

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 2 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H00776

研究課題名(和文) 海洋高次捕食者のエネルギー収支を指標とした環境アセスメント手法の開発

研究課題名(英文) Development of methodology for environmental assessment using energy budget of marine top predators

研究代表者

佐藤 克文 (Sato, Katsufumi)

東京大学・大気海洋研究所・教授

研究者番号：50300695

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,700,000円

研究成果の概要(和文)：バイオロギングとその他の手法を組み合わせ、哺乳類・鳥類・爬虫類・魚類を対象とした研究を行った。基礎代謝の高い哺乳類と鳥類は、移動や採餌に要するエネルギーコストを減らす様々な工夫を行っていた。一方で、北太平洋のアカウミガメが地中海の個体群よりも高い基礎代謝を有し、冬場も活発に移動しながら採餌する様子が見られたり、ジンベイザメが体サイズが大きいことによる巨大恒温性のおかげで、採餌目的に深い深度へ潜水する間の体温を、産熱コストをかけることなく高く維持できていることが明らかとなった。動物目線の海洋環境アセスメント手法につながる、海洋高次捕食動物のエネルギー収支を定量化することに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

2021年1月より「持続可能な開発のための国連海洋科学の10年」がスタートした。今後10年間、持続可能な開発目標(SDGs)の実現に向けて、未知の部分が多く残されている海洋分野に特に力を注いだ取組みが国内外で推奨される。各資源の生物学的特性を把握した上で水産資源を持続可能な形で利用していくことは、最重要課題の1つにあげられている。本研究により得られた研究成果が新聞やウェブサイトやテレビ番組と言った多様なメディアで広く紹介されることで、一般国民の海洋生物に関するリテラシーの向上に貢献できた。

研究成果の概要(英文)：Bio-logging and other methods were applied for marine megafauna including mammals, birds, reptiles and fishes. Each animal adopts own strategy to minimize energy cost and maximize energy gain. For example, mammals and birds, which have high resting metabolic rates, contrived to save energy costs for transit and foraging. On the other hand, active overwintering behavior of juvenile loggerhead turtles in the western North Pacific was driven by a high resting metabolic rate with low thermal dependence. The large body size of whale sharks, the largest extant fish, aids in preventing a decrease in body temperature during deep excursions to more than 1000 m depths without high metabolic costs of producing heat. We have established a new method to understand energy budget in top predators living in ocean ecosystem,

研究分野：行動生態学

キーワード：バイオロギング 魚類 爬虫類 鳥類 哺乳類

## 1. 研究開始当初の背景

個々の研究者はそれぞれが専門とする動物群の専門家として、各分類群の動物の生活史やその採餌戦略についての研究を進めている。それぞれの対象種において興味深い数多くの知見は集積しているが、大きな分類群に跨がる比較研究は十分なされていない。本研究の参画者は、魚類・爬虫類・鳥類・哺乳類の専門家であると同時に、バイオロギングという共通の手法で野外の生息環境下における行動生態学やエネルギー生理学研究を進めている。共通の装置で得られたデータを使って得られる知見を比較検討することにより、違いと共通点がはっきりするであろう。さらに、複数の対象動物に適用可能な新しい装置やデータ解析手法が開発されることにより、海洋高次捕食者の行動生態学やエネルギー生理学分野が大きく進展することが期待される。

## 2. 研究の目的

食物連鎖の上位に位置する海洋高次捕食動物は、少ないエネルギーコストでより多くのエネルギーを採餌によって獲得していることが予想される。低緯度から高緯度に跨がる幅広い海域で、各種動物搭載型記録計を用いて得られる時系列データを元に、それぞれの動物がいかにしてエネルギーコストを減らし、いかに多くのエネルギーを獲得し、その残差となる蓄積エネルギーを増やしているのかを明らかにする。基礎代謝が高いため多くのエネルギー獲得を迫られる哺乳類や鳥類と、基礎代謝が低いため少ない獲得エネルギーでもエネルギーを蓄積できる爬虫類や魚類において、それぞれが置かれている状況に合わせて、蓄積エネルギーを増やすためにどのような工夫を行っているのかを明らかにする。

