

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20H04374

研究課題名(和文)海鳥類の繁殖成績を決定する内的要因と人間活動の影響を評価する包括的モデルの開発

研究課題名(英文) Developing comprehensive models to evaluate intrinsic factors and human activity impacts on seabird reproductive performance

研究代表者

庄子 晶子 (Shoji, Akiko)

筑波大学・生命環境系・准教授

研究者番号：30792080

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、飛翔性の海鳥ミツユビカモメにおいて、実験的に繁殖コストを高くすると繁殖期間が長くなり、繁殖後の秋季渡りへの出発が遅くなること、渡り時期における活動量が高くなることがわかった。親鳥は柔軟に繁殖期間を延長することが示唆され、さらに渡り時期には体力回復のためにより多くの時間採餌に費やした可能性がある。さらに、渡り期に繁殖地からの最大到達距離が長かった個体ほど、翌年の繁殖成績が良いことがわかり、渡り距離とその後の繁殖成績に関連があること、生態学的キャリアオーバー効果として繁殖期の負債が非繁殖期の行動を通じて翌年の繁殖成績にまで影響を及ぼしていることを検証することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって、飛翔コストの変化に起因する行動変容が生態学的キャリアオーバー効果を通じて及ぼす繁殖成績への影響を評価することが可能となり、個体群動態決定プロセスの理解を進展させるものである。野外における他種や他個体群の個体群動態予測や、希少種保全など様々な問題への応用が期待できる。

研究成果の概要(英文)：We experimentally increased the reproductive costs for the flying seabird, the Black-legged Kittiwake, and found that it resulted in a longer breeding period, delayed departure for the autumn migration after breeding, and increased activity levels during the migration period. This suggests that parent birds flexibly extended their breeding period and potentially spent more time foraging during migration to recover their energy. Furthermore, we found that individuals that traveled farther from the breeding grounds during migration had better reproductive success the following year. This indicates a relationship between migration distance and subsequent reproductive success, demonstrating that ecological carryover effects from the breeding season can influence behavior during the non-breeding season and impact reproductive success in the following year.

研究分野：行動生態学

キーワード：キャリアオーバー効果 海鳥 操作実験 バイオロギング 個体群動態

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

海洋における生物多様性は急速に減少しており、その主な要因の一つとして人間活動が挙げられている。特に、漁業活動に伴う漁獲対象生物以外の偶発的捕獲やプラスチックを含む海洋ゴミの誤飲は、沿岸域だけでなく、生物多様性および生物生産性の高い外洋においても高次捕食者の死亡リスクを増大させている。特に大型高次捕食者の減少はその餌動物への捕食圧に影響を及ぼし、餌動物群集の構成や、食物連鎖を通じた生態系全体の変化を引き起こす事が報告されている。このため、国連環境計画やG20主要国首脳会議においては、混獲問題や海洋ゴミの削減、人間活動のモニタリングおよび海洋生物への影響評価が議論されているが、依然として有効な解決策は見つかっていない。まだ不明な点も多く、漁法の改良によって混獲リスクが軽減されたにもかかわらず、海鳥類の個体数減少が続いていることや、プラスチックの誤飲による死亡リスクの上昇および繁殖成功率の低下が海鳥個体群に与える影響を直接評価できていないことが指摘されている。

多数回繁殖する動物において、繁殖期の個体の行動によって決定される生理状態がその後の非繁殖期の行動に強く影響する「キャリアオーバー効果」は、繁殖成績の個体変異を説明する新しい要因として注目されている。近年、この効果の重要性を示すデータが脊椎動物および無脊椎動物の両方から報告されている。キャリアオーバー効果の強さは生理状態によって変化するため、人間活動などの負の影響を多く受けた個体においては、より強い効果が及ぶ。つまり、繁殖期に受けた漁業や海洋ゴミの影響は、動物の適応度に大きく関わる内的要因と相互作用する。高次捕食者である海鳥類の個体数減少を引き起こす要因を特定することは、生物多様性の保全と生態系サービスの持続的利用の観点からも重要であるが、繁殖成績に強い影響を与えるキャリアオーバー効果のメカニズムの理解が不十分であり、繁殖成績を決定する内的要因と人為的影響を包括的に評価できていないことが問題である。

