

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 7 日現在

機関番号：33919

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23657024

研究課題名(和文)二重標識水法とバイオロギングを組み合わせたエネルギー消費量測定法の確立

研究課題名(英文) Relationship between the energy expenditure measured by doubly labeled water method and activity level measured by bio-logging in wild bird

研究代表者

新妻 靖章 (Niizuma, Yasuaki)

名城大学・農学部・准教授

研究者番号：00387763

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円、(間接経費) 960,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、バイオロギングの技術と二重標識水法を組み合わせ、野生動物がとる各々の行動のエネルギー消費量を定量化する方法の確立を目指した。二重標識水法を海鳥であるウトウとオオミズナギドリに適用し、測定精度の確立をした。測定期間中に安定同位体の排出を大きくすることによって、安定同位体の分析時に発生するばらつきを小さくできることが明らかとなった。アヒルを用いた実験から、個体にかかる加速度の大きさとエネルギー消費量が正の相関関係を持つことが明らかとなった。二重標識水法とバイオロギングの技術とを組み合わせ、オオミズナギドリの飛行時のエネルギー消費量が静止時の2.9倍と推定できた。

研究成果の概要(英文)：In this study I developed the method to measure energy expenditure with each behavior of wild bird using by the combination of doubly labeled water (DLW) method and bio-logging. I validated DLW method to compare the respirometric method in rhinoceros auklets and streaked shearwaters. When applying DLW method to wild birds, long measurement periods and high metabolic rates were eliminated sufficient isotopes from body of wild bird. This sufficient elimination of isotopes enabled to increase the precision of DLW method. There was a positive correlation between energy expenditure and acceleration of each individual activity levels in experiment of swimming duck on pools. I measured energy expenditure of flying shearwater by the combination of DLW method and bio-logging, which detected bird behavior, such as flying, resting on seawater, and so on. Flying shearwater expended 2.9 times larger energy than when they were resting.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：生態・環境

キーワード：生理生態 生活史戦略 二重標識水法 バイオロギング エネルギー消費量

### 1. 研究開始当初の背景

動物個体が獲得したエネルギーをいかに消費し、分配するかを理解することは、動物生態学における中心的課題である生活史戦略の解明に不可欠である。野生動物個体のエネルギー消費を測定する方法として、二重標識水法がある。また、動物に小型記録計を装着し、目視観察ができない野生動物の行動を詳細にとらえるバイオロギングの技術が、近年国内において急速に発展している。二重標識水法では、質量数の異なる<sup>18</sup>Oと<sup>2</sup>Hの同位体濃度が既知の水(二重標識水)を動物の体内へ投与する。投与された<sup>18</sup>Oは呼吸と水として、<sup>2</sup>Hは水としてのみ体外へ排出される。この2つの同位体の排出率の違いから、二酸化炭素の排出率を求め、エネルギー消費量を換算する。個体が獲得したエネルギーの分配を理解するためには、個体の行動を連続的に詳細に測定し、二重標識水法で測定されたエネルギー消費を対応させる必要がある。二重標識水法とバイオロギングの技術とを組み合わせることで、例えば鳥類が飛行するために必要とするエネルギー量、採食のために費やすエネルギー量や海面で休息する時のエネルギー量など、各々の行動に対するエネルギー消費量を評価することが可能となる。そこで申請者は、動物個体が獲得したエネルギーの消費と分配を定量的に評価する手法を開発することを着想した。

### 2. 研究の目的

本研究は、バイオロギングの技術と二重標識水法を組み合わせ、野生動物がとる各々の行動のエネルギー消費量を定量化する方法を確立することである。最初の2年間は、実験下で飼育動物を用いて、二重標識水法とバイオロギング手法とを組み合わせた本研究手法の妥当性を検証する。次の1年間で、本研究手法をウミネコ(*Larus crassirostris*)の野外個体へ適用する。これらより、野外で自由に活動する野生動物のエネルギー消費量を定量的に評価する手法を確立する。

