

令和 2 年 7 月 14 日現在

機関番号：82617

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00642

研究課題名(和文) 福島原発由来の放射性物質の生物濃縮リスク評価を目指して：漂着鯨類を活用した場合

研究課題名(英文) Evaluation on activities of radiocesium released by the FNPP1 accident damaged by The Great East Japan Earthquake. - preliminary study using stranded odontoceti -

研究代表者

田島 木綿子(TAJIMA, YUKO)

独立行政法人国立科学博物館・動物研究部・研究主幹

研究者番号：00450635

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：東日本大震災時に福島原発から流出した放射性物質の海洋生物の被曝状況とリスク評価を漂着鯨類を用いて体系的アプローチを実施した。放射性セシウムCs-137はコントロール数個体からも検出されたが、これは主に1950年代以降の大気圏内核実験に伴うCs-137との解釈ができ、実際魚類でも震災前にCs-137が0.数ベクレル程度日本沿岸で検出されている。しかし今回は半減期の短いCs-134も震災後個体から検出され、特に沿岸性スナメリで高値を示した。福島原発由来の放射性セシウムが野生鯨類に蓄積していることが示され、その値が経年的に低下してたこともこれを支持し、その実効生態学的半減期は338日数と算出された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

東日本大震災時に福島原発から流出した放射性物質の海洋生物の被曝状況とリスク評価を漂着鯨類を用いて体系的アプローチを実施した。放射性セシウムCs-137(半減期30.1年)が22個体、Cs-134(半減期2.06年)が9個体から検出され、特に沿岸性スナメリで高値を示した。これは、福島原発由来の放射性セシウムが野生鯨類に蓄積していることが示され、その値が経年的に低下してたこともこれを支持し、その実効生態学的半減期は338日数と算出された。

研究成果の概要(英文)：Radiocesium (¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs) activity concentrations in muscle tissues of 26 stranded toothed whales including some as the controls were measured to assess the radiocesium contamination in marine mammals after the FNPP1 accident caused by the GEJ Earthquake on 11 March 2011. ¹³⁷Cs (half-life: 30.1 y) were detected from 23 whales collected 134-2185 days after the FNPP1 accident at 111-845 km far from the FNPP1. Of these, ¹³⁴Cs (half-life: 2.06 y) were detected from 9 finless porpoises. One of them collected in December 2011 from Sammu City, 210 km south from the FNPP1, showed a high total Cs of 1620 Bq/kg-wet. ¹³⁷Cs was not detected in the testes of 4 whales using electron-probe X-ray microanalysis. Some of the thyroid gland showed fibrosis and follicular adenoma. The results demonstrated radiocesium released from the FNPP1 was bio-accumulated in toothed whales, although almost all the values were under the Japanese food safety level.

研究分野：海棲哺乳類学、保全医学

キーワード：放射性物質 セシウム ストランディング 鯨類 福島原発 東日本大震災 イルカ クジラ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2011年3月11日に発生した未曾有の東日本大震災からはや6年が経過した。それと同時に世界中を脅威にさらし、現在でも未解決問題が山積みである東京電力福島第一原子力発電所(福島原発)事故は記憶に新しい。当時の日本政府や各メディアの様々な情報では、福島原発から放射性物質は大気、土壌および海洋へ確実に流出した(図1.図2.図3.図4)。

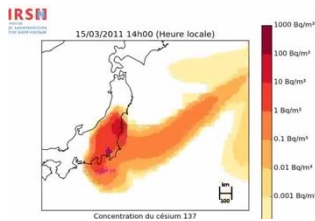


図1. 2011年3月15日に放射能汚染地図

<http://saigaiyouhou.com/blog-entry-1431.html>

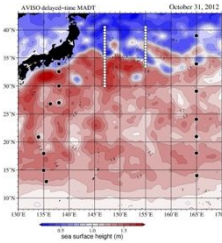


図2. 海洋表面の放射性セシウム濃度、
2012年9月31日の記録
(Kaeriyama H, et al., 2016)

