

令和 6 年 6 月 1 6 日現在

機関番号：14401

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2022～2023

課題番号：22K21327

研究課題名（和文）微生物生態学と動物行動学によって「人と動物と微生物」の適切な関係を探る

研究課題名（英文）Study of relationship between people, animals and microorganisms

研究代表者

早川 昌志（Hayakawa, Masashi）

大阪大学・大学院人間科学研究科・特任研究員

研究者番号：60963808

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000 円

研究成果の概要（和文）：「人と動物と微生物の適切な関係」という生態学的な共生システムについて「微生物生態学」と「動物行動学」を組み合わせた研究を実施した。天王寺動物園における飼育ホッキョクグマの毛の内部藻類の共生様式について明らかにし、人と動物と微生物の関係の結果として創出された共生現象のモデルケースを示した。富栄養化した湖沼や活性汚泥に多く見られる微生物のスピロストマムについて、人為的な溜め池において新規系統を発見した。これは、人為と自然の関係を考察するモデルとなる種である。以上の研究は、天王寺動物園と天王寺高等学校との共同研究であり、微生物生態学と動物園研究の融合と、高大連携の取り組みにもつながる成果である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

多くの動物園動物は、国外に生息する動物であり、気候や水環境などについて、生息地とは大きく異なる環境条件で暮らしていることはよく指摘されている。しかし、動物にとっての環境とはそれらの非生物的なものだけでなく、環境微生物についても大きく異なっている。本研究では、環境微生物と動物園動物の関係について、新しい視点から追求した点において学術的に独創的であり、微生物生態系について大きく注目されている現代社会においても有用な内容である。また、本研究は、天王寺動物園と天王寺高等学校との共同研究によってなされたものであり、動物園、教育機関、大学研究を繋ぐという意義のある取り組みでもある。

研究成果の概要（英文）：The study of ecological kyosei system of relationship between humans, animals, and microorganisms was carried out. We studied internal algae in hairs of polar bears at Osaka Tennoji Zoo, and cleared the novel symbiotic mode created as a result of the relationship between humans, animals, and microorganisms. A novel strain of Spirostomum, which is often found in lakes and activated sludge, was found in the pond. It is a model species for considering the relationship between artifacts and nature.

The above studies were carried out in collaboration with Osaka Tennoji Zoo and Osaka Tennoji High School.

研究分野：微生物生態学

キーワード：微生物生態学 動物行動学 動物園 ホッキョクグマ 藻類 共生 顕微鏡 高大連携

1. 研究開始当初の背景

近年、人と動物と生態系をひとつの健康として考える理念である「ワンヘルス」が重要となっている。そして、生態系の基盤となり、かつ重要な構成要素である微生物生態系が特に重要であるが、人と動物との関わりにおける微生物生態系に関する知見は少ない。そこで、人と動物との関わりの中で、環境微生物がどのように関わっているかを調査・研究する必要がある。

2. 研究の目的

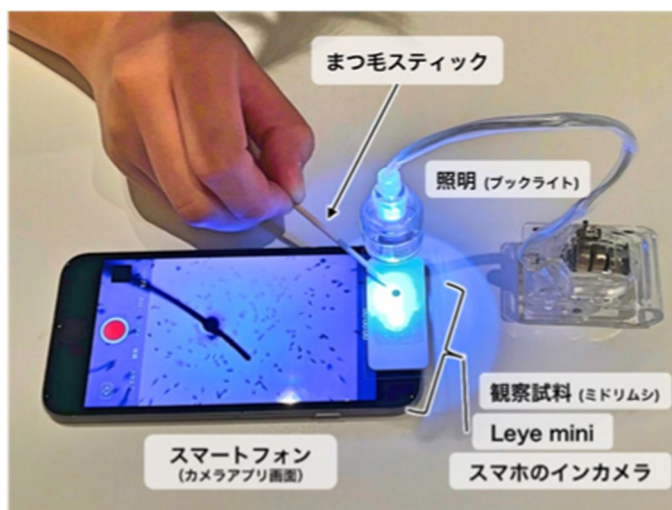
人と動物との関わりを見る考える場合、もっとも注目しやすい場所の一つが動物園である。動物園において、人と動物とは密接な関わりを持ち、動物園動物たちが暮らす環境は、動物園関係者がさまざまな創意工夫によって構築しているものである。そこで、背景にも述べた環境における微生物生態系について、さらに知るために、特に動物園の飼育環境における水環境に注目して調査をおこなった。また、野外における野生動物と人の環境について知るために、京都および大阪の淡水環境の調査も行った。加えて、動物園において、よりスマートに顕微鏡を利用できるようにするための検討も行った。