### 3. 研究の方法

(1)野生動物個体のエネルギー消費量を測定する方法として二重標識水法がある。しかし、国内において二重標識水法を野生動物へ適用した例はない。そのため、二重標識水法の野生動物への適用可能性を検討するため、北海道天売島で繁殖するウトウ(*Cerorhinca monocerata*)4羽を用いて室内実験を実施した。ウトウのエネルギー消費量を呼吸チャンバー法と二重標識水法の両者を同時に実施し、呼吸チャンバー法を基準とした時の二重標識水法の誤差を求めた。呼吸チャンバー法とは、動物をある大きさの飼育ケージ(呼吸チャンバー)に入れ、一定流量の空気を流し、チャンバー内に入る空気とチャンバーから排出される空気の酸素濃度の差から、消費した酸素量を換算する手法である。酸素1リッ

トル当たりのエネルギー量を20.1kJとする。この呼吸チャンバー法は動物のエネルギー消費量を測定する上で基準となる値とされている。しかし、動物をチャンバー内に一定時間、閉じ込める必要があるため、野外で自由に活動する野生動物のエネルギー消費量の測定には適用することができない。二重標識水法とは、質量数の異なる<sup>18</sup>Oと<sup>2</sup>Hの同位体濃度が既知の水(二重標識水)を動物の体内へ投与し、排出された<sup>18</sup>Oと<sup>2</sup>Hについては、投与した時と排出された時の<sup>18</sup>Oと<sup>2</sup>Hの血液中の濃度差から求めた。この2つの同位体の排出率の違いから、二酸化炭素の排出率を求め、エネルギー消費量を測定した。水素と酸素の安定同位体の分析には、Hydra 20-20安定同位体分析器を用いた。二重標識水法では、二重標識水を動物体内へ投与した後、数日間野外で自由に活動させた後、再捕獲する。呼吸チャンバー法とは異なり、野性動物が野外で自由に活動していた時のエネルギー消費量を測定することができる。本実験では、二重標識水を投与したウトウを20Lの呼吸チャンバーに入れ、チャンバー内に2.0L/minの空気を流し、消費された酸素濃度を酸素分析計で測定した。酸素消費速度からエネルギー消費量を求めた。

(2)これまでの二重標識水法の検証実験では、測定時間が短いあるいは測定した間の代謝量が小さいなどにより、実際に野外で自由に活動する野生動物の個体差を測定することが可能かについては問題が残っている。そこで、本実験では二重標識水法による個体レベルの野外におけるエネルギー消費量測定の可能性について検証した。新潟県粟島で繁殖するオオミズナギドリ(*Calonectris leucomelas*)14個体を用いて、呼吸ガスチャンバー法と二重標識水法によるエネルギー消費量の同時計測を実施した。9個体は着水状態で24時間(実験A)、5個体は非着水状態で48時間の計測(実験B)をそれぞれ行った。本実験の測定条件は、オオミズナギドリを水に遊泳させた状態であることや48時間という測定時間であるため、投与された二重標識水が体外へ十分量排出されたと仮定できる。

(3)二重標識水法を野外で自由に活動する野生動物、ウミネコを対象として、生活史特性の違いと消費するエネルギー量に関係があるのかを調べた。ウミネコの一腹卵数は1-3卵で、最頻値は2卵である。そこで、抱卵数が2卵と3卵のウミネコ親鳥の野外エネルギー消費量を二重標識水法により比較した。抱卵しているウミネコを手取りあるいはくくり罠で捕獲し、二重標識水を投与した。その後、巣に放鳥し、3-5日後に同様の手法で再捕獲した。捕獲時に、血液を採集し、血液中の二重標識水の濃度を分析した。

(4)アヒル(*Anas platyrhynchos var. domesticus*)を用いてPartial dynamic body acceleration(PDBA)の検証実験をし