## 3. 研究の方法

魚類・爬虫類・鳥類・哺乳類といった海洋高次捕食動物を対象として、動物搭載型記録計を用いたバイオロギングによる行動データに加え、心電図や体温などの生理データを取得し、室内実験による酸素消費速度測定・安定同位体比分析・形態測定等を組み合わせて研究を行った。採餌行動に必要なエネルギーコストを見積もるにあたっては、深度・遊泳速度・加速度によって測定される遊泳努力量等の行動データを用いるほかに、室内実験によって得られる酸素消費速度の測定結果も用いた。また、新たに心電図を測定するための装置や、電極の取り付け方法について改良を進め、野外環境下における心拍数測定手法を開発した。室内実験によって測定された酸素消費速度と心拍数の関係性を求め、将来野外における心拍数より、自由遊泳中の酸素消費速度を推定出来るようにした。採餌によって得られる獲得エネルギー推定のためにはカメラによって得られる画像データに加え、画像と同時に得られている加速度データから、採餌行動に特有の波形を抽出し、加速度データのみから採餌イベントを抽出できるようにした。

採餌によって獲得されるエネルギー量と採餌行動に費やされる消費エネルギー量の差が、脂肪として体に蓄積されると、密度の低い脂肪が体に占める割合が増え、その結果として体全体の密度が低くなることが予想される。体密度の増減は、潜降浮上時に時々見られるグライディング中の加減速に反映される。そこで、浮上・潜降する動物の加減速より体密度を推定する手法を開発した。さらに、推定される体密度の検証として、体型測定結果との比較検討を行った。

## 4. 研究成果

### (1) 爬虫類 (ウミガメ類)

水槽に入れたアカウミガメを用いて、呼気に含まれる酸素濃度を連続測定し、酸素消費速度を測定したところ、地中海の個体群とは異なり、三陸に来遊するアカウミガメは温度変化に起因する酸素消費速度変化が小さく、同じ水温帯における酸素消費速度が高く維持されていた (Kinoshita et al. 2018 JEB)。この研究成果は読売新聞・毎日新聞・日本経済新聞・岩手日報をはじめ、共同通信から配信される記事として複数の地方紙で紹介された。

ウミガメを対象とした消費エネルギーを野外で自由遊泳する間に測定するのに直接貢献する手法として、防水パッチを電極として背甲ないし腹甲に貼り付ける非侵襲的なやり方で、海水中で休息ないし遊泳する個体から、安定して心電図を測定することが出来るようになった (Sakamoto et al. in press, Philosophical Transaction)。水槽内で、心拍数を測定しつつ酸素消費速度を測定することにより、心拍数と酸素消費速度の関係式を得る事も出来ている。今後は、野外環境下においてウミガメ類の心拍数を測定することにより、潜水遊泳中の酸素消費速度を見積もることが可能となり、エネルギー消費量を見積もることが出来るようになる。

三陸に来遊するアオウミガメ亜成体の血液を採取して安定同位体比分析を行ったところ、捕獲されるまでの数ヶ月間は従来言われている植物食ではなく、クラゲなどのプランクトン食であることが判明した。一方、個体を放流する際にカメラや行動記録計を付けて調べたところ、沿岸付近に滞在する間は植物食、やや沖合いを移動する際は時々遭遇するクラゲ類を捕食することが分かった (Fukuoka et al. 2019 Marine Biology)。沖合いでクラゲ類を捕食する生活から、沿岸で植物を捕食する生活にシフトする時期の個体が三陸に来遊してきていることが判明した。

### (2) 哺乳類 (鯨類)

ザトウクジラを対象とした野外実験において、個体に行動記録計と画像記録計を搭載し、得られたデータを解析したことにより、各個体は遭遇する餌分布密度に応じてその場で突進採餌を行う回数を調節し、単位時間あたりの餌獲得量を最大化するように振る舞っていることが判明した。具体的には、餌密度が高く餌分布深度が深くなるほど、クジラはその深度に長時間留まり突進採餌を繰り返した。同種他個体がいる場合、クジラはその場における採餌を短時間で切り上げていた。これは、自らの採餌によってオキアミの餌密度が減少する効果以上に、その餌パッチの魅力が低下することを見越した適応的行動であると解釈できる(Akiyama et al. 2019 PLoS ONE)。