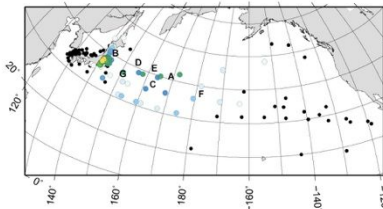


図3. 2011年4月から6月の海洋表面¹³⁴Csセシウム¹³⁴

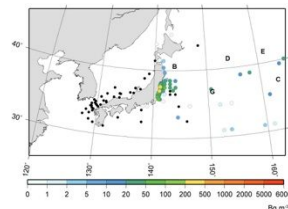


図4. 2011年4月から6月の日本
沿岸の海洋表面

地震発生直後は日本中が大混乱に見舞われ、被災野生動物への配慮にまで手が回らなかったことは反省すべき点である。なぜなら、環境へ流出した放射性物質の多くは、その半減期が20年30年と長いスパンであり、長期的な経過観察が多方面で必須であり、一刻の猶予も許されていない。それでも陸棲哺乳類・植物については、2012年7月に「福島大学環境放射能研究所」が設立され、チェルノブイリ原発事故で得られた成果をもとに、警戒区域内で安楽死した肉牛、野生下のニホンザル、イノシシ、げっ歯類、カラス、植物について、放射性物質(Cs-134, 137, 131など)の蓄積量ならびに被曝状況(染色体、血液、生殖腺、内分泌器官)の調査が環境省協力のもと精力的に実施され、各器官にチェルノブイリと類似した異常が認められている(平成26年度野生動植物への放射線影響に関する意見交換会要旨集)。淡・海水魚も調査され、海水魚類筋肉からは高濃度のCsが検出され(業績4,5,6,12,26)、血液リンパ構造の重大な変化や血球非定型核などが確認されているが、海洋生態系の頂点である海棲哺乳類は調査対象に含まれていないのが現状である。日本では、年間300件以上海棲哺乳類の漂着報告がある。1日1頭がどこかの海岸で死んでいる計算になる。国立科学博物館では長年漂着海棲哺乳類の調査・研究を博物館活動の一環として継続している。震災直後も千葉県・茨城県の漂着個体を回収し、放射性物質の解析に供した。その結果、震災1ヶ月後の2011年4月11日に千葉県山武郡で発見されたスナメリ(沿岸性の小型ハクジラ)の筋肉中からCs-134は基準値(食品基準値100Bq/kg)以下だが予想以上に高値の8.44、Cs-137も11.01という値を示した。放射性物質が確実に海洋へ流出し、生物濃縮していることを支持した。さらに、こうした放射性物質は海流とともに北半球を回遊していることが示されている。実際、日本より遙か遠い北太平洋沖合の海水表面でCs-134が高値を示す結果がある(図5)。Cs-134が高値を示す海水域には多くの鯨類が棲息し、摂餌・出産し、大規模回遊する

ため、放射性物質も生物濃縮し、回遊する。実際、我々の最近の予備解析でも海水 Cs 値よりも数種の鯨類筋肉内 Cs は高値を示している。

2. 研究の目的

東日本大震災時に福島原発から大量流出した放射性物質の海洋環境と生物の被曝状況とリスク評価を、海洋生態系の頂点に位置する鯨類の漂着個体を用いて体系的研究を実施した。

3. 研究の方法

材料：発生後 5 年間に当該周辺の漂着鯨類 6 種23個体、コントロール漂着鯨類 4 種22個体、合計8種45個体。

方法：(1) 筋肉内の放射性セシウムCs-137とCs-134をゲルマニウム半導体検出器で測定。

(2) 放射性セシウム測定後、選別 4 種 4 個体の精巢で放射線感受性試験を実施。

(3) 当該周辺の漂着鯨類25個体の甲状腺を病理学的観察。

4. 研究成果

(1) Cs-137（半減期30.1年）は、震災発生から134-2053日数後の22個体より検出され、原発から111-266km圏内地点であった。Cs-134（半減期2.06年）は、Cs-137も検出されたスナメリ 9 個体から検出。特に2011年11月に千葉県山武市（原発から南方210km）のスナメリ 1 個体から、1620 Bq/kg-wetという高値を検出。その他 8 個体は、国内食品用安全基準値100 Bq/kg以下であった。コントロールとした被災発生前の茨城県 2 個体と北海道 1 個体からはトータルCsは検出されなかったが、九州・四国の数個体からCs-137は0.数ベクレル程度検出された。しかし、Cs-134はコントロールのどの個体からも検出されなかった。