た。PDBA とは、対象個体にかかる加速度を計測することにより、エネルギー消費量を推定する方法である。本手法の検証例はほとんど知られていない。アヒルを遊泳させながら、エネルギー消費量を測定するための呼吸チャンバーを作成した。チャンバー内では、水流なしと3段階の水流の計4つの水流環境を作りだせるようにした。このチャンバー内でアヒルが遊泳できるように約3ヶ月間訓練した。その後、アヒルに加速度データロガーを装着し、エネルギー消費量測定のための呼吸チャンバー内のプールで遊泳させ、水流なしと3段階の水流の計4つの水流環境下で、1時間エネルギー消費量と加速度の計測を行った。PDBA の計算のために、まず計測された加速度データの x 軸 ( $A_x$ )、y 軸 ( $A_y$ ) それぞれを矩形波で2秒ごとに平滑化した。平滑化された波形 ( $\bar{A}$ ) を実測値から差し引くことで、それぞれの軸の Dynamic Acceleration (相対的活動量に相当) を抽出した。PDBA は各軸の Dynamic Acceleration を二乗し、それらを足し合わせた後に平方根をとることで計算した。これらを式で表すと以下のように表現される。

$$PDBA = \sqrt{(A_x - \bar{A}_x)^2 + (A_y - \bar{A}_y)^2}$$

(5)二重標識水法とバイオロギングの技術とを組み合わせ、オオミズナギドリが野外で飛行する時のエネルギー消費量を推定した。本実験では、新潟県粟島で繁殖するオオミズナギドリを対象とし、二重標識水法を用いて野外におけるエネルギー消費量を計測した。また、海上での行動(着水・飛翔)はアクティビティデータロガーによって計測した。アクティビティデータロガーでは、鳥が海面で採食あるいは休息していると海面から離れて飛行しているのか、どちらかを測定することができる。2012年、2013年合わせて39個体に用い、23個体からエネルギー消費量を得た。また、室内実験で呼吸ガスチャンバー法を用いて静止時および水上滞在時のエネルギー消費量をそれぞれ10個体と9個体から計測した。計測されたオオミズナギドリの平均野外におけるエネルギー消費量(FMR)、平均着水割合(W)および平均水上滞在時エネルギー消費量(Mw)から以下の式で平均飛行コスト(Flight cost)を推定した。

$$\text{Flight cost} = (\text{FMR} - W * \text{Mw}) / (1 - W)$$

#### 4. 研究成果

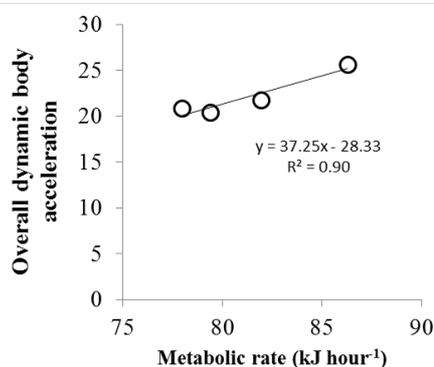
(1)呼吸チャンバー法によるウトウのエネルギー消費量は  $16.30 \pm 1.66 \text{ kJ/h}$  で、二重標識水法による測定では  $16.61 \pm 2.13 \text{ kJ/h}$  であった。両者の平均的な差は 8.04% であった。この結果は、二重標識水法によってエネルギー消費量を測定することは妥当であると評価できる。本結果より、二重標識水法の野生

動物への適用が確立できたといえる。

(2)2010年に実施した非着水状態で24時間計測したオオミズナギドリ(10個体)の実験データに比べて、実験 A、B 共に二重標識水法で推定されたエネルギー消費量の精度(Precision)が有意に上昇した。これは、実験期間中により多くの安定同位体を体外へ排出することによって、安定同位体を分析する際に発生するばらつきの影響を小さくできたためと考えられる。さらに、実験 A、B の推定エネルギー消費量は呼吸ガスチャンバー法の値より過大推定していた。しかし、二重標識水法と呼吸ガスチャンバー法のの間には強い相関が示された。これまで二重標識水法による個体レベルのエネルギー消費量の計測はばらつきが大きいため困難と考えられてきた。しかし、測定時間などいくつかの条件を満たした場合、個体レベルの計測も可能であることが本実験により示唆された。(1)と(2)の成果より、個体ごとにとる生活史戦略の解明に二重標識水法の野生動物への適用が可能となったといえる。

