

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 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：2014～2016

課題番号：26550052

研究課題名(和文) 海洋越境汚染物質の海鳥類を用いた生態系への影響評価

研究課題名(英文) Seabirds as indicators of marine pollution from Asian anthropogenic emissions

研究代表者

新妻 靖章(Niizuma, Yasuaki)

名城大学・農学部・教授

研究者番号：00387763

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：海洋生態系の高次消費動物である海鳥類を指標生物として、生態系への蓄積量を定量的に分析し、生物濃縮過程を明らかにすることを目的とした。重金属の蓄積について分析した結果、太平洋側で繁殖する海鳥類は日本海側に比べ水銀蓄積濃度が2-3倍程高いことがわかった。水銀の生体内の濃縮においては、種内においては、種ごとあるいは個体ごとで保有する腸内細菌の違いが影響することが示唆された。有機塩素化合物の一種である塩素化多環芳香族炭化水素類について分析した。その結果、PAHsの蓄積は生殖器で最も高く、成鳥においてPAHsが蓄積する傾向があった。PAHsの蓄積は外的要因によるものであると考えられた。

研究成果の概要(英文)：We examined the process of bioaccumulation and biomagnification in marine ecosystem using seabirds being top predator of marine ecosystem as monitor of environmental pollution. We collected Black-tailed Gull carcasses from the breeding colony on Kabushima, western Pacific Ocean, and Rhinoceros Auklet carcasses from the breeding colony on Teuri island, Sea of Japan. The mercury concentrations in gulls were 2-3 times higher than auklets. In the bioaccumulation, the enterobacterial flora may allow seabirds excrete mercury from their body from analysis of the enterobacterial flora of Streaked Shearwaters carcasses and their mercury concentrations in livers. We analysed chlorinated polycyclic aromatic hydrocarbons (Cl-PAHs) of adults and chicks in gulls. Gulls accumulated highest Cl-PAHs concentration in their reproductive organs among other organs and adults higher concentration than chicks. Gulls may bioaccumulate Cl-PAHs through the intake of foods, water, or air.

研究分野：動物生理生態学

キーワード：水銀 越境汚染物質 多環芳香族化合物 腸内細菌 海鳥

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、東アジア諸国では急速な経済発展に伴い大量のエネルギーが消費され、二酸化炭素、窒素酸化物、硫黄酸化物、エアロゾルといった様々な汚染物質が排出されている。これら汚染物質は河川へ流出し、海流によって日本列島の沿岸部にも拡大している。このような現象は越境汚染として国際的な環境問題として定着しているが、我が国における越境汚染による被害の大きさについては全く把握できていない。

海鳥は海洋生態系における高次消費動物であるため、生物濃縮過程により海洋汚染物質を蓄積し、生体への影響を受けやすい。海鳥類の越境汚染物質の蓄積やその影響については全く知られていない。

越境汚染による環境影響を解明するには、どのような有害物質がどれくらい飛来しているのか、また生態系への影響の大きさを継続的にモニターする必要がある。海鳥類は、繁殖において集団営巣地をつくる。営巣地内で糞をしたり、餌となる魚類を吐き戻したりするため、土壌に汚染物質が蓄積される。また、他の鳥類に比べ、捕獲することが容易で、生体への蓄積の影響も評価することが可能である。そこで、営巣地内の土壌および生態系の生産者である植物、高次消費者である海鳥、分解者である微生物および海鳥の餌生物である低次消費者の魚類が、どのような残留性化学物質(多環芳香族、有機塩素系化合物、重金属)が生態系に蓄積しているのかを定量的に評価し、越境汚染の程度を把握する必要がある。

### 2. 研究の目的

特に中国における経済発展が著しいため汚染物質の流入は、太平洋沿岸に比べ日本海沿岸において著しいと予想される。日本海と太平洋沿岸で繁殖する海鳥を越境汚染物質のモニタリング種とし、生態系への蓄積量を定量的に分析し、広域的なモニタリング体制を確立する。越境汚染マーカーとして重金属ならびに有機塩素化合物に着目し、各ウミネコの営巣地から採集された土壌、植物、微生物、魚類および海鳥における蓄積量をGC/MSを用いて解析する。各媒体の蓄積量の結果から生態系における汚染物質の生物濃縮過程を明らかにする。