シャチを用いた呼吸計測実験においては、連続的に呼吸を回収することで、短い時間スケールにおけるエネルギー消費量の推定を行った。呼吸を回収する間隔を40秒と20秒に設定したところ、40秒間の酸素摂取量は20秒間と比較して1.5倍となった。酸素摂取量は時間に比例するため、2倍になることを予測していたが、それ未満になった原因としては、長時間の息ごらえにおいて潜水徐脈と呼ばれる生理反応があった可能性があげられる。海棲哺乳類を対象とした研究成果としては、潜降浮上する際の個体の運動から体密度を見積もることが可能となり、推定された体密度はドローンで撮影された体型から見積もられる肥満度と相関を持つことが分かり、この手法の妥当性を示すことができた(Aoki et al. 2021 Proc. Roy. Soc. B)。

海棲哺乳類は鳥類と並び基礎代謝が高く、爬虫類や魚類に比べて消費エネルギーが高い動物であると考えられている。そのような動物が、野外でどのように振る舞っているかをバイオロギングにより計測したところ、予想外の行動パターンが得られた。タイ湾に生息するヒゲクジラの一つであるカツオクジラの予想外の採餌行動を、観察とバイオロギング手法により測定することができた。ヒゲクジラは従来海中に群れる動物プランクトンのパッチに向かって突進し、海水ごと口腔に含み、ヒゲ板で海水と餌を濾し分けて採餌することが知られている。ところが、海面付近に薄く広がる魚類を食べ



るために、カツオクジラは立ち泳ぎしながら口を大きく開け、下顎の縁から海水を口腔内に流れ込ませるようなやり方で、効率良く採餌していた。突進採餌に比べて少ないエネルギーコストで餌を捕獲するやり方であろうと考察できる(Iwata et al. 2017 Current Biology)。この研究成果はEurekAlertをはじめとする海外のWebサイト上で広く紹介され、国内においては朝日新聞・毎日新聞・テレビ朝日「スーパー」チャンネル・YahooNewsなどで紹介された。

ノルウェーのフィヨルド内でザトウクジラに全天球カメラと行動記録計を取り付けたところ、活発な採餌行動の合間に深度11mの場所で尾鰭を動かすこと無く漂いながら複数個体が一緒に休息している様子を把握することができた(Iwata et al. 2021 Behavioural Process)。従来はザトウクジラを含むヒゲクジラ類は水面で休息すると報告されていたが、水中で漂いながらグループで休息することもあることが判明し、これまで知見がほとんど知られてなかったザトウクジラの休息様式について知ることができた。

### (3) 魚類

サケを対象とした流水水槽を用いた酸素消費速度測定実験の結果、東北沿岸河川に産卵遡上する個体群と、東北内陸部の個体群では最大遊泳能力を発揮できる水温帯が異なっていた(Abe et al. 2019 JEB)。より低水温にさらされる前者は、より低温で最大遊泳能力が発揮できるように生理的状态がチューニングされていると解釈できる。この論文の内容は掲載紙の巻末でイラスト入りで紹介された。



ジンベイザメを対象とした野外調査において、潜水行動記録にあわせて体温と水温の記録を得た。ジンベイザメが、代謝による熱産生を高めることなく、巨大な体サイズに基づく巨大恒温性によって体温変動幅を狭い範囲内に抑えていることが判明した(Nakamura et al. 2020 JEB)。

魚類の獲得エネルギー量推定に関する研究成果として、スズキとマカジキに取り付けた記録計により、自由遊泳する間の行動記録を得ることができた。前者に関しては、水面から深度中数メートルを何度も行き来する様子が記録され、浮上時に急加速する行動が採餌に関係するものであることが推察された。マカジキに関しては採餌に関係する行動は残念ながら得られなかったが、左右に体を傾ける周期的な動きが測定された。

