動を捉えられるのか，試行錯誤を続けているところです．今後，面白いデータが得られましたら，またご報告させていただければと思います．

＜紹介論文＞

K. Shimada, T. Kishimoto, and H. Takahashi, “Dual-mode air-water speed sensor for seabird biologging using a pitot tube with a micromesh filter,” *IEEE Sens. J.*, vol. PP, no. 99, pp. 1–1, 2026.



図 1．水空流速センサ搭載デバイスとオオミズナギドリ



図 2．水空流速センサを装着したオオミズナギドリの飛翔

岩手県大槌町でのアカウミガメ調査

小山　偲歩（新潟大学 理学部 フィールド科学人材育成プログラム）

私はこれまで、主に海鳥を対象として、野生動物の行動と生理状態（主に酸化ストレス）との関係について研究してきました。酸化ストレスとは、代謝活動などに伴って生じる活性酸素による酸化と、それを防ぐ抗酸化作用とのバランスによって決まる生理状態の一つです。抗酸化物質の一部は餌からも摂取されるため、動物の活動だけでなく、採餌環境などとも関係する可能性があります。野外で動物がどのように行動し、それが生理状態とどのように関係しているのかに興味を持って研究を進めています。

昨年度からは研究対象を少し広げ、名城大学の楢﨑准教授らとの共同研究として、アカウミガメ（*Caretta caretta*）を対象とした研究にも取り組んでいます(図 1)。ウミガメの酸化ストレスを測定するとともに、加速度ロガーから算出した運動量との関係を調べることで、ウミガメの活動と生理状態との関係を明らかにすることが目的です。

調査では、まずアカウミガメから採血を行い、その後 ECG・加速度ロガーを装着します。続いて名城大学のグループによる実験を行い、実験終了後にロガーを回収して、再び採血を行います。こうして実験前後の血液サンプルと、その間の心拍や活動量のデータを対応させて取得しています。これらの調査・実験は、動物への負担をできる限り小さくするよう配慮しながら実施しています。

今年もこの研究のため、岩手県にある東京大学大気海洋研究所の大槌沿岸センターで、8 月 10 日から 20 日にかけて調査を行いました。大槌沿岸センターには、海のすぐ近くに研究施設や宿舎があり、ウミガメをはじめとする海棲生物を飼育できる水槽設備も整っています。宿舎もきれいで清掃も行っていただけて、長期間の調査にはありがたい環境です(図 2)。

今回は特に、活発に動く個体と体の小さな個体の採血に苦戦しました。ウミガメの採血では外から血管を確認することが難しく、体の構造をもとに血管の位置を判断する必要があります。そのため経験や感覚に頼る部分もあり、個体によって採血の難易度が異なります。今回は、採血が難しい場合には個体への負担を考慮して途中で中止しました。特に小型個体については昨年度も苦戦したため、使用する注射針のサイズなどを含め、より負担が少なく確実な採血方法を今後検討したいと考えています。一方、元気に動く個体への対応も、今後の課題の一つです。

それでも、昨年と今年を合わせて 10 個体程度について、血液サンプルと行動データを集めることができました。まだ予備的な段階ですが、酸化ストレスと運動量や体格との間には興味深い関係も見え始めています。今後は得られたデータを詳しく解析し、ウミガメがどのように活動し、それが生理状態とどのように結びついているのかを明らかにしていきたいと考えています。



図 1. アカウミガメ



図 2. 大槌沿岸センター周辺の風景

調査レポート

ヒメウミガメの酸素消費速度と心拍数の測定

麦島　緋和（名城大学 農学部 生物環境科学科）

皆様初めまして、名城大学農学部生物環境科学科4年の麦島緋和です。私は、ヒメウミガメを対象にし、酸素消費速度と心拍数との関係というテーマで研究を行っています。

先行研究では、アカウミガメにおいて、酸素消費率が心拍数と水温の影響を受けることが示されており、これらの値から酸素消費率を推定できる可能性が報告されています（Kinoshita et al., 2022）。また、ヒメウミガメは高水温下において、アカウミガメやアオウミガメと比べて代謝速度が低い可能性が示唆されており、ウミガメ類では種によって代謝特性が異なる可能性があります。しかしながら、測定個体数の少なさやデータ不足といった課題も残されており、ヒメウミガメの代謝特性について検討するには、さらなる調査が必要です。

そこで本調査では福井県の越前松島水族館のご協力のもと、ヒメウミガメの心拍数と酸素消費量の測定を行いました。実験対象は飼育下のヒメウミガメ2個体で7月中旬の4日間で調査を行いました。心拍数は背甲に心電図ロガーを装着して記録し、酸素消費量はエアチャンバーを用いた開放流式呼吸測定法により測定しました（Kinoshita et al., 2018）。酸素消費量の測定時には、エアチャンバーなどに対しておとなしくなる個体や、活発に動き回る個体など、それぞれ異なる反応が見られました。ウミガメにも個体によって全く異なる行動特性や性格があることを知り、面白味を感じました。対象個体のうち、左前肢が欠損している個体はチャンバー内での呼吸に苦労している様子が見られました。激しく体を動かしながら姿勢を調整し自分の体をコントロールしようとする様子も観察されたため途中で酸素分析計内に水が入りそうになるハプニングもありましたが、ウミガメの持つ力強さと迫力に圧倒される貴重な体験となりました。

今回の調査では、2個体とも心拍数および酸素消費量のデータを無事に収集することができ、安心しました。また、調査外の時間で水族館のろ過水槽の清掃のお手伝いをさせていただいたことや、早起きをして日本海の景色を独り占めしたことなど大変有意義な時間を過ごすことができ、思い出に残っています。

今後は、今回得られたデータの解析を進めるとともに、11 月頃に再び越前松島水族館を訪問し、異なる水温条件におけるデータの収集を行う予定です。今回の測定で得られた経験を生かし、次回はより安定した測定を行えるよう、事前に十分な計画を立てて臨みたいと思います。

最後になりますが、今回の測定に際しまして、越前松島水族館のスタッフの皆様には多大なるご協力をいただきました。受け入れから実験中の対応まで丁寧にご協力いただき心より感謝申し上げます、ありがとうございました。今後も、今回得られたデータの解析と測定を確実に進めていきたいと思います。



図 1. 心電図ロガーを装着したヒメウミガメ



図 2. エアチャンバー内で呼吸をする様子

事務局からのお知らせ

■バイオロギング研究会シンポジウム（10/8-9）がいよいよ開催されます！今回はスペシャル企画として、若手集会（10/7-8）も合わせて開催されます。詳細は、下記の HP をご覧ください。参加申込の期限は過ぎていますが、参加を希望される方は、HP に記載の連絡先までお問い合わせください。

日本バイオロギング研究会シンポジウム
https://biologging-symposium.com/2026/

若手集会
https://biologyouth.com/2026/

（事務局・名古屋大学生態学講座）

編集後記

■ 成城石井のマカダミアチョコチップカントリークッキー（9 枚入り）が自分の中で流行っています。かなりおすすめです。【T.I】

■ なにかと話題？のアジア大会ですが、せっかくの地元開催なので結構楽しんでいます。初観戦したカバディにハマりました【T.N】

■ 毎朝山から聞こえてくる鳴き声の主がわからず、録音して鳥マニアに尋ねたところ、「鳥じゃなくてリスですよ」とのことで、大いに合点が行きました。三浦半島にはタイワンリスがたくさんいます【Y.W】