2. 研究の目的

本研究では、飛翔コストを変化させる操作実験および搭載型センサを用いた移動追跡を通じて、人間活動(特に海洋ごみや漁船との遭遇)が海洋性高次者に及ぼす影響を評価することを目的とする。ビデオロガーを装着した捕食者の応答を解析し、内的要因の相互作用を調べるために化学分析を行う。さらに、通年にわたる行動および繁殖活動の詳細な記録を行う。これらの得られたデータを基にモデルを構築し、個体群動態の予測を行う。

3. 研究の方法

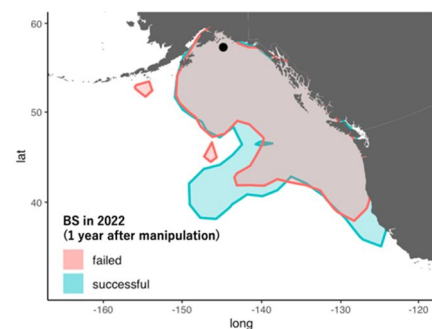
アメリカ合衆国アラスカ州ミドルトン島において、ミツユビカモメの繁殖期である5~8月に野外調査を行う。繁殖直前の親鳥を捕獲し、ジオロケータを装着して移動ルートを記録する。ジオロケータは通年の記録が可能であり、翌年同じ繁殖地に戻った際に再捕獲・回収・再装着を行う。装着および回収時に血液と羽根を採取し、繁殖前の血中酸化ストレス測定および繁殖期と非繁殖期の餌動物推定のための窒素・炭素安定同位体比分析を行う。ヒナが孵化した後、操作実験を行うために以下の3つの実験群を設定する。まず、20ペアを「低コスト群」とし、無制限の人工給餌を行う。次に、別の20ペアを「高コスト群」として羽根切除処理を行う。最後に、残りの20ペアを「対照群」として実験を実施する。各実験群から10ペア(各20羽、合計30ペア=60羽)にGPSロガーとビデオロガーを装着し、移動ルートと映像データを記録する。回収は装着から1週間後に行う。2つのデータロガーを同時に装着するため、軽量化および装着方法

の改善を図理、個体への影響軽減に努める。得られた試料の血中酸化ストレスを酸化ストレス測定器で、血液および羽根の窒素・炭素安定同位体比分析を安定同位体比質量分析計で測定する。

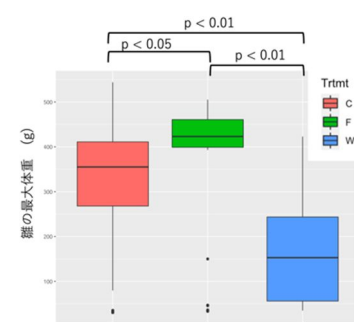
行動解析は移動速度と移動ルートのくねり度のデータから隠れマルコフモデルを用いて移動・探索・採餌に行動を分類する。移動と探索中に得られた映像データは、漁船、投棄魚、海洋ゴミを発見するまでの行動と発見後の行動に分けて解析し、自然の餌および投棄魚への依存度の比率と海洋ゴミとの遭遇率を明らかにする。内的要因と人為的影響の相互作用を調べるため、混合ガウスモデルを使ってデータセットをクラスタリングし、各変数が繁殖成績にどの程度影響するかを推定する。内的要因と人為的影響の相互作用および繁殖成績との関係を明らかにし、海洋環境データを統合したデータセットを用いて本種の個体群動態の将来予測モデルを開発する。

4. 研究成果

ミツユビカモメを用いた繁殖コスト実験において、繁殖コストが高くなると繁殖期間が延長し、繁殖後の渡り期における活動量が増加し、渡り距離は短縮することが示された。一方で、非繁殖期に繁殖地から移動した最大距離が長い個体ほど、翌年の繁殖成績が高かったことがわかった。本研究では、繁殖コストが高かった群、繁殖コストが低かった群、そしてコントロール群を比較検証した。その結果、これらの傾向は繁殖コストが高かった群で顕著であり、繁殖コストが低かった群とコントロール群間では違いはみられず、特に繁殖コストが小さい群内ではその後の繁殖成績に関わらず移動最大距離における個体間のばらつきが小さかった。この結果は、越冬場所の選択が翌年の繁殖成績に関連することを示している。餌状況が良い年や個体の質が高い個体は、繁殖後のコンディションが良好であり、良い越冬場所を選択することで翌年も好条件で繁殖できる。一方で、繁殖後のコンディションが悪い個体は、最適でない越冬場所を選択することになり、翌年の繁殖成績が低下する可能性が示唆される。