### 3. 研究の方法

1). 重金属の蓄積について、ウミネコ (*Larus crassirostris*) を青森県八戸市蕪島、ウトウ (*Cerorhinca monocerata*) を北海道天売島で繁殖期に死体を集めた。重金属濃度の分析に供するため、死体から羽と体組織を取り出した。羽は、胸羽、尾羽、初列風切羽 P1-5、初列風切羽 P6-10、次列風切羽に分けて採取した。採取した羽の毛根は全て切除し、純水と石油エーテルで洗浄した後、50℃で24時間乾燥させた。体組織とし

て、心臓、胸筋、肝臓、脳、腎臓を採取した。採取した体組織を凍結乾燥した。乾燥したそれぞれのサンプルは、凍結粉碎した。粉碎した試料は、エネルギー分散型蛍光X線分析装置 (EDXL 300) を使用し、重金属濃度を測定した。13羽のウミネコを採集したが、7羽のウミネコは採集した時点で内臓が捕食されていたため、内臓については6羽から、羽については13羽から採集し、分析した。ウトウについては6羽採集し、全ての個体については内臓と羽について分析した。ウトウについては6羽のウミネコを採集したが、1羽のウミネコは採集した時点で内臓が捕食されていたため、内臓については5羽から、羽については5羽から採集し、分析した。

2). 1)で水銀濃度を分析した結果、海鳥類は高濃度で水銀を蓄積していたため、特に有機水銀に対する耐性を持つ腸内細菌に注目し分析した。東南アジア海域で越冬するオオミズナギドリ (*Calonectris leucomelas*) について、伊豆諸島沖で混獲された3個体より肝臓および腸内の糞および、蕪島で繁殖するウミネコ3個体より糞を採集した。採集した糞から腸内細菌のDNAを抽出し、PCR法により腸内細菌の16SrRNA遺伝子のV3-V4領域である約200bp相当の遺伝子を増幅させた。このDNAに対して次世代シーケンサー (HiSeq2000) を用いた腸内細菌叢の群集構造解析を行った。水銀耐性菌の判断はOsborn et. al., 1997に基づいて判断した。取り出した肝臓については、乾燥後粉碎し、水銀濃度を水銀分析計 (MA-3000) により分析した。

3). 化学汚染物質として有機塩素化合物の一種である塩素化多環芳香族炭化水素類 (C1PAHs) について分析した。特に、人間活動の影響が大きいと考えられるC1PAHsおよびC1PAHsの親化合物であるPAHsについて蕪島で採集されたウミネコの生体蓄積性評価を行った。生体サンプルは夾雑物が多く含まれているため、MSMS分析が可能で高感度な分析が期待できるイオントラップGCMSを用いて分析を行った。

### 4. 研究成果

1). 蕪島のウミネコの水銀濃度は、羽では、初列風切羽 P1-5 で  $11.2 \pm 4.9$  ( $\mu\text{g/g dry weight} \pm \text{S.D.}$ )、胸羽で  $6.5 \pm 2.0$ 、次列風切羽で  $2.8 \pm 1.9$ 、初列風切羽 P6-10 で  $2.5 \pm 1.9$ 、尾羽で  $1.6 \pm 1.4$  であった。肝臓では  $10.7 \pm 6.5$  ( $\mu\text{g/g dry weight} \pm \text{S.D.}$ )、腎臓では  $6.7 \pm 4.8$ 、心臓では  $4.5 \pm 3.0$ 、胸筋では  $3.3 \pm 2.3$ 、脳では  $2.8 \pm 2.3$  であった。天売島で採取されたウトウの水銀濃度は、羽については、胸羽で6羽から水銀が検出され、 $5.7 \pm 2.0$  であった。尾羽からは水銀の検出はなかった。初列風切羽 P1-5 から1羽で水銀が検出され  $4$  ( $\mu\text{g/g dry weight}$ ) であった。初列風切羽

