

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2019～2023

課題番号：19H05641

研究課題名（和文）沿岸生態系における構造転換：高度観測と非線形力学系理論に基づく実証アプローチ

研究課題名（英文）Regime shifts in coastal marine ecosystems: an empirical approach based on advanced monitoring and nonlinear dynamical theory

研究代表者

近藤 倫生 (Kondoh, Michio)

東北大学・生命科学研究科・教授

研究者番号：30388160

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 153,700,000円

研究成果の概要（和文）：環境DNAを利用した全国沿岸での生物多様性観測と新たな統計モデリング手法を組み合わせて、沿岸魚類群集における構造転換の巨視的な時空間パターンの理解、環境変化による生態系の力学的性質の変化、さらにそれが構造転換の駆動原理であることを実証することを目指した。その結果、沿岸生態系の生物多様性パターンが明らかとなるとともに、新たな因果推論手法やヤコビアン推定手法を開発できた。また、魚類群集や植物プランクトン群集の長期観測データの解析を通じて、群集変動メカニズムの変化点検出や大規模群衆におけるレジームシフトの様相を明らかにすることができた。また変動予測や原理解に資するアグリゲーション研究が実施された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大規模生物多様性データ獲得のための産官学民が連携する環境DNA観測網が構築されたのに加えて、巨大な複雑系である生態系の動態を明らかにする上で有効なデータ駆動型アプローチが提示され、今後の生態学・生物多様性研究推進の基盤が構築された。持続可能な社会の構築に向けて国際目標「ネイチャーポジティブ」が掲げられ、生態系・生物多様性の状態評価や予測を実現する生態学への期待が高まっている。本研究課題では、環境DNA技術を基盤に、この期待に応える研究成果群を生み出すことができた。

研究成果の概要（英文）：Using environmental DNA for biodiversity observation along the entire coast of Japan and combining it with new statistical modeling techniques, we aimed to understand the macroscopic spatiotemporal patterns of structural shifts in coastal fish communities, the dynamic properties of ecosystems affected by environmental changes, and to demonstrate that these changes drive structural transitions. As a result, we clarified the biodiversity patterns of coastal ecosystems and developed new causal inference methods and Jacobian estimation techniques. Additionally, through the analysis of long-term observation data of fish and phytoplankton communities, we were able to detect change points in community dynamics mechanisms and elucidate the characteristics of regime shifts in large-scale communities. Furthermore, aggregation research that contributes to fluctuation prediction and principle understanding was conducted.

研究分野：群集生態学

キーワード：環境DNA 生物多様性 レジリエンス 沿岸生態系 データ駆動型研究

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

構造転換(レジームシフト)とは、生物群集の種構成が断続的・急速、ときに不可逆的に変化し、重要な生態系機能が損なわれる現象である。構造転換は、環境変動の影響を受けて系の力学的な性質が変化したり、攪乱を受けて系が異なるアトラクタに引き込まれてしまい、自律的には元の状態に戻りにくくなる現象として捉えられてきた。しかし、現実の自然生態系における構造転換の実証的理解はあまり進んでいない。環境条件と生態系の状態の間の相関を示した研究や、似た環境下でも異なる生態系が実現することを示唆した研究は存在するが、多くは現象論的もしくは記載的で、生態系の力学的性質を実データから評価したり、構造転換を導いた要素間相互作用やその変化を特定した研究はほとんど存在しない。構造転換の事前予測についても多くの理論的提案があるものの、実的手法の提案には至っていない。

生態系の構造転換の実証研究が困難な理由は2つある。第一の理由は、生態系の変動を多地点・高頻度で詳細に記録した高度観測データの不足である。構造転換の理解には、種組成が急激に変化するプロセスを捉えた時系列データの取得が欠かせない。環境要因と構造転換の関係を理解するには、これに加えて、異なる条件での観測間の比較が有効だ。しかし多種を対象とした生態系調査は莫大な労力を要し、水中の魚類群集での観測はさらに困難である。第二の理由は生態系のモデリングおよび力学的性質の評価手法の不足だ。生態系の力学的性質を評価するのにしばしば数理モデルが利用される。しかし、多くのモデルは先験的に仮定されたもので、現実の群集動態機構をどこまで捕らえられているかに疑問が残る。また、モデル構築に求められる、環境・生物間・生物間相互作用の検出・定量は容易ではない。さらに生態系のような多要素相互作用系では、考慮する要素が増加すると、探索すべき変数空間が指数的に増大してしまい、適切なモデル構築が困難になってしまう。

本研究ではこれらデータの取得と分析の困難を解消することで初めて回答可能になる4つの問いに答える。(1)「全国の沿岸域における魚類群集変動の規模や頻度にはどのような時空間的パターンがあるか?」という生態系の広域パターンに関する問い。(2)「沿岸生態系で観察される構造転換は本当に生態系の力学的性質の変化として理解できるか?」という生態系の構造転換のメカニズムに関する問い。(3)「沿岸生態系の安定性を適切に評価(ノウキャスト)するにはどのような観測・データ解析が求められるか?」という生態系の力学的性質の評価手法に関する問い。(4)「構造転換が顕在化する前にその予兆を検出(フォアキャスト)するためにはどのような生態系観測・データ解析が求められるか?」という予測手法に関する問い。

2. 研究の目的

本研究の目的は、沿岸の多種魚類群集を対象に、生態系の力学系としての実証理解を大きく前進させることである。以下にその具体的内容を、基礎・応用の二つの側面から説明する。

基礎分野における目的は、大規模生態系観測データより(1)沿岸魚類群集における構造転換の巨視的な時空間パターンを理解するとともに、(2)環境変化に影響されて生態系の力学的性質の変化が生じていること、さらにそれが構造転換の駆動原理であることを実証することである。前者のパターン研究(1)のデータ基盤は、全国数十地点の生態系で実施される魚類群集の高頻度(毎週~毎月)環境DNA観測である。ここで得られる数百~千魚種の多地点高頻度時系列データを元に、日本列島スケールでの構造転換現象に関わる時空間パターンを理解するのが目的である。具体的には、どのような規模の構造転換が、いつ、どのような場所で、いかなる頻度で生じているかを把握するとともに、地理情報をもとにその巨視的なパターンを探索する。後者のメカニズム研究(2)では、構造転換が実際に生じている/生じた沿岸生態系の高頻度観測データを、非線形力学理論に基づく時系列解析手法等で解析する。特に定量データの得られる内浦湾・舞鶴湾・気仙沼等の潜水目視データについては、系の力学的性質を表す指標(例えばヤコビ行列の固有値)が構造転換の前後や進行とともに示す変動を調べ、種間相互作用強度・符号の時間変化も同時に評価することで生態系の構造転換が生じた仕組みを明らかにする。

応用分野における目的は、生態系の構造転換への適応策・抑制策として、生態系の力学的性質を把握するノウキャスト手法と「生態系の崩壊」現象の予兆を検知するフォアキャスト手法を開発することである。生態系観測のデータをもとに、「生態系が不安定化している」とか「構造転換が進行中である」と現状評価したり、あるいは構造転換がこれから起きそうであると予測することはできるだろうか。これを実現するためには、どのような観測を実施し、いかなるデータ分析を施すことが有効だろうか。本研究課題では、実際に生態系の構造転換現象の生じた野外観測データを利用して、ノウキャスト・フォアキャストを実現するための技術基盤を構築する。