(2) 放射線感受性試験において、4 個体とも精子形成異常の所見は認められず、セシウムも検出されなかった。

(3) 病理学的な研究より、中等度から軽度の線維化（写真1）や甲状腺嚢胞、腺腫（写真2）をスナメリ8個体とスジイルカ 1 個体で観察。

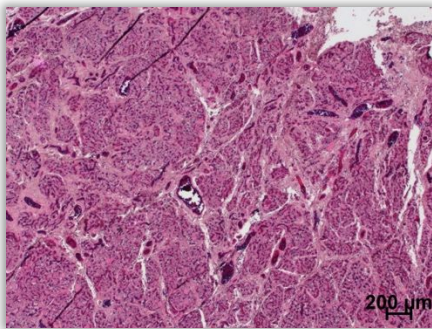


写真 1

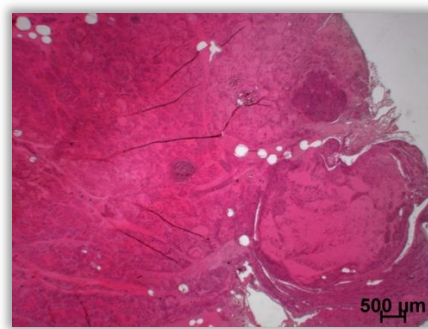


写真 2

(4) スナメリの実効生態学的半減期は338日数となった(図1)。

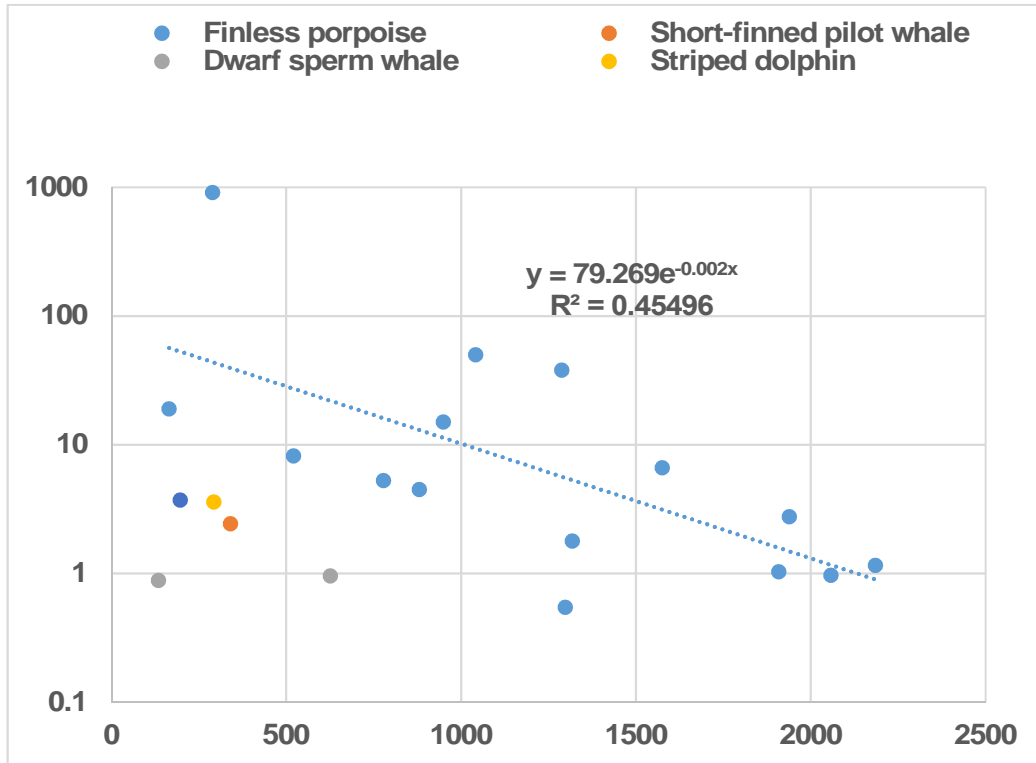


図1

(5) 考察

放射性セシウムCs-137はコントロールとした数個体からも検出されたが、Cs-137は人工放射性核種で天然には存在せず、主に1950年代以降の大気圏内核実験に伴うCs-137との解釈ができ、実際、魚類でも震災前にCs-137が0.数ベクレル程度が日本沿岸で検出されている。しかし今回は半減期の短いCs-134も震災後個体から検出され、特に沿岸性のスナメリで高値を示したことは、福島原発由来の放射性セシウムが周辺野生ハクジラ類に生物濃縮していることが示された初の成果である。病理学的ならびに放射線感受性試験において、実際の影響を示す所見は得られなかったものの、スナメリでのセシウム値が、経年的に低下したこともこれを支持し、その実効生態学的半減期は338日数と算出された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Chen, I., S. Nishida, L.S. Chou, Y. Tajima, W.C. Yang, T. Isobe, T. K. Yamada, K. Hartman and A. R. Hoelzel	4. 巻 45
2. 論文標題 Concordance between genetic diversity and marine biogeography in a highly mobile marine mammal, the Risso's dolphin.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Biogeography	6. 最初と最後の頁 2092-2103
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 該当する
1. 著者名 Nambu, H., Y. Tajima and T. K. Yamada	4. 巻 42
2. 論文標題 Records of marine mammal in Toyama Bay, Sea of Japan, 2017.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bulletin of the Toyama Science Museum	6. 最初と最後の頁 65-67
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 Nambu, H., H. Ishikawa, M. Amano, T. K. Yamada, J. Ohara, M. Ishii and Y. Tajima	4. 巻 28
2. 論文標題 Occurrence of a sperm whale in Toyama Bay, Sea of Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Japan Cetology	6. 最初と最後の頁 27-34
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 樽 創、崎山直夫、鈴木聡、田島木綿子	4. 巻 24
2. 論文標題 日本で初めて打ち上げられたシロナガスクジラ	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 自然科学のとびら	6. 最初と最後の頁 28-29
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 Yu Okuda, Masayuki Kobayashi, Yuko Tajima, Tadasu K. Yamada, and Shin-ichi Sekiya. 2018.	4. 巻 -