操作実験後の繁殖成績



呼吸過程で生じる酸化度と餌から得られる抗酸化力を測ることで、採餌行動に伴う生理的負荷（酸化ストレス）を調べ、繁殖成績への影響を評価した。その結果、繁殖成功個体と失敗個体で酸化ストレスに違いが見られなかったことから、親鳥は自身の生理状態を優先し、自己投資をするために繁殖への投資量を下げた可能性が示唆された。本研究では、ビデオカメラを搭載して撮影した動画を精査したところ、漁船との遭遇やプラスチック類への接近といった行動は記録されなかった。このため、映像データから人為的影響が海鳥に及ぼす影響を評価することはできなかったが、採餌戦略の理解や餌種の特定に役立つ動画が数多く撮影され、一定の成果が得られた。

本研究において、長命種であるミツユビカモメを対象にエネルギー消費量を変化させる操作実験を行い、本種の繁殖成績の決定プロセスおよび仮説段階であった生態学的キャリーオーバー効果が繁殖成績にどのように寄与するかを明らかにした。これまで区別が難しかった個体の質による効果と個体の生理状態による効果の影響を切り離すことが可能となるデータを取得できた。これらの結果から、繁殖コストの変化が個体の生理状態を変化させ、その後の行動変化を引き起こしていると示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Shoji A, Whelan S, Cunningham JT, Hatch SA, Niizuma Y, Nakajima C, Elliott KH	4. 巻 709
2. 論文標題 Ecological niche partitioning in two Pacific puffins	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Marine Ecology Progress Series	6. 最初と最後の頁 125-139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3354/meps14282	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 Kempton James A., Wynn Joe, Bond Sarah, Evry James, Fayet Annette L., Gillies Natasha, Guilford Tim, Kavelaars Marwa, Juarez-Martinez Ignacio, Padget Oliver, Rutz Christian, Shoji Akiko, Syposz Martyna, Taylor Graham K.	4. 巻 8
2. 論文標題 Optimization of dynamic soaring in a flap-gliding seabird affects its large-scale distribution at sea	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.abo0200	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 Shoji Akiko, Elliott Kyle H., Watanuki Yutaka, Basu Niladri, Whelan Shannon, Cunningham Joshua, Hatch Scott, Mizukawa Hazuki, Nakayama Shouta M.M., Ikenaka Yoshinori, Ishizuka Mayumi, Aris-Brosou St?phane	4. 巻 284
2. 論文標題 Geolocators link marine mercury with levels in wild seabirds throughout their annual cycle: Consequences for trans-ecosystem biotransport	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental Pollution	6. 最初と最後の頁 117035-117035
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.envpol.2021.117035	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 大門純平, 庄子晶子 et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 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	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本鳥学会誌	6. 最初と最後の頁 37 ~ 52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3838/jjo.70.37	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 Gillies Natasha, Fayet Annette L., Padget Oliver, Syposz Martyna, Wynn Joe, Bond Sarah, Evry James, Kirk Holly, Shoji Akiko, Dean Ben, Freeman Robin, Guilford Tim	4. 巻 10
2. 論文標題 Short-term behavioural impact contrasts with long-term fitness consequences of biologging in a long-lived seabird	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15056
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-72199-w	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 Sakai Momoko, Kimura Satoko S., Mizutani Yuichi, Ishikawa Megumi, Ito Takaomi, Arai Nobuaki, Niizuma Yasuaki	4. 巻 e13123
2. 論文標題 Telomere length changes in the Pacific white sided dolphin measured for one and a half years	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Marine Mammal Science	6. 最初と最後の頁 NA
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/mms.13123	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 -