3. 研究の方法

1. 全国多地点での高頻度の環境DNA観測に基づく「生態系の構造転換」のパターン理解
益田が2011年より観測を行なっている舞鶴湾・内浦湾に加え、全国より数十の沿岸サイトを選定し、魚類を対象とした高頻度の環境DNA調査を実施する。環境DNA調査には、環境DNAメタバーコーディング手法(MiFish法)を利用する。2021年からは、それまでに蓄積した種解像度・高頻度の時系列データを利用し、各地における魚類相の不連続な変化を検出するとともに、

構造転換の巨視的なパターンを明らかにする。近藤と田中は 協力機関との連携のもと、全国多地点での環境 DNA 観測を統括・実施する計画である。益田は舞鶴湾等における eDNA 超高頻度観測と潜水観測を実施する(～2023)。山川は、本観測の精度を高めるための分子生物学的手法の検討を実施する。田辺は環境 DNA データを解析して正確に群集組成を定量評価するための手法・プラットフォーム開発を行う(～2023)。

2. 生態系観測データに基づく生態系の力学的性質の評価手法の確立

力学系の性質やその変化は、ヤコビ行列から導かれる様々な指標(固有値やリアプノフ指数など)から評価できる。非線形力学系理論の示す通り、限られた要素の時系列データのみから、時間遅れ埋め込みを利用して元の力学系の軌道を復元できる(状態空間の再構成)ことがわかっているが、すでに我々はこれを利用して系の局所リアプノフ安定性を評価する手法を提案している(Ushio et al. 2018)。本研究では、この状態空間の再構成によって得られた様々な埋め込みから、もとのシステムの力学的性質(例えばリアプノフ安定性)がどの程度再現できるかを理論的に明らかにし、注目する力学的性質の変化を引き起こしている原因、力学的性質の変化が生じる規模を評価する手法を確立する。力学的性質の評価手法開発は、2020 年までの完成を目標に長田と川津が進める。ここで開発された手法が 2021 年度以降、「1. 全国多地点での～」や「3. 詳細な長期生態系観測データの～」で利用される。

3. 詳細な長期生態系観測データの解析による「生態系の構造転換」の機構解明

磯焼けや赤潮、魚種交替等の構造転換が生じた際の観測データを上記 2 で開発した手法で解析し、これらの構造転換が実際に生態系の力学的性質の変化を伴うものであったかどうかを解明する。益田が現地観測を継続している内浦湾(音海 [福井県高浜町])では、かつて原発の稼働に伴う温排水の放出によって局所的温暖化(+2 °C)が生じていた。しかし、2012 年の稼働停止により周辺水温が正常化すると、南方系種から北方系種への魚種交替が生じたほか、磯焼けからの海藻の回復が見られるなど、群集構造の大規模な変化が観測された(潜水目視観測)。その後、2017 年 5 月に原発が再稼働し、現在、生物相が再び大きく変化する過程にある(潜水目視・環境 DNA 観測)。また 2011 年から定期観測の続く気仙沼では、魚類・大型無脊椎動物群集が津波による攪乱・不安定化からの大規模な回復過程にあり(潜水目視)構造転換研究の重要な研究機会を提供している。益田は、これらのサイトでの高頻度観測を継続する。近藤、川津、長田はこれらのデータを解析することで、その背後にある生物群集の動態の変化を明らかにする(～2020)。

4. 生態系観測に基づくノウキャスト・フォアキャスト手法の開発

非線形力学系理論によると、生物個体群の時系列データには生態系の力学的性質に関する情報が含まれている。個々の生物種は、いわば生態系の力学的性質を記録するセンサーと捉えられる。では生態系の力学的性質の変化(例えば不安定化)を早期に検出(フォアキャスト)、正しく検出、あるいは敏感に検出するには、それぞれの目的に応じてどの観測手法(直接観測・環境 DNA 定量観測・環境 DNA 不在観測)で得たどのデータ(生物種・分類群・機能群、その時空間解像度・スケール)をどのように利用するのが適切だろうか?益田による内浦湾・舞鶴湾での魚類相変化を捉えた観測データや近藤・田中のリードする全国環境 DNA 観測データを材料に、2021 年より、生態系の力学的性質を評価するための最適な手法を探索する。

4. 研究成果

1. 全国多地点での高頻度の環境 DNA 観測に基づく「生態系の構造転換」のパターン理解

環境 DNA 観測網の設立 - 世界初となる産官学民共同で実施されるオープンな環境 DNA 観測網「ANEMONE (All Nippon eDNA Monitoring Network)」が設立された。全国多地点での高頻度の環境 DNA 観測を実現する本システムは、本研究課題チームが全国の学術研究者・組織(JaLTER・JAMBio・水研機構等)と連携して実現した。2020 年からは学術研究者のみならず全国の市民ボランティアや企業による継続観測も実施されている。2023 年からは魚類に加え、哺乳類や鳥類等の陸域生物も対象となった。観測を支える技術開発(環境 DNA 定量手法・パイプライン開発と観測システムへの実装)も進められた。取得データは専用のデータベース「ANEMONE DB」においてすべて無料・利用制限なく公開され、学術科学者コミュニティによる研究活動のみならず、企業による新たな事業創出のポテンシャルも生み出している。本プロジェクトを紹介する学術論文(Suzuki-Ohno et al. 2023)と書籍(Kondoh et al. 2024)が出版された。ANEMONE は国際的にも注目され、近藤は 2023 年 Southern eDNA Society 第 1 回会議@オーストラリア、2023 年 GEO BON Global Conference 2023@モントリオール等多数の国際会議で本プロジェクトに関する招待公演を行ったほか、2024 年 WESTPAC (2nd UN Ocean Decade Regional Conference & 11th WESTPAC International Marine Science Conference) の 3 セッションに招待された。

沿岸生態系の生物多様性パターン - 全国沿岸の環境 DNA 観測データより、広域レベルでの魚類相変化を検出し、構造転換の巨視的なパターンを明らかにすることが当初の目的であった。「研究を遂行する上で生じた問題点及びその解決方法」でも説明した通り、ANEMONE データについてはデータ量不足のため、生物多様性パターンの検出を中心に開始した。全国 ANEMONE データをもとに属多様性の時空間変動を解析したところ、低緯度地域ほど生物多様性が高くなるというよく知られるパターンに加えて、この南北クラインの基礎説依存性、すなわち傾斜が夏に弱く冬に

強くなるパターンを見出した。このパターンは、南方性の生物の死滅回遊が日本沿岸の生物多様性パターンに果たす重要な役割を示唆している。本成果は原稿としては完成しており、データ利用の許諾を待っている状況である (Kasada et al. 2023 bioRxiv より一時的に取り下げ中)。

生態系の構造転換パターン理解 - 本研究課題で開発されたヤコビアン推定手法 (LMDr; 後述) を ANEMONE 観測データに適用し、魚類群集多様性 (Hill 多様度) 時系列の地域間の類似性 = 動的類似性、さらにこれを決定する環境・生物要因を特定する研究を行った。その結果、多様性動態の動的類似性は、地理・海洋環境の類似性とも関係が見られたが、各サイトの魚類群集組成の類似性が最も高い説明力を持つことがわかった。この結果は、生物多様性動態における生物間相互作用の重要性を示しており、今後の多様性動態研究の進展をもたらすものとして期待される。