3. 研究の方法

天王寺動物園・天王寺高等学校との共同研究によって、複数の動物舎におけるプランクトン調査等を行った。また、ホッキョクグマの毛に定着している藻類について、日本の飼育環境におけるホッキョクグマの毛に定着する藻類の定着様式を顕微鏡法によって観察し、定着している藻類の培養株化を行った。

東武動物公園との共同研究によって、モバイル顕微鏡(iPadを簡易的な顕微鏡とする顕微鏡法、右写真)を用いて、飼育動物の精液・血液の簡易的・即時的な観察を検討した。

京都市内、大阪市内の淡水系において、水の採水を行い、そこに生息しているプランクトンについて、顕微鏡法によって観察・同定をおこなった。



4. 研究成果

天王寺動物園・天王寺高等学校との共同研究によって、2年間、複数の動物舎におけるプランクトン調査等を行い、飼育環境・飼育動物種の違いにプランクトン組成の違いと特定の傾向を発見することができた。

天王寺動物園・天王寺高等学校との共同研究によって、ホッキョクグマの毛の内部の藻類に関する以下の知見を得ることができた。ホッキョクグマの毛の内部は中空になっており、野生下では空洞内に空気を蓄えることで、保温効果があるとされている。しかし、本来の生息圏と異なる温暖な環境下で飼育していると、毛の空洞内に微細藻類が侵入し、まるで体毛が緑色の「ミドリホッキョクグマ」になることがある。今回、天王寺動物園において飼育されている2頭の母娘ホッキョクグマ(個体名: イッチャン、ハウちゃん、次ページ写真)の毛について、光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡(島根大学との共同研究)による観察、藻類の単離培養、毛への藻類の定着実験を行った。毛の内部には、空洞の微細構造に沿って緑藻類が密に定着しており、



毛の内部において増殖していることが示唆された。すなわち、飼育水からの単なる拡散による分布ではなく、毛の内部を増殖の場とする片利共生の関係にあることが考えられる。共生藻は、淡水条件の培地において単独培養ができた。天王寺動物園における飼育水は淡水のため、共生藻は飼育水由来であることが示唆された。動物園における飼育ホッキョクグマの緑化現象は、来園者等を心配させることがある。今回の結果は、緑化現象に対する適切な理解を提供することに役立つだろう。

東武動物公園との共同研究によって、モバイル顕微鏡を用いた、飼育動物の精液・血液の簡易的・即時的な顕微鏡観察法を検討した。今回用いたモバイル顕微鏡（Mobile Microscope）の分解能はとて高く、一般的な生物顕微鏡の対物20倍～40倍に匹敵する解像度で観察をすることができた。iPadサイズのスペースで、これだけの解像度を即時的に得られること、さらに、iPadがそのままデジタルカメラ撮影につなげることができることは、顕微鏡を必要とする獣医学・動物福祉学に新たな貢献をすることが期待される。