2. 論文標題 Anatomical studies of the recurrent laryngeal nerve and the subclavian artery in rough-toothed dolphins (<i>Steno bredanensis</i>) and Pacific white-sided dolphins (<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>).	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mammal Study	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 Nakagun, S., Shiozaki, A., Ochiai, M., Matsuda, A., Tajima, Y., Matsuishi, T., Watanabe, N., Horiuchi, N. and Kobayashi, Y.	4. 巻 -
2. 論文標題 Prominent hepatic ductular reaction induced by <i>Oschmarinella macrorchis</i> in a Hubbs' beaked whale, <i>Mesoplodon carlhubbsi</i> , with biological notes.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Disease of Aquatic Organisms.	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) https://doi.org/10.3354/dao03201 .	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 Kurinara, N., Tajima, Y., Yamada, T. K., Matsuda, A., and Matsuishi, T.	4. 巻 40 (4)
2. 論文標題 Description of the karyotypes of Stejneger's beaked whale (<i>Mesoplodon stejnegeri</i>) and Hubbs' beaked whale (<i>M. carlhubbsi</i>).	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Genetic. Molecular Biology.	6. 最初と最後の頁 1590-1595
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 南部久男、田島木綿子、山田格.	4. 巻 41
2. 論文標題 富山湾における鯨類の記録 (2016)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 富山市科学博物館研究報告	6. 最初と最後の頁 67-70
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 Yamada TK, Kitamura S, Abe S, Tajima Y, Matsuda A, Mead JG, Matsuishi TF.	4. 巻 9(1)
2. 論文標題 Description of a new species of beaked whale (Berardius) found in the North Pacific.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 12723
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-46703-w.	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 Ohishi K, Amano M, Nakamatsu K, Miyazaki N, Tajima Y, Yamada TK, Matsuda A, Ochiai M, Matsuishi TF, Taru H, Iwao H, Maruyama T.	4. 巻 82(1)
2. 論文標題 Serologic survey of Brucella infection in cetaceans inhabiting along the coast of Japan.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J Vet Med Sci.	6. 最初と最後の頁 43-46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1292/jvms.19-0481.	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