P6-10では、2羽から水銀が検出され2と3であった。次列風切羽では、3羽から水銀が検出され2-3であった。肝臓では $3.4 \pm 1.1$ 、腎臓では4羽から検出され $2.5 \pm 0.1$ 、心臓では2羽から検出され2、大胸筋では1羽から検出され2、脳からは検出されなかった。太平洋側に位置する燕島において、日本海側の天売島よりも海鳥類の水銀蓄積濃度が高いことがわかった。

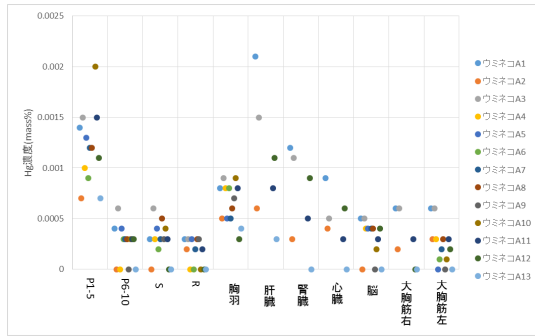


図1. 燕島で採取されたウミネコの羽および各臓器の水銀濃度。

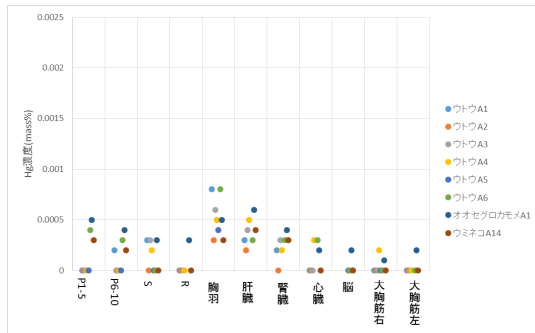


図2. 天売島で採集されたウトウの羽および各臓器の水銀濃度。図中には、天売島で採集されたオオセグロカモメ (*L. schistisagus*) と北海道利尻島で採集されたウミネコも含む。

1974年に松山で捕獲された個体と1999-2001年に北海道利尻島で捕獲されたウミネコについて水銀濃度が測定されており (Lee et al. 1987; Agusa et al. 2005), 本研究の方が高いことがわかった。これは、ウミネコの主な餌となるカタクチイワシ (*Engraulis japonica*) などの浮魚類の水銀濃度が近年高まってきていることと関連があるだろう。浮魚類の高い水銀濃度は、アジア地域からの水銀排出量の増加が関係していることが多くの研究で指摘されている (Lamborg et al. 2013)。

ウトウについては、10年以上以前に水銀が測定された研究例がなく、近年水銀濃度が高まっているのかどうかについては、判断できなかった。

2) オオミズナギドリの腸内細菌は *Lactobacillus* 属や *Weissella* 属といった乳酸菌に相当する塩基配列が半数を占めた。水銀耐性菌の割合はそれぞれ 3.48%, 12.42%, 15.82% であった。肝臓中の水銀濃度は、4.9ppm, 2.1ppm, 1.4ppm と水銀耐性菌の割

合が増えると減少する傾向があった。ウミネコからは *Klebsiella* 属というヒトの常在菌や *Peptostreptococcus* 属といった抗生物質耐性菌の配列が存在した。水銀耐性菌として報告されている *Clostridium* 属や *Enterococcus* 属の配列が存在し、その割合は 42.39%, 35.86%, 57.18% であった。オオミズナギドリ3羽の肝臓の水銀濃度は ( $3.249\text{ppm} \pm 0.239$ ), 燕島で繁殖するウミネコ ( $10.7\text{ppm} \pm 6.5$ ) より低い値であった。種間で比べると、水銀耐性菌の割合と水銀蓄積の関係はみられないようだ。汚染物質の流入量の違いだけでなく、種ごとあるいは個体ごとで保有する腸内細菌の違いにより、水銀汚染の影響が異なる可能性が示唆された。