2. 生態系観測データに基づく生態系の力学的性質の評価手法の確立

因果推論手法の開発 - 時系列データに適用できる因果推論手法を開発した。種ごとの時系列データから種間相互作用を推定するため、生態学では Convergent Cross Mapping (CCM, Sugihara et al. 2012) と呼ばれる因果推定法が利用されている。しかし、非線形力学から考案された CCM は統計学的理論基盤が明らかでなく、いくつかの知られている問題(高い偽陽性が存在する、間接的因果と直接的因果の区別が困難)の解決は難しかった。本研究では、CCM の因果推定方法を情報理論的に定義しなおし、統計学的理論基盤の整備を行った。その結果、CCM は別の因果推定法として知られる Transfer Entropy (TE, Schreiber 2000) の特殊な推定法であり、原因側の観測ノイズに頑健な性質をもつが、特定の状況において偽陽性が生じることが明らかになった。そこで CCM と TE の理論を統合し、両者の利点を併せ持つ新しい因果推定法(Unified Information-theoretic Causality (UIC))を開発した。UIC は様々な状況において CCM や TE より高い推定能力を持つのみならず、統計学的に間接的因果 と直接的因果の区別が可能になる。また明確化された統計学的理論基盤に基づき、新たに CCM 計算アルゴリズムの改良を行った(予測指標のバイアス、多様体上のデータ密度の偏り、モデル平均、ロバスト推定)。本成果は査読付き英文学術誌に投稿中、開発手法は、rUIC パッケージとして公開した。

ヤコビアン推定手法の開発 - ヤコビ行列を推定することで要素間の相互作用強度(生物群集では種間相互作用強度)や安定性の評価が可能になる。本研究課題では局所線形回帰を一般化して、ノイズの多い不完全な生態系観測データから多様体推定を可能にする非線形時系列解析手法「Local Manifold Distance regression. (LMDr)」を新たに開発した。この手法により、系の安定性を示すリアプノフ指数の計算に必要なヤコビ行列をより高精度に求めることが可能になり、また一変数から再構成したリアプノフ指数の時間平均と変数間の平均がシステム全体のものと一致することを証明した。この手法を他の種間相互作用推定法と比較し、その有効性を検討した論文を執筆し Proceedings of Royal Society B 誌に改訂稿を投稿中である (Kawatsu et al. *submitted*)。

ガウス過程回帰に基づく相互作用推定手法の開発 - 時系列データに基づいた、状況依存的に変化する種間相互作用の推定法として、生態学分野では、S-map や正規化 S-map などの方法が広く使用されてきた。私たちは、ガウス過程回帰 (GPR) と呼ばれる非パラメトリックなベイズ的機械学習技術に基づく新しい推論方法を開発した (Yukihira et al. *in prep.*)。開発手法は、ノイズ存在下での高い推論精度を達成できるのみならず、各データポイントの近くの領域での相互作用強度の応答を推定できる。さらに、S-map モデルが提供できるのが相互作用強度の点推定に限られるのに対し、本モデルは相互作用強度の事後分布を用いて推論に関連する不確実性を容易に評価できるという利点を持つ。

3. 詳細な長期生態系観測データの解析による「生態系の構造転換」の機構解明

群集動態機構に基づく構造転換検出 - 非線形時系列予測技術に基づいて、群集の変動ルールの変化を検出する手法を開発した。開発した手法を原子力発電所の停止・再稼働によって魚類群集の組成が大きく変化した音海(福井県高浜町)の潜水魚類観測データに適用し、種数・シャノン多様性指数・分布緯度中心といった生物多様性指標の動態ルール変化(レジームシフト)を検出した。その結果、生物多様性指標間で変動ルールの環境依存性には違いがあり、水温変化にตอบสนองする指標、応答しない指標、水温以外の変動にもตอบสนองする指標の3タイプに分かれることを見出した。この結果から、生物群集のレジームシフトは、着目する群集のディメンジョンによって異なるという新しい視点を提示することができた。本研究成果は、査読付き国際誌において公表されている (Otomo et al. 2023)。

沿岸魚類群集における個体群レベルの構造転換研究 - 上で述べた「変動ルールの変化点検出手法」を音海(福井県高浜町)における潜水魚類観測データに適用し、個々の種ごとに動態ルールの状況依存性を調べた。その結果、魚種は状況依存性が弱いグループ、動態ルールが定まらないグループ、状況依存的な変動ルールの変化が生じるグループの3グループに分けられることがわかった。さらに個々の魚種の形質データを考慮に入れた分析により、これら3グループのいずれに属するかは、生息地の特徴等が重要な役割を果たしていることが明らかになった。本研究成果は、査読付き国際誌における公表に向けて準備を進めている (Otomo et al. 2023)。

琵琶湖植物プランクトン群集における構造転換研究 - 琵琶湖瀬田川河口において 40 年にわたり実施された植物プランクトンを対象とする観測データに基づき、群集組成の大幅な変化と力学的安定性 (local Lyapunov exponent) との関係の研究した。琵琶湖では過去に数度の大幅な種組成変化が知られている。観測データを次元縮約して可視化することで、実際にこれらの大規模群集変化を検出することができた。当初予測では、これらの変化の直前に安定性の大幅な低下が生じることが期待された。しかし、時系列解析の結果、変化直前の安定性低下は観察されず、むしろ群集変化に遅れて安定性が大幅に高まる、従来の理論予測とは一致しないパターンが得られた。そこで群集を構成する多数の生物群 (属) を対象に、安定性が大きく変化する点を推定したところ、そのタイミングは群集変化のタイミング周辺に集まっているものの、生物群の間で数年のばらつきがあった。この現象から、局所的なレジームシフトが長い時間をかけて連続的に生じることで群集全体が転換するという新しいレジームシフト観が得られた。

潜水目視による魚類群集観測と群集変動 - 益田が 2002 年に開始した舞鶴湾での毎月 2 回の潜水目視調査は 22 年を超えた。この期間中に調査地点での年間平均水温は 1.3 上昇していた。これに対応して暖水性魚種の増加が認められたほか、植食性魚種の増加、底生動物食性魚種の減少が認められた (益田 2022a, 2024)。高浜町音海では、毎月 1 回の潜水目視調査を行っている。2012 年に原発停止に伴い暖水性の魚類および無脊椎動物の大量斃死が観測された (Masuda 2020)。気仙沼舞根湾では、東日本大震災以降、2 ヶ月に 1 回の潜水目視調査を継続している。津波から 2 年程度の期間にのみ、クラゲ類の大量発生が認められた。海底堆積物のコアサンプルを採取し、津波直後の層にミズクラゲおよびアカクラゲの DNA 量のピークがあることを確認した (Ogata et al. 2021)。気仙沼舞根湾は 2023 年から 2024 年にかけて、黒潮大蛇行の影響を顕著に受け、それまでの年よりも 5 ほど水温が高く、亜熱帯性の魚種が多数記録された (益田 2024)。

4. 生態系観測に基づくノウキャスト・フォアキャスト手法の開発

植物プランクトンフォアキャスト研究 - 非線形時系列予測では、時間遅れ埋め込みに基づく状態空間の再構成 (SSR) が中心的な役割を果たす。しかし、状態空間の様相そのものが時とともに変化してしまう (状況依存性) 場合には、SSR がうまくいかず、その結果としてフォアキャストが不能になってしまうという課題がある。これを解決する一つの方法は、分類解像度をチューニングするなどしてより状況依存性の低いダイナミクスを利用することである。本研究では、琵琶湖植物プランクトン観測データを対象に、異なる分類解像度 (種・属・綱) のもとでの予測スキルを比較した。その結果、荒い分類解像度であるほど予測スキルは高くなり、また状況依存性も低くなることがわかった。本研究は不受理を受け、再投稿準備中である (Ishikawa et al. *submitted*)。この研究から予測スキルを高める上で、複数の種をまとめて新しいユニットを再定義すること (アグリゲーション) が有効な手段となるという重要な示唆を得た。