(3)抱卵数が2卵のウミネコ親鳥の野外エネルギー消費量は  $684.3 \text{ kJ/day} \pm 181.8$  で3卵の  $516.4 \text{ kJ/day} \pm 125.1$  より有意に大きかった。また、測定期間の体重変化率は、抱卵数が2卵では  $0.05\%/\text{day} \pm 3.00$  で3卵の  $2.98\% \pm 1.4$  より有意に小さかった。つまり、抱卵数3卵の親鳥は少ないエネルギー消費でより多くの餌を獲得したため、体重増加が2卵の親鳥よりも大きくなったと考えられる。抱卵数が3卵、つまり3つの卵を産むことができるウミネコは、2卵のウミネコに比べ、少ないエネルギー消費量でより多くの餌を獲得できるため、卵産生へエネルギーをより多く動員することができると考えられる。ウミネコの研究により、個体ごとに異なる生活史形質を持つウミネコについて、一腹卵数とエネルギー配分の関係を明らかにすることができた。

(4)アヒルに背中中央部に加速度データロガーをガムテープで装着した。データロガーを装着した状態でエネルギー消費量計測用の呼吸ガスチャンバー内のプールにアヒルを着水させた。プール内では水流をなしと3段階の水流の計4つの水流環境を作りだし、それぞれの水流下でアヒルを遊泳させた。4つの水流環境下で、アヒルのエネルギー消費量をそれぞれ1時間測定した。その結果、アヒルのエネルギー消費量および PDBA は、水流が増加するにしたがってそれぞれ増加した(下図)。また、エネルギー消費量と PDBA の間には強い相関関係( $R^2=0.90$ )が認められた。加速度の大きさとともに、エネルギー消費量の大きさも大きくなるという本結果は、行動ごとの加速度の大きさを定量的に評価することができたといえる。また、バイオロギングの技術と二重標識水法を組み合わせることで、野生動物がとる各々の行動のエネルギー消費量を定量化できる可能性を示唆する。



図．代謝量とPDBAの関係

(5)オオミズナギドリの野外エネルギー消費量は  $653.1 \text{ kJ/day} \pm 237.5$  で、1日の着水回数は  $95.2 \text{ 回} \pm 26.2$ 、1日の53.4%  $\pm 11.7$  の時間を海面で過ごした。また、オオミズナギドリの野外エネルギー消費量は離着水回数が増加するに従って有意に増加した。これは、離着水時に利用する羽ばたき飛行時のエネルギー消費量が大きいため、オオミズナギドリの野外エネルギー消費量を増加させたと考えられる。データロガーによる着水から飛び立つという行動の定量的な測定とエネルギー消費量の同時測定により、特定の行動を繰り返すことで動物のエネルギー消費量に影響することを示すことができた。

また、静止時と水上滞在時のエネルギー消費量はそれぞれ  $204.3 \text{ kJ/day} \pm 22.4$ 、 $698.2 \text{ kJ/day} \pm 134.6$  であった。これらを用いて算出されたオオミズナギドリの平均飛行コストは静止時エネルギー消費量の2.9倍 ( $601.4 \text{ kJ/day}$ ) で、海鳥の中で最も低い水準であった。オオミズナギドリは相対的に大きな翼開長をもつが、これにより水平移動のコストを低下させる一方、はばたきによるコストが増加させられることが示唆された。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

### [雑誌論文](計 23件)

Mizutani Y, Tomita N, Niizuma Y, Yoda K, Environmental perturbations influence telomere dynamics in long-lived birds in their natural habitat, *Biol Lett*, 査読有, 9巻, 2013, 20130511.