京都市内、大阪市内の淡水系サンプリングを行なった。特定の溜池において、新規種と想定されるスピロストマムを発見し、培養確立をした。スピロストマムは乾燥耐性を持たないため、花粉や孢子のように空気中を漂って分布することは考えにくい。しかし、溜め池とは、他の河川などから合流することのない陸水系として独立した環境である。そのため、多くの水鳥が訪れたり、野生のシカなどが訪れたりすることによって、溜め池間における動物や水鳥の運搬によって微生物が移入される可能性がある。あるいは、人為の活動によって、釣り人や水鳥の餌やりを通して拡散することも可能性がある。これらのプランクトンの分布拡散について、動物や人間が関わっている実証的証拠はまだ少ないが、それらの可能性を示唆するサンプリング調査の結果を得ることができた。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 早川 昌志、早川 卓志	4. 巻 10
2. 論文標題 4つの共生論 共生を「ともいき」「シンバイオーシス」「エコシステム」「インクルージョン」の4つの視点から整理する	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 未来共創	6. 最初と最後の頁 75～131
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.50829/miraikyoso.10.0_75	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 奈良崎泉、梅優花、山田一恵、早川昌志	4. 巻 13
2. 論文標題 動物行動観察法の普及のための科学コミュニケーションの取り組み	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本サイエンスコミュニケーション協会誌	6. 最初と最後の頁 14～21
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 Shimada Maho、Hayakawa Masashi M.、Suzaki Toshinobu、Ishida Hideki	4. 巻 94
2. 論文標題 Morphological reconstruction during cell regeneration in the ciliate Spirostomum ambiguum	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 European Journal of Protistology	6. 最初と最後の頁 126079～126079
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ejop.2024.126079	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10件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 早川昌志、洲崎敏伸	
2. 発表標題 多様な生物試料を走査型電子顕微鏡で観察する理科教育実践の方法論について	
3. 学会等名 医学生物学電子顕微鏡技術学会 第38回学術講演会	
4. 発表年 2022年	

1．発表者名 早川昌志，早川卓志
2．発表標題 4つの共生論 人と動物との共生を考える複数の視点
3．学会等名 第24回 SAGAシンポジウム
4．発表年 2022年

1．発表者名 都築功，永山國昭，早川昌志，望月銀子，竹下陽子，武岡英雄，二階堂恵理，斎藤璃空
2．発表標題 モバイル顕微鏡での観察を通してSDGsにおける微生物の重要性を知るワークショップ
3．学会等名 第11回 日本サイエンスコミュニケーション協会 年会
4．発表年 2022年

1．発表者名 早川昌志
2．発表標題 4つの共生論 共生を「ともいき」「シンバイオーシス」「エコシステム」「インクルージョン」の4つの視点から整理する
3．学会等名 共生学会 第1回大会
4．発表年 2023年

1．発表者名 早川昌志
2．発表標題 多様な動物と人間との関係を体系化する
3．学会等名 共生学会第1回大会 ラウンドテーブル 人と動物との適切な関係を共生学から考える
4．発表年 2023年

1．発表者名 早川昌志
2．発表標題 学校現場で使える DIY 微生物研究のすすめ
3．学会等名 日本生物教育会（JABE）第77回 全国大会 大阪大会
4．発表年 2023年

1．発表者名 早川昌志，竹下陽子，都築功，永山國昭
2．発表標題 微生物学の科学コミュニケーションをモバイル顕微鏡を用いて実践する
3．学会等名 第12回日本サイエンスコミュニケーション協会（JASC）年会
4．発表年 2023年

1．発表者名 早川昌志，早川卓志
2．発表標題 4つの共生論 人と動物との共生を複数の視点から考える
3．学会等名 第 68 回プリマーテス研究会
4．発表年 2024年

1．発表者名 早川昌志，山本誉，佐野祐介，油家謙二，島田真帆，金重美代，早川卓志，山田一憲
2．発表標題 天王寺動物園における飼育ホッキョクグマの毛の内部藻類の共生様式について
3．学会等名 日本藻類学会 第48回大会
4．発表年 2024年

1．発表者名 早川昌志、樋口真歩、小澤賢一、中嶋慧介、金重美代、山本誉、佐野祐介、油家 謙二、山田一恵
2．発表標題 動物園・水族館における顕微鏡の有用性について デジタル時代だからこそできる顕微鏡の 新しいノウハウ
3．学会等名 第五回動物園水族館大学シンポジウム
4．発表年 2024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

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
---------	---------