[学会発表] 計26件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Tajima, Y., T. K., Yamada, Tun, T and Htwe, D.
2. 発表標題 New records of Balaenoptera omurai collected from cuasts of Myanmar and ballen whale specimens preserved in various institutions in Maynmar.
3. 学会等名 International Symposium on Updating of Flora and Fauna and the second meeting of Flora of Myanmar opening ceremony. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松田純佳, 田島木綿子, 山田格, 松石隆.
2. 発表標題 日本周辺海域におけるカマイルカLagenorhynchus obliquidensの食性.
3. 学会等名 日本セトロロジー研究会第29回 (福岡) 大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田格, 松田純佳, 塩崎彬, 森健人, 栗原望, 西間庭恵子, 田島木綿子.
2. 発表標題 静岡県伊東市沖の定置網に入網し死亡したセミクジラ
3. 学会等名 日本セトロロジー研究会第29回(福岡)大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 栗原大樹, 田島木綿子, 落合真理, 會津光博, 柏木伸幸, 山田格, 西田伸.
2. 発表標題 種子島に集団座礁したシワハイルカの遺伝的解析.
3. 学会等名 日本セトロロジー研究会第29回(福岡)大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 須之内朋哉, 後藤哲智, 落合真理, 田島木綿子, 山田格, 田辺信介, 国末達也.
2. 発表標題 鯨類の脂皮に蓄積する有機ハロゲン化合物のプロファイル解析
3. 学会等名 日本セトロロジー研究会第29回(福岡)大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tajima, Y.
2. 発表標題 Marine Mammals Pathology.
3. 学会等名 Training Seminar for Volunteers of Tainan Cetacean Rescue Center. (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田島木綿子
2. 発表標題 北海道に漂着した鯨類で病理学的研究をすること.
3. 学会等名 日本セトロロジー研究会第28回(札幌)大会・ストランディングネットワーク北海道10周年記念シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林駿、柏木伸幸、塩崎彬、松田愛衣、西間庭恵子、野田篤弘、田島木綿子、天野雅男
2. 発表標題 鹿児島県南さつま市に集団座礁したマッコウクジラ
3. 学会等名 日本セトロロジー研究会第28回(札幌)大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西間庭恵子、山田格、田島木綿子、天野雅男
2. 発表標題 イシイルカの表情筋と顔面神経に関する肉眼解剖学的研究
3. 学会等名 日本セトロロジー研究会第28回(札幌)大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 時田幸之輔、関谷伸一、田島木綿子、山田格
2. 発表標題 カマイルカ脊髄神経前肢の観察.
3. 学会等名 日本セトロロジー研究会第28回(札幌)大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 栗原望、天野雅男、田島木綿子、山田格、青山真人、杉田昭栄
2. 発表標題 スナメリの背側稜上に見られる結節について.
3. 学会等名 日本セトロロジー研究会第28回(札幌)大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 上田大次郎、川邊舞、山田格、田島木綿子、佐藤努
2. 発表標題 マッコウクジラ由来アンブレイン生産菌の探索
3. 学会等名 日本セトロロジー研究会第28回(札幌)大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 石川創、田島木綿子、石井雅之、山田格.
2. 発表標題 漂着専門委員会報告; 日本沿岸のストランディングレコード2016.
3. 学会等名 日本セトロロジー研究会第28回(札幌)大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木絢子、島崎美里、戸田遥香、倉田修、和田新平、田島木綿子、山田格、森田達志、塩崎彬、天野雅男.
2. 発表標題 日本海南西部沿岸で座礁したスナメリ (<i>Neophocaena phocaenoides</i>) にみられた肺病変について.
3. 学会等名 第23回日本野生動物医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西端健人、倉田修、和田新平、田島木綿子、山田格.
2. 発表標題 重篤な化膿性気管支肺炎を伴う座礁スジイルカ (<i>Stenella coeruleoalba</i>) の一例.
3. 学会等名 第23回日本野生動物医学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田島木綿子、山田格.
2. 発表標題 スナメリの骨盤骨周囲構造に関する比較解剖学的研究.
3. 学会等名 第123回日本解剖学会総会・全国学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tajima, Y. and T. K., Yamada.
2. 発表標題 Collection, Studies and Education in the Mueum.
3. 学会等名 International Symposium Workshop 2019. Scientific Studies of Marine Mammals in Asia - As seen in Ongoing activities in Japan-. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tajima Y., Wada T., Nakata F., Ohdaira T. and Yamada TK.