予測を高めるアグリゲーション探索手法の開発 - 着目した種の個体群動態に影響を与える生物種群をいくつかの複数の変数にアグリゲートすることで、個体群動態の予測が改善する可能性がある。これまでも生物群を体サイズなどの生態学的特徴に基づいて複数のグループにアグリゲーションする方法が提案されてきた。しかし、生物間相互作用の多様性を考えるとあらかじめ定められた特徴のみでアグリゲーションすることは不十分である可能性が高い。そこで我々は、非線形時系列解析 (EDM) と焼きなまし法を組み合わせることで、多種の時系列データから最適なアグリゲーションをデータ駆動的に探索する手法を開発した。本研究成果は査読付き英文学術誌に投稿予定である (Iwashita et al. *in prep.*)

また当初に予見していなかった新たな展開等によって得られた研究成果として以下を挙げる：
レジームシフトの理論構築 - 本研究課題では主としてデータ解析手法の開発、環境 DNA 観測の実施、そこから得られる実データの解析による実証研究を軸に研究を進める計画であった。しかし研究を推進する中で、構造転換に関連する理論研究の着想を得てこれを推進した。レジームシフトを生じるまでに生物群集が耐えることのできる攪乱の強さをレジリエンスと呼ぶ。レジリエンスの高い生物群集は、より大きな攪乱が生じても構造転換を起こしにくい、ということになる。レジリエンスは生物群集の創発特性であり、種数や結合度、相互作用強度といった特性と関係を持つことが期待できるが、これを明らかにした理論研究は存在しない。本研究では、ランダム行列モデルを利用した種間相互作用によって駆動される生物群集モデルを構築、平均場近似によってマスター方程式を導くことで、解析的に群集構造とレジリエンスの関係を導出した。具体的には、種数が多くなるほど、また生物間の相利関係が競争関係よりも強くなるほど、群集のレジリエンスが高まることが予測された。本研究成果は現在、学術論文として査読付き英文学術誌への投稿を準備中である (Kasahara et al. *in prep.*)

環境 DNA 観測網の外洋への展開 - 環境 DNA 観測ネットワークは、外洋への展開が開始された。日本郵船株式会社との連携によって、2022 年には日本-オーストラリア定期航路を舞台に商船を利用した外洋観測のテストが実施され成功を収めた (未発表) ほか、2023 年度からは近海郵船との連携により三陸沖での毎月の定期観測も開始された。また、韓国、東南アジア、オーストラリア等のアジア太平洋地域全体への拡大に向けて、各国のカウンターパートとの連携のもと、国際環境 DNA 観測の準備が始まっている (Indo-Pacific ANEMONE)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計40件（うち査読付論文 38件 / うち国際共著 7件 / うちオープンアクセス 27件）