1. 著者名 Azumi Sarara, Thiebot Jean-Baptiste, Takahashi Akinori, Okado Jumpei, Nagatani Nao, Niizuma Yasuaki, Moteki Masato, Watanuki Yutaka	4. 巻 165
2. 論文標題 Stomach contents and stable isotope analysis reveal Antarctic prey in short-tailed shearwaters sampled at sea	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Ornithology	6. 最初と最後の頁 263-267
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10336-023-02109-0	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 -

1. 著者名 Marcouillier Leo, Miranda Eliane, Whelan Shannon, Fifield Dave, Hatch Scott, Shoji Akiko, Nakajima Chinatsu, Elliott Kyle	4. 巻 171
2. 論文標題 PIT tagging does not measurably reduce reproductive success in sensitive burrow-nesting seabirds	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Marine Biology	6. 最初と最後の頁 77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21203/rs.3.rs-3112880/v1	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 Sozzoni Marcella, Akiko Shoji, et al.	4. 巻 15
2. 論文標題 A Chromosome-Level Reference Genome for the Black-Legged Kittiwake (<i>Rissa tridactyla</i>), a Declining Circumpolar Seabird	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Genome Biology and Evolution	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/gbe/evad153	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 Umano S, Mori T, Mikuni K, Niizuma Y	4. 巻 NA
2. 論文標題 Temporal segregation between female Asiatic black bears with unweaned offspring and solitary bears (in press)	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Ursus	6. 最初と最後の頁 NA
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 Sakai M, Kimura SS, Mizutani Y, Ishikawa M, Ito T, Arai N, Niizuma Y	4. 巻 NA
2. 論文標題 Telomere length changes in the Pacific white-sided dolphin measured for one and a half years (in press)	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Marine Mammal Science	6. 最初と最後の頁 NA
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 Nagatani N, Shirai M, Okado J, Niizuma Y	4. 巻 NA
2. 論文標題 Daily energy expenditure of chick-rearing Rhinoceros Auklets <i>Cerorhinca monocerata</i> (in press)	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Ornithological Science	6. 最初と最後の頁 NA
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 永谷奈央, 新妻靖章, 綿貫豊	4. 巻 NA
2. 論文標題 ウトウ雛における安静時代謝速度 (印刷中)	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 日本鳥学会誌	6. 最初と最後の頁 NA
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 -