2. 発表標題 Evaluation on activities of radiocesium released by the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant (FNPP1) accident damaged by the Great East Japan Earthquake.preliminary study using stranded odontoceti-.
3. 学会等名 World Marine Mammals Conference. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tajima, Y. and T. K., Yamada.
2 . 発表標題 Museum Activities: Collection, Study and Education using stranding marine mammals in Japan.
3 . 学会等名 3rd Symposium for Asian Marine Mammals Stranding Network. (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Sekiya S., Tajima, Y. and T. K., Yamada.
2 . 発表標題 The nerve supply of the m. hypaxialis lumborum in the Pacific white-sided dolphin (Lagenorhynchus obliquidens).
3 . 学会等名 International Symposium Workshop 2019. Scientific Studies of Marine Mammals in Asia - As seen in Ongoing activities in Japan-. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Nambu H., T. K., Yamada., Ishikawa H., Ishi M. and Tajima Y.
2 . 発表標題 Occurrence of a gray whale, <i>Eschrichtius robustus</i> , off western Ishikawa coast and eastern Fukui cast, Sea of Japan in March to May of 2019.
3 . 学会等名 International Symposium Workshop 2019. Scientific Studies of Marine Mammals in Asia - As seen in Ongoing activities in Japan-. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kawabe R., Goto A., Ochiai M., T. K., Yamada., Tajima Y., Tanabe S. and Kunisue T.
2 . 発表標題 Temporal trends and geographical distribution of organohalogen compounds in finless porpoises from the Seto Inland Sea.
3 . 学会等名 International Symposium Workshop 2019. Scientific Studies of Marine Mammals in Asia - As seen in Ongoing activities in Japan-. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Sunouchi T., Goto A., Ochiai M., Tajima, Y. and T. K., Yamada.Tanabe S.and Kunisue, T.
2. 発表標題 Accumulation profiles and interspecies comparison of organohalogen compounds in cetaceans.
3. 学会等名 International Symposium Workshop 2019. Scientific Studies of Marine Mammals in Asia - As seen in Ongoing activities in Japan-. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ishikawa H., Tajima, Y., Ishii M. and T. K., Yamada.
2. 発表標題 Stranding records in Japan 2018.
3. 学会等名 International Symposium Workshop 2019. Scientific Studies of Marine Mammals in Asia - As seen in Ongoing activities in Japan-. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田島木綿子、山田格.
2. 発表標題 海の哺乳類のストランディング原因-環境汚染実態を中心に-.
3. 学会等名 シンポジウム2「海棲哺乳類の形態と化学汚染についての基礎研究」. 第25回日本野生動物医学会山口大会.(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田島木綿子.
2. 発表標題 博物館標本を活用した基礎的研究.
3. 学会等名 解剖分科会サテライトフォーラム. 第162回日本獣医学会学術集会.(招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 田島木綿子（共著）	4. 発行年 2018年
2. 出版社 岩波書店, 東京	5. 総ページ数 3216
3. 書名 広辞苑第七版	

1. 著者名 田島木綿子	4. 発行年 2019年
2. 出版社 N. T. S., 東京.	5. 総ページ数 524
3. 書名 生物の科学「遺伝」博物館での活用方法-標本、研究、展示-	

1. 著者名 田島木綿子	4. 発行年 2019年
2. 出版社 エコケミストリー研究会、東京	5. 総ページ数 15
3. 書名 化学物質と環境. : 海岸に打ち上げられた鯨類の研究から見た海洋汚染の実態.	

〔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	和田 敏裕 (WADA Toshihiro) (90505562)	福島大学・環境放射能研究所・准教授 (11601)	