1. 著者名 Osada Yutaka, Ushio Masayuki, Kondoh Michio	4. 巻 NA
2. 論文標題 Unified understanding of nonparametric causality detection in time series	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 bioRxiv	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) 10.1101/2023.04.20.537743	査読の有無 無
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 Mori Akira S., Suzuki Kureha F., Hori Masakazu, Kadoya Taku, Okano Kotaro, Uruguchi Aya, Muraoka Hiroyuki, Sato Tamotsu, Shibata Hideaki, Suzuki-Ohno Yukari, Koba Keisuke, Toda Mariko, Nakano Shin-ichi, Kondoh Michio, Kitajima Kaoru, Nakamura Masahiro	4. 巻 378
2. 論文標題 Perspective: sustainability challenges, opportunities and solutions for long-term ecosystem observations	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences	6. 最初と最後の頁 20220192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rstb.2022.0192	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 Otomo Yuri, Masuda Reiji, Osada Yutaka, Kawatsu Kazutaka, Kondoh Michio	4. 巻 13
2. 論文標題 Dynamics based characterization and classification of biodiversity indicators	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Ecology and Evolution	6. 最初と最後の頁 e10271
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ece3.10271	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 Ushio Masayuki, Sado Tetsuya, Fukuchi Takehiko, Sasano Sachia, Masuda Reiji, Osada Yutaka, Miya Masaki	4. 巻 NA
2. 論文標題 Temperature sensitivity of the interspecific interaction strength of coastal marine fish communities	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 eLife	6. 最初と最後の頁 RP85795.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7554/eLife.85795.1	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 Suzuki Ohno Yukari, Tanabe Akifumi S., Kasai Akihide, Masuda Reiji, Seino Satoquo, Dazai Akihiro, Suzuki Shota, Abe Takuzo, Kondoh Michio	4. 巻 5
2. 論文標題 Evaluation of community science monitoring with environmental <scp>DNA</scp> for marine fish species: "Fish survey project using environmental <scp>DNA</scp>"	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Environmental DNA	6. 最初と最後の頁 613 ~ 623
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/edn3.425	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 Ushio Masayuki, Furukawa Saori, Murakami Hiroaki, Masuda Reiji, Nagano Atsushi J.	4. 巻 4
2. 論文標題 An efficient early pooling protocol for environmental <scp>DNA</scp> metabarcoding	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Environmental DNA	6. 最初と最後の頁 1212 ~ 1228
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/edn3.337	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 Tsuji Satsuki, Murakami Hiroaki, Masuda Reiji	4. 巻 56
2. 論文標題 Analysis of the Persistence and Particle Size Distributional Shift of Sperm-Derived Environmental DNA to Monitor Jack Mackerel Spawning Activity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Environmental Science & Technology	6. 最初と最後の頁 10754 ~ 10763
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.est.2c01904	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 Suzuki Ohno Yukari, Tanabe Akifumi S., Kasai Akihide, Masuda Reiji, Seino Satoquo, Dazai Akihiro, Suzuki Shota, Abe Takuzo, Kondoh Michio	4. 巻 NA
2. 論文標題 Evaluation of community science monitoring with environmental DNA for marine fish species: "Fish survey project using environmental DNA"	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Environmental DNA	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) 10.1002/edn3.425	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 Yang Dailin, Kato Hiromi, Kawatsu Kazutaka, Osada Yutaka, Azuma Toyohiro, Nagata Yuji, Kondoh Michio	4. 巻 10
2. 論文標題 Reconstruction of a Soil Microbial Network Induced by Stress Temperature	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Microbiology Spectrum	6. 最初と最後の頁 e0274822
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/spectrum.02748-22	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 Noriyuki Suzuki, Kawatsu Kazutaka, Kaneko Shuji	4. 巻 146
2. 論文標題 Non linear time series analysis of the interaction between the citrus whitefly and the whitefly specialist ladybird	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Applied Entomology	6. 最初と最後の頁 903 ~ 910
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jen.13021	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 Iwashita Gen, Yamawo Akira, Kondoh Michio	4. 巻 9
2. 論文標題 Predator discrimination of prey promotes the predator-mediated coexistence of prey species	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Royal Society Open Science	6. 最初と最後の頁 220859
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rsos.220859	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 Yang Dailin, Kato Hiromi, Kawatsu Kazutaka, Osada Yutaka, Azuma Toyohiro, Nagata Yuji, Kondoh Michio	4. 巻 10
2. 論文標題 Reconstruction of a Soil Microbial Network Induced by Stress Temperature	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Microbiology Spectrum	6. 最初と最後の頁 e0274822
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/spectrum.02748-22	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 Mukaimine Wataru, Kawatsu Kazutaka, Toquenaga Yukihiko	4. 巻 47
2. 論文標題 Digging out intersexual and meteorological effects on cicada emergence using 10 year citizen monitoring	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecological Entomology	6. 最初と最後の頁 253 ~ 261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/een.13109	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 Jo Toshiaki, Sakata Masayuki K., Murakami Hiroaki, Masuda Reiji, Minamoto Toshifumi	4. 巻 19
2. 論文標題 Universal performance of benzalkonium chloride for the preservation of environmental <scp>DNA</scp> in seawater samples	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Limnology and Oceanography: Methods	6. 最初と最後の頁 758 ~ 768
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/lom3.10459	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 Murakami Hiroaki, Masuda Reiji, Yamamoto Satoshi, Minamoto Toshifumi, Yamashita Yoh	4. 巻 88
2. 論文標題 Environmental DNA emission by two carangid fishes in single and mixed-species tanks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Fisheries Science	6. 最初と最後の頁 55 ~ 62
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12562-021-01565-y	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 Ogata Mizuki, Masuda Reiji, Harino Hiroya, Sakata Masayuki K., Hatakeyama Makoto, Yokoyama Katsuhide, Yamashita Yoh, Minamoto Toshifumi	4. 巻 11
2. 論文標題 Environmental DNA preserved in marine sediment for detecting jellyfish blooms after a tsunami	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 16830
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-94286-2	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 Sasano Sachia, Murakami Hiroaki, Suzuki Keita W., Minamoto Toshifumi, Yamashita Yoh, Masuda Reiji	4. 巻 88
2. 論文標題 Seasonal changes in the distribution of black sea bream <i>Acanthopagrus schlegelii</i> estimated by environmental DNA	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Fisheries Science	6. 最初と最後の頁 91 ~ 107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12562-021-01572-z	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 Takahashi Sayaka, Takada Shingo, Yamanaka Hiroki, Masuda Reiji, Kasai Akihide	4. 巻 16
2. 論文標題 Intraspecific genetic variability and diurnal activity affect environmental DNA detection in Japanese eel	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0255576
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0255576	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 益田玲爾	4. 巻 80
2. 論文標題 エブオブ	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 原発の温排水がもたらす局所的温暖化	6. 最初と最後の頁 2-5
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 Ross Samuel R. P. J., Suzuki Yuka, Kondoh Michio, Suzuki Kenta, Villa Mart'n Paula, Dornelas Maria	4. 巻 36
2. 論文標題 Illuminating the intrinsic and extrinsic drivers of ecological stability across scales	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 364 ~ 378
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12214	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 Ross Samuel R. P. J., Suzuki Yuka, Kondoh Michio, Suzuki Kenta, Villa Martin Paula, Dornelas Maria	4. 巻 NA
2. 論文標題 Illuminating the intrinsic and extrinsic drivers of ecological stability across scales	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12214	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 Kawatsu Kazutaka, Ushio Masayuki, Veen F. J. Frank, Kondoh Michio	4. 巻 24
2. 論文標題 Are networks of trophic interactions sufficient for understanding the dynamics of multi trophic communities? Analysis of a tri trophic insect food web time series	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecology Letters	6. 最初と最後の頁 543 ~ 552
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ele.13672	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 Kasai Akihide, Yamazaki Aya, Ahn Hyojin, Yamanaka Hiroki, Kameyama Satoshi, Masuda Reiji, Azuma Nobuyuki, Kimura Shingo, Karaki Tatsuro, Kurokawa Yuko, Yamashita Yoh	4. 巻 9
2. 論文標題 Distribution of Japanese Eel <i>Anguilla japonica</i> Revealed by Environmental DNA	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Ecology and Evolution	6. 最初と最後の頁 621461
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fevo.2021.621461	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 Metelmann Soeren, Sakai Shoko, Kondoh Michio, Telschow Arndt	4. 巻 23