3) PAHsの蓄積は生殖器で最も高く、次いで腎臓、肺、胃内容物、腸、糞、心臓、肝臓、大胸筋、脳、胃、腸内容物、脾臓という結果となった。PAHsの蓄積において、臓器別蓄積は高い順に、腎臓、肺、心臓、肝臓、大胸筋といった順であり、本研究と類似した結果であった (Zhang et al., 2015)。

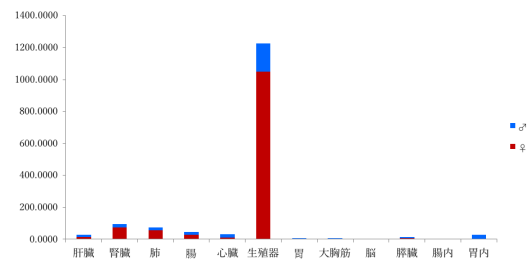


図3. ウミネコ成鳥におけるPAHs蓄積量。

胃、大胸筋、腸内容物以外において成鳥の方が幼鳥よりPAHsの高い蓄積がみられた。例外はあるが、成鳥にPAHsが蓄積する傾向があり、PAHsの蓄積は外的要因によるものであると考えられる。また、幼鳥においてCIPAHsは未検出であった。CIPAHsにおいて蓄積は親から移行せず、外的要因であるものであると考えられる。

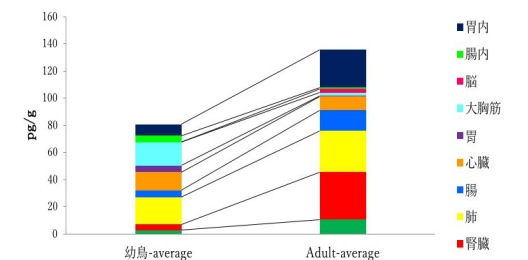


図4. 幼鳥と成鳥の臓器別PAHs蓄積の違い。

PAHsにおいては、残留性は環境ごとでことなるが、CIPAHsは残留性や蓄積性がPAHsに比べ高いことが予想される。PAHsにおける代謝経路は解明されつつあるが、CIPAHsにおいては未だ解明されていない。よって生体におけるCIPAHsの代謝経路を解明しなければならないだろう。

近年、東アジア地域から越境汚染の影響として、海洋生態系の高次消費動物である

海鳥に高い濃度で蓄積していることが明らかとなった。しかし、汚染物質の蓄積経路や生体への影響については不明な点が多く、今後解決されるべき課題である。

<引用文献>

Agusa T, Matsumoto T, Ikemoto T, Anan Y, Kubota R, Yasunaga G, Kunito T, Tanabe S, Ogi H & Shibata Y, Body distribution of trace elements in black-tailed gulls from Rishiri Island, Japan: Age-dependent accumulation and transfer to feathers and eggs, *Environ Toxicol Chem*, 24 巻, 2005, 2107-2120.  
Lamborg C, Bowman K, Hammerschmidt C, Gilmour C, Munson K, Selin N & Tseng CM, Mercury in the Anthropocene Ocean, *Oceanogr*, 27 巻, 2014, 76-87.  
Lee DP, Honda K & Tatsukawa R, Comparison of tissue distributions of heavy metals in birds in Japan and Korea. *J Yamashina Inst Ornith*, 19 巻, 1987, 103-116.  
Osborn AM, Bruce KD, Strike P & Ritchie DA, Distribution, diversity and evolution of the bacterial mercury resistance (*mer*) operon, *FEMS Microbiol Rev*, 19 巻, 1997, 239-262.  
Zhang Y, Cui B, Zhang Q & Liu X, Polycyclic aromatic hydrocarbons in the food web of coastal wetlands: distribution, sources and potential toxicity, *CLEAN-Soil Air Water*, 43 巻, 2015, 881-891.