[学会発表] 計23件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 MC Gatt, A Shoji etc
2. 発表標題 Ecological conditions experienced during reproduction do not affect individual differences in migratory behaviour in a long-lived bird
3. 学会等名 European Ornithologists' Union (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 JF Obiol, A Shoji etc
2. 発表標題 To migrate or not to migrate: characterising the interplay between genetic and environmental drivers of bird migration
3. 学会等名 Society for Molecular Biology and Evolution (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Chinatsu Nakajima, A Shoji etc
2. 発表標題 Costs of reproduction mediated by oxidative stress in a seabird - an experimental study
3. 学会等名 World Seabird Twitter Conference 8 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中嶋千夏ほか
2. 発表標題 ミツコヒカモメにおける繁殖成績と行動の関係
3. 学会等名 日本鳥学会2022年度大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松本和也ほか
2. 発表標題 ウトウ雛の巣立ちタイミングに影響を及ぼす要因の検証
3. 学会等名 日本鳥学会2022年度大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kazuya Matsumoto, A Shoji etc
2. 発表標題 Extrinsic factors affecting the timing of fledging in rhinoceros auklets (<i>Cerorhinca monocerata</i>) on Daikoku Island, Japan
3. 学会等名 World Seabird Twitter Conference 8 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 新妻靖章
2. 発表標題 ウミネコの羽における水銀と窒素安定同位体比の関係
3. 学会等名 日本鳥学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 寺田卓史・新妻靖章
2. 発表標題 ウミネコの羽における水銀と窒素安定同位体比の関係
3. 学会等名 日本鳥学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大野夏実, 水谷友一, 細田晃文, 新妻靖章
2. 発表標題 野生のウミネコのテロメア長は水銀暴露によって短縮する
3. 学会等名 日本鳥学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 栗原達生, 酒井理佐, 重石幸樹, 草地ゆき, 長谷川潤, 新妻靖章, 越智大介, 綿貫豊
2. 発表標題 オオミズナギドリの胃中プラスチック
3. 学会等名 日本鳥学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中陳遥香, 木村里子, 水谷 友一, 神田幸司, 神尾高志, 伊東隆臣, 山田 研祐, 鳥山理恵子, 若林郁夫, 曾根崎紗代, 新妻靖章
2. 発表標題 海棲哺乳類のテロメアとその変動要因に関する研究
3. 学会等名 日本哺乳類学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中陳遥香, 木村里子, 水谷 友一, 神田幸司, 神尾高志, 伊東隆臣, 山田 研祐, 鳥山理恵子, 若林郁夫, 曾根崎紗代, 新妻靖章
2. 発表標題 海棲哺乳類のテロメア長とその変動要因に関する研究：慢性ストレス指標としての利用可能性
3. 学会等名 第29回日本野生動物医学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中嶋千夏, JG Cecere, KH Elliott, MC Gatt, SA Hatch, 新妻靖章, DJ Leandri-Breton, 湊健一郎, JF Obiol, D Rubolini, S Whelan, 庄子晶子
2. 発表標題 ミツコヒカモメの繁殖成績と生理状態の関係：酸化ストレスを指標として
3. 学会等名 日本鳥学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 永谷奈央, 新妻靖章, 綿貫豊
2. 発表標題 ウトウ雛における給餌量制限に対する生理的応答
3. 学会等名 日本鳥学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大島康平, 新妻靖章, 綿貫豊, 和田茂樹, 庄子晶子
2. 発表標題 海鳥が媒介する海洋由来水銀の陸上生態系への波及効果
3. 学会等名 日本鳥学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木龍晟, 嘉藤慎謙, 太田吉厚, 太田理恵, 新妻靖章, 和田茂樹, 庄子晶子
2. 発表標題 サゴの水銀濃度に影響を及ぼす要因を探る
3. 学会等名 日本鳥学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松本和也, C Tyson, 新妻靖章, 綿貫豊, 小島達樹, 庄子晶子
2. 発表標題 ウトウにおける繁殖コストの違いが親の行動や雛の成長に及ぼす影響
3. 学会等名 日本鳥学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 K Matsumoto, K Oshima, C Tyson, Y Niizuma, Y Watanuki, T Kojima, A Shoji
2. 発表標題 Effects of increasing reproductive costs on behavior and telomere length in the rhinoceros auklet, a long-lived seabird
3. 学会等名 Pacific Seabird Group 51st Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 K Oshima, K Matsumoto, Y Niizuma, Y Watanuki, S Wada, A Shoji
2. 発表標題 Ecological transfer of mercury from seabirds to terrestrial biological community: insights from rhinoceros auklet breeding grounds
3. 学会等名 Pacific Seabird Group 51st Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 C Nakajima, Y Niizuma, A Shoji et al.
2. 発表標題 Behavioural and reproductive responses to carry-over effects in black-legged kittiwakes: an experimental approach
3. 学会等名 The 8th International Bio-Logging Science Sympos (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 F Ujiie, Y Niizuma, A Shoji et al.
2. 発表標題 Patterns and drivers of mercury concentrations in the North Pacific seabirds
3. 学会等名 The 8th International Bio-Logging Science Sympos (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Ujiie, F, Shoji, A
2. 発表標題 The characteristics of breeding sites used by Leach's storm-petrel <i>Oceanodroma leucorhoa</i> at Daikoku Island, Japan
3. 学会等名 World Seabird Twitter Conference 8 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Oshima, K, O, Padge, A, Shoji
2. 発表標題 Responses of Leach's storm petrels (<i>Oceanodroma leucorhoa</i>) to soil of their burrows in Y-maze preference test
3. 学会等名 World Seabird Twitter Conference 8 (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔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 (Niizuma Yasuaki) (00387763)	名城大学・農学部・教授 (33919)	
研究 分担者	高橋 晃周 (Takahashi Akinori) (40413918)	国立極地研究所・先端研究推進系・准教授 (62611)	

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			
カナダ	McGill University	University of Ottawa		
イタリア	University of Millano			
米国	I. Seabird Re. Monit.	University of Fairbanks		
カナダ	McGill University	University of Ottawa		
ニュージーランド	New Zealand govenment			
英国	Oxford Univsesity	Cambridge University		
ノルウェー	NINA			