2. 論文標題 Evolutionary stability of plant?pollinator networks: efficient communities and a pollination dilemma	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ecology Letters	6. 最初と最後の頁 1747 ~ 1755
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ele.13588	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 Kawatsu Kazutaka, Yamanaka Takehiko, Patoeka Jan, Liebhold Andrew M.	4. 巻 62
2. 論文標題 Nonlinear time series analysis unravels underlying mechanisms of interspecific synchrony among foliage feeding forest Lepidoptera species	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Population Ecology	6. 最初と最後の頁 5 ~ 14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/1438-390X.12025	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 Yamamichi Masato, Kyogoku Daisuke, Iritani Ryosuke, Kobayashi Kazuya, Takahashi Yuma, Tsurui-Sato Kaori, Yamawo Akira, Dobata Shigeto, Tsuji Kazuki, Kondoh Michio	4. 巻 35
2. 論文標題 Intraspecific Adaptation Load: A Mechanism for Species Coexistence	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Trends in Ecology & Evolution	6. 最初と最後の頁 897 ~ 907
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tree.2020.05.011	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 Minamoto Toshifumi, Miya Masaki, Sado Tetsuya, Seino Satoquo, Doi Hideyuki, Kondoh Michio, Nakamura Keigo, Takahara Teruhiko, Yamamoto Satoshi, Yamanaka Hiroki, Araki Hitoshi, Iwasaki Wataru, Kasai Akihide, Masuda Reiji, Uchii Kimiko	4. 巻 3
2. 論文標題 An illustrated manual for environmental DNA research: Water sampling guidelines and experimental protocols	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environmental DNA	6. 最初と最後の頁 8 ~ 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/edn3.121	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 Fukaya Keiichi, Murakami Hiroaki, Yoon Seokjin, Minami Kenji, Osada Yutaka, Yamamoto Satoshi, Masuda Reiji, Kasai Akihide, Miyashita Kazushi, Minamoto Toshifumi, Kondoh Michio	4. 巻 NA
2. 論文標題 Estimating fish population abundance by integrating quantitative data on environmental DNA and hydrodynamic modelling	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecular Ecology	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/mec.15530	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 Jo Toshiaki, Murakami Hiroaki, Masuda Reiji, Minamoto Toshifumi	4. 巻 735
2. 論文標題 Selective collection of long fragments of environmental DNA using larger pore size filter	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 139462 ~ 139462
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2020.139462	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 Masuda Reiji	4. 巻 15
2. 論文標題 Tropical fishes vanished after the operation of a nuclear power plant was suspended in the Sea of Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0232065
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0232065	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 Takahashi Sayaka, Sakata Masayuki K., Minamoto Toshifumi, Masuda Reiji	4. 巻 15
2. 論文標題 Comparing the efficiency of open and enclosed filtration systems in environmental DNA quantification for fish and jellyfish	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0231718
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0231718	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 Takahashi Kohji, Masuda Reiji	4. 巻 37
2. 論文標題 Nurture is above nature: nursery experience determines habitat preference of red sea bream <i>Pagrus major</i> juveniles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Ethology	6. 最初と最後の頁 317 ~ 323
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10164-019-00605-6	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 Horiuchi Tomoya, Masuda Reiji, Murakami Hiroaki, Yamamoto Satoshi, Minamoto Toshifumi	4. 巻 95
2. 論文標題 Biomass dependent emission of environmental DNA in jack mackerel <i>Trachurus japonicus</i> juveniles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Fish Biology	6. 最初と最後の頁 979-981
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jfb.14095	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 Jo Toshiaki, Arimoto Mio, Murakami Hiroaki, Masuda Reiji, Minamoto Toshifumi	4. 巻 53
2. 論文標題 Particle Size Distribution of Environmental DNA from the Nuclei of Marine Fish	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environmental Science & Technology	6. 最初と最後の頁 9947 ~ 9956
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.est.9b02833	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 Minami Kenji, Masuda Reiji, Takahashi Kohji, Sawada Hideki, Shirakawa Hokuto, Yamashita Yoh	4. 巻 229
2. 論文標題 Seasonal and interannual variation in the density of visible <i>Apostichopus japonicus</i> (Japanese sea cucumber) in relation to sea water temperature	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Estuarine, Coastal and Shelf Science	6. 最初と最後の頁 106384 ~ 106384
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ecss.2019.106384	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 Jo Toshiaki, Arimoto Mio, Murakami Hiroaki, Masuda Reiji, Minamoto Toshifumi	4. 巻 2
2. 論文標題 Estimating shedding and decay rates of environmental nuclear DNA with relation to water temperature and biomass	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environmental DNA	6. 最初と最後の頁 140 ~ 151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/edn3.51	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 Suzuki Kentaro S., Suzuki Keita W., Kumakura Emi, Sato Kana, Oe Yutaro, Sato Tasuku, Sawada Hideki, Masuda Reiji, Nogata Yasuyuki	4. 巻 14
2. 論文標題 Seasonal alternation of the ontogenetic development of the moon jellyfish <i>Aurelia coerulea</i> in Maizuru Bay, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0225513
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0225513	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 Nakamura Masahiro, Watanabe Soichi, Kaneko Toyoji, Masuda Reiji, Tsukamoto Katsumi, Otake Tsuguo	4. 巻 103
2. 論文標題 Limited adaptation to non-natal osmotic environments at high water temperature in euryhaline wanderer fishes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environmental Biology of Fishes	6. 最初と最後の頁 137 ~ 145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10641-019-00940-0	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 Nakamura Masahiro, Masuda Reiji, Tsukamoto Katsumi, Otake Tsuguo	4. 巻 96
2. 論文標題 Freshwater entry behaviour of a non migratory stenohaline marine fish <i>Takifugu snyderi</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Fish Biology	6. 最初と最後の頁 480 ~ 485
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jfb.14229	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 Kasai Akihito, Takada Shingo, Yamazaki Aya, Masuda Reiji, Yamanaka Hiroki	4. 巻 86
2. 論文標題 The effect of temperature on environmental DNA degradation of Japanese eel	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Fisheries Science	6. 最初と最後の頁 465 ~ 471
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12562-020-01409-1	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81件（うち招待講演 13件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 Masuda R.
2. 発表標題 Ocean as Core Biome
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村上弘章・笹野祥愛・益田玲爾・山下洋・笠井亮秀
2. 発表標題 環境DNAメタバーコーディング解析で読み解く京都府由良川の魚類相の季節変化
3. 学会等名 環境DNA学会オンラインワークショップ「あなたが主役のワークショップ」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近村勇之助・高橋宏司・益田玲爾
2. 発表標題 マアジの異種混群に対する行動メカニズム
3. 学会等名 日本水産学会近畿支部会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 辻冴月・村上弘章・益田玲爾
2. 発表標題 環境DNA分析を用いた舞鶴湾におけるマアジ地先産卵の時期および場所の推定
3. 学会等名 日本生態学会第70回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大友優里・益田玲爾・長田穰・川津一隆・近藤倫生
2. 発表標題 状況依存性による生物群集指標の分類
3. 学会等名 日本生態学会第70回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 笹野祥愛・村上弘章・河合賢太郎・海野徹也・山下洋・益田玲爾
2. 発表標題 環境DNAから見たクロダイの河川進入の季節性と地域性
3. 学会等名 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 益田玲爾
2. 発表標題 潜水で見た舞鶴湾における魚類群集の過去21年間の変遷
3. 学会等名 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山川 央、中村匡聡、釣 健司、小出水規行
2. 発表標題 環境DNA分析で気をつけるべきこと
3. 学会等名 環境DNA学会 2022年第三回技術セミナー
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 笠井亮秀, 近藤倫生, 田邊晶史, 川上達也, 山川央
2. 発表標題 商船を用いた外洋における環境DNAによる魚類群集調査
3. 学会等名 2022年度 水産海洋学会創立60周年記念大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松井一彰, 鏡味麻衣子, 川津一隆, 三木健
2. 発表標題 下水における薬剤耐性遺伝子の動態
3. 学会等名 第57回日本水環境学会年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 近藤倫生
2. 発表標題 生物多様性観測網と情報基盤を作る:ANEMONE の取り組み
3. 学会等名 日本動物学会第93回早稲田大会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Michio Kondoh
2. 発表標題 ANEMONE: an eDNA-based biodiversity monitoring network
3. 学会等名 PICES-2022(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤倫生
2. 発表標題 市民が生物多様性の守護者となる社会を目指して：ANEMONEの取り組み
3. 学会等名 第1回南三陸いのちめぐるまち学会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋正裕, 近藤倫生
2. 発表標題 環境DNA観測ネットワークの拡がり -運航船舶で生態系の「見える化」に貢献
3. 学会等名 東京サステナブルシーフード・サミット2022（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤倫生, 高倉葉太, 藤原謙 藤田香
2. 発表標題 海洋 x IoT・AI x ベンチャー・大学がSDGs14に貢献
3. 学会等名 東京サステナブルシーフード・サミット2022（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 笠原剛樹, 近藤倫生
2. 発表標題 植物プランクトン群集を対象とした動的結合ネットワークのアグリゲーション
3. 学会等名 第67回日本生態学会東北地区会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤倫生
2. 発表標題 誰もが参加・利用できる環境DNA観測ネットワーク：ANEMONEの挑戦
3. 学会等名 一般公開シンポジウム 野生生物モニタリングの現在・未来 ～研究者たちの挑戦