アメリカナマズを対象に流水水槽を用いた酸素消費速度実験において、うきぶくろ内の空気

量をシリンジで人為的に増減させた操作実験を行った結果、体密度が中性浮力から外れる程、酸素消費速度が高くなることが分かった。過去の野外調査によって河川内で中層を遊泳するアメリカナマズは中性に近い浮力を持つことが明らかになっているが、それは酸素消費速度を最小とするための浮力調節の結果もたらされたと考えられることができる。

#### (4) 鳥類

野外調査で得られた採餌旅行中のオオミズナギドリのGPS経路を解析し、餌場から帰巢する際は日没後暗くなる前に海岸線までたどり着き、その後は海岸線沿いに移動して繁殖地にまでたどり着くという結果が得られた(Shiomi et al. 2019 Behaviour)

#### (5) 種間比較研究

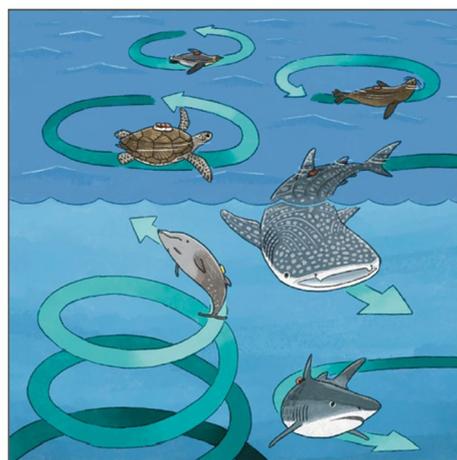
アカウミガメやアオウミガメの巡航遊泳速度(0.5m/s)は、鳥類や哺乳類(1~2m/s)に比べて遅いことが知られていた。その理由として、代謝速度が遅く体型に起因する抗力係数が大きいため、移動に要するエネルギーコストを最小にする最適遊泳速度が遅いためであることが指摘されていた。ウミガメ類の代謝速度と抵抗係数を実測することにより、ウミガメ類の最適遊泳速度を予測したところ0.3~0.5m/s程度となり、これらの値は個体毎に測定された巡航遊泳速度とにかよった値となった。これらの結果を受けて、ウミガメ類の巡航遊泳速度が哺乳類や鳥類に比べて遅いのは、ウミガメ類の代謝速度が低く、抵抗係数が大きいためであるという説を検証できた(Kinoshita et al. 2021 JEB)。

当初予測していなかった結果として、魚類・爬虫類・鳥類・哺乳類に共通して、採餌とは関係なく同じ場所で何度も繰り返し旋回する行動が発見された。その行動の理由としては、ナビゲーションを目的に地磁気を精密に測定するためではないかという仮説が提案された(Narazaki et al. 2021 iScience)。この結果は掲載紙よりイラスト付きで紹介され、主に国外のメディアで広く取り上げられ、極めて大きな反響を得た。

・ nbc15 (アメリカのテレビ番組)

<https://www.nbc15.com/2021/03/25/why-do-some-marine-animals-swim-in-circles-or-spirals/>

・ New Scientist (Donna Lu)



<https://ca.news.yahoo.com/sharks-turtles-penguins-swimming-circles-181100028.html>