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 21 件)

Mizutani Y, Niizuma Y, Yoda K, How Do Growth and Sibling Competition Affect Telomere Dynamics in the First Month of Life of Long-Lived Seabird?, *PLoS ONE*, 査読有, 11 巻, 2016, e0167261.

DOI:

<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0167261>

Goswami P, Ohura T, Guruge KS, Yoshioka M, Yamanaka N, Akiba M, Munuswamy N, Spatio-temporal distribution, source, and genotoxic potential of polycyclic aromatic hydrocarbons in estuarine and riverine sediments from southern India. *Ecotoxicol Environ Saf*, 査読有, 130 巻, 2016, 113-123.

DOI: 10.1016/j.envpol.2014.10.028

Kamiya K, Ikemori F, Ohura T, Optimisation of pre-treatment and ionisation for GC/MS analysis for the determination of chlorinated PAHs in atmospheric particulate samples, *Int J*

*Environ Anal Chem*, 査読有, 95 巻, 2015, 1157-1168.

DOI: 10.1080/03067319.2015.1048439

Kakimoto K, Nagayoshi H, Inazumi N, Tani A, Konishi Y, Kajimura K, Ohura T, Nakano T, Tang N, Hayakawa K, Toriba A, Identification and characterization of oxidative metabolites of 1-chloropyrene. *Chem Res Toxicol*, 査読有, 26 巻, 2015, 1728-1736.

DOI: 10.1021/acs.chemrestox.5b00173

Sakai M, Deguchi D, Hosoda A, Kawauchi T, Ikenaga M, *Ammonibacillus agariperforans* gen. nov., sp. nov., a thermophilic, agar-degrading bacterium isolated from compost, *Int. J. Syst. Evol. Microbiol*, 査読有, 65 巻, 2015, 570-577.

DOI: 10.1099/ijs.0.067843-0

Shirai M, Niizuma Y, Yamamoto M, Oda E, Ebine N, Oka N, Yoda K, High levels of isotope elimination improve precision and allow individual-based measurements of metabolic rates in animals using the doubly labeled water method, *Physiol Rep*, 査読有, 3 巻, 2015, e12552.

DOI: 10.14814/phy2.12552

Mori T, Miyata N, Aoyama J, Niizuma Y, Sato K, Estimation of metabolic rate from activity measured by recorders deployed on Japanese sea bass *Lateolabrax japonicas*, *Fish Sci*, 査読有, 81 巻, 2015, 871-882.

DOI: 10.1007/s12562-015-0910-7

桑佑奈, 新妻靖章, 風間健太郎, 伊藤元裕, 山下麗, 綿貫豊, イカナゴとオキアミを給餌したウトウ雛の消化率と成長, *日鳥学誌*, 査読有, 64 巻, 2015, 219-226.

DOI: <http://doi.org/10.3838/jjo.64.219>

Niizuma Y, Shirai M, Applicability of a single-sample approach for doubly labelled water method to Streaked Shearwater (*Calonectris leucomelas*), *Ornithol Sci*, 査読有, 14 巻, 2015, 21-28.

DOI: <http://dx.doi.org/10.2326/osj.14.21>

Kazama K, Murano H, Tomita N, Hosoda A, Niizuma Y, Mizota C, Effects of Tsunami flooding on ornithogenic nitrogen in soils under breeding colony of Black-tailed Gulls, *Ornithol Sci*, 査読有, 14 巻, 2015, 29-39.

DOI: <http://dx.doi.org/10.2326/osj.14.29>

Tomita N, Mizutani Y, Trathan PN, Niizuma Y, Relationship between non-breeding migratory movements and stable isotopes of nitrogen and carbon from primary feathers in Black-tailed Gull *Larus crassirostris*, *Ornithol Sci*, 査読有, 14 巻, 2015, 3-11.