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤倫生
2. 発表標題 環境DNA技術の社会実装： ANEMONEとANEMONE DB、コンソーシアム
3. 学会等名 環境DNA学会技術セミナー「環境DNAデータベース「ANEMONE DB」を使いこなす」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Michio Kondoh
2. 発表標題 ANEMONE The eDNA-based biodiversity monitoring network in Japan
3. 学会等名 1st Australian & New Zealand Environmental DNA (eDNA) Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 笠原剛樹, 近藤倫生
2. 発表標題 植物プランクトン群集を対象とした動的結合ネットワークのアグリゲーション
3. 学会等名 第70回日本生態学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 近藤倫生
2. 発表標題 環境DNA観測網ANEMONEとネイチャーポジティブにむけた生物多様性データ活用の展望
3. 学会等名 第18回日本LCA学会研究発表会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Michio KONDOH
2. 発表標題 ANEMONE The eDNA-based biodiversity monitoring network in Japan
3. 学会等名 The 34th General Assembly of the IUBS 公開シンポジウム（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 近藤倫生
2. 発表標題 ネイチャーポジティブへの科学的道筋：環境DNAの果たしうる役割
3. 学会等名 東北大学グリーンゴールズパートナー 第14回グリーンシーズ研究会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 村上弘章・笹野祥愛・益田玲爾・笠井亮秀・山下洋
2. 発表標題 環境DNAで読み解く京都府由良川のスズキLateolabrax japonicusの分布と季節回遊
3. 学会等名 環境DNA学会第4回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山川 央
2. 発表標題 遺伝子分析で環境を見る
3. 学会等名 千葉市科学館 大人が楽しむ科学教室2021 かずさDNA研究所シリーズ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大友優里, 益田玲爾, 長田穰, 川津一隆, 近藤倫生
2. 発表標題 非線形時系列解析から読み解く, 群集スケールでの状況依存性
3. 学会等名 第37回個体群生態学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大友優里, 益田玲爾, 長田穰, 川津一隆, 近藤倫生
2. 発表標題 魚類個体群動態の状況依存性: 原発沿岸地域の長期観察データの非線形時系列解析
3. 学会等名 第69回日本生態学会福岡大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤 青葉, 香川 裕之, 成田 勝, 田 穰, 近藤 倫生
2. 発表標題 環境DNAを用いた河川の魚類分布の推定: DNAの動態を考慮したモデリング
3. 学会等名 第37回個体群生態学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Michio Kondoh
2. 発表標題 ANEMONE: eDNA Monitoring Network in Japan
3. 学会等名 環境DNA学会第4回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Aoba ITO, Hiroyuki KAGAWA, Masaru NARITA, Yutaka OSADA, Michio KONDOH
2. 発表標題 環境DNAから河川の魚類分布を推定する：DNAの流下と減衰を考慮したモデリング
3. 学会等名 環境DNA学会第4回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三井 広大, 増田 到, 上田 羊介, 山本 朋範, 宗像 恵太, 相川 直美, 小林 望, 三ツ橋 知沙, 谷村 優太, 詫摩 雅子, 笠井 亮秀, 近藤 倫生, 佐土 哲也, 清野 聡子, 宮 正樹
2. 発表標題 市民とともに生態系への理解を深める環境 DNA 調査イベントの開発と実践
3. 学会等名 環境DNA学会第4回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤倫生
2. 発表標題 環境DNA市民調査の広がり：地域住民が主人公になる自然共生への道筋
3. 学会等名 環境DNA学会第4回大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木 将太, 近藤倫生
2. 発表標題 三陸沿岸:豊かな漁場
3. 学会等名 環境DNA学会第4回大会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤青葉, 香川裕之, 成田勝, 長田穰, 水産, 近藤倫生
2. 発表標題 環境DNAを用いた河川魚類分布を推定: DNAの動態を考慮した階層ベイズモデリング
3. 学会等名 日本生態学会第69回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩下源, 近藤倫生
2. 発表標題 時系列データを用いた生物群集の特徴づけについて
3. 学会等名 日本生態学会第69回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上村真太郎・益田玲爾・村上弘章・徐寿明・源利文
2. 発表標題 産卵と被食に伴う核およびミトコンドリア環境DNAの動態: カタクチイワシとマアジを用いた水槽実験
3. 学会等名 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 笠井亮秀・山崎彩・安孝珍・山中裕樹・亀山哲・益田玲爾・東信行・木村伸吾・唐木達郎・黒川優子・山下洋
2. 発表標題 環境DNA分析による全国の河川におけるニホンウナギ分布域の推定
3. 学会等名 日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木紀之, 川津一隆, 金子修治
2. 発表標題 開放系における候補天敵の性能検証：ミカンコナジラミ・クロツヤテントウ系の非線形時系列解析
3. 学会等名 第65回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩本紘明, 川津一隆, 近藤倫生
2. 発表標題 観測手法間で観測誤差をどう比較するか：非線形時系列ノイズ削減法による検討
3. 学会等名 日本生態学会第68回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大友優里, 益田玲爾, 長田穰, 川津一隆, 近藤倫生
2. 発表標題 環境変動に対する群集動態駆動ルールの反応性：魚類群集観測データの非線形時系列解析
3. 学会等名 日本生態学会第68回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 細田一史・瀬尾茂人・村上なおみ・長田穰・松田秀雄・近藤倫生
2. 発表標題 人工生態系を12種微生物でつくったら進化やキーストーン種による確率的現象が見えた
3. 学会等名 日本生態学会第68回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤倫生
2. 発表標題 環境DNA観測網を活用した自然共生社会の実現：ANEMONEの取り組み
3. 学会等名 日本生態学会第68回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤倫生
2. 発表標題 環境DNA観測網がもたらす新しい生態学のかたち
3. 学会等名 日本生態学会第68回全国大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩下源・近藤倫生
2. 発表標題 生息地改変による群集の形成
3. 学会等名 日本生態学会第68回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 遠藤智也・香川裕之・成田勝・長田穰・近藤倫生
2. 発表標題 多地点多種の環境DNAデータを利用した河川魚類の分布推定モデル
3. 学会等名 日本生態学会第68回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 浅井和成・赤松友成・Dede AYHAN・Ayaka OTZTURK AMAHA・長田穰・近藤倫生
2. 発表標題 イルカの環境応答を検出する：音響データに対する非線形時系列解析の適用
3. 学会等名 日本生態学会第68回全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村上弘章・内藤隆慈・志水正敏・益田玲爾・笠井亮秀
2. 発表標題 環境DNAで読み解く河川と沿岸域の魚類多様性とその生態
3. 学会等名 日本生態学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 徐寿明・村上弘章・益田玲爾・源利文
2. 発表標題 核DNAおよび海水サンプルを対象とした塩化ベンザルコニウムの環境DNA保存効果
3. 学会等名 日本生態学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩本紘明・川津一隆・近藤倫生
2. 発表標題 異なる手法に含まれる観測誤差をどう比較するか:非線形時系列ノイズ削減法による検討
3. 学会等名 環境DNA学会第3回大会・第36回個体群生態学会合同大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 尾形瑞紀・益田玲爾・張野宏也・坂田雅之・畠山信・横山勝英・山下洋・源利文
2. 発表標題 堆積物中における環境DNAの残存性とこれを応用した津波後のクラゲ類ブルームの検出
3. 学会等名 環境DNA学会第3回大会・第36回個体群生態学会合同大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹下大輝・村上弘章・益田玲爾・源利文
2. 発表標題 環境DNA分析によるマナマコ (<i>Apostichopus japonicus</i>) の繁殖期推定
3. 学会等名 環境DNA学会第3回大会・第36回個体群生態学会合同大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村上弘章・益田玲爾・山本哲史・源利文・山下洋
2. 発表標題 異種混合飼育が海産魚の環境DNA放出量に与える影響
3. 学会等名 環境DNA学会第3回大会・第36回個体群生態学会合同大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋さやか・高田真吾・山中裕樹・益田玲爾・笠井亮秀
2. 発表標題 二ホンウナギの環境DNA放出量に与える遺伝子変異と活動日周性の影響
3. 学会等名 環境DNA学会第3回大会・第36回個体群生態学会合同大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 曽根高幹広・益田玲爾・徐寿明・竹下大輝・村上弘章・上村真太郎・源利文
2. 発表標題 キジハタの環境DNAに対する体サイズおよび活動量の影響
3. 学会等名 環境DNA学会第3回大会・第36回個体群生態学会合同大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大友優里・益田玲爾・長田穰・川津一隆・近藤倫生
2. 発表標題 個体群動態の駆動ルールは環境変動にどう反応するか：高浜原発周辺の魚類群集の非線形時系列解析
3. 学会等名 環境DNA学会第3回大会・第36回個体群生態学会合同大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kondoh M
2. 発表標題 Does ecological complexity stabilize the community against external disturbances? - an empirical test based on a data-driven approach
3. 学会等名 URPP Global Change and Biodiversity (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Horiuchi T, Masuda R, Murakami H, Yamamoto S, Minamoto T.
2. 発表標題 Biomass-dependent emission of environmental DNA in jack mackerel <i>Trachurus japonicus</i> juveniles
3. 学会等名 Fisheries Society of the British Isles Symposium 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sasano S, Murakami H, Suzuki KW, Minamoto T, Yamashita Y, Masuda R.
2. 発表標題 Distributional pattern of black sea bream <i>Acanthopagrus schlegelii</i> estimated from environmental DNA: seasonal changes in marine and river waters
3. 学会等名 Fisheries Society of the British Isles Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大友優里・益田玲爾・長田穰・近藤倫生
2. 発表標題 沿岸部の局所温暖化に伴う魚類群集の変化
3. 学会等名 個体群生態学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤倫生
2. 発表標題 環境DNA観測ネットワーク：構築と活用の提案
3. 学会等名 個体群生態学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石川佳穂・池田将平・一瀬諭・長田穰・川津一隆・京極大助・古田世子・近藤倫生
2. 発表標題 植物プランクトンの変動メカニズムは時間変化するか：分類階級間の比較
3. 学会等名 日本陸水学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 東豊浩・加藤広海・長田穰・永田裕二・近藤倫生
2. 発表標題 土壌細菌叢の液体培養系における遷移の動態解析
3. 学会等名 日本微生物生態学会第33回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤倫生・東豊浩・加藤広海・川津一隆・長田穰・永田裕二
2. 発表標題 生態学は生物群集デザインに活用できるか？
3. 学会等名 第71回日本生物工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 徐寿明・有本美於・村上弘章・益田玲爾・源利文
2. 発表標題 マアジの核およびミトコンドリアに由来する環境DNAの水温・体サイズ依存
3. 学会等名 令和元年度日本水産学会秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村上弘章・益田玲爾・山下洋
2. 発表標題 舞鶴湾におけるマアジ環境DNA濃度の日周変化
3. 学会等名 第2回環境DNA学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 笹野祥愛・益田玲爾・山下洋
2. 発表標題 クロダイ受精卵および仔稚魚の個体あたり環境DNA放出量
3. 学会等名 第2回環境DNA学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 徐寿明・有本美於・村上弘章・益田玲爾・源利文
2. 発表標題 魚類の核およびミトコンドリアに由来する環境DNAの粒子径サイズ分布
3. 学会等名 2019年度日本分子生物学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Suzuki KS, Suzuki KW, Kumakura E, Sato K, Oe Y, Sato T, Sawada H, Masuda R, Nogata Y.
2. 発表標題 Seasonal dimorphism in the ontogenetic development of moon jellyfish <i>Aurelia coerulea</i> and the contribution of direct-development life cycle to the population dynamics in Maizuru Bay, Japan
3. 学会等名 6th International Jellyfish Blooms Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩下源・近藤倫生
2. 発表標題 生物が生息地改変する場合の群集形成のモデル
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅井和成・赤松友成・Dade AYHAN・Ayaka Amaha OTZTURK・Tonay M ARDA・長田穰・近藤倫生
2. 発表標題 イルカの声から明らかにする環境との関係
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高嶋あやか・近藤倫生
2. 発表標題 一次生産要求量は栄養位置と転換効率から予測できるか?
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤倫生
2. 発表標題 環境DNAを利用した長期生態系観測網構想:高度生態情報社会への展望
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 遠藤智也・成田勝・香川裕之・長田穰・近藤倫生
2. 発表標題 河川の環境DNAデータから魚類分布を推定する
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長田穰・近藤倫生
2. 発表標題 生物群集の複雑さと生態系機能の関係
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 東豊浩・加藤広海・長田穰・近藤倫生
2. 発表標題 微生物間相互作用の時系列解析
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 細田一史・村上なおみ・瀬尾茂人・長田穰・松田秀雄・古澤力・近藤倫生
2. 発表標題 1万個の人工生態系をつくり生態系ダイナミクスの理解に挑む
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大友優里・益田玲爾・長田穰・近藤倫生
2. 発表標題 長期観測データから読み取る，温排水放出に伴う魚類群集動態の変化
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小杉奏太・益田玲爾・長田穰・川津一隆・近藤倫生
2. 発表標題 非線形時系列解析を用いた，内浦湾における原発温排水に反応する魚類の特定
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 徐寿明・村上弘章・益田玲爾・源利文
2. 発表標題 環境DNAの放出量はどのような生理学的要因と関連するか?
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 益田玲爾
2. 発表標題 温排水に依存した魚類・無脊椎動物群集の原発の停止・再稼働に伴う変遷
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 徐寿明・村上弘章・益田玲爾・源利文
2. 発表標題 粗孔径フィルターを利用したマアジ長鎖環境DNAの効率的回収
3. 学会等名 令和2年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計7件