他 Science news, Yahoo! Canada, Inverse (Tara Yarlagadda) など多数。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 7件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Takashi Iwata, Martin Biuw, Kagari Aoki, Patrick James O'Malley Miller and Katsufumi Sato	4. 巻 186
2. 論文標題 Using an omnidirectional video logger to observe the underwater life of marine animals: humpback whale resting behaviour	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Behavioural Processes	6. 最初と最後の頁 104369
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.isci.2021.102221	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Tomoko Narazaki, Itsumi Nakamura, Kagari Aoki, Takashi Iwata, Kozue Shiomi, Paolo Luschi, Hiroyuki Suganuma, Carl G. Meyer, Rui Matsumoto, Charles A. Bost, Yves Handrich, Masao Amano, Ryosuke Okamoto, Kyoichi Mori, Stéphane Ciccione, Jerome Bourjea and Katsufumi Sato	4. 巻 24
2. 論文標題 Similar circling movements observed across marine megafauna taxa	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 102221
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.isci.2021.102221	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Chihiro Kinoshita, Takuya Fukuoka, Tomoko Narazaki, Yasuaki Niizuma and Katsufumi Sato	4. 巻 224
2. 論文標題 Why do sea turtles swim slowly? A metabolic and mechanical approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Biology	6. 最初と最後の頁 jeb236216
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1242/jeb.236216	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kagari Aoki, Saana Isojunno, Charlotte Bellot, Takashi Iwata, Joanna Kershaw, Yu Akiyama, Lucia Martina Martin Lopez, Christian Ramp, Martin Biuw, Rene Swift, Paul Wensveen, Patrick Pomeroy, Tomoko Narazaki, Ailsa Hall, Katsufumi Sato and Patrick J. O. Miller	4. 巻 288
2. 論文標題 Aerial photogrammetry and tag-derived tissue density reveal patterns of lipid-store body condition of humpback whales on their feeding grounds	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of Royal Society B	6. 最初と最後の頁 20202307
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1098/rspb.2020.2307	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kentaro Q. Sakamoto, Masaru Miyayama, Chihiro Kinoshita, Takuya Fukuoka, Takashi Ishikawa and Katsufumi Sato	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 A non-invasive system to measure heart rate in hard-shelled sea turtles: Potential for field applications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Philosophical Transaction	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kozue Shiomi, Katsufumi Sato, Nobuhiro Katsumata and Ken Yoda.	4. 巻 156
2. 論文標題 Temporal and spatial determinants of route selection in homing seabirds.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Behaviour	6. 最初と最後の頁 1165-1183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1163/1568539X-00003360	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Itsumi Nakamura, Rui Matsumoto, and Katsufumi Sato	4. 巻 223
2. 論文標題 Body temperature stability observed in the whale sharks, the world's largest fish	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Biology	6. 最初と最後の頁 jeb210286
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/jeb.210286	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Chihiro Kinoshita, Takuya Fukuoka, Yasuaki Niizuma, Tomoko Narazaki and Katsufumi Sato	4. 巻 221
2. 論文標題 High resting metabolic rates with low thermal dependence induce active dives in overwintering Pacific juvenile loggerhead turtles.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Biology	6. 最初と最後の頁 jeb.175836
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/jeb.175836	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yu Akiyama, Tomonari Akamatsu, Marianne H. Rasmussen, Maria R. Iversen, Takashi Iwata, Yusuke Goto, Kagari Aoki, Katsufumi Sato	4. 巻 14