DOI: <http://dx.doi.org/10.2326/osj.14.3>

Takahashi A, Ito M, Suzuki Y, Watanuki Y, Thiebot J-B, Yamamoto T, Iida T, Trathan P, Niizuma Y, Kuwae T, Migratory movements of rhinoceros auklets in the northwestern Pacific: connecting seasonal productivities, *Mar Ecol Prog Ser*, 査読有, 525 巻, 2015, 229-243.

DOI: 10.3354/meps11179

Watanuki Y, Yamamoto T, Yamashita A, Ishii C, Ikenaka Y, Nakayama SMM, Ishizuka M, Suzuki Y, Niizuma Y, Meathrel CE, Phillips RA, Mercury concentrations in primary feathers reflect pollutant exposure in discrete non-breeding grounds used by Short-tailed Shearwaters, *J Ornithol*, 査読有, 156 巻, 2015, 847-850.

DOI: 10.1007/s10336-015-1205-6

Sakai M, Deguchi D, Hosoda A, Kawauchi T, Ikenaga M, *Ammonibacillus agariperforans* gen. nov., sp. nov., a thermophilic, agar-degrading bacterium isolated from compost, *Int. J. Syst. Evol. Microbiol*, 査読有, 65 巻, 2015, 570-577.

DOI: 10.1099/ijs.0.067843-0. Epub 2014 Nov 17.

Sakakibara H, Ohura T, Kamiya Y, Yamanaka N, Shimada N, Shiomi K, Guruge KS, Sex-dependent difference in the hepatic and pulmonary toxicological effects in mice administered 7-chlorinated benz[a]anthracene, *Fund Toxicol Sc*, 査読有, 1 巻, 2014, 101-108.

DOI: <http://doi.org/10.2131/fts.1.101>

Kakimoto K, Nagayoshi H, Konishi Y, Kajimura K, Ohura T, Hayakawa K, Toriba A, Atmospheric chlorinated polycyclic aromatic hydrocarbons in East Asia, *Chemosphere*, 査読有, 111 巻, 2014, 40-46.

DOI: 10.1016/j.chemosphere.2014.03.072

Sakai M, Hosoda A, Ogura K, Ikenaga M, The Growth of *Steroidobacter agariperforans* sp. nov., a Novel Agar-Degrading Bacterium Isolated from Soil, is Enhanced by the Diffusible Metabolites Produced by Bacteria Belonging to Rhizobiales, *Microbes Environ*, 査読有, 29 巻, 2014, 89-95.

DOI: 10.1264/jsme2.ME13169

Morishita C, Minakuchi C, Yokoi T, Takimoto S, Hosoda A, Akamatsu M, Tamura H, Nakagawa Y, cDNA cloning of ecdysone receptor (EcR) and ultraspiracle (USP) from *Harmonia axyridis* and *Epilachna vigintioctopunctata* and the evaluation of the binding affinity of ecdysone agonists to the in vitro translated EcR/USP heterodimers, *J Pestic Sci*, 査読有, 39 巻, 2014, 76-84.

DOI:

<http://doi.org/10.1584/jpestics.D13-074>

Niizuma Y, Tsuchiya K, Kume K, Beesy T, Kazama K, Nutritional Composition and Energetic values of Diet of Great Cormorant, *J Yamashina Int Ornithol*, 査読有, 45 巻, 2014, 93-97.

鈴木優也, 伊藤元裕, 風間健太郎, 新妻靖章, 綿貫豊, ウトウの卵容積には餌の栄養段階ではなく親の栄養状態が影響する, *日鳥学誌*, 査読有, 63 巻, 2014, 279-287.

DOI: <http://doi.org/10.3838/jjo.63.279>

〔学会発表〕(計 37 件)

Kazama K, Kazama MT, Murano H, Sato M, Kosugi K, Niizuma Y, Mizota C, Connectivity between offshore and nearshore ecosystem dynamics via nutrient transport and supplying by breeding seabirds, Pacific Seabird Group 44th Annual Meeting (国際学会), 2017 年 02 月 22~25 日, Tacoma, Washington, USA  
新妻靖章, 山本誉士, 伊勢湾フェリーを利用した冬季におけるウミスズメ出現数と黒潮の関係, 日本鳥学会 2016 年度大会, 2016 年 09 月 16~19 日, 札幌市.