1. 著者名 益田玲爾	4. 発行年 2022年
2. 出版社 京都大学学術出版会	5. 総ページ数 14
3. 書名 里海フィールド科学 京都の海に学ぶ人と自然のつながり	

1. 著者名 田中 克、認定NPO法人シニア自然大学校地球環境自然学講座	4. 発行年 2022年
2. 出版社 花乱社	5. 総ページ数 352
3. 書名 いのちの循環「森里海」の現場から	

1. 著者名 Kawatsu K	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 221
3. 書名 Diversity of Functional Traits and Interactions: Perspectives on Community Dynamics	

1. 著者名 Kondoh M., Kawatsu K., Osada Y., Ushio M (eds. Kevin S. McCann; Gabriel Gellner)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Oxford University Press	5. 総ページ数 352
3. 書名 Theoretical Ecology: concepts and applications	

1. 著者名 Akihiko Mougi	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 221
3. 書名 Diversity of Functional Traits and Interactions: Perspectives on Community Dynamics	

1. 著者名 一般社団法人 環境DNA学会、土居 秀幸、近藤 倫生	4. 発行年 2021年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 300
3. 書名 環境DNA	

1. 著者名 大串 隆之、近藤 倫生、難波 利幸	4. 発行年 2020年
2. 出版社 京都大学学術出版会	5. 総ページ数 408
3. 書名 生物群集を理解する	

〔産業財産権〕

〔その他〕

ANEMONE: All Nippon eDNA Monitoring Network
<https://sites.google.com/view/all-nippon-edna-monitoring-net>
 汲んだ水から魚を数える - 環境DNA分析による個体数の推定法を実証 -
<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2020/07/press20200703-01-fish.html>
 需要 供給バランスに依存する花と昆虫の取引のネットワーク 効率のよい取引を妨げる送粉のジレンマ
<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2020/08/press20200821-01-network.html>
 自然界の「ムダの進化」が生物多様性を支える
<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2020/07/press20200710-01-muda.html>
 ANEMONE: All Nippon eDNA Monitoring Network
<https://sites.google.com/view/all-nippon-edna-monitoring-net/>

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	岩崎 藍子 (Iwasaki Aiko) (00826076)	東北大学・生命科学研究科・助教 (11301)	
研究分担者	川津 一隆 (Kawatsu Kazutaka) (20747547)	東北大学・生命科学研究科・助教 (11301)	
研究分担者	山川 央 (Yamakawa Tadashi) (40370928)	公益財団法人かずさDNA研究所・ゲノム事業推進部・研究員 (82508)	
研究分担者	益田 玲爾 (Masuda Reiji) (60324662)	京都大学・フィールド科学教育研究センター・教授 (14301)	
研究分担者	田中 健太 (Tanaka Kenta) (80512467)	筑波大学・生命環境系・准教授 (12102)	

6. 研究組織（つづき）

	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	長田 穰 (Osada Yutaka) (90750084)	東北大学・生命科学研究科・助教 (11301)	

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