2. 論文標題 Leave or stay? Video-loggers revealed foraging efficiency of humpback whales under temporal change in prey density	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0211138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone0211138	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Takaaki K. Abe, Takashi Kitagawa, Yuya Makiguchi, Katsufumi Sato	4. 巻 222
2. 論文標題 Chum salmon migrating upriver accommodate to environmental temperatures through metabolic compensation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Biology	6. 最初と最後の頁 jeb186189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/jeb.186189	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takuya Fukuoka, Tomoko Narazaki, Chihiro Kinoshita and Katsufumi Sato	4. 巻 166
2. 論文標題 Diverse foraging habits of juvenile green turtles ( <i>Chelonia mydas</i> ) in a summer-restricted foraging habitat in the northwest Pacific Ocean	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Marine Biology	6. 最初と最後の頁 25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00227-019-3481-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 佐藤克文・木下千尋	4. 巻 57
2. 論文標題 パイオロギングで明らかになったウミガメ類の内温性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 化学と生物	6. 最初と最後の頁 29-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takashi Iwata, Tomonari Akamatsu, Surasak Thongsukdee, Phaothep Cherdsukjai, Kanjana Adulyanukosol and Katsufumi Sato.	4. 巻 27
2. 論文標題 Tread-water feeding of Bryde's whales	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 R1141-1155
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2017.09.045	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Nicholas L. Payne, Carl G. Meyer, James A. Smith, Jonathan D. R. Houghton, Adam Barnett, Bonnie J. Holmes, Itsumi Nakamura, Yannis P. Papastamatiou, Mark A. Royer, Daniel M. Coffy, James M. Anderson, Melanie R. Hutchinson, Katsufumi Sato, Lewis G. Halsey	4. 巻 24
2. 論文標題 Combining abundance and performance data reveals how temperature regulates coastal occurrences and activity of a roaming apex predator	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Global Change Biology	6. 最初と最後の頁 1884-1893
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/gcb.14088	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 K Aoki, K Sato, S Isojunno, T Narazaki, PJO Miller	4. 巻 220
2. 論文標題 High diving metabolic rate indicated by high-speed transits to depth in negatively buoyant long-finned pilot whales	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Biology	6. 最初と最後の頁 3802-3811
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/jeb.158287	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計44件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 Aoki K, Isojunno S, Charlotte B, Iwata T, Kershaw J, Martin Lopez LM, Ramp C, Biuw M, Akiyama Y, Swift R, Wensveen P, Narazaki T, Sato K, Miller PJP
2. 発表標題 Photogrammetry supports tag-derived tissue density as a proxy for body condition: Seasonal and locational changes in body condition of humpback whales on their feeding grounds.
3. 学会等名 The 23rd Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Garrod A, Sakamoto Q. K., Uesaka L, Yamamoto S, Yonehara Y, Sato, K
2. 発表標題 SHALLOW DIVE SEABIRD FORAGING DETECTION USING TRI-AXIAL ACCELERATION.
3. 学会等名 Pacific Seabird Group 47th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木下千尋、福岡拓也、檜崎友子、宮山大、新村誠也、新妻靖章、佐藤克文
2. 発表標題 低い休止代謝速度と高い抵抗係数がウミガメ類の巡航遊泳速度を遅くする
3. 学会等名 第15回バイオロギングシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂本健太郎、宮山大、木下千尋、福岡拓也、石原孝、佐藤克文
2. 発表標題 ウミガメの心拍数計測法の開発
3. 学会等名 第15回バイオロギングシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 土屋昌範、青木かがり、佐藤克文
2. 発表標題 マカジキの鉛直移動にはどんな意味があるのか