DOI:10.1098/rsbl.2013.0511.

Kazama K, Hirata K, Yamamoto T, Hashimoto H, Takahashi A, Niizuma Y, Trathan PN, Watanuki Y, Movements and activities of four male Black-tailed Gulls in breeding and sabbatical years, *J Avian Biol*, 査読有, 44巻, 2013, 603-608.

DOI:10.1111/j.1600-048X.2013.00103.x

Shirai M, Ito M, Yoda K, Niizuma Y, Basal metabolic rate of Rhinoceros

Auklets *Cerorhinca monocerata* by measuring a respirometric method, *Mar Ornithol*, 査読有, 41巻, 2013, 151-153.

Shirai M, Niizuma Y, Tsuchiya K, Yamamoto M, Oka N. Sexual Size Dimorphism in Streaked Shearwaters (*Calonectris leucomelas*). *Ornithol Sci*, 査読有, 12巻, 2013, 57-62.

DOI:http://dx.doi.org/10.2326/osj.12.57

土屋健児, 風間健太郎, 井上裕紀子, 藤井英紀, 新妻靖章, 中部地域におけるカワウの育雛期の食性の繁殖地および年による違い, *日鳥学誌*, 査読有, 62巻, 2013, 57-63.

DOI:http://dx.doi.org/10.3838/jjo.62.57

Kazama K, Iwamoto MT, Hori Y, Niizuma Y, Effect of ambient air-temperature on food intake of captive sub-adult Great Cormorants *Phalacrocorax carbo hanedae*, *J Yamashina Inst Ornithol*, 査読有, 45巻, 2013, 46-52.

Kazama K, Murano H, Tsuzuki K, Fujii H, Niizuma Y, Mizota C, Input of seabird-derived nitrogen into rice-paddy fields near a breeding/roosting colony of the Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*), and its effects on wild grass, *Appl Geochem*, 査読有, 28巻, 2013, 128-134.

DOI:http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeochem.2012.10.001

Yoda K, Tajima T, Sasaki S, Sato K, Niizuma Y, Influence of Local Wind Conditions on the Flight Speed of the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo*, *Int J Zool*, 査読有, 2012巻, 2012, Article ID 187102, 7p.

DOI:10.1155/2012/187102

Ito M, Kazama K, Niizuma Y, Minami H, Tanaka Y, Watanuki Y, Prey resources used for producing egg yolks in four species of seabirds: insight from stable-isotope ratio, *Ornithol Sci*, 査読有, 11巻, 2012, 113-119.

DOI:http://dx.doi.org/10.2326/osj.11.113

Shirai M, Ito M, Yoda K, Niizuma Y, Applicability of the doubly labelled water method to the rhinoceros auklet, *Cerorhinca monocerata*, *Biol Open*, 査読有, 1巻, 2012, 1141-1145.

DOI:10.1242/bio.20122436. Epub 2012 Sep 7.

Kazama K, Niizuma Y, Watanuki Y. Occurrence patterns of intra-specific kleptoparasitism, chick-attack, and chick adoption in Black-tailed Gulls

(*Larus crassirostris*), Waterbirds, 査読有, 35 巻, 2012, 599-607.

DOI:http://dx.doi.org/10.1675/063.035.0409

Yoda K, Tomita N, Mizutani Y, Narita A, Niizuma Y, Spatio-temporal responses of black-tailed gulls to natural and anthropogenic food resources, Mar Ecol Prog Ser, 査読有, 466 巻, 2012, 249-259.

DOI:10.3354/meps09939

Shirai M, Yamamoto M, Ebine N, Yamamoto T, Trathan P, Yoda K, Oka N, Niizuma Y, Basal and field metabolic rates of Streaked Shearwater during chick-rearing period, Ornithol Sci, 査読有, 11 巻, 2012, 47-55.