梅山愛加, 新妻靖章, 水上・地上でのウトウの安静時代謝率の変化と比較, 日本鳥学会 2016 年度大会, 2016 年 09 月 16~19 日, 札幌市.

安西理恵, 利光菜, 細田晃文, 新妻靖章, オオミズナギドリとウトウの腸内細菌叢, 日本鳥学会 2016 年度大会, 2016 年 09 月 16~19 日, 札幌市.

鷺見知美, 新妻靖章, 井上裕紀子, 香山薫, 五嶋渉, 吉川尚基, 栄養状態が代謝率と炭素・窒素安定同位体比に及ぼす影響, 日本鳥学会 2016 年度大会, 2016 年 09 月 16~19 日, 札幌市.

Niizuma Y, Yamamoto T, Interannual variation in abundance of ancient murrelets in Ise Bay, Pacific seabird Group 43th Annual Meeting, 2016 年 02 月 10~13 日, Turtle Bay, Hawaii, USA.

風間健太郎, 浅井綾加, 風間麻未, 神藤定生, 新妻靖章, 綿貫豊, ウミネコオスによる産卵前の配偶者防衛行動の効果とコスト, 日本鳥学会 2015 年度大会, 2015 年 09 月 18~21 日, 神戸市.  
土屋健児, 風間健太郎, 新妻靖章, カワウ営巣地におけるアオサギによる非侵襲的餌略奪, 日本鳥学会 2015 年度大会, 2015 年 09 月 18~21 日, 神戸市.  
加藤由佳, 新妻靖章, 水谷友一, 風間健太郎, 観光地における給餌による繁殖中のウミネコの栄養状態への影響, 日本鳥学会 2015 年度大会, 2015 年 09 月 18~21 日, 神戸市.

綿貫豊, 山下愛, 石塚真由美, 池中良徳, 中山翔太, 石井千尋, 山本誉士, 伊藤元裕, 桑江朝比呂, 鈴木裕也, 新妻靖章, Meathre CE, Trathan PN, Phillips RA, 渡り性海鳥 2 種の越冬期と羽の水銀濃度, 第 24 回環境化学討論会, 2015 年 06 月 24~26 日, 札幌市.

Nagata M, Yoda K, Mizutani Y, Niizuma Y, Individual consistency of migration route and activities of black-tailed gulls, Pacific Seabird Group 42nd Annual Meeting, 2015 年 02 月 17 日, San Jose, USA.

新妻靖章, 鳥類を対象とした DLW 法の実際, DLW Workshop 2014, 2014 年 10 月 13 日, 国立栄養・健康研究所, 東京都.

Masaki S, Niizuma Y, Yamamoto M, Ebine N, Yoda K, Energy allocation strategies during foraging in a pelagic seabird, Streaked Shearwater, The 3rd International Conference on Recent Advances and Controversies in Measuring Energy Metabolism, 2014 年 10 月 11 日, 国立栄養・健康研究所, 東京都.

Kazama K, Murano H, Niizuma Y, Mizota C, Input of ornithogenic nitrogen into paddy fields near a breeding colony of the Great Cormorants, and its contributions for rice crops, 36th International Ornithological Conference, 2014 年 08 月 24 日, **立教大学, 東京都**.

Niizuma Y, Shirai M, Applicability of single-sample doubly labelled water method to Streaked Shearwater (*Calonectris leucomelas*), 36th International Ornithological Conference, 2014 年 08 月 20 日, **立教大学, 東京都**.

〔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・教授  
研究者番号 : 00387763

(2) 研究分担者  
大浦 健 (OHURA Takeshi)  
名城大学・農学部・教授  
研究者番号 : 60315851

細田 晃文 (HOSODA Aki fumi)  
名城大学・農学部・准教授  
研究者番号 : 50434618

(3) 連携研究者  
( )

研究者番号 :

(4) 研究協力者  
( )