3. 学会等名 第15回バイオロギングシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 青木かがり、Saana Isojunno、佐藤克文、榎崎友子、Patrick. J.O. Miller
2. 発表標題 パイオロギングで調べる：高速で水面と深海を行き来するヒレナガゴンドウ
3. 学会等名 勇魚会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木下千尋、福岡拓也、榎崎友子、宮山大、新村誠也、佐藤克文
2. 発表標題 ウミガメはなぜ泳ぐのが遅いのか？代謝速度と抵抗係数からのアプローチ
3. 学会等名 日本生態学会第67回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Aran G, Sei Y, Leo U, Yoshinari Y, Kentaro Q. S, Katsufumi S
2. 発表標題 Shallow dive seabird foraging detection using tri-axial acceleration
3. 学会等名 日本生態学会第67回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩田高志、Goetz K、高橋晃周、Holser R、Michael S、Pinkerton M、青木かがり、佐藤克文
2. 発表標題 南極マクマード湾におけるウェッデルアザラシの生態に関する研究
3. 学会等名 日本生態学会第67回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 青木かがり、渡辺友梨絵、稲盛大樹、船坂徳子、酒井麻衣、佐藤克文、坂本健太郎
2. 発表標題 クジラの心拍数はどれくらい? : 大きく揺らぐハクジラ類の心拍数
3. 学会等名 第67回日本生態学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 新村誠也、木下千尋、福岡拓也、宮山大、檜崎友子、坂本健太郎、佐藤克文
2. 発表標題 アカウミガメ成体の三陸沖での採餌行動
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Abe T, Kitagawa T, and Sato K.
2. 発表標題 Metabolic temperature compensation involves adjustment for thermal performance in upriver migrating chum salmon ( <i>Oncorhynchus keta</i> )
3. 学会等名 The Society for Experimental Biology Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshida MA, Yamamoto D, Sato K.
2. 発表標題 Non-native channel catfish modify swimming mode and buoyancy based on flow conditions
3. 学会等名 The 17th World Lake Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fukuoka T, Narazaki T, Kinoshita C and Sato K.
2. 発表標題 Diverse foraging habit of juvenile green turtles ( <i>Chelonia mydas</i> ) in a summer-restricted foraging habitat in the northwest Pacific Ocean
3. 学会等名 39th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Garrod A, Sakamoto K, Yamamoto S, Yoshinari Y, Sato K.
2. 発表標題 Behavioural classification in shallow diving seabirds indicates new search behaviour
3. 学会等名 Pacific Seabird Group 46th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿部貴晃
2. 発表標題 来遊時期が異なるサケの代謝特性と遊泳行動
3. 学会等名 第14回日本バイオリギング研究会シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田誠・山本大輔・佐藤克文
2. 発表標題 流水環境下のチャネルキャットフィッシュは中性浮力により遊泳コストを節約する
3. 学会等名 2018年度日本魚類学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 富山嶺
2. 発表標題 宮城県舞根湾におけるマアナゴの食性と活動性
3. 学会等名 第39回関東生態学関係修論発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮山大, 木下千尋, 福岡拓也, 新村誠也, 檜崎友子, 坂本健太郎, 佐藤克文
2. 発表標題 三陸沿岸域のウミガメ類における休息行動
3. 学会等名 第39回関東地区生態学関係修士論文発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本青, 坂尾美帆, 米原善成, Aran Garrod, 佐藤克文
2. 発表標題 他個体に影響されるオオミズナギドリ ( <i>Calonectris leucomelas</i> ) の採餌行動
3. 学会等名 第39回関東地区生態学関係修士論文発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩田高志, 赤松友成, Marianne Rasmussen, Joseph Schnitzler, 青木かがり, 佐藤克文, Johannes Baltzer, Magnus Wahlberg, Ursula Siebert
2. 発表標題 採餌海域におけるシロナガスクジラの唸り
3. 学会等名 日本生態学会第66回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木下千尋
2. 発表標題 同じ種なのにここまで違う - 外温動物に見られる代謝の多様性 -
3. 学会等名 日本生態学会第66回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿部貴晃
2. 発表標題 変動する水温環境における魚類の代謝調節 - 秋に来るサケ、冬に来るサケ
3. 学会等名 日本生態学会第66回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Garrod A, Sakamoto K, Yamamoto S, Yoshinari Y, Sato K.
2. 発表標題 Behavioural classification in shallow diving seabirds indicates new search behaviour
3. 学会等名 日本生態学会第66回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本青, 坂尾美帆, 米原善成, Aran Garrod, 佐藤克文
2. 発表標題 他個体に左右されるオオミズナギドリの採餌行動
3. 学会等名 第66回日本生態学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮山大, 木下千尋, 福岡拓也, 新村誠也, 榎崎友子, 坂本健太郎, 佐藤克文
2. 発表標題 高緯度採餌域におけるウミガメ亜成体の休息行動に関する研究
3. 学会等名 平成31年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 富山嶺
2. 発表標題 宮城県舞根湾におけるマアナゴの食性と活動性
3. 学会等名 平成31年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秋山優, 赤松友成, Marianne H. Rasmussen, 岩田高志, 青木かがり, Patrick Miller, Martin Biuw, Christian Ramp, 佐藤克文