DOI:http://dx.doi.org/10.2326/osj.11.47

井上裕紀子, 藤井英紀, 黒木博文, 土屋健児, 新妻靖章, 綿貫豊, 沿岸と内陸におけるカワウの産卵開始時期とその同調度合い, 日鳥学誌, 査読有, 61 巻, 2012, 6-16.

DOI:http://dx.doi.org/10.3838/jjo.61.6

Kazama K, Niizuma Y, Watanuki Y, Consistent individual variation in aggressiveness and behavioral syndrome across breeding contexts in changing environment in the Black-tailed Gull, J Ethol, 査読有, 30 巻, 2012, 279-28.

DOI:10.1007/s10164-011-0324-7

Kazama K, Niizuma Y, Sakamoto KQ, Watanuki Y, Factors affecting individual variation in nest defense intensity in colonially breeding Black-tailed Gulls, Can J Zool, 査読有, 89 巻, 2011, 938-944.

DOI:10.1139/z11-063

Niizuma Y, Relationship between body water and lipid in three seabird species, Leach's Storm-Petrels, Rhinoceros Auklets and Black-Tailed Gulls, Ornithol Sci, 査読有, 10 巻, 2011, 35-38.

DOI:http://dx.doi.org/10.2326/osj.10.35

Yamamoto M, Kato A, Niizuma Y, Watanuki Y, Naito Y, Oxygen store and diving capacity of Rhinoceros Auklet *Cerorhinca monocerata*, Ornithol Sci, 査読有, 10 巻, 2011, 27-34.

DOI:http://dx.doi.org/10.2326/osj.10.27

Tomita N, Kazama N, Naoki TOMITA, Sakai H, Sato M, Saito A, Takagi M, Niizuma Y, Intra- and inter-clutch variation in maternal yolk testosterone level in

the Black-tailed Gulls *Larus crassirostris*, Ornithol Sci, 査読有, 10 巻, 2011, 21-25.

DOI:http://dx.doi.org/10.2326/osj.10.21

Kazama K, Sakamoto KQ, Niizuma Y, Watanuki Y, Testosterone and breeding behavior in male Black-tailed Gulls: an implant experiment, Ornithol Sci, 査読有, 10 巻, 2011, 13-19.

DOI:http://dx.doi.org/10.2326/osj.10.13

その他 3 件

〔学会発表〕(計 43 件)

糸佑奈, 新妻靖章, 水谷友一, 永田瑞穂, 白井正樹, ウミネコにおける一腹卵数とエネルギー消費量, 日本生態学会第 61 回全国大会, 2014 年 3 月 17 日, 広島市  
Kazama K, Murano H, Niizuma Y, Mizota C, Ecosystem services provided by seabirds for terrestrial agriculture: cormorants feces contribute for rice crops at paddy fields near the colony, Pacific Seabirds Group 41th Annual meeting, 2014 年 2 月 21 日, USA, Alaska, Juneo

Kazama TM, Kazama K, Niizuma Y, Hori Y, Effect of ambient air-temperature on food intake captive sub-adult Great Cormorants, Pacific Seabirds Group 41th Annual meeting, 2014 年 2 月 20 日, USA, Alaska, Juneo

Kume Y, Niizuma Y, Mizutani Y, Nagata M, Shirai M. Field metabolic rates of Black-tailed Gulls incubating two and three eggs. Pacific Seabirds Group 41th Annual meeting, 2014 年 2 月 21 日, USA, Alaska, Juneo

糸佑奈, 新妻靖章, 水谷友一, 永田瑞穂, 白井正樹, 異なるクラッチサイズを持つウミネコのエネルギー消費量, 第 9 回日本バイオロギング研究会シンポジウム, 2013 年 11 月 7 日, 柏市

白井正樹, 山本麻希, 依田憲, 新妻靖章, 水域を利用する鳥類の着水時エネルギー消費速度と系統的近縁性の影響, 日本鳥学会 2013 年度大会, 2013 年 9 月 14 日, 名古屋市

永田瑞穂, 新妻靖章, 水谷友一, 風間健太郎, ウミネコにおける求愛給餌が繁殖に与える影響, 日本鳥学会 2013 年度大会, 2013 年 9 月 14 日, 名古屋市