2. 発表標題 採餌海域におけるザトウクジラの行動時間配分と活動様式
3. 学会等名 平成31年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田誠, 馬淵浩司, 佐藤克文
2. 発表標題 単独採餌するコイは同種他個体の採餌する様子も餌探索の手がかりとする
3. 学会等名 平成31年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya Fukuoka, Misaki Yamane, Chihiro Kinoshita, Tomoko Narazaki, Greg J. Marshall, Kyler J. Abernathy, Nobuyuki Miyazaki, Katsufumi Sato
2. 発表標題 The feeding habits of sea turtles influence their reaction to artificial marine debris
3. 学会等名 37th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Iwata T., Aoki K., Kershaw J., Biuw M., Ramp C., Sato K and Miller PJO
2. 発表標題 How do whales decide the depth of foraging dives?
3. 学会等名 The sixth International Science Symposium on Biologging (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Iwata T., Aoki K., Miller PJO., Biuw M., Williamson M and Sato K.
2. 発表標題 A humpback whale utilize fishing boats to foraging on herring
3. 学会等名 The 22nd Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Chihiro Kinoshita, Takuya Fukuoka, Yasuaki Niizuma, Tomoko Narazaki, Katsufumi Sato
2. 発表標題 High resting metabolic rate induce active overwintering of juvenile loggerhead turtles, <i>Caretta caretta</i> in the western North Pacific
3. 学会等名 38th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Katsufumi Sato
2. 発表標題 Animal movements affected by physical conditions
3. 学会等名 The 6th International Bio-logging Science Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Katsufumi Sato
2. 発表標題 Bio-logging studies of loggerhead and green turtles migrating to a temperate habitat of the western north Pacific Ocean
3. 学会等名 38th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kagari Aoki, Katsufumi Sato, Saana Isojunno, Tomoko Narazaki, Patrick J. O. Miller
2. 発表標題 Does buoyancy affect optimal swim speed? High-speed transits to depth in negatively buoyant long-finned pilot whales
3. 学会等名 The 6th International Bio-logging Science Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 阿部貴晃, 北川貴士, 牧口祐也, 佐藤克文
2. 発表標題 遡上時期の異なる本州サケ集団間でみられた適水温の違い
3. 学会等名 第11回サケ学研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 檜崎友子, Saana Isojunno, Douglas Nowacek, Rene Swift, Ari Friedlaender, Christian Ramp, Sophie Smout, 青木かがり, 佐藤克文, Patrick Miller
2. 発表標題 グライド中の加速度から推定した採餌期ザトウクジラの体密度
3. 学会等名 第13回日本バイオロギング研究会シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 青木かがり, 岩田高志, Joanna Kershaw, Martin Biuw, 秋山優, 佐藤克文, Patrick Miller
2. 発表標題 太ったザトウクジラは採餌しない?
3. 学会等名 第13回日本バイオロギング研究会シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩田高志, 青木かがり, Miller PJO, Biuw M, Williamson M, 佐藤克文
2. 発表標題 漁船のおこぼれにあずかる怠け者のザトウクジラ
3. 学会等名 第65回日本生態学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阿部貴晃, 北川貴士, 牧口祐也, 佐藤克文
2. 発表標題 遡上時期の異なる本州サケ集団間でみられた高温耐性と至適水温範囲の違い
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秋山優, 赤松友成, Marianne H. Rasmussen, 岩田高志, 榎崎友子, 青木かがり, Patrick Miller, Martin Biuw, 佐藤克文
2. 発表標題 ザトウクジラの休息時間はなぜ陸棲大型草食動物のように短いのか
3. 学会等名 第65回日本生態学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福岡拓也, 榎崎友子, 木下千尋, 佐藤克文
2. 発表標題 移動中にクラゲ類を捕食する高緯度域のアオウミガメ亜成体
3. 学会等名 第65回日本生態学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木下千尋, 福岡拓也, 新妻靖章, 榎崎友子, 佐藤克文
2. 発表標題 北太平洋のアカウミガメ亜成体は高い休止代謝速度によって越冬時に活発な潜水を行う
3. 学会等名 第65回日本生態学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 鈴木一平	4. 発行年 2020年
2. 出版社 東京大学出版会	5. 総ページ数 278
3. 書名 日本の鰐脚類 第6章：潜水とエネルギー	

1. 著者名 鈴木一平	4. 発行年 2021年
2. 出版社 緑書房	5. 総ページ数 351
3. 書名 海棲哺乳類大全 鰭脚類の潜水とエネルギー収支	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	新妻 靖章  (Niizumi Yasuaki)  (00387763)	名城大学・農学部・教授   (33919)	
研究 分担者	鈴木 一平  (Suzuki Ippei)  (50727097)	北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・特任助教   (10101)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
英国	University of St Andrews			
英国	Centre for Ecology and Hydrology			
ノルウェー	Institute of Marine Research			