糸佑奈, 永田瑞穂, 水谷友一, 白井正樹, 新妻靖章, 産卵数の大きいウミネコはエネルギー消費量も大きいのか?, 日本鳥学会 2013 年度大会, 2013 年 9 月 14 日, 名古屋市

Niizuma Y, Kume Y, Mizutani Y, Nagata M, Shirai M, Female parents being

larger wing area have larger clutch size in Black-tailed Gulls, 日本鳥学会 2013 年度大会, 2013 年 9 月 14 日, 名古屋市

Shirai M, Yamamoto M, Yoda K, Niizuma Y, Active-specific metabolic rate and energy budget during foraging trip in Streaked Shearwater *Calonectris leucomelas*, PSG 's 40<sup>th</sup> Annual Meeting, 2013 年 2 月 23 日, Portland, USA

糸佑奈, 新妻靖章, 風間健太郎, 伊藤元裕, 山下麗, 綿貫豊, オキアミとイカナゴを給餌したウトウ雛の消化率と成長, 日本鳥学会 100 周年記念大会 2012 年 9 月 15 日, 東京都文京区

高橋晃周, 伊藤元裕, 鈴木優也, 綿貫豊, 山本誉士, 飯田高大, Phil Trathan, 新妻靖章, 桑名朝比呂, ウトウの渡り・越冬生態, 日本鳥学会 100 周年記念大会, 2012 年 9 月 15 日, 東京都文京区

風間健太郎, 平田和彦, 山本誉士, 橋本啓史, 高橋晃周, 新妻靖章, Trathan P.N., 綿貫豊, ウミネコの非繁殖期の渡り移動と行動: 繁殖した個体と繁殖を見送った個体との比較, 日本鳥学会 100 周年記念大会, 2012 年 9 月 17 日, 東京都文京区

Shirai M, Matsumoto S, Fujii K, Niizuma Y, Yamamoto M, Yoda K, Female Streaked Shearwaters *Calonectris leucomelas* increase their body condition before long migration, Joint Meeting of the 59th Annual Meeting of ESJ and the 5th EAFES International Congress, 2012 年 3 月 18 日, Otsu

依田憲, 富田直樹, 水谷友一, 成田章, 新妻靖章, 多様な餌資源に対するウミネコの時空間的対応, 第 7 回日本バイオロギング研究会シンポジウム, 2011 年 11 月 2 日, 名古屋市

水谷友一, 富田直樹, 新妻靖章, 依田憲, 経年的変化でみてきたウミネコのテロメア変化パターン, 第 7 回日本バイオロギング研究会シンポジウム, 2011 年 11 月 2 日, 名古屋市

山本純也, 土屋健児, 藤井英紀, 日野輝明, 新妻靖章, 依田憲, 鉄塔に営巣するカワウの繁殖成績の差異, 第 7 回日本バイオロギング研究会シンポジウム, 2011 年 11 月 2 日, 名古屋市

小田英美子, 白井正樹, 山本麻希, 新妻靖章, 依田憲, オオミズナギドリの安静時代謝速度の計測およびアロメトリー推定式との比較, 第 7 回日本バイオロギング研究会シンポジウム, 2011 年 11 月 2 日, 名古屋市

富田直樹, 水谷友一, 新妻靖章, ウミネコにおける非繁殖期の渡りの経路と越冬地, 日本鳥学会 2011 年度大会, 2011 年 9

月 17 日, 大阪市

新妻靖章, 白井正樹, 土屋健児, 岡奈理子, ミズナギドリ類の翼形状の性的二型は生態的な性差を説明するか?, 日本鳥学会 2011 年度大会, 2011 年 9 月 18 日, 大阪市

その他 23 件

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕  
出願状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

新妻 靖章 (NIIZUMA Yasuaki)  
名城大学・農学部・准教授  
研究者番号: 00387763

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号: