

金沢大学 環日本海域環境研究センター

Institute of Nature and Environmental Technology
Kanazawa University Japan

令和三年度 年報



2021

<https://www.ki-net.kanazawa-u.ac.jp/>

目 次

巻頭言	1
1. センターの活動	2
2. 組織と運営	6
3. 研究・運営活動	9
4. 研究成果リスト	20
5. 研究費	55
6. 研究指導	60
7. その他	63
研究報告	65

表紙写真説明

「金沢大学臨海実験施設」

金沢大学臨海実験施設は 65 年の歴史を持つ。昭和 32 年能登半島の能登町（当時、松波町）より土地の寄付を受け、翌昭和 33 年に北陸 3 県（富山、石川、福井）の教育・研究の拠点として金沢大学理学部附属能登臨海実験所が発足した。昭和 47 年度には、木造から鉄筋コンクリートの建物になった。その後平成 6 年度の内装・外装の改修、平成 25 年度の配管・空調設備、食堂の改修を経て現在に至る。さらに令和 4 年度に研究棟・実験棟・艇庫の内装・外装を大幅改修する予定である。

（撮影；小木曾技術専門職員：総合技術部環境安全部門，渡部技術補佐員：環日本海域環境研究センター海洋環境領域）

巻頭言

環日本海域環境研究センター長 長尾誠也

環日本海域環境研究センターは、平成 28 年度から越境汚染に関する拠点形成を目的にした「越境汚染に伴う環境変動に関する国際共同研究拠点」として共同利用・共同研究拠点到認定されました。拠点として当センターが取り組む研究は、環日本海域における大気と海洋の広域観測を通して有害物質の輸送量と輸送過程を把握すること、環境領域間の境界を共有して大気・海洋・陸域間を結合した統合環境領域として環日本海域の有害化学物質の動態を把握することを研究の柱と考えています。当センターの能登大気観測スーパーサイトは、大気を経由する東アジアからの越境汚染を観測する拠点として地理的に最西端に位置し、人為的な影響も少ない地域であるため、東アジアからの越境輸送の実態を把握するのに適しています。日本海では対馬海流による有害物質流入の現状把握とその影響を詳細に調査することが必要不可欠です。本拠点では、国内外の研究機関と連携して日本海における有害物質の空間分布の把握とともに、その支配要因解明のための物質動態トレーサの広域観測を継続して進めています。最終的には、モデル解析を通して産業構造・産業活動の変化と人口動態に伴う有害化学物質の起源・発生域および発生量の変動がその移行挙動に及ぼす影響を予測し、ヒト健康に及ぼす影響と生態系の応答性の評価を進めています。

令和 3 年度には、共同利用・共同研究の公募型共同研究の採択数は重点研究 3 件、一般共同研究 64 件（国際共同研究 17 件）とともに、大学院博士後期課程の学生を対象にした若手枠 4 件、研究集会 3 件と 2020 年度に比べて総採択件数は 10 件と約 1.2 倍、平成 28 年度に比べると 1.8 倍に増加し、国内外の共同研究ネットワークの拡充が順調に進んでいます。令和 3 年度はコロナウイルスの拡散を抑えるため、継続して全国の大学や研究機関の活動が制限されました。しかし、緊密に情報交換する事により、国内外の研究者との共同研究は昨年度と同様に当初の研究計画を多少修正することで対応する事が出来ました。若手研究者の人材育成として実施している統合環境型サマースクールは、コロナ禍の影響のため、昨年度に引き続き金沢大学の留学生を対象に開講しました。継続した開催により、それぞれの実習はより質の高い内容に改善され、テキストに相当する本の作成を進めています。また、共同研究の成果報告会と国際シンポジウムはオンラインで開催し、研究者間の最先端の研究情報の共有は継続して進めています。コロナ禍による産業の停滞とその後の復興に伴う越境汚染の輸送量の変化に関する貴重な観測データも大気と海洋環境で取得しています。本年報では、研究拠点形成の基盤となる必要な情報・成果を取りまとめるとともに、新しい成果の発信にも努めています。令和 4 年度の国内外の共同研究のネットワークの拡充にぜひご協力をお願いいたします。

令和 4 年 6 月吉日

1 センターの活動

1 年間の活動概況

- (1) 国際ワークショップ・シンポジウム
 - 1) 国際ジョイントシンポジウム「拠点形成を新たな段階へ」(Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration) (2021 年 11 月 30 日-12 月 3 日, 金沢大学図書館棟 G15 室/オンライン, 金沢, 延 329 名参加 (米国・タイ・インドネシア・パキスタン・韓国・中国・台湾・フランス・ロシア・日本より))
 - 2) さくらサイエンス代替オンラインプログラム「野生生物の保全と持続型農業の構築に向けた国際共同研究」(Towards international joint research for wildlife conservation and sustainable agriculture) (2022 年 3 月 4 日, オンライン, 38 名 (3 国(インドネシア, スリランカ, 日本), 13 機関 (アンダラス大学(インドネシア), マナド州立大学(インドネシア), ボゴール農科大学(インドネシア), 州立イスラム大学(インドネシア), シンツウマロソ大学(インドネシア), セベラスマレット大学(インドネシア), タドゥラコ大学(インドネシア), タイダー大学(インドネシア), パダン州立大学(インドネシア), スリランカオープン大学(スリランカ), 北海道大学, 滋賀大学, 金沢大学))
 - 3) 環日本海域環境研究センター連携部門第 6 回国際テーマシンポジウム「東アジアの都市・農村をめぐる環境とその持続可能な発展 (城乡可持续发展与生态文明)」(2022 年 3 月 11 日, 金沢大学ナノ生命科学研究所/オンライン, 金沢, 28 名)
- (2) 研究会等の開催
 - 1) 金沢大学環日本海域環境研究センター 市民講演会「持続可能な海洋環境の保全ー能登の里海とSDGs」(2021 年 7 月 22 日, 金沢大学サテライト・プラザ, 17 名)
 - 2) 第 35 回日本宇宙生物科学会 (2021 年 9 月 24 日-26 日, 金沢市長土堀青少年交流センター, 金沢)
 - 3) 金沢大学環日本海域環境研究センター 市民講演会「豊かな海を守るには?? 海洋における地球環境問題と SDGs への取り組み/持続可能な社会環境構築を目指して」(2021 年 10 月 23 日, 金沢大学サテライト・プラザ, 35 名)
 - 4) 第 45 回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム (2021 年 11 月 12 日-14 日, オンライン)
 - 5) 市民講演会「ゲームで考える『豊かな海』」(2021 年 12 月 11 日, 共催, 金沢大学角間の里, 18 名)
 - 6) 市民講演会「大気汚染は慢性の咳の原因となるか?」(2022 年 1 月 22 日, 共催, オンライン, 34 名)
 - 7) 金沢大学環日本海域環境研究センター・MDPI Applied Sciences 誌共催オンラインセミナー「大気汚染と健康に関する最近の研究の進展」(2022 年 1 月 28 日, 共催, オンライン, 75 名)
 - 8) 環日本海域環境研究センター2021 年度研究集会 (北海道大学)「陸起源物質が沿岸海洋に及ぼす影響 (その 3)」(2022 年 2 月 1 日, オンライン, 25 名)
 - 9) 環日本海域環境研究センター2021 年度研究集会 (ロシア)「Advanced Research Oceanography: impact of human activities on marginal sea」(2022 年 2 月 15 日, オンライン, 12 名)
 - 10) 2021 年度共同利用研究成果報告会 (2022 年 3 月 10-11 日, オンライン, 金沢, 約 50 名)
 - 11) 環日本海域環境研究センター2021 年度研究集会 (北京大学)「KU-PKU Joint Workshop on Environmental Issues」(2022 年 3 月 16 日, オンライン, 18 名)
 - 12) 自由集会「成果ベースの環境配慮型農業」, 日本生態学会第 69 回福岡大会, (2022 年 3 月 18 日, オンライン, 約 30 名)
 - 13) 日本海 3 大学部局間連携協定キックオフシンポジウム 新潟大・金沢大・島根大環境シンポ (2022 年 3 月 25 日, 共催, オンライン, 95 名)

(3) 社会教育を目的とした実習・講義

- 1) 長谷部徳子：KIWANIS 卓話「モンゴルの自然と温暖化の影響」(2021 年 4 月 8 日)
- 2) 鈴木信雄：イカの解剖(小木小学校)(2021 年 5 月 30 日, 臨海実験施設, 能登町)
- 3) 富士圭介：金沢大学公開講座「海外学術調査旅ノート ファイナルシーズン～さまざまな国のさまざまな暮らし, そして研究～, カンボジアの自然とひとびと, そして世界遺産」(2021 年 5 月 8 日, 金沢大学サテライトプラザ, 金沢, 20 名)
- 4) 関口俊男：金沢大学公開講座「海外学術調査旅ノート ファイナルシーズン～さまざまな国のさまざまな暮らし, そして研究～, カンボジアの自然とひとびと, そして世界遺産」(2021 年 5 月 8 日, 金沢大学サテライトプラザ, 金沢, 20 名)
- 5) 木谷洋一郎：金沢大学公開講座「海外学術調査旅ノート ファイナルシーズン～さまざまな国のさまざまな暮らし, そして研究～, カンボジアの自然とひとびと, そして世界遺産」(2021 年 6 月 26 日, 金沢大学サテライトプラザ, 金沢, 20 名)
- 6) 塚脇真二：金沢大学公開講座「海外学術調査旅ノート ファイナルシーズン～さまざまな国のさまざまな暮らし, そして研究～, カンボジアの自然とひとびと, そして世界遺産」(2021 年 6 月 26 日, 金沢大学サテライトプラザ, 金沢, 20 名)
- 7) 小木曾正造, 渡部雪菜:3 年生総合的な学習の時間 川の生き物観察会(能登町立小木小学校)(2021 年 7 月 16 日, 松波川, 能登町)
- 8) 鈴木信雄：実験教室「ウイルスのお話し」(2021 年 7 月 30 日, 金沢海みらい図書館, 金沢)
- 9) 西川潮：石川県立七尾高校文系フロンティアコース「論述錬磨」に係る講義 II 「I. 生物多様性とは何か」(2021 年 11 月 6 日, 七尾市, 約 40 名)
- 10) 西川潮：石川県立七尾高校文系フロンティアコース「論述錬磨」に係る講義 II 「II. 環境配慮型農業と生物多様性」, (2021 年 11 月 6 日, 七尾市, 約 40 名)
- 11) 塚脇真二：日本遺産サミット海外 LIVE 配信「小松の石文化とアンコール・ワット」(2021 年 11 月 14 日, サイエンスヒルズこまつ 3D シアター, 小松, 約 100 名)
- 12) 唐 寧：市民講演会「大気汚染は慢性の咳の原因となるか?」(2022 年 1 月 22 日, オンライン)

(4) シンポジウム開催報告

- 1) 国際ジョイントシンポジウム「拠点形成を新たな段階へ」(Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration)(2021 年 11 月 30 日-12 月 3 日, 金沢大学図書館棟 G15 室/オンライン, 金沢, 延 329 名参加(米国・タイ・インドネシア・パキスタン・韓国・中国・台湾・フランス・ロシア・日本より))

陸域環境領域 長谷部徳子

前半 2 日間の共同利用拠点シンポジウム「統合環境研究」および後半 2 日間の超然シンポジウム「北極―南極間観測でさぐる越境汚染の全容」からなり, 現地開催とオンライン参加の併用で 10 カ国(米国・タイ・インドネシア・パキスタン・韓国・中国・台湾・フランス・ロシア・日本)から延べ 329 名の参加があった。拠点シンポジウムではウェビナーとしてニューヨーク州立大学の Kurunthachalam Kannan 教授, および早稲田大学の大河内博教授を招いた一般の研究報告セッションとしては, 1) 観測ネットワークの拡充: 大気環境, 2) 観測ネットワークの拡充: 海洋および陸域環境, 3) 統合研究: ヒトの健康と生態を開催した。超然シンポジウムではウェビナーとしてグルノーブルアルプス大学の Paolo Laj 教授, 当センターの鈴木信雄教授に講演いただくとともに, 大気, 海洋, 陸域, ヒトの健康と生態に関する一般講演が 14 件あった。

またポスターセッションは特設サイトを用意して実施し, 35 件の発表があった。2 日に分かれて flash talk の時間を設けその後 zoom の outbreak 機能を利用した個別のポスター発表を行なった。ベスト学生ポスター賞は金沢大学大学院自然科学研究科・北島卓磨さん, 同・河合海さん, およ

び金沢大学大学院医薬保健学総合研究科・白芑楚さんに授与された。

- 2) 環日本海域環境研究センター連携部門第6回国際テーマシンポジウム「東アジアの都市・農村をめぐる環境とその持続可能な発展（城乡可持续发展与生态文明）」

連携部門 塚脇真二

平成29年度に主催した第2回国際テーマシンポジウム「近現代における環日本海域の農村社会環境の特質」にひきつづいて、近年の経済発展が著しい中国で顕在化した社会問題や環境問題を環日本海域の中で比較し位置づけ、その現状を両国の関係者で評価するための第3回国際テーマシンポジウム「城乡可持续发展与生态文明（東アジアの都市・農村をめぐる環境とその持続可能な発展）」を華東師範大学との共催シンポジウムとして平成30年度に上海の華東師範大学中山北路キャンパスで開催した。この共同研究をさらに拡大し発展させることを目的とする第4回国際テーマシンポジウムを令和2年2月に金沢で開催の予定であったが、新型肺炎問題のため中国側参加者が来日することができず、そのため情報交換会として金沢大学にて学内関係者のみで開催した。また、令和2年度は、第4回とほぼ同じ内容での第5回国際テーマシンポジウム「東アジアの都市・農村をめぐる環境とその持続可能な発展」を金沢大学自然科学系大講義棟での口頭発表とオンライン発表との併用で令和3年3月に開催した。

このような経緯をふまえての開催となった第6回国際テーマシンポジウムは、これまでと同じテーマながらも、環境問題へ取り組む切り口を文理双方のさまざまな分野から考えるとともに環境問題の多様性を再確認することを目的として、連携部門の外来研究員による研究成果の報告会として金沢大学ナノ生命科学研究所の会場とオンラインとを併用し開催した。理系側からは「完新世の琵琶湖水温の定量的復元法の開発」、「石川県内の森林と河畔にみられる二次的植生」、そして「小松の蛋白石（オパール）鉱山の歴史とその地質学的背景」の3報告が、一方の文系側からは「小松市における障がい当事者や自治体と連携したアクセシビリティ研究と教育実践への取り組み」、「朝鮮王朝から現代韓国社会に至る漢字使用の変遷と言語主体の実践上の問題について」、そして「戦前沖縄の銀行と庶民金融」の3報告があり、中国側の報告「中国中部における「BO 門事」のタブーと公墓地事件—河南省済源 W 村に関する調査—」は、資料を配付しての抄訳の紹介として主催者側からなされた。その後に参加者全員での討論会を実施し、このテーマに沿った文理融合型学際的研究を今後進める上での有意義な会とすることができた。

(5) 人材育成プログラム

- 1) 大学コンソーシアム石川 海洋生化学実習(2021年5月22-23日、角間キャンパス、8名)COVID-19の影響で臨海実験施設ではなく、角間キャンパスにて実習を行った。学生は、薄層クロマトグラフィーを用いた海藻の色素分離、SDS-PAGEを用いた蛋白質の分離、PCR法による遺伝子の増幅という生化学の基礎を学んだ。
- 2) 富山国際大学 臨海実習(2021年7月9-10日、富山国際大学、6名)
臨海実験施設にて、磯採集など動物の多様性について実習した。参加者は、COVID-19対応として近くのホテルで宿泊した。
- 3) 石川県立七尾高校 スーパーサイエンスハイスクール(2021年7月13-15日、臨海実験施設、40名)
7月13日(火)に日帰りで磯採集・乗船実習を実施した。7月14日及び15日は、七尾高校に採集した動物を運搬して実施した。
- 4) 長野県松本縣ヶ丘高校 臨海実習(2021年7月27-29日、臨海実験施設、16名)
人数を制限し、臨海実験施設で宿泊を伴う実習を行なった。
- 5) 富山県立砺波高校(8月2-4日、富山県立砺波高校、30名)

COVID-19 感染拡大の影響で、臨海実験施設での実習は中止となり、砺波高校まで動物を運搬して海産動物の分類や自由研究を実施した。

- 6) 第1回公開臨海実習 環境保全に関する実習（2021年8月25-27日，9名）
アカテガニの生態についての実習を実施した。ゾエアの顕微鏡観察やフィールドでの放仔行動の観察をライブで配信した。実習に加えて課題を与えて成績を評価した。
- 7) 第2回公開臨海実習 能登半島の海岸動物相と基礎生化学実習（2021年9月6-8日，7名）
動物の多様性に関する実習と，生化学実験の内容を，完全オンライン開催で実施した。動物分類についての解説と，魚類や細胞株を用いた実験を，臨海実験施設からライブで発信した。臨海周辺の自然を空中ドローンのライブ発信で紹介した。実習に加えて課題を与えて成績を評価した。

2 組織と運営

(1) 部門紹介

研究領域部門

【大気環境領域】

黄砂や PM_{2.5} 問題など世界で最も汚染が顕在化する環日本海域の大気環境に焦点を合わせ、それがヒトや生態系、気候システムに及ぼす影響について検討する。大気汚染関連物質の新規分析法を開発するとともに、国際共同モニタリングネットワークを駆使して、発生と輸送、反応過程を明らかにし、将来予測を行う。これにより、世界共通に見られる同様な大気環境問題の解決に有用な対策技術の開発と施策の立案に寄与する。

【海洋環境領域】

日本海ならびにその周辺海域を中心に、海洋環境における多環芳香族炭化水素類などの有害化学物質の動態解析や海洋生態系への影響、とくに沿岸域に生息する生物の有害化学物質の応答性について、生物学、生化学、そして生態学的な観点から評価する。これをふまえて、国際連携を基盤とする海洋環境の管理手法を構築する。

【陸域環境領域】

環日本海域を特徴づける多様な陸域環境の変遷と成立、そして将来変動の予測を目指し、地質学的ならびに地球化学的な手法を開発し、それによる長期的・短期的変動解析を実施するとともに、同じく多様な陸上生態系の成立過程を系統学的・生態学的手法で解明し、自然変動や人間活動が生態系に与える影響を評価する。この両者をあわせることで環日本海域の持続的な発展に貢献する。

【統合環境領域】

環日本海域の大気－海洋－陸域を連結した統合環境において、有害化学物質等の動態・移行プロセスを検討する。同位体・放射性核種を活用した物質動態トレーサーを開発し、その支配要因を明らかにする。さらに、モデルシミュレーションと組み合わせ、環日本海域における有害化学物質等の総合的な物質動態解析と将来予測を実施する。

連携部門

環日本海域を中心に、東アジア全域における環境情報の交換・収集・維持管理を進めるとともに、国際研究ネットワークの構築とその維持・発展を支援し、広く国内外へ情報を発信する。さらに、環日本海域という地政学的に重要な地域における文理融合型学際的研究・地域研究の振興をはかることを目的とする。また、学内外の学生や大学院生の国際化教育の支援もあわせ行う。

(2) センター教員会議構成員

センター長：長尾誠也

リサーチプロフェッサー：Stephen B. Pointing (Yale-NUS College, National University of Singapore 教授)

教授：長尾誠也，塚脇真二，鈴木信雄，長谷部徳子，福士圭介，唐 寧

准教授：松木 篤，井上睦夫，西川 潮，猪股弥生，関口俊男

助教：木谷洋一郎，落合伸也，松中哲也，本田匡人，石野咲子

アドバイザー：早川和一

(3) センターの構成

研究領域部門

【大気環境領域】

教 授	唐 寧
准教授	松木 篤，猪股弥生
助 教	石野咲子（2021 年 12 月～）
博士研究員	張 露露
技術補佐員	加藤奈緒子
客員教授	西川雅高，兼保直樹
連携研究員	早川和一，池森文数，丁子哲治，山田明憲，服部祥平，李 英

【海洋環境領域】

教 授	鈴木信雄
准教授	関口俊男
助 教	木谷洋一郎
技術専門職員	小木曾正造
技術補佐員	渡部雪菜
事務補佐員	曾良美智子
客員教授	大嶋雄治，井口泰泉
連携研究員	浦田 慎，上田 宏，木下靖子，坂井恵一，笹山雄一，清水宣明，染井正徳， 布村 昇，平山 順，三宅裕志，安田 寛，谷内口孝治，山田外史

【陸域環境領域】

教 授	長谷部徳子，福士圭介，塚脇真二（兼任）
准教授	西川 潮
助 教	本田匡人
事務補佐員	武田 文
客員教授	Hang Peou，関根康人
連携研究員	柏谷健二，石丸信一，松本京子

【統合環境領域】

教 授	長尾誠也
准教授	井上睦夫
助 教	落合伸也，松中哲也
博士研究員	岩井久典
技術員・研究員	斎藤和子，西川方敏
事務補佐員	茶木春奈
客員教授	谷口真人，黄 誌川
連携研究員	宇都宮大輔，嘉瀬井恵子，中村浩二，野村進也，邱 振勉，濱島靖典，奈良郁子，エドパリナ・リザリタ・ロザレホ

連携部門

教 授	塚脇真二，長谷部徳子（兼任），唐 寧（兼任）
外来研究員	荒木祐二（埼玉大学），堂満華子（滋賀県立大学），池田誠司（元福井農林高校）， 金岡克文（高岡経済大学），木村 誠（公立小松大学），小沢広和（日本大学）， 作本達也（小松市埋蔵文化財センター）

リサーチプロフェッサー

Stephen B. Pointing (Yale-NUS College, National University of Singapore 教授)

事務担当

環日センター支援係 権野久美，岩本勝俊

センター長室付 幸西優香，松田彩子

3 研究・運営活動

研究領域部門

【大気環境領域】

(1) 能登大気観測スーパーサイト（珠洲測定局）

令和2年度から開始した日中韓蒙4カ国共同大気観測（北東アジア超微細粉塵事業団）の第2回目となる集中観測を令和3年6月に、主に珠洲測定局で行った。約1か月間、大きな測器類のトラブルもなく観測データが取得できている。これに先んじて令和2年12月に行われた集中観測についても、データの解析や試料の分析等が進み、11月下旬には各国チームが進捗を持ち寄るデータ検討会（2021 Workshop on International Air Quality Studies in East Asia : AQSEA2021）がオンライン開催されたほか、来年度に台湾で開催予定のアジアエアロゾル会議において、コンビーナーとして本事業のスペシャルセッションを企画した。同時季多地点の比較を通じて、中国北京や韓国ソウルでは微小粒子が硝酸塩主体であるのに対し、長距離輸送された後の能登では硫酸塩主体に置き換わる様子など、越境輸送に伴うエアロゾルのエイジングに関する興味深い結果が得られつつあり、本事業の第1弾となる国際共著論文が投稿準備中である。

(2) 能登大気観測スーパーサイト（輪島測定局）

輪島測定局における越境輸送大気汚染物質の観測は、本年度も継続している。大気中9種PAH（ピレン、フルオランテン、クリセン、ベンゾ[a]アントラセン、ベンゾ[k]フルオランテン、ベンゾ[b]フルオランテン、ベンゾ[a]ピレン、ベンゾ[ghi]ペリレン、インデノ[1, 2, 3-cd]ピレン）の平均濃度は、141 pg/m³、総浮遊粒子状物質（TSP）濃度は8.61 µg/m³であり、これらはいずれも昨年度（PAH: 176 pg/m³; TSP: 9.93 µg/m³）より減少した。偏西風の卓越時期（1～3月、11～12月）における輪島測定局の大気中PAHとTSPの平均濃度は、それぞれ235 pg/m³と8.72 µg/m³であり、期間中のPAH、TSP濃度と同様に、昨年度（PAHs: 299 pg/m³; TSP: 10.9 µg/m³）より若干低かった。また、長距離輸送されてきたTSPあたりのPAH濃度も本年度では26.9 pg/µgであり、昨年度の35.2 pg/µgより低かった。

一方、自動測定機による連続観測も継続していた。二酸化イオン、メタン、非メタン炭化水素、一酸化窒素、二酸化窒素、オゾン等のガス状大気汚染物質濃度は昨年度と同様な季節変動をし、平均濃度には大きな変動が見られなかった。

また、本年度より輪島測定局で捕集したTSP中に含まれるバイオマス燃焼マーカーであるレボグルコサン及びその異性体であるマンノサンの測定を行った。レボグルコサンの平均濃度は、冬季（5.97 ng/m³）>春季（5.07 ng/m³）>秋季（2.24 ng/m³）>夏季（0.66 ng/m³）の順であり、マンノサンの平均濃度は、レボグルコサンのそれと同じく、冬季（0.83 ng/m³）>春季（0.52 ng/m³）>秋季（0.23 ng/m³）>夏季（0.19 ng/m³）の順であった。レボグルコサンとマンノサンはいずれも植物の細胞壁の成分であるセルロースの熱分解に伴って生成されるが、それらの濃度比は植物の種類によって異なることが知られている。例えば、針葉樹の燃焼では10より小さく、広葉樹及び稲わらの燃焼では10より大きいと報告されている。本研究で得られたレボグルコサンとマンノサンの比は、冬季では7.2、春季では9.8、秋季では9.7、夏季では3.5であった。夏季を除いて、いずれの季節もその比が10に近かったため、先行研究の結果だけでは、輪島測定局の大気中レボグルコサンとマンノサンの主要発生源の推定に至らず、更なる検討が必要である。

(3) NP法を応用した大気粉塵及びPAH、NPAHの発生源解析と疾病要因解析への展開

本研究チームは、1990年代から日本、中国、ロシア及び韓国の10都市で大気粉塵を継続捕集してPAH、NPAH濃度を追跡してきた。この研究結果に、新たに開発したNP法（R2年度年報）を適用した。その結果、1) 中国華北やロシア極東の都市における冬のPAHとPc（燃焼由来微細

粒子)の著しい濃度上昇が、石炭暖房によって引き起こされること、2)日本の都市のPAH、NPAH及びPc濃度は中国華北や極東ロシアの都市より遥かに低く、主要排出源は自動車であったが、2000年以降の著しい濃度低下は自動車に対する厳しい排ガス規制の成果であること、3)日本でも製鉄所を有する都市の主要排出源はコークス炉の石炭燃焼であるが、PAHとPcの濃度が中国華北やロシア極東の都市に比較して低いことは排煙除去対策の効果と推定されること、などを明らかにした。本法が従来の発生源解析法を凌ぐ特性を有することから、既に行った特許申請を国際特許の申請に拡大出願した。

一方、PAH類と呼吸器疾患(咳嗽症状の悪化)との関連解明を目的とする環境省環境総合研究推進費研究(代表中村裕之)で、福江島、福岡市、能登半島、金沢市で2年にわたり大気粉塵の同時捕集とPAH、NPAH分析を実施した。その結果、1)PAH、NPAH及びPcの濃度の経日変化は4地点間の相関性が乏しかったが、毎月の平均濃度推移には強い相関が認められ、PM_{2.5}やSPM(浮遊粒子状物質)とは全く異なった。更に、2)これらの濃度の季節変化は4地点に共通する季節的な気象要因に依存するが、毎日の濃度変化は発生源状況や気象条件に伴う気流ルートの影響を受けること、3)福江島と福岡市、能登半島と金沢市の濃度差は比較的小さく、特に冬は都市でも長距離輸送の寄与が相対的に無視できないことなど、慢性咳嗽疾患の増悪に影響する環境因子に関する重要な事実を明らかにできた。

(4) 大気微小粒子の健康影響及び南極地域における新粒子生成のメカニズム解明

大気微小粒子がヒトの健康に与える影響を評価するために、金沢・福江等において、大気微小粒子の分級捕集を行い、水溶性イオン及び金属成分の濃度を測定した。捕集した大気微小粒子は、ヒトの健康に与える影響を評価するために、金沢大医学部・薬学部・学外医学部の共同研究者に提供した。また、珠洲測定局で観測された大気微小粒子PM_{2.5}及びBCの越境輸送について評価を行った。

南極は人為発生源から離れた遠隔地であるため、自然起源大気微小粒子の放射収支変化による気候変動への影響評価や地球温暖化による大気微小粒子の粒径分布や化学成分の変化を捉える重要な地域である。第63次南極観測に参加し、しらせ船上観測において、日本-昭和基地間の航路上で走査式モビリティパーティクルサイザーを用いて大気微小粒子(5-230nm)の粒径別個数濃度の計測や、その化学成分を明らかにするために大気微小粒子の分級捕集を行った。上記より、粒子化して間もない超微小粒子から粗大粒子までの粒径毎の化学成分を明らかにするための試料が得られた。さらに、昭和基地滞在中(2021/12/24-2022/2/6)には、清浄大気観測室に粒径別大気微小粒子の分級捕集装置を設置し、通年観測を開始した。

(5) 極域のアイスコアから探る過去の大気環境変動

南極・グリーンランドあるいは中緯度山岳域に存在する氷床・氷河は、長年の積雪が積み重なることで形成されており、過去の大気成分(エアロゾルや雪中の溶存成分を含む)を保存している。そこから掘削されるアイスコア中の化学成分を分析することで、過去の気候や大気環境の変遷復元に取り組んでいる。

本年度は主に、南大洋・南極周辺域のエアロゾルの主要成分である硫酸(SO₄²⁻)について、その生成過程の変遷を理解することを目的とし、南極アイスコア中の硫酸イオンの三酸素同位体組成($\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値)の分析に取り組んだ。 $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値は、SO₂が酸化されてSO₄²⁻が生成される過程において、オゾン($\Delta^{17}\text{O} \cong 25\text{-}35\%$)、過酸化水素、OHラジカル($\Delta^{17}\text{O} \cong 0\%$)などの各種酸化剤との反応の寄与率を反映して変動する。加えて、メタンスルホン酸(MSA)という硫黄化合物が非常に高い $\Delta^{17}\text{O}$ 値を有しており、大気または雪中においてMSAの酸化が起きると、そこで生成されるSO₄²⁻が特異的に高い $\Delta^{17}\text{O}$ 値をもつことが近年明らかにされている。本研究では、南極ドームふじ近傍で掘削された浅層アイスコア試料の提供を受け、過去約2000年分の $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$

値を分析した。結果、 $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値は過去 2000 年間にかけて 3~5‰の範囲で有意な増減を示し、西南極のアイスコアを分析した先行研究データ (2~4‰) とは有意に異なる傾向が観測された。このことから、南極大陸内でも地域によってアイスコア中の $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値に保存される環境情報が異なることが示された。同試料中の MSA 濃度や硫黄同位体組成 ($\delta^{34}\text{S}(\text{SO}_4^{2-})$ 値) を含む様々な化学成分との相関解析を行なった結果、いずれも $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値との明確な相関は見られなかった。このことから、南極アイスコア中の $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値は、地域ごとの① SO_2 酸化反応経路の違い、②雪中での MSA 酸化の寄与率の違い、③大気への硫黄供給源の違い、といった情報を複合的に反映している可能性が示唆された。今後、 $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値から復元される環境情報のさらなる検討に取り組む。

【海洋環境領域】

(1) 魚類の自然免疫系に関する研究

魚類の免疫系は哺乳類と比較して原始的であることから、標的特異的な獲得免疫系ではなく幅広い病原性微生物に対して非特異的に作用する自然免疫系が重要である。木谷助教は、魚類の体表粘液や血液中に存在する抗微生物因子についての研究を行っている。研究の過程で L-アミノ酸オキシダーゼ (LAO) を魚類の体表や血液に含まれる抗菌物質として同定した。これは魚類における未知の生体防御システムを解明する糸口となりつつある。

令和 3 年度においては最近の研究で存在が明らかとなったキジハタ *Epinephelus akaara* の LAO を対象として、その産生組織を明らかとした。前年度に抗キジハタ LAO ウサギ抗血清を作製し、これを用いた免疫化学的手法による標的タンパク質の検出を行いキジハタ LAO はキジハタの皮膚、鰓、血清に多くみられたほか、心臓、前腎および後腎に存在することを明らかとした。キジハタ LAO 遺伝子の分布を組織別に検討したところ、皮膚、鰓、肝臓における発現量が高かった。これらの組織におけるキジハタ LAO 遺伝子の局在を調べるためにキジハタ LAO 遺伝子特異的プローブを作製し mRNA *in situ* ハイブリダイゼーションを行った。その結果、鰓では二次鰓弁上皮と鰓弁基部の粘液細胞にキジハタ LAO 発現細胞が分布していた。肝臓では類洞周囲の細胞にキジハタ LAO 発現細胞が見られた。これらの結果はキジハタにおいて LAO は必要な場所で局所的に産生されているということを示唆した。この成果は令和 4 年度日本水産学会春季大会 (3 月, オンライン開催) において「キジハタ血中 L-アミノ酸オキシダーゼ: 組織間および組織内分布について」山本葉月・木谷洋一郎 (金大臨海) として公表した。

また血液中のキジハタ LAO が通常不活性状態で存在し、海水との混合で活性化することを見出した。この成果は「キジハタ血中 L-アミノ酸オキシダーゼ: 活性制御機構について」木谷洋一郎 (金大臨海)・石崎松一郎 (海洋大) および Kitani Y, Osaka Y, Ishizaki S (2022) Seawater activates L-amino acid oxidase from the serum of the red-spotted grouper *Epinephelus akaara*. Fish Shellfish Immunol として公表した。

(2) 脊椎動物の比較生理・内分泌学的研究

関口准教授を中心とするグループは、脊椎動物に近縁な無脊椎動物や原始的な脊椎動物の神経系や内分泌系の働きに着目し、脊椎動物で発達した恒常性維持機構の起源や進化を研究している。現在、軟骨魚類の血中カルシウム濃度の恒常性維持機構の解明を目指して、アカエイ

(*Hemitrygon akajei*) を用いたカルシトニンの機能解析を行っている。カルシトニンは、哺乳類や硬骨魚類では、血中カルシウム濃度低下ホルモンとして作用するが、軟骨魚類における機能は不明である。本年度は、カルシトニン mRNA の全長を明らかにした。鰓後腺の Total RNA を用いて RNA-seq を行なった後、blast 解析によりカルシトニン mRNA を同定した。塩基配列から推定される前駆体タンパク質は、哺乳類と同じ 32 アミノ酸の成熟ペプチドを含んでいた。こ

の成熟ペプチドの配列は、全体的に哺乳類 CT と高い配列類似性を示していた。さらに N 末端側に存在する 2 つの Cys 残基のジスルフィド結合による環状構造と C 末端側のアミド化 Pro 残基といった CT の特徴が保存されていた。同時に鰓後腺 RNA-seq データよりカルシトニン遺伝子関連ペプチド (CGRP) mRNA も同定した。この CGRP mRNA には CT mRNA と塩基配列が一致する領域が存在しなかった為、今回同定した CGRP 遺伝子は、オルタナティブスプライシングにより CT と CGRP を生じる *CGRP- α* ではなく CGRP のみがコードされている *CGRP- β* であることが分かった。現在、ゲノム情報とトランスクリプトーム情報から *CGRP- α* 遺伝子を探している。

(3) 海産無脊椎動物における環境汚染物質応答機構

関口准教授を中心とするグループは、海洋汚染物質、特に多環芳香族炭化水素 (PAH) 類の海産無脊椎動物への影響を研究している。PAH 類は、化石燃料や木材の不完全燃焼により生じ大気中に放出される環境汚染物質である。また PAH 類は重油に含まれており、重油流出事故などによる海洋汚染の際に、海産動物にも影響を及ぼす。PAH 類は、脊椎動物に対し発癌性物質、変異原性物質、内分泌かく乱物質として作用することが知られている。一方、海産無脊椎動物に対しては、様々な影響が指摘されているものの、PAH 受容体は不明であり、その作用機序は解明されていない。そこで、海産無脊椎動物のモデルとして、カタコウレイボヤ (*Ciona intestinalis* type A) を用い、PAH 受容体の探索を目的とした研究を行なっている。

本年度は、ホヤの芳香族炭化水素受容体 (Aryl hydrocarbon receptor, AhR) の細胞内局在を解析した。mCherry 融合ホヤ AhR を発現させるプラスミドを哺乳類細胞に導入し、リガンドの有無におけるホヤ AhR の細胞内局在の変動を蛍光顕微鏡で解析した。マウス AhR は、これまで知られているように、リガンドの無い状態で細胞質に局在し、2-メチルコトラレン (2-MC) などのリガンドを添加すると核に移行した。一方、ホヤ AhR は、リガンド投与の有無に関係なく核に局在していることを明らかにした。本研究は、坂井孝嘉氏の卒業研究課題として実施された。

(4) 海洋汚染に関する研究

今年度は、住友財団の助成を受けて、マイクロプラスチックから溶出され、実際に海域にも検出されているスチレンオリゴマーの内分泌かく乱作用を調べた。国連環境計画の報告書 (2018 年) によると、プラスチック製品は世界全体で約 90 億トンが生産され、そのうち 9% しかリサイクルされず、それ以外は地中に埋められるか、捨てられ、海洋ゴミとなっている。特に海洋ゴミなどの大きなプラスチック材料が紫外線や波などにより機械的に壊れて細かい断片になる結果、環境中に形成されてマイクロプラスチックとなっている。マイクロプラスチックは難分解性であり、海洋という低温の環境下では分解しないと信じられてきた。しかし実際に海洋中にはスチレンオリゴマー (特に、スチレントリマー) が存在している。そこでスチレントリマーを海産魚のメジナに投与して、血液中のミネラル濃度に対する影響を評価した。その結果、血漿中の Mg 及び Pi 濃度が上昇するという結果が得られた (Kawago et al., Int. J. Zool. Inv., 2021)。さらにスチレントリマー分解能を持つ海洋細菌を単離・同定することができ、特許を出願した (特願 2022-16907, 出願日: 2022 年 2 月 10 日)。これらの研究は、河合海氏の修士論文研究の一環として実施して、令和 3 年度日本動物学会中部支部大会で最優秀賞を受賞した。環日本海域環境研究センターの国際シンポジウムでも発表して Best Poster Awards を受賞した。

(5) 魚類に対する海洋深層水の影響評価

海洋深層水とは、水深 200 m 以深に存在する深海の海水のことを示し、低温状態で、豊富なミネラルや無機栄養分を含み、細菌数が少ないという特徴を持つ。また海洋深層水は、水産増養殖分野において、海産動物の生育を改善する飼育水等に利用されているが、その根拠は明ら

かになっていない。鈴木教授を中心としたグループは、海洋深層水の魚類生理に及ぼす影響について生理学的な側面から研究を行い、海洋深層水にメジナ及びヒラメのストレス低減作用を見出した。その結果を基にして特許を申請した（能登海洋深層水のストレス低減作用，特願 2018-022738，特開 2019-137640，審査請求中）。本年度，この特許を基にして大口水産（株）と共に申請した科学技術振興機構の A-STEP が採択（タイトル：コロナ渦での産地直送の活イカを実現させるための技術開発）された。さらに今年度，赤穂化成工業（株）及び（株）土と野菜との共同研究も開始した。海洋深層水を魚類，イカ，エビなどの養殖事業に生かすことを計画中である。

【陸域環境領域】

(1) 環境汚染学分野

環境汚染学分野では，日本海沿岸地域を対象に環境汚染学／分析化学的な手法や指標生物にもとづき以下の研究をしている。

1) ネオニコチノイド系農薬のヒト尿を用いたバイオモニタリングと暴露経路推定

世界中で広く使用されているネオニコチノイド系農薬のヒトでの汚染状況の調査と健康への影響を評価するため，本研究では 2018 年度から引き続いて国内（石川県・新潟県・福岡県）で 2019 年 1-3 月（第 1 期）・2019 年 8-10 月（第 2 期）・2020 年 7-9 月（第 3 期）にヒト尿検体を合計 339 人から収集し，尿中のネオニコチノイド系農薬および代謝産物の濃度分析を行っている。検体収集と同時にアンケート調査も行い，暴露経路の推定なども行った。農薬および代謝産物の尿中濃度を測定した結果，新潟県で比較的高濃度および高頻度で農薬が検出された。3 県間では第 2 期間（2019 年 8-10 月）において，新潟県で他 2 県に対して有意に高い濃度の農薬が検出された。また各地域での 3 期間の間では，新潟では第 2 期間，石川では第 3 期間（2020 年 7-9 月）において他期間に対して有意に高い濃度の農薬が検出された。本農薬の主要な使用目的が稲作と想定した場合，石川では第 1 期間は不使用時期・第 2 期間は使用期間直後・第 3 期間は使用時期と想定され，新潟ではこれよりも早い時期，福岡ではこれよりも遅い時期であると想定される。そのため本結果は農薬汚染が食物を介して季節を問わず普遍的に発生しているが，同時に地域ごとにネオニコチノイド系農薬の使用時期・量および暴露量が異なる事も反映していると考えられた。

また尿検体収集と同時に実施した提供者の食生活などに対するアンケート調査と合わせて解析を行った結果，農作物およびその加工品の摂取が農薬暴露に対して大きく寄与している事が確認された。今後は尿中の酸化ストレスマーカーの解析も進め，ヒト健康への影響評価を実施していく。

2) 慢性透析患者における多環芳香族炭化水素類の健康へのリスク評価

近年問題となっている慢性透析患者でのガン発症率の上昇の原因解明を目的として，透析患者の健康に影響を与える新たな尿毒症物質の一つとして PAH 類の寄与を検討した。透析患者からの尿検体の収集および患者情報の収集などは金沢大学附属病院と共同して実施した。健常者と透析患者における尿中の PAH 類および OHPAH 類を比較した結果，PAH 類に対する代謝機能とろ過機能が低下している可能性が示唆された。透析患者内においても透析歴が長いほど血中の OH-PAH 類が増加しており，腎臓・肝臓・その他臓器の機能が低下している可能性が示唆された。また OH-PAH 類は内分泌かく乱作用を持つため，これによる健康へのリスクも懸念された。透析患者のうち，がん患者と非がん患者では血中 PAH 類に濃度差はみられなかったが，糖尿病性の透析患者において非糖尿病の透析患者に比べて血中 PAH 類濃度が高い可能性が示唆された。今後，より検体を増やし解析を進めていく予定である。

(2) 地質学分野

地質学分野では、北陸地方、日本海、および東南アジア大陸部を調査研究対象に地質科学/環境科学的な手法にもとづく以下の研究を展開している。

1) 北陸地方に分布する上部新生界の地質構造発達史

石川県を中心とする北陸地方には、わが国日本海側を代表する上部新生界の分布が知られ、背弧域の地質構造発達史を解明するうえで重要な存在である。また、防災や開発の視点からも実用的な地質図の完備が望まれている。精密な地質調査による高精度地質図の作成を目的として平成 6 年から本地域での調査を継続しており、これまでに金沢市の主要地域、津幡町南部、能美市東部（旧辰口町）、小松市北部、富山県西縁部の調査が完了している。今年度は、これらを総括した高精度地質図を出版する準備をととのえた。また、小松市埋蔵文化財センターとの連携のもとに実施している「小松市碧玉産地遺跡の地質」調査の最終報告書の監修を行うとともに、後期新生代の地質層序にいまだに混乱がみられる能登半島ならびに石川県加賀地方において、層序の整理を目的とする地質の概要調査を実施した。

2) カンボジアのアンコール遺跡区域における環境汚染・環境破壊の現状評価

アンコール世界遺産の環境汚染や破壊の現状を正確に評価するとともにその低減・撲滅策の提言を目的として、大気、森林、河川/地盤、水/生物を対象とする分野横断的な観測・調査を同国政府やアンコール世界遺産国際管理運営機構、UNESCO などとの密接な連携のもとに 2005 年度から継続している。世界的な新型肺炎問題のため昨年度にひきつづき今年度も現地での調査は実施できなかったが、現地の共同研究者とのオンライン会議などによる情報交換や画像・映像で提供される現地情報にもとづき、新型肺炎問題による外国人観光客の激減によって徐々に回復しつつある同世界遺産の自然環境の現状把握につとめた。

3) カンボジアのトンレサップ湖における生物多様性維持機構の評価

トンレサップ湖は東南アジア最大の淡水湖であり、湖は乾季と雨季とでその面積が大きく変化することで知られる。また、世界最高水準の淡水生物多様性で有名でもある。同湖の生物多様性の維持機構を、地質学、水文学、植物学、動物学の各分野から約 15 年間にわたって記録保存してきた。今年度も現地調査が実施できなかったが、現地の共同研究者とのオンライン会議などによる情報交換にもとづき、これまでの成果をとりまとめて発信する準備をととのえることができた。

4) 南タイのマングローブ林周辺海域における堆積作用とスマトラ地震津波の影響評価

1996 年から継続してきた南タイに分布するマングローブ林周辺海域での堆積作用の調査研究、ならびに 2004 年 12 月に発生したスマトラ・アンダマン地震津波がマングローブ生態系や周辺海域、とくに浅海域に与えた影響とその後の生態系の再生作用について、堆積物や微小生物群集の検討による評価を行っている。これに加えて同国地域社会での住民意識の調査も継続的に実施している。今年度は、新型肺炎問題による外国人観光客の激減による現地観光産業の変化についての意見交換、情報交換をプリンスオブソンクラ大学プーケット校観光学部の研究者と実施した。

5) 日本海における過去 2 万年間の堆積作用ならびに環境変遷史

氷河時代最盛期となる約 20,000 年前から約 6,000 年前の海面高頂期をへて現在に至るまでの日本海の海洋環境変化の高精度復元を目的に、わが国経済水域下となる日本海東半部ほぼ全域における、約 10 年間の海底地質調査で得た約 50 点の海底柱状試料および約 500 点の海底表層堆積物試料の堆積学的・微古生物学的解析を実施している。今年度は、わが国経済水域下の日本海、ならびにこれに隣接するオホーツク海、東シナ海でこれまでに採集した海底柱状堆積物試料および海底表層堆積物試料のデータベース化を継続した。

(3) 地球年代学・地球化学分野

地球年代学・地球化学分野では地球環境システムの構造や変化を明らかにするために、地表プロセスの解明、陸域生成鉱物・堆積物などを対象とした物理・化学測定および解析を行っている。本年度は主に以下の研究課題に取り組んだ。

1) 方解石を利用した年代測定に関する基礎研究

方解石は化石殻や、塩湖で晶出した炭酸塩の続成作用による変質などによって、天然環境で一般的に見られる鉱物であるため、方解石の形成年代の決定が可能になると環境変動研究に広く応用が可能である。特に環境指標としても有用な有孔虫や貝形虫化石を利用して年代測定が可能かどうか熱ルミネッセンス法を用いて吟味した。どちらも蓄積した放射線量によって赤く発光することがわかり、かつ有孔虫は線量応答性もよく年代測定対象として可能性を見出すことができた。一方貝形虫では有意な線量応答性は認められなかったが、これは有孔虫に比して小さいため、発光が弱く信頼に足るデータが得られなかったことが原因の可能性もある。有孔虫では同じ年代であることが期待できるものなら、複数個体をまとめて測定しても問題ではなかったことが示されたため、今後複数個体を濃集されることにより、貝形虫が真に測定対象として不適かどうかの吟味が必要である。

2) 吸着予測モデルに関する研究

地球化学分野では鉱物表面に対する元素の吸着・脱離挙動を予測できる便利な理論モデルの研究を行っている。対象としているモデルはジョンスホプキンス大学のスベルジェンスキー教授が 1990 年代半ばに提案し、以後 20 年以上にわたり大なり小なりの改良がおこなわれてきた拡張三重層モデル(ETLM)である。ETLM はパラメータが少ない割に、吸着の物理化学的な実態をうまく再現できる便利なモデルである。しかし、現在これを使っている研究者は世界に 3 人くらいしかおらず、絶滅の危機に瀕している。この危機を回避すべく ETLM の啓蒙活動を進めている。その第一弾として ETLM を汎用地球化学コード Visual MINTEQ で扱うことのできるインターフェースソフトウェア”ETL(MIN)2”を開発・公開した(センターデータベースサイトよりダウンロード可能)。今回第二弾として、ETLM の理論的フレームワークの最新版をまとめたレビューを *Applied Geochemistry* 誌にオープンアクセス論文として発表した。ETLM による解析方法に加えて、解析に利用する実験データの採取方法なども詳細に記載している。

3) モンゴル・エルデネト鉱山周辺河川のリブデン汚染の実態の調査

モンゴル国立大学・東京大学・石川県工業試験場との共同研究により、東アジア最大の銅・リブデン鉱山であるエルデネト鉱山周辺の河川水中の重金属濃度の観測を行っている。今回、主要河川のハンガル川では夏季にリブデン濃度が WHO 飲料水ガイドラインを超過することを明らかにした。さらにリブデン汚染の原因は火力発電所で利用され川に排出される地下水と、沈殿池から河川に流出する鉱山排水であることをつきとめた。通常、重金属は天然水に流出しても、堆積物に吸着することで濃度はすぐに減少する。一方、観測地点のハンガル川では 10km 下流でもほとんどリブデン濃度は変化しない。この原因はハンガル川の pH 条件(pH > 8)ではリブデンがほとんど堆積物に吸着しないためであることを室内実験から明らかにした。本成果は *ACS ES&T* 誌に発表した。

(4) 生態学・保全学分野

生態学・保全学分野では、陸域の生物多様性を脅かす地球温暖化や外来種の侵入などの環境リスク要因の解明と生態系影響、ならびに劣化した農地の自然再生に関わる研究に取り組んでいる。本年度は以下の研究に取り組んだ。

1) 気候変動下における絶滅危惧ザリガニの地理クレードレベルの分布予測

気候変動は、今後数十年の間に生物多様性に甚大な影響を及ぼしうするため、気候変動下における生物の生息適地を評価することは保全生物学の主要課題の一つとなる。種分布モデル

(SDM)は、気候変動に対する生物応答を評価するためにさまざまな分類群で使用されてきた。しかし、これまでの研究は多くの場合、種を単位とした生息適地の評価であり、地理クレードまたは遺伝グループを対象とした研究はまれである。本研究では、北海道の東西で地理クレードが明瞭に分かれている絶滅危惧種ニホンザリガニ (*Cambaroides japonicus*) を対象として、地球温暖化の進行に伴う 2 つの地理クレードの生息適地の変化を評価した。結果、ニホンザリガニの 2 つの地理クレードは、異なるニッチを占有していることが示され、東部の地理クレードは西部の地理クレードと比べて気候変動に対し頑健である可能性が示唆された。気候変動下での生物の生息適地をより現実的に予測するためには、地域スケールの適応を反映している遺伝情報を SDM に組み込むことが重要である。本成果は、日本、イタリア、中国の 3 国 10 機関の国際共同研究として *Diversity and distributions* 誌に発表した。

2) 特定外来生物シグナルザリガニの新産地および移入起源推定

2011 年から 2020 年にかけて長野県内の 6 水域で特定外来生物シグナルザリガニ *Pacifastacus leniusculus* が新たに確認された。本種の新規定着が確認された水域は、標高 670~1300 m のダム湖やため池、緩勾配河川であった。シグナルザリガニに共生するヒルミミズ類 *Branchiobdellida* の種組成およびミトコンドリア DNA 配列を分析した結果、1 水域は既往の県内産地からの導入、それ以外の水域については北海道・福島県産地からの導入あるいはこれら県内外の複数起源からの混合導入と推測された。今後、各水域のシグナルザリガニ個体群の個体数低減を図るとともに、これらの定着水域からの違法な持ち出しをしないよう普及啓発を進め、さらなる分布拡大を防ぐことが重要である。本成果は、長野県環境保全研究所、NPO、弘前大学との共同研究として保全生態学研究に発表した。

3) 里山の竹バイオマスを活用した資源循環型稲作農法の開発

日本の田園では、環境負荷と食の安全に配慮した無農薬稲作農業への取り組みが進められている。しかし、無農薬稲作農業は、米の収量や品質が安定しづらいため、農業の持続性に課題を抱えている。無農薬稲作農業の振興を図る上で、環境負荷低減や、米の品質、生物多様性保全に配慮しつつも米の収量を向上させる栽培法の確立が喫緊の課題である。近年、西南日本の里山を中心として放棄竹林の拡大が問題となっている。これまでのマイクロコスムを用いた研究で、タケを粉碎化して無農薬栽培田に施用することで、米の品質が損なわれず、米の収量が 2 倍近く向上することを見出している。本研究では研究の時間的空間的スケールを拡張し、実験圃場を用いて野外実験を行った。3 年間に及ぶ圃場実験の結果から、実験 1 年目は竹粉の施用により米の収量が増加したが、実験 2 年目以降は増収効果が認められなかった。竹粉施用区では、実験後に稲体および水田土壌のケイ酸含量が著しく減少していたことから、もみ殻・玄米へのケイ酸吸収が促進されて米生産に使われた可能性が示された。実験 2 年目および 3 年目は土壌中のリン酸が米収量の制限栄養塩となっていたことから、土壌中のリン酸が不足しない条件下で稲体へのケイ酸吸収が促進され、収量の安定化につながる可能性が示された。本成果は、国際水田・水環境工学会(PAWEES)でオンライン口頭発表を行うとともに、CABI Agriculture and Bioscience 誌に発表した。また、成果の一部を石川県立七尾高校の招待講義および国立台湾大学の招待セミナーで発表した。

【統合環境領域】

低レベル放射能実験実験施設では、環日本海域の大気－海洋－陸域を連結した統合環境において、有害化学物質等の動態・移行プロセスを検討する。同位体・放射性核種を活用した物質動態トレーサーを開発し、その支配要因を明らかにする。さらに、モデルシミュレーションと組み合わせて、環日本海域における有害化学物質等の総合的な物質動態解析と将来予測を実施する。

最近の環境汚染物質の中には大気・海洋・陸域環境を広範囲に移動して、ヒトの健康や生態

系に影響を及ぼすものがある。このような多様な環境問題の原因を明らかにして有効な対策を講じるためには、従来の大気環境、海洋環境、陸域環境といった個別研究では限界がある。これらの枠を超えて総合する「統合環境」の概念を導入して研究に取り組む必要がある。以下には、令和3年度の活動により、それぞれの調査研究で得られた成果を紹介する

(1) 能登半島における統合環境研究

本施設の所属する環日本海域環境研究センターでは、少子高齢化に関係した社会・自然環境問題が発生している能登半島において、大気-陸域-沿岸海洋を繋ぐ観測を珠洲市と七尾市旧中島町の熊木川-七尾西湾での観測を実施している。

能登半島中部に位置する七尾西湾において、表層堆積物および堆積物コア試料の大気由来放射性核種 ^{210}Pb 、 ^{137}Cs 、粒径、帯磁率の分布に基づいて七尾西湾での堆積環境を検討した。その結果、表層堆積物中 ^{210}Pb 、 ^{137}Cs 濃度、及びこれらのインベントリ（蓄積量）は、主要河川が流入する七尾西湾西部で高く、中央部と東部では低い傾向がみられ、河川の影響は主に西部に限定され、湾全体には及んでいないことが示唆された。また、中央部・東部では堆積物中 ^{137}Cs インベントリは、大気からの沈着量を示す陸上土壌中のインベントリよりも著しく低く、 ^{210}Pb インベントリは陸上土壌と同レベルか低い値を示した。このことから、中央部・東部での ^{210}Pb 、 ^{137}Cs の収支は蓄積（河川からの流入）よりも再浮遊等による侵食が卓越していることが示唆された。表層堆積物の粒径は中央部・東部で粗粒になっており、この海域では比較的強い流れにより、細粒堆積物が堆積しにくい環境であることが推定された。

(2) 小松市木場潟における有機汚濁の原因解明研究

本研究では、2021年4月から2022年3月まで1ヶ月に1回の水質観測を5測点で実施した。2021年1月から3月までの観測データも加えて、COD濃度変動に関与する有機物の動態の支配要因として重要な湖内の水質環境について、特に降雨の影響について検討した。その結果、木場潟の湖内生産は6月-9月にかけて活発となるが、降雨の影響として、初期には懸濁粒子流入量の増加が支配的であるが、大量の降雨2日~4日間は懸濁粒子濃度が低下する傾向が認められた。また、湖内に設置した連続採水器を用いた1時間毎、24時間の連続観測の結果、短時間に降雨ピークが複数回発生する場合には、段階的に水質の変化として反映されることが明らかとなった。降雨の影響を定量的評価するためには、降雨量とともに降雨の降り方による個別の解析が重要であり、降雨影響のシミュレーションの信頼性を向上するためには、継続しての観測が求められる。

(3) 東アジアにおける動態解析研究

1) 西部北太平洋亜熱帯域における多環芳香族炭化水素類の水平分布解析

西部北太平洋亜熱帯域における表面海水中の溶存態多環芳香族炭化水素類（polycyclic aromatic hydrocarbons: PAHs）PAHs濃度は、基本的に日本列島に近い沿岸側で低く、外洋の方で高い傾向が認められた。PAHs水平分布を海洋モデル（塩分と海流）と比較した所、溶存態PAHs濃度は黒潮の主軸付近で特に高く、黒潮内側域と比べ黒潮外側域で高いことが分かった。この傾向は、2020年の西部北太平洋亜熱帯域におけるPAHs水平分布と矛盾しなかった。「みらい」研究航海による黒潮続流付近のPAHsの観測結果と合わせて、広域的な溶存態PAHsの移行過程について、海水循環トレーサー（Ra-226, Ra-228, I-129）を用いて解析している。また、黒潮内側域でのPAHsの濃度低下の要因について、除去過程（生物ポンプや分解など）を含めて検討している。

2) 河川水中の多環芳香族炭化水素類の溶存形態別分離手法の開発

本研究では、環境水中のPAHsの溶存形態の把握を目的とし、カチオン性ポリマーコーティング濾紙（PcGF）を用いて親水性画分としてふるまうPAHsの分離手法を検討した。堆肥とピー

ト土壌から抽出したフミン酸を用い、PAH 混合溶液に添加してフミン酸と結合している画分（PcGF 吸着画分）とフリーの PAHs を分離した。BaP に関しては、水系のフミン酸（10-15%）とフミン酸（25%）との結合に比べて高い（60-90%）親水性画分の存在割合であった。また、堆肥抽出フミン酸は、ピート抽出フミン酸に比べて 1 桁高い PAH に対する結合のキャパシティを示した。これは、フミン酸の特徴が PAHs の環境動態を支配する可能性があることを示唆している。

3) $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 比からみた日本海の粒子吸着性成分の挙動

^{228}Th （半減期 1.91 年）は海洋環境において粒子吸着性であり、溶存性である親核種 ^{228}Ra との放射能比（ $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 比）は、粒子吸着性成分の挙動を探る重要な指標となる。表層-水深 250 m においては、対馬海盆・大和海盆域に比べ、日本海盆域において 0.15–0.6 と高く変動幅の大きい $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 比がみられた。日本海盆域の $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 比は、リマン海流など他の水塊の寄与、およびその混合比の差を反映していることが考えられた。

(4) 福島第一原発事故に絡む放射能汚染の調査・研究

1) 福島県・群馬県内河川・山岳湖沼での放射生セシウムの動態

群馬県内の利根川上流では群馬水試の協力の下に継続した調査を行った。令和 3 年度は、4 月、8 月、11 月、令和 4 年 2 月の計 4 回採水し、放射性セシウム濃度の濃度レベルとその変動を調べた。その結果、河川水中の放射能濃度は、降雨の影響のある調査を除いて平成 28 年度からほぼ横ばいで推移していた。また、福島県夏井川と鮫川の 2011 年から 2020 年までの観測結果をまとめて解析した。2011 年から溶存態と懸濁態を合計した ^{137}Cs 全放射能濃度は、降雨時の調査を除き、指数関数的に時間の経過とともに減少していた。一方、降雨時には放射能濃度が最大で 1 桁高くなり、その大部分が懸濁態の寄与であることが明らかとなった。一方、2016 年以降の平水時には、懸濁粒子濃度と放射性セシウム濃度には負の相関性が存在し、事故後 6 年目以降の放射性セシウムの移行動態は、河床堆積物とともに流域からの懸濁粒子の寄与が変動要因として考えられる。

赤城大沼の湖心で湖水の成層が系さされる 7 月、8 月、10 月に鉛直的に 5 層の湖水を採取し、放射性セシウム濃度を全濃度と溶存態濃度を測定し、その差分を懸濁態として分析した。その結果、夏季の成層期には、底層の放射性セシウム濃度が高く、7 月から 10 月にかけて増加した。また、アンモニウムイオン濃度と正の相関性を示したことから、有機物の分解により生成したアンモニウムイオンとのイオン交換反応により底層水の懸濁粒子、あるいは湖底堆積物より溶出した可能成が示唆された。

2) ^{134}Cs 濃度からみた北海道道東沖の海水循環

水産資源研究所（釧路分室）の協力により、2020-2021 年に採取した表層海水の ^{134}Cs 濃度分布を求めた。 ^{134}Cs 濃度は、先に得られた 2018-2019 年に比べ、特に 2020 年に増加傾向がみられた（0.5-1 mBq/L）。これは、FDNPP から直接流出した放射性セシウムの亜寒帯循環による道東海域に流入の寄与が大きくなったことを反映する。

連携部門

連携部門では、環日本海域を中心としながらも東アジア全域におよぶ各種国際研究ネットワークの構築を支援するとともに文理融合型学際的研究・地域研究の振興をはかり、国際ネットワークを活用しての本学学生の国際化教育の支援を展開している。平成 29 年度 1 月 1 日付けで専任教員 1 名（教授）と兼任教員 2 名（教授）を配置した。令和 3 年度のおもな活動は以下のとおりである。

(1) 学術雑誌「日本海域研究」第 53 号の出版

「日本海域研究」は環日本海域での地域研究に特化した学術雑誌（出版当初の雑誌名は「金沢大学日本海域研究所報告」）である。昭和 44 年（1969 年）に金沢大学日本海域研究所が第 1 号を発行し、その後、平成 29 年（2007 年）の第 39 号から環日本海域環境研究センター地域研究領域が発行母体となり、さらに、平成 28 年（2016 年）の第 48 号以降は環日本海域環境研究センター連携部門が発行を担当している。当年度末に出版した第 53 号には、論文 2 編「外食企業の海外事業とコロナ禍ー北陸発ラーメン店のアジア戦略と人材育成ー」ならびに「戦前沖縄の庶民金融の構造」、資料 1 編「能登半島西方海域における 3 次元地質構造モデル」が掲載されている。

(2) 国際シンポジウム・報告会の開催

平成 29 年度に当部門が主催した国際テーマシンポジウム「近現代における環日本海域の農村社会環境の特質」にひきつづいて、近年の著しい経済発展にともなって中国で顕在化している社会問題や環境問題を環日本海域の中で比較し位置づけ、その現状を文理双方の関係者で議論し評価するための第 3 回国際テーマシンポジウム「城乡可持续发展与生态文明（東アジアの都市・農村をめぐる環境とその持続可能な発展）」を、華東師範大学との共催シンポジウムとして平成 30 年度に上海の華東師範大学中山北路キャンパスで開催した。この文理融合型地域研究をさらに拡大し内容を深化させることを目的とする第 4 回国際テーマシンポジウムを令和 2 年 2 月に金沢で開催する予定だったが、新型肺炎の世界的な蔓延のため中国側参加者が来日することができず情報交換会として金沢大学にて学内関係者のみで開催した。また、令和 2 年度は、第 4 回とほぼ同じ内容での第 5 回国際テーマシンポジウム「東アジアの都市・農村をめぐる環境とその持続可能な発展」を金沢大学自然科学系大講義棟での口頭発表とオンライン発表との併用で令和 3 年 3 月に開催した。このような経緯をふまえての開催となった第 6 回国際テーマシンポジウムは、これまでと同じテーマながらも、環境問題への取り組みを文理双方のさまざまな視点から考えるとともに環境問題の多様性を再確認することを目的として、連携部門の外来研究員による研究成果の報告会として金沢大学ナノ生命科学研究所の会場とオンラインとを併用し開催した。

(3) 海外インターンシッププログラムの主催

カンボジアのアンコール世界遺産を維持管理するカンボジア国立アンコール遺跡整備公団において、本学学生の国際化教育を目的とする海外インターンシッププログラムを当部門と公立小松大学とで共催している。平成 22 年度（2010 年度）にはじまり令和元年度（2019 年度）に 10 回目を迎えた当プログラムであるが、令和 2 年度末からの世界的な新型肺炎問題のため当年度の実施も昨年度にひきつづいて見送らざるを得なかった。

(4) 広報活動

環日本海域環境研究センターの、平成 27 年度の 3 領域 8 部門から 2 部門 4 領域への改組、ならびに平成 28 年度の文部科学省の共同利用・共同研究拠点の認定をうけて、センター広報委員会と連携し、センターのウェブサイトを維持管理するとともに、毎年度の 7 月、11 月、3 月にセンターのニュースレターを発行している。また、当センターのパンフレットの日本語版および英語版を当年度は更新した。さらに、当センターの研究成果を社会に還元することを目的とする金沢大学公開講座「海外学術調査旅ノート～さまざまな国のさまざまな暮らし、そして研究～」の開講を支援した。

4 研究成果リスト

研究領域部門

【大気環境領域】

(1) 学術論文

- 1) Hayakawa, K., Tang, N. and Toriba, A., 2022, Long-term and seasonal changes in sources of urban atmospheric particulates in the western pacific. *Applied Sciences*, **12**, 2149.
- 2) Hayakawa, K., Tang, N., Matsuki, A., Inomata, Y., Toriba, A. and Nagato, G., 2021, Calculating source contributions to urban atmospheric pyrene and 1-nitropyrene and its application to Kanazawa, Japan in the spring having an Asian dust event. *Chemosphere*, **280**, 130662.
- 3) Inomata, Y., Takeda, M., Thao, N., Kajino, M., Seto, T., Nakamura, H. and Hayakawa, K., 2021, Particulate PAH transport associated with adult chronic cough occurrence closely connected with meteorological conditions: A modelling study. *Atmosphere*, **12**, 1163.
- 4) Ito, E., Tamadate, T., Inomata, Y. and Seto, T., 2021, Water-based particle size magnifier for wet sampling of aerosol particles. *Aerosol Science and Technology*, **55**, 1239-1248.
- 5) Kurihara K., Iwata A., Kiriya M., Yoshino A, Takami A., Matsuki A., Nishita-Hara C., Hara K., Hayashi M., Kaneyasu N., Seto T., Fujitani Y., Funato K., Inoue K., and Okuda T., 2021, Lung deposited surface area of atmospheric aerosol particles at three observatories in Japan. *Atmospheric Environment*, **262**, 118597.
- 6) Kurihara, K., Iwata, A., Murray Horwitz, S. G., Ogane, K., Sugioka, T., Matsuki, A., and Okuda, T., 2022, Contribution of physical and chemical properties to dithiothreitol-measured oxidative potentials of atmospheric aerosol particles at urban and rural sites in Japan. *Atmosphere*, **13**, 319.
- 7) Matsumoto, C., Gen, M., Matsuki, A., and Seto, T., 2022, Development of spray-drying-based surface-enhanced Raman spectroscopy. *Scientific Reports*, **12**, 4511.
- 8) Pham, C.T., Ly, B.T., Nghiem, T.D., Pham, T.H.P., Tang, N., Hayakawa, K. and Toriba, A., 2021, Emission factor of selected air pollutants from rice straw burning in Hanoi, Vietnam. *Air Quality, Atmosphere & Health*, **14**, 1757-1771.
- 9) Sakata K., Takahashi Y., Takano S., Matsuki A., Sakaguchi A., and Tanimoto, H., 2021, First X-ray spectroscopic observations of atmospheric Titanium species: Size dependence and the emission Source. *Environmental Science & Technology*, **55**, 10975-10986.
- 10) Wang, Y., Zhang, H., Zhang, X., Bai, P.C., Neroda, A., Mishukov, M.F., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Nagao, S. and Tang, N., 2022. PM-bound polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons in the ambient air of Vladi-vostok: Seasonal variation, sources, health risk assessment and long-term variability. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **19**, 2878.
- 11) Xing, W.L., Yang, L., Zhang, H., Zhang, X., Wang, Y., Bai, P.C., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Nagao, S. and Tang, N., 2021, Variations in traffic-related water-soluble inorganic ions in PM_{2.5} in Kanazawa, Japan, after the implementation of a new vehicle emission regulation. *Atmospheric Pollution Research*, **12**, 101233.
- 12) Yang, L., Zhang, L.L., Chen, L.J., Han, C., Akutagawa, T., Endo, O., Yamauchi, M., Neroda, A., Toriba, A.

and Tang, N., 2021, Polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons in five East Asian cities: seasonal characteristics, health risks, and yearly variations. *Environmental Pollution*, **287**, 117360.

- 13) Yang, W.J., You, D., Li, C.H., Han, C., Tang, N., Yang, H. and Xue, X.X., 2021, Photolysis of nitroaromatic compounds under sunlight: A possible daytime photochemical source of nitrous acid?. *Environmental Science & Technology Letters*, **8**, 747-752.
- 14) Zhang, L.L., Yang, L., Bi, J.R., Liu, Y.Z., Toriba, A., Hayakawa, K., Nagao, S. and Tang, N., 2021, Characteristics and unique sources of polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons in PM_{2.5} at a highland background site in northwestern China. *Environmental Pollution*, **274**, 116527.

(2) 著書・総説・資料・報告書

- 1) Zhang, H., Zhang, X., Wang, Y., Bai, P.C., Hayakawa, K., Zhang, L.L. and Tang, N., 2022, Characteristics and influencing factors of polycyclic aromatic hydrocarbons emitted from open burning and stove burning of biomass: A brief review, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **19**, 3944.

(3) 学術発表

- 1) Aoyama, M., Inomata, Y., Tsumune, D. and Tsubono, T., Final mass balance of Fukushima released radiocaesium in our environment. *EGU*, オンライン(2021.04.19-30).
- 2) 青山道夫・浜島靖典・猪股弥生・熊本雄一郎・高田兵衛, 北太平洋の縁辺海の表層海水における東電福島第一原子力発電所事故由来の放射性セシウムの 10 年間の挙動. *JpGU*, オンライン(2021.5.30-6.5).
- 3) 白 芑楚・王 琰・張 昊, 張 璇, 張 露露, 早川 和一, 長尾誠也, 唐 寧, 黄砂イベントによる輪島の大気中多環芳香族炭化水素類の濃度変動と健康リスクへの影響. 日本薬学会第 142 年会, オンライン(2022.3.25-28).
- 4) 白 芑楚・王 琰・楊 露・張 昊・張 璇・邢 万里・張 露露・早川和一・長尾誠也・唐 寧, 2021 年の黄砂イベント時に輪島で観測された多環芳香族炭化水素類濃度と組成の変化. 第 62 回大気環境学会年会, オンライン(2021.9.15-17).
- 5) 白 芑楚・王 琰・張 昊・張 璇・張 露露・早川和一・長尾誠也・唐 寧, 黄砂飛来時に輪島で観測された多環芳香族炭化水素類の濃度と組成変化. 第 92 回日本衛生学会学術総会, オンライン(2022.3.21-23).
- 6) Bai, P.C., Wang, Y., Zhang, H., Zhang, X., Zhang, L.L., Toriba, A., Hayakawa, K., Nagao, S. and Tang, N., Influence of Asian dust events on the characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons at Wajima, a background site in Japan. Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration, Online (2021.11.30-12.3). (Poster Award)
- 7) Hattori, S., and Ishino, S., Atmospheric sulfate formation pathways from its ¹⁷O-excess signature: theory and cryospheric applications. CATCH Seminar Series, Online (2022.3.10). (招待講演)
- 8) 早川和一・唐 寧・芥川智子・酒井茂克, 札幌における大気粉塵の発生源の長期変動. 日本薬学会第 142 年会, オンライン(2022.3.25-28).

- 9) Inomata, Y. and Aoyama, M., Long term variation of ^{137}Cs inventory in the global ocean from 1957 to 2018. *EGU*, オンライン(2021.04.19-30).
- 10) Ishino, S., Hattori, S., Savarino, J., Legrand, M., Albalat, E., Albarede, F., Jourdain, B., Preunkert, S. and Yoshida, N., An isotopic view on sources of atmospheric sulfate in Antarctica: from seasonal scale to glacial-interglacial scale. Chosen International Symposium on Understanding the Transboundary Pollution along North-South Transect in western Pacific region, Online (2021.12.2).
- 11) Kato, S., Inomata, Y. and Seto, T., Development of aerosol into liquid sampler for collecting nanoparticles by combining particle size magnifier and wet cyclone. *AAAR*, Online (2020.10.20).
- 12) Kubota, S., Hyono, H., Nicosia, A., Tsuchiya, N., Ono, K., Iwamoto, Y., Iwata, A., Tsurumaru, H. and Matsuki, A., Long-term trend of new particle formation events on the Noto peninsula, Japan. Russian Week 2021 in Kanazawa University, Online (2021.10.1).
- 13) Kubota, S., Hyono, H., Nicosia, A., Tsuchiya, N., Ono, K., Iwamoto, Y., Iwata, A., Tsurumaru, H. and Matsuki, A., Long-term trend of new particle formation events on the Noto peninsula, Japan. American Geophysics Union 2021, Online (2021.12.13-12.17).
- 14) マレーホルウィッツ サミュエルグレイ・岩田 歩・栗原一嘉・松木 篤・奥田知明, 都市域と遠隔地における粒子特性の違いがもたらす氷晶形成への影響. 第 38 回エアロゾル科学・技術研究討論会, オンライン(2021.8.26-8.27).
- 15) 松木 篤・久保田誠史・表野宏之・岩本洋子・鶴丸 央・アレッシア ニコシア・岩田 歩・兼保直樹, 能登半島におけるエアロゾル粒径分布の長期観測. 第 38 回エアロゾル科学・技術研究討論会, オンライン(2021.8.26-8.27).
- 16) Matsuki, A., Kubota, S., Hayashi, N., Ono, K., Tsuchiya, N., Ping, S., Ning, T., Kato, S., Sadanaga, Y., Iwamoto, Y. and Kaneyasu, N., Characteristics of the atmospheric constituents heavily impacted by the typical winter monsoon at the tip of Noto peninsula, Japan. Workshop on International Air Quality Studies in East Asia, Online (2021.11.25).
- 17) 松木 篤・戸田雅之・井村まゆ・岩田 歩, 金沢大学角間キャンパスで観測された生物氷晶核の増加と気象条件. エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会 2022, オンライン (2022.2.21-2.22).
- 18) Matsuki, A., Hayashi, N., Kubota, S., Iwamoto, Y., Tsurumaru, H., Nicosia, A., Iwata, A. and Kaneyasu, N., Long-term trends in aerosol CCN activity observed in Noto peninsula. KU-PKU Joint Workshop on Environmental Issues, Online (2022.3.16).
- 19) 大野耕平・岩田 歩・福岡剛士・岩本洋子・濱崎恒二・松木 篤, 原子間力顕微鏡を用いた波の花起源粒子と標準単糖類粒子の付着性評価. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, オンライン (2021.5.30-6.6).
- 20) 大野耕平・岩田 歩・福岡剛士・岩本洋子・濱崎恒二・松木 篤, 原子間力顕微鏡を用いた海洋起源有機エアロゾルの付着力測定. 第 38 回エアロゾル科学・技術研究討論会, オンライン (2021.8.26-8.27).
- 21) Ono, K., Iwata, A., Fukuma, T., Iwamoto, Y., Hamasaki, K. and Matsuki, A., Characterization of adhesivity of marine organic aerosols by atomic force microscopy. IGAC2021 Virtual Conference, Online (2021.9.13-9.17).
- 22) Ono, K., Iwata, A., Fukuma, T., Iwamoto, Y., Hamasaki, K. and Matsuki, A., Investigation of adhesivity of

marine organic aerosols by atomic force microscopy. American Geophysical Union 2021, Online (2021.12.13-12.17).

- 23) 大野耕平・岩田 歩・福間剛士・岩本洋子・濱崎恒二・松木 篤, 原子間力顕微鏡を用いた海洋起源有機エアロゾルの個別粒子付着力測定. 日本気象学会秋季大会 2021, 三重大学, 三重 (2021.12.2-12.8).
- 24) 唐 寧, 大気の越境汚染研究 – 発がん性多環芳香族炭化水素 –. 三大学連携キックオフシンポジウム, オンライン (2022.3.25) .
- 25) Tang, N., Characteristics of air pollutants in Noto peninsula during the Kosa event. KU-PKU Joint Workshop on Environmental Issues, Online (2022.1.22).
- 26) 唐 寧・楊 露・張 昊・張 璇・邢 万里・王 琰・白 芃楚・張 露露・早川和一・長尾誠也・酒井茂克・芥川智子, 札幌市の大気中多環芳香族炭化水素類の挙動解析及び経年変動. 第 62 回大気環境学会年会, オンライン(2021.9.15-17).
- 27) Tsumune, D., Bryan, F.D., Lindsay, K., Misumi, K., Tsubono, T., Inomata, Y. and Aoyama, M., Estimation of ^{137}Cs inventory by an ocean general circulation model for the global database interpolation. EGU, オンライン (2021.04.19-30).
- 28) 王 琰・張 昊・張 璇・白 芃楚・ネロダー アンドイ・ミシュコフ ワシリ・張 露露・早川和一・長尾誠也・唐 寧, 近年におけるロシアウラジオストクの大気中多環芳香族炭化水素及びニトロ多環芳香族炭化水素の変動要因解析. 日本薬学会第 142 年会, オンライン(2022.3.25-28).
- 29) 王 琰・張 昊・張 璇・白 芃楚・アンドイ ネロダー・ワシリ ミシュコフ・張 露露・早川和一・長尾誠也・唐 寧, ロシアウラジオストクにおける大気中多環芳香族炭化水素及びニトロ多環芳香族炭化水素の経年変動と健康リスク. 第 92 回日本衛生学会学術総会, オンライン (2022.3.21-23).
- 30) Wang, Y., Zhang, H., Zhang, X., Bai P.C., Neroda, A., Mishukov, V.F., Zhang, L.L., Toriba, A., Hayakawa, K., Nagao, S. and Tang, N., The characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons in Vladivostok, Russia. Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration, Online (2021.11.30-12.3).
- 31) 王 琰・楊 露・張 昊・張 璇・邢 万里・白 芃楚・アンドイ ネロダー・ワシリ ミシュコフ・張 露露・早川和一・長尾誠也・唐 寧, ロシアウラジオストクにおける大気中多環芳香族炭化水素及びニトロ多環芳香族炭化水素の汚染特徴. 第 62 回大気環境学会年会, オンライン (2021.9.15-17).
- 32) 邢 万里・楊 露・張 昊・張 璇・王 琰・白 芃楚・張 露露・早川和一・長尾誠也・唐 寧, 新自動車排ガス規制の実施に伴った金沢市の大気中多環芳香族炭化水素の経年変動. 第62回大気環境学会年会, オンライン(2021.9.15-17).
- 33) 四柳宏基・諸橋将雪・高橋雅昭・大泉 毅・猪股弥生・藪崎志穂・陀安一郎・大河内博・佐瀬裕之, 日本海側の小集水域における降雨パターンの違いによる硫黄及び窒素の流出特性への影響について. 第 11 回同位体環境学シンポジウム, 総合地球環境研究所, 京都(2021.12.14).
- 34) 張 昊・張 璇・王 琰・白 芃楚・張 露露・早川和一・鳥羽 陽・唐 寧, 中国の新型コロナウイルス感染症流行期間中に輪島で観測された越境輸送大気汚染物質の変化. 日本薬学会第 142 年会, オンライン(2022.3.25-28).
- 35) 張 昊・張 璇・王 琰・白 芃楚・張 露露・早川和一・鳥羽 陽・唐 寧, 中国新郷におけ

る環境保護対策の実施と多環芳香族炭化水素（PAHs）とニトロ多環芳香族炭化水素（NPAHs）の影響。第92回日本衛生学会学術総会，オンライン(2022.3.21-23)。

- 36) Zhang, H., Zhang, X., Wang, Y., Bai, P.C., Zhang, L.L., Toriba, A., Hayakawa, K. and Tang, N., Changes of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and Nitro-PAHs in Xinxiang after the implementation of air pollution prevention and control policies. Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration, Online (2021.11.30-12.3).
- 37) 張 昊・楊 露・張 璇・邢 万里・王 琰・白 芃楚・張 露露・早川和一・鳥羽 陽・唐 寧，新規環境政策前後における中国新郷市の大気中多環芳香族炭化水素類の変遷。第62回大気環境学会年会，オンライン(2021.9.15-17)。
- 38) 張 露露・楊 露・陳 立江・韓 沖・芥川智子・遠藤 治・山内正人，ネロダー アンドイ・早川和一・長尾誠也・唐 寧，近年における東アジア地域の大気中多環芳香族炭化水素類の挙動解析。日本薬学会第142年会，オンライン(2022.3.25-28)。
- 39) 張 露露・森崎博志・魏 永杰・島 正之・早川和一・鳥羽 陽・唐 寧，中国北京市の小学校における教室内外のPM_{2.5}中多環芳香族炭化水素類の汚染調査。第92回日本衛生学会学術総会，オンライン(2022.3.21-23)。
- 40) Zhang, L.L., Yang, L., Chen, L.J., Han, C., Akutagawaz, T., Endo, O., Yamauchi, M., Neroda, A., Hyakawa, K. and Tang, N., Recent investigation on particulate polycyclic aromatic hydrocarbons in East Asian cities. Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration, Online (2021.11.30-12.3).
- 41) Zhang, L.L., Bi, J.R., Hu, M., Wei, Y.J., Nakatsubo, R., Shima, M., Hayakawa, K. and Tang, N., Laboratory study on the effects of Asian dust particles on atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons. China-Japan-Korea Joint International Workshop 2021, Online (2021.11.24).
- 42) 張 露露・楊 露・閉 建栄・魏 永杰・鳥羽 陽・早川和一・長尾誠也・唐 寧，中国北西部地域における大気中多環芳香族炭化水素の主要発生源解析。第62回大気環境学会年会，オンライン(2021.9.15-17)。
- 43) 張 璇・張 昊・王 琰・白 芃楚・張 露露・早川和一・魏 永杰・唐 寧，中国の都市地域における個人曝露多環芳香族炭化水素の健康影響に関する包括的な調査研究。日本薬学会第142年会，オンライン(2022.3.25-28)。
- 44) 張 璇・張 昊・王 琰・白 芃楚・張 露露・早川和一・魏 永杰・唐 寧，大気汚染による住民肺機能への影響評価；中国の深刻な大気汚染都市でのパイロット調査。第92回日本衛生学会学術総会，オンライン(2022.3.21-23)。
- 45) Zhang, X., Zhang, H., Wang, Y., Bai, P.C., Zhang, L.L., Toriba, A., Hayakawa, K., Wei, Y.J. and Tang, N., Air pollution exposure and lung function among office workers in current China: a pilot survey in heavy-polluted cities. Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration, Online (2021.11.30-12.3).
- 46) 張 璇・楊 露・張 昊・邢 万里・王 琰・白 芃楚・張 露露・早川和一・魏 永杰・唐 寧，中国大都市における事務職員の大気汚染物質曝露レベルと肺機能への影響調査。第62回大気環境学会年会，オンライン(2021.9.15-17)。

(4) 研究交流

• 共同研究

- 1) 猪股弥生: Behaviour and Effects of Natural and Anthropogenic Radionuclides in the Marine Environment and their use as Tracers for Oceanography Studies, International Atomic Energy Agency CRP K41017
- 2) 猪股弥生: 福江島における大気微小粒子の生成・成長・変質過程に関する研究. 国立環境研究所 (高見昭憲)
- 3) 石野咲子: 安定同位体分析と大気化学輸送モデルを用いた大気化学プロセス解析. 東京大学/南京大学 (服部祥平)
- 4) 石野咲子: 大気酸化力の復元に向けた新たなアプローチの確立: 過酸化水素の三酸素同位体組成. 北海道大学 (飯塚芳徳)
- 5) 石野咲子: 南極アイスコア中の硫酸の酸素同位体異常に基づく過去の大気酸化力の復元. 国立極地研究所 (本山秀明)
- 6) 松木 篤: シーロメータによる能登上空のエアロゾルと雲のモニタリング. 金沢大学 (久保 守)
- 7) 松木 篤: 能登半島における揮発性有機化合物の長期観測. 東京都立大学 (加藤俊吾)
- 8) 松木 篤: スカイラジオメータによる能登上空のエアロゾルと雲のモニタリング. 富山大学 (青木一真)
- 9) 松木 篤: 表面増強ラマン散乱 SERS 法の大気エアロゾル分析への応用. 香港城市大学 (Chak K. Chan)
- 10) 松木 篤: モンゴルにおける粒子状大気汚染物質の研究. モンゴル国立大学 (Ch. Sonomdagva)
- 11) 松木 篤: 大気微量金属化学の新展開: 環日本海域の地域環境問題から全球的な気候変動へ. 国立環境研究所 (坂田昂平)
- 12) 松木 篤: 磁気特性を用いた大気浮遊粒子状物質の評価法の開発. 富山大学 (川崎一雄)
- 13) 松木 篤: 日本に到来する黒色炭素エアロゾル量の変動とその沈着過程の研究. 茨城大学 (北和之)
- 14) 松木 篤: 冬季雷活動に関連する高エネルギー放射線の観測研究. 東京学芸大学 (鴨川 仁)
- 15) 松木 篤: エアロゾル表面積濃度の長期観測～長距離輸送過程における不均一反応の影響解明～. 慶応義塾大学 (岩田 歩)
- 16) 唐 寧, 張 露露: 北京の大気汚染に関する調査研究, 中国科学院 (趙 利霞)
- 17) 唐 寧, 張 露露: 上海の大気汚染に関する調査研究, 復旦大学 (呉 慶, 周 志俊, 陳 仁杰)
- 18) 唐 寧, 張 露露: 蘭州の大気汚染に関する調査研究, 蘭州大学 (閉 建栄)
- 19) 唐 寧, 張 露露: 中国東部地域の大気汚染実態調査に関する国際共同研究, 河南科技学院 (李 英)
- 20) 唐 寧, 張 露露: 瀋陽の大気汚染と児童の健康影響に関する調査研究, 瀋陽疾病予防コントロールセンター (符 文華)
- 21) 唐 寧, 張 露露: 瀋陽の大気汚染実態調査に関する国際共同研究, 東北大学 (韓 沖)
- 22) 唐 寧, 張 露露: 瀋陽の大気汚染実態調査に関する国際共同研究, 遼寧大学 (陳 立江)
- 23) 唐 寧, 張 露露: 中国大都市における大気汚染の特性と健康影響に関する疫学研究, 中国環境科学研究院 (魏 永杰), 兵庫医科大学 (島 正之)
- 24) 唐 寧, 張 露露, 長尾誠也: ソウルの大気汚染に関する研究, University of Seoul (Dr. Joo Sung Oh)

- 25) 唐 寧, 張 露露, 松木 篤, 長尾誠也: 台北の大気汚染に関する研究, National Taiwan University (Dr. Ta-Chih Hsiao)
 - 26) 唐 寧, 張 露露, 松木 篤, 長尾誠也: ウランバートルの大気汚染に関する研究, National University of Mongolia (Dr. Byambaa Batdelger)
 - 27) 唐 寧, 張 露露, 長尾誠也: シンガポールの大気汚染に関する研究, Yale-NUS College (Prof. Stephen Brian Pointing)
 - 28) 唐 寧, 張 露露, 長尾誠也: オークランドの大気汚染に関する研究, Auckland University of Technology (Dr. Stephen DJ Archer)
 - 29) 唐 寧, 張 露露: 霧島の大気汚染に関する研究, 鹿児島工業高等専門学校 (山内正仁)
- 共同利用・共同研究 (文科省)
 - 1) 唐 寧: 東アジア地域大気中マイクロプラスチックの大気内挙動及び日本海海への影響評価 (重点研究), 北京大学 (教授 胡敏)
 - 2) 唐 寧: The atmospheric ice nucleating particles activities in Wajima, Japan (一般研究), 北京大学 (教授 吳志軍)
 - 3) 唐 寧: Heterogeneous photochemistry of photosensitive substances in atmospheric aerosols near Japan sea region (一般研究), 中国東北大学 (教授 韓沖)
 - 4) 唐 寧: バイオマス燃焼に由来する汚染物質の環境負荷評価と識別マーカーの探索 (一般研究), 瀋陽工程学院 (教授 王启民)
 - 5) 唐 寧: Comparisons of main pollutants before and during COVID-19 period at Wajima and Beijing (一般研究), 中国科学院 (准教授 Chen Bin)
 - 6) 唐 寧: The effects of atmospheric particulate matter on blood coagulation (一般研究), 中国環境科学アカデミー(CRAES) (教授 魏 永杰)
 - 7) 唐 寧: Chemical characterization and source apportionment of ambient particles in Hanoi, Vietnam by NP method. (一般研究), Vietnam National University of Agriculture (講師 Pham Chau Thuy)
 - 8) 猪股弥生: Producing standard of procedures of utilization microsenors for long-term observation of environmental pollutions. (一般研究), テルコム大学 (研究員 Indra Chandra)
 - 9) 松木 篤: 日本海沿岸地点における大気中の揮発性有機化合物および水素の長期観測 (一般研究), 東京都立大学 (准教授 加藤俊吾)
 - 10) 松木 篤: 富山湾を挟むエアロゾルの光学的特性の変動 (一般研究), 富山大学 (教授 青木一真)
 - 11) 松木 篤: 日本海沿岸遠隔地における大気中マイクロプラスチックの動態解明 (一般研究), 早稲田大学 (教授 大河内博)
 - 12) 松木 篤: 東アジアから越境輸送される窒素化合物等大気汚染物質の経年トレンド解析 (一般研究), 大阪府立大学 (准教授 定永靖宗)
 - 13) 猪股弥生: 無人航空機による越境汚染気塊中の粒子生成機構の研究 (一般研究), 福岡大学 (教授 林政彦)
 - 14) 猪股弥生: 越境汚染および手取層群に関わる溪流水質に関する研究 (一般研究), 戸坂女子短期大学 (准教授 苗村晶彦)
 - 15) 猪股弥生: 日本海における福島原発事故前後の放射性セシウムの長期挙動時定数に関する研究 (一般研究), 筑波大学 (客員教授 青山道夫)
 - 16) 松木 篤: 冬季雷活動に関連する学際的観測研究 (一般研究), 静岡県立大学 (特任准教授 鴨川

仁)

- 海外渡航

- 1) 猪股弥生：第 63 次南極地域観測（2020.11.10-2021.3.28）

- (5) 各種活動

- 学会活動

- 1) 猪股弥生：エアロゾル学会 常任理事(2018.8～)
- 2) 猪股弥生：大気環境学会 Asian Journal of Atmospheric Environment 誌 編集委員(2020.10～)
- 3) 石野咲子：大気化学会 男女共同参画・人材育成委員会 学会運営委員外メンバー（2021～）
- 4) 石野咲子：SCOR (Science Council for Ocean Research) 分科委員 “Coupling of ocean-ice-atmosphere processes: from sea-Ice biogeochemistry to aerosols and Clouds (CIce2Clouds)”（海洋-雪氷-大気プロセスの結合：海氷生態系から雲まで），準会員（2021.10～2024.9）
- 5) 松木 篤：日本学術会議・環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 IGBP・WCRP・DIVERSITAS 合同分科会 IGAC 小委員会委員(2012～)
- 6) 松木 篤：Aerosol and Air Quality Research 誌，編集委員(2017.2～)
- 7) 唐 寧：大気環境学会 Asian Journal of Atmospheric Environment 誌 編集委員(2020.10～)
- 8) 唐 寧，長尾誠也，本田匡人，張 露露：International Journal of Environmental Research and Public Health 誌，ゲストエディター（2020.10～2022.4）
- 9) 唐 寧：Atmosphere 誌，ゲストエディター（2021.9～2022.5）

【海洋環境領域】

- (1) 学術論文

- 1) Hatano, K., Kawamura, R., Watabe, Y., Ogiso, S., Nagami, A., Matsubara, H., Urata, M., Matsumoto, K., Yachiguchi, K., Shimizu, N., Hirayama, J., Srivastav, A.K. and Suzuki, N., 2022. Analysis of the thermal responses in Japanese pearl oysters, *Pinctada fucata martensii*. *International Journal of Zoological Investigation*, **8**, 371-378.
- 2) Igarashi-Migitaka, J., Maruyama, Y., Seki, A., Hirayama, J., Kamijo-Ikemori, A., Hirata, K., Kawamura, R., Matsubara, H., Srivastav, A.K., Tabuchi, Y., Mishima, H., Hattori, A. and Suzuki, N., 2021. Oral administration of melatonin increases plasma calcium and magnesium and improves bone metabolism in aged male mice. *Melatonin Research*, **4**, 586-596.
- 3) Islam, M.S., Uwada, J., Hayashi, J., Kikuya, K., Muranishi, A., Watanabe, H., Yaegashi, K., Hasegawa, K., Ida, T., Sato, T., Imamichi, Y., Kitano, T., Miyashita, Y., Khan, I.R., Takahashi, S., Umezawa, A., Suzuki, N., Sekiguchi, T. and Yazawa, T., 2021. Analyses of molecular characteristics and enzymatic activities of ovine HSD17B3. *Animamls*, **11**, 2876.
- 4) Kawago, U., Hatano, K., Ikeuchi, T., Honda, M., Watabe, Y., Ogiso, S., Nagami, A., Matsubara, H., Urata, M., Matsumoto, K., Srivastav, A.K., Saido, K. and Suzuki, N., 2021. Effects of a styrene trimer (2,4,6-triphenyl-1-hexene) on plasma mineral concentrations of nibbler fish, *Girella punctata*. *International Journal of Zoological Investigation*, **7**, 785-791.
- 5) Kitahashi, T., Kurokawa, D., Ogiso, S., Suzuki, N. and Ando, H., 2021. Light-induced and circadian expressions of melanopsin genes *opn4xa* and *opn4xb* in the eyes of juvenile grass puffer *Takifugu*

alboplumbeus. *Fish Physiology and Biochemistry*, **47**, 191-202.

- 6) Kitamura, K., Hirayama, J., Tabuchi, Y., Minami, T., Matsubara, H., Hattori, A. and Suzuki, N., 2021. Glyoxal-induced formation of advanced glycation end products in type 1 collagen decreases both its strength and flexibility *in vitro*. *Journal of Diabetes and Investigation*, **12**, 1555-1559.
- 7) Kitani, Y., Osaka, Y., Ishizakik S., 2022, Seawater activates L-amino acid oxidase from the serum of the red-spotted grouper *Epinephelus akaara*. *Fish Shellfish Immunol*, **120**, 222-232.
- 8) Kobayashi, A., Hamada, M., Yoshida, MA., Kobayashi, Y., Tsutsui, N., Sekiguchi, T., Matsukawa, Y., Maejima, S., Gingell, J.J., Sekiguchi, S., Hamamoto, A., Hay D.L., Morris J.F., Sakamoto, T., and Sakamoto, H., 2022, Vasopressin-oxytocin-type signaling is ancient and has a conserved water homeostasis role in euryhaline marine planarians. *Science Advances*, **8**, eabk0331.
- 9) Sekiguchi, T., Srivastav, A.K. and Suzuki, N., 2021. Influence of estrogen and the endocrine disruptor on the calcitonin functions in teleosts. *International Journal of Biological and Environmental Investigations*, **1**, 134-140.
- 10) Srivastava, B.D., Srivastava, M., Srivastav, S.K., Urata, M., Suzuki, N. and Srivastav A.K., 2021. Ameliorative effects of jamun seed and orange peel extracts on microcystin LR induced alterations in calcitonin cells and parathyroid gland of rats. *Microscopy Research and Technique*, **84**, 571-578.
- 11) Srivastava, B.D., Srivastava, M., Srivastav, S.K., Urata, M., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., 2021. Cypermethrin-induced alterations in serum calcium and phosphate of rats: Protective role of jamun seed and orange peel extracts. *Jordan Journal of Biological Sciences*, **14**, 417-422.
- 12) Srivastava, B.D., Srivastava, M., Srivastav, S.K., Urata, M., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., 2021. The protective effects of jamun seeds and orange peels extracts on calcitonin cells and parathyroid glands against cypermethrin toxicity. *Iranian Journal of Toxicology*, **15**, 9-18.
- 13) Srivastava, B.D., Srivastava, M., Srivastav, S.K., Urata, M., Suzuki, N. and Srivastav, A.K.*, 2021. Protective effects of jamun (*Syzygium cumini*) seed and orange (*Citrus sinensis*) peel extracts against cypermethrin induced nephrotoxicity in rats. *Egyptian Journal of Basic and Clinical Pharmacology*, **11**, 101492.
- 14) Srivastav, A.K.*, Agarwal, K., Kumar, A., Prasad, M.R., Srivastav, S.K. and Suzuki, N., 2021. Effect of chromium chloride on serum calcium and phosphate levels of stinging catfish *Heteropneustes fossilis*. *International Aquatic Research*, **13**, 81-87.
- 15) Srivastav, S., Mishra, D., Kumar, A., Srivastav, S.K., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., 2021. Prolactin induced cyto-architectural changes in the corpuscles of Stannius of stinging catfish, *Heteropneustes fossilis* acclimated to different calcium media. *International Journal of Biological and Environmental Investigations*, **1**, 1-9.
- 16) Srivastav, S., Mishra, D., Srivastav, S.K., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., 2021. Alterations in the prolactin cells of stinging catfish, *Heteropneustes fossilis* administered with prolactin and maintained in artificial freshwater or calcium-deficient freshwater. *International Journal of Zoological Investigation*, **7**, 615-620.
- 17) Suzuki, N., Kawago, U, Honda, M., Srivastav, A.K., Amornsakun, T., Matsumoto, K., Hirayama, J., Matsubara, H., Shimizu, N., Sekiguchi, T., Sasayama, Y., Tabuchi, Y., Hattori, A., Shimasaki, Y. and Oshima, Y., 2021. *In vivo* suppression of osteoclastic and osteoblastic activities of goldfish scales in water containing cadmium. *Journal of The Faculty of Agriculture Kyushu University*, **66**, 199–203.
- 18) Suzuki, N., Honda, M., Sato, M., Yoshitake, S., Kawabe, K., Tabuchi, Y., Omote, T., Sekiguchi, T., Furusawa, Y., Toriba, A., Tang, N., Shimasaki, Y., Nagato, E.G., Zhang, L., Srivastav, A.K., Amornsakun,

- T., Kitani, Y., Matsubara, H., Yazawa, T., Hirayama, J., Hattori, A., Oshima, Y. and Hayakawa, K., 2022. Hydroxylated benzo[c]phenanthrene metabolites cause osteoblast apoptosis and skeletal abnormalities in fish. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **234**, 113401.
- 19) Tabuchi, Y., Hasegawa, H., Suzuki, N., Furusawa, Y., Hirano, T., Nagaoka, R., Hirayama, J., Hoshi, N. and Mochizuki, T., 2021. Identification of early response genes to low-intensity pulsed ultrasound in mouse ST2 bone marrow stromal cells. *Molecular Medicine Reports*, **23**, 173.
 - 20) Takahashi, Y., Kawago, U., Shimasaki, Y., Oshima, Y. and Suzuki, N., 2021. Simple analysis method of hexavalent chromium in soil using a portable device. *Journal of The Faculty of Agriculture Kyushu University*, **66**, 53-56.
 - 21) Takauchi, S., Miyake, H., Hirata, N., Nagai, M., Suzuki, N., Ogiso, S. and Ikeguchi, S., 2021. Morphological characteristics of direct-development ephyra of *Aurelia coerulea*. *Fisheries Sciences*, **87**, 671-679.
 - 22) Yamamoto, T., Ikegame, M., Furusawa, Y., Tabuchi, Y., Hatano, K., Watanabe, K., Kawago, U., Hirayama, J., Yano, S., Sekiguchi, T., Kitamura, K., Endo, M., Nagami, A., Matsubara, H., Maruyama, Y., Hattori, A., and Suzuki, N., 2022. Osteoclastic and osteoblastic responses to hypergravity and microgravity: Analysis using goldfish scales as a bone model. *Zoological Science*, in press
 - 23) Yazawa, T., Inaba, H., Imamichi, Y., Sekiguchi, T., Uwada, J., Islam, M.S., Orisaka, M., Mikami, D., Ida T., Sato, T., Miyashiro, Y., Takahashi, S., Khan, R. I., Suzuki, N., Umezawa, A. and Kitano, T., 2021. Profiles of 5-reduced androgens in human and eel: 5-dihydrotestosterone 1 and 11-ketodihydrotestosterone are active androgens produced in eel gonads. *Frontiers in Endocrinology*, **12**, 657360.
 - 24) Yazawa, T., Sato, T., Nemoto, T., Nagata, S., Imamichi, Y., Kitano, T., Sekiguchi, T., Uwada, J., Islam, M.S., Tanguchi, T., Mikami, D., Nakajima, I., Takahashi, S., Khan, R.I., Suzuki, N., Umezawa, A. and Ida, T., 2021. 11-ketotestosterone is a major androgen produced in porcine 1 adrenal and testis. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, **210**, 105847.
 - 25) Zahangir, Md.M., Matsubara, H., Ogiso, S., Suzuki, N., Ueda, H. and Ando, H., 2021. Expression dynamics of the genes for the hypothalamo-1 pituitary-gonadal axis in tiger puffer (*Takifugu rubripes*) at different reproductive stages. *General and Comparative Endocrinology*, **301**, 113660.
 - 26) Zanaty, M.I., Abdel-Moneim, A., Kitani, Y., Sekiguchi, T. and Suzuki, N., 2021. Assessment the effect of omeprazole on osteoblasts and osteoclasts using fish scales: *In vivo* and *in vitro* studies. *Biochemistry (Moscow)*, **86**, 1192-1200.
 - 27) 渡部雪菜・伊勢優史・小木曾正造・浦田 慎・松本京子・坂井恵一・端野開都・鈴木信雄, 2021. 能登半島九十九湾で採集した海綿動物を用いた教材開発, のと海洋ふれあいセンター研究報告, **27**, 1-8.
- (2) 著書・総説・資料・報告書
- 1) Sekiguchi, T., Amphioxus calcitonin family peptide. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 711-712.
 - 2) Sekiguchi, T., Echinoderm calcitonin-type peptide. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 713-714.

- 3) Sekiguchi, T., Gastrin family. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 301-303.
 - 4) Sekiguchi, T., Gastrin. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 305-307.
 - 5) Sekiguchi, T., Cholecystokinin. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 309-311.
 - 6) Sekiguchi, T., Caerulein. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 313-315.
 - 7) Suzuki, N., 2021, Parathyroid hormone family. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 385-388.
 - 8) Suzuki, N., 2021, Parathyroid hormone. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 389-392.
 - 9) Suzuki, N., 2021, Parathyroid hormone-related protein. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd Eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 393-396.
 - 10) Suzuki, N., 2021, Tuberoinfundibular peptide of 39 amino acids. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd Eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 397-399.
 - 11) Suzuki, N., 2021, Calcitonin/Calcitonin Gene-Related Peptide Family. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd Eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 401-403.
 - 12) Suzuki, N., 2021, Calcitonin. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 405-408.
 - 13) Suzuki, N., 2021, Stanniocalcin. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, 429-432.
 - 14) 松原 創・永見 新・鈴木信雄・藤井寛之・木下邦則・中村 將・山内皓平・長浜嘉孝・柳町隆造, 2021, 能登の里海で実践するトラフグのオーガニック養殖. アクアネット, **2**, 50-53.
- (3) 学術発表
- 1) Hatano, K., Sakatoku, A., Tanaka, S., Isshiki, T., Suzuki, N., Isolation, characterization, and detection of a *Vibrio* sp. strain associated with mass mortalities of the pearl oyster *Pinctada fucata*. Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2021. 11.30-12.3).

- 2) Kawago, U., Honda, M., Ikeuchi, T., Kitani, Y., Sekiguchi, T., Saido, K., Kusui, T., Furusawa, Y., Takahashi, Y., Endo, M., Tabuchi, Y., Suzuki, N., Effects of plastic-derived chemicals (styrene oligomers) on fish bone metabolism. Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2021. 11.30-12. 3).
- 3) Kawamura, R., Mekuchi, M., Toyota, K., Ogiso, S., Watabe, Y., Nagami, A., Maruyama, Y., Hattori, A., Yanai, S., Matsubara, H., Suzuki, N., Physiological and ecological research of *Chiromantes haematocheir*. Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2021. 11.30-12. 3).
- 4) Suzuki, N., Toxic effect of the polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in aquatic animals with special references to calcium metabolism. “Chozen International Symposium on Understanding the Transboundary Pollution along North-South Transect in western Pacific region”, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2021. 11.30-12. 3).
- 5) Kimukai, H., Koizumi, K., Okabe, A., Kim, K.T., Royer, S.J., Suzuki, N., Kusui, T., Saido, K., Chemical pollution and toxicity due to drifting plastic degradation. Pacifichem 2021: A Creative Vision for the Future, Hawaii, USA (2021 12.16-21).
- 6) 稲田圭佑・端野開都・中出雅大・小林 寛・小林昇市・坂井一博・重松惇志・永見 新・小木曾正造・鈴木信雄・松原 創, ヤマメの早期スモルト化誘導. 第5回富山湾研究会, 富山大学, 富山 (2022. 3.7-8).
- 7) 河合 海・本田匡人・池内俊貴・木谷洋一郎・関口俊男・松原 創・道祖土勝彦・楠井隆史・古澤之裕・高橋ゆかり・遠藤雅人・田渕圭章・鈴木信雄, プラスチック由来の有害化学物質 (スチレンオリゴマー) の魚類の骨代謝に対する影響評価とスチレンオリゴマーの海洋細菌による分解. 令和3年度日本環境毒性学会オンライン研究発表会, 福岡 (2021. 8.26-27).
- 8) 河合 海・本田匡人・池内俊貴・木谷洋一郎・関口俊男・松原 創・道祖土勝彦・楠井隆史・古澤之裕・高橋ゆかり・遠藤雅人・田渕圭章・鈴木信雄, プラスチック由来の化学物質 (スチレンオリゴマー) の魚類の骨代謝に対する影響評価. 第45回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム, オンライン開催 (2021. 11.12-14).
- 9) 河合 海・本田匡人・池内俊貴・木谷洋一郎・関口俊男・松原 創・道祖土勝彦・楠井隆史・古澤之裕・高橋ゆかり・遠藤雅人・田渕圭章・鈴木信雄, 漂流・漂着ポリスチレン由来のスチレンオリゴマーは魚類の骨代謝を攪乱する. 令和3年度日本動物学会中部支部大会, 富山 (2021. 12.4-5).
- 10) 河合 海・本田匡人・池内俊貴・木谷洋一郎・関口俊男・松原 創・道祖土勝彦・楠井隆史・古澤之裕・高橋ゆかり・遠藤雅人・田渕圭章・鈴木信雄, プラスチック由来の有害化学物質 (スチレン) の魚類に対する影響評価. 令和3年度 第2回日本環境毒性学会研究発表会, 福岡 (2022. 3.7).
- 11) 川村龍矢・馬久地みゆき・豊田賢治・小木曾正造・渡部雪菜・永見 新・丸山雄介・服部淳彦・柳井清治・松原 創・鈴木信雄, アカテガニ (*Chiromantes haematocheir*) の幼生の生理・生態学的研究. 令和3年度日本動物学会中部支部大会, 富山 (2021. 12.4-5).
- 12) 木谷洋一郎・石崎松一郎, キジハタ血中L-アミノ酸オキシダーゼ: 活性制御機構について, 令和4年度日本水産学会春季大会, オンライン開催 (2020.3.27).
- 13) 小林昇市・坂井一博・端野開都・中出雅大・稲田圭佑・重松惇志・小林 寛・永見 新・鈴木信雄・松原 創, アカムツ受精卵の初期卵発生に伴う比重変化. 第5回富山湾研究会, 富山大学, 富山 (2022. 3.7-8).

- 14) 小林 寛・中出雅大・端野開都・小林昇市・坂井一博・稲田圭佑・永見 新・鈴木信雄・松原 創, コマイの初期発生を制御する環境要因. 第5回富山湾研究会, 富山大学, 富山 (2022. 3.7-8).
- 15) 坂井一博・端野開都・重松惇志・小林昇市・中出雅大・稲田圭佑・小林 寛・永見 新・小木曾正造・鈴木信雄・松原 創, イカの麻酔作用について. 第5回富山湾研究会, 富山大学, 富山 (2022. 3.7-8).
- 16) 佐藤 渚・関 友信・松田 乾・三島弘幸・鈴木信雄・豊田賢治・大平 剛, ナンキョクオキアミのクチクラタンパク質 25 (EusCP25) の機能解析. 第59回日本甲殻類学会オンライン大会, 宮城 (2021. 10.23-24).
- 17) 清水啓介・根岸瑠美・鈴木信雄・遠藤一佳・鈴木道生, 軟体動物腹足類における幼殻基質タンパク質の進化. 第16回バイオミネラルセッションワークショップ, 東京 (2021. 11.10).
- 18) 関あずさ・山本 樹・田渕圭章・古澤之裕・関口俊男・矢野幸子・北村敬一郎・高垣裕子・池亀美華・染井正徳・松原 創・平山 順・服部淳彦・鈴木信雄, 宇宙空間で引き起こされる骨吸収を抑制する新規治療薬の作用. 日本宇宙生物科学会第35回大会, 石川 (2021. 9.24-26).
- 19) 関口俊男, 生物への影響評価. 日本海3大学部局間連携協定 kick-off symposium, オンライン開催 (2022.3.25).
- 20) 鶴田暁子・ジェンキンズロバート・小木曾正造・鈴木信雄, 鯨骨群集成立期における水/骨境界の酸素濃度分布とその変動. 2022年第171回例会, 愛知 (2022. 2.4-6).
- 21) 豊田賢治・近藤裕介・鈴木信雄・大平 剛・安東宏徳, アカテガニの半月周性繁殖リズムの生理機構の理解に向けて. 第59回日本甲殻類学会オンライン大会, 宮城 (2021. 10.23).
- 22) 中出雅大・小林 寛・端野開都・坂井一博・稲田圭佑・小林昇市・永見 新・鈴木信雄・松原 創, キュウリウオ科魚類の交雑. 第5回富山湾研究会, 富山大学, 富山 (2022. 3.7-8).
- 23) 東野将也・鈴木信雄・関口俊男, アカエイにおける血中カルシウム濃度調節機構に関する研究. 第45回日本比較内分泌学会大会及びシンポジウム, オンライン開催 (2021. 11.12-14).
- 24) 端野開都・一色 正・田中翔稀・酒徳昭宏・鈴木信雄, アコヤガイの大量斃死に関連する *Vibrio* 属細菌の解析. 令和4年度日本水産学会春季大会, オンライン開催 (2022. 3.26-30).
- 25) 端野開都・川村龍矢・渡部雪菜・小木曾正造・永見 新・松原 創・鈴木信雄, 能登半島に生息するアコヤガイの熱耐性機構の解析. 第5回富山湾研究会, 富山大学, 富山 (2022. 3.7-8).
- 26) 平山 順・鈴木信雄・柴田眞寛・服部淳彦, メラトニンとその合成分子の発現へ重力変化の影響. 日本宇宙生物科学会第35回大会, 石川 (2021. 9.24-26).
- 27) 松本京子・浦田 慎・能丸恵理子・木下靖子・谷内口孝治・鈴木信雄, 地域資源を活用した教育活動におけるコーディネーターの役割. 能登の里山里海学会 2021, 金沢大学能登学舎, 石川 (2021. 12.4).
- 28) 安川詩乃・伊藤正晟・尾山 輝・藤田雪乃・岡部泰基・小木曾正造・渡部雪菜・松原 創・鈴木信雄・平山 真・高谷智裕・荒川 修・杉田治男・周防 玲・糸井史朗, 日本近海域に生息する二枚貝類のフグ毒保有状況. 令和4年度日本水産学会春季大会, オンライン開催 (2022. 3.26-30).
- 29) 山本葉月・木谷洋一郎, キジハタ血中 L-アミノ酸オキシダーゼ: 組織間および組織内分布について, 令和4年度日本水産学会春季大会, オンライン開催 (2020.3.27).
- 30) 渡部雪菜・小木曾正造・浦田 慎・松本京子・鈴木信雄, 海綿動物の再凝集について. 第45回日本比較内分泌学会大会記念公開フォーラム, オンライン開催 (2021. 11.14).

- 31) 渡部雪菜・小木曾正造・浦田 慎・松本京子・鈴木信雄, 海綿動物の再凝集について. 能登の里山里海学会 2021, 金沢大学能登学舎, 石川 (2021. 12.4).
 - 32) 渡部雪菜・伊勢優史・小木曾正造・浦田 慎・松本京子・坂井恵一・端野開都・鈴木信雄, 能登半島九十九湾で採集した海綿動物を用いた教材開発. 第 5 回富山湾研究会, 富山大学, 富山 (2022. 3.7-8).
 - 33) 和田修一・馬渕友莉奈・浅野正樹・関口俊男・鈴木信雄, Regulation of cytochrome P450 gene expression by the nuclear receptor PXR in the ascidian *Ciona intestinalis* type A. 第 45 回日本分子生物学会年会, 千葉 (2021. 11.30-12.2).
- (4) 研究交流
- 共同研究
 - 1) 木谷洋一郎：カニ体液中の貝毒解毒機構について, 新潟食糧農業大学（教授 長島裕二）
 - 2) 木谷洋一郎：フグ毒結合タンパク質のリコンビナント体作製, 新潟食糧農業大学（教授 長島裕二）
 - 3) 木谷洋一郎：サケ科魚類体表における抗微生物ペプチドの役割, NORD University（ノルウェー王国）（Prof. Kiron Viswanath）
 - 4) 木谷洋一郎：特徴的な微細構造による生物付着抑制技術について, NECTEC-TMEC（タイ王国）（Dr. Nithi Atthi）
 - 5) 木谷洋一郎：L-アミノ酸オキシダーゼの構造, 東京海洋大学（教授 石崎松一郎）
 - 6) 関口俊男：原索動物カルシトニン機能の研究, 基礎生物学研究所形態形成部門（助教 高橋弘樹）
 - 7) 関口俊男：原索動物神経ペプチドの研究, 千葉大学大学院融合科学（准教授 小笠原道生）
 - 8) 関口俊男：ヌタウナギカルシトニンの機能解析研究, 理化学研究所 ライフサイエンス技術基盤研究センター 分子配列比較解析ユニット（ユニットリーダー 工樂樹洋）
 - 9) 関口俊男：インドール化合物の放射線防御機構解明, 福井県立大学看護福祉学部（教授 水谷哲也）
 - 10) 関口俊男：インドール化合物の放射線防御機構解明, 富山大学大学院医学薬学研究部（助教 趙 慶利）
 - 11) 関口俊男：ペプチドの薬理学的研究, オークランド大学（ニュージーランド）（Prof. Debbie L. Hay）
 - 12) 関口俊男：イカの腸内細菌についての研究, イェール NUS カレッジ（シンガポール）（Prof. Steve B. Pointing）
 - 13) 関口俊男：アカエイカルシトニンの生理作用についての研究, 岡山大学理学部附属牛窓臨海実験所（教授 坂本竜哉）
 - 14) 関口俊男：ヒラムシ GPCR の認識機構に関する研究, 岡山大学理学部附属牛窓臨海実験所（准教授 坂本浩隆）
 - 15) 関口俊男：軟骨魚類における血中カルシウム濃度調節機構の研究, 東京大学大気海洋研究所（教授 兵藤 晋, 助教 高木 互）
 - 16) 関口俊男：芳香族炭化水素受容体の分子機能についての研究, 埼玉県立がんセンター（臨床腫瘍研究所）
 - 17) 鈴木信雄：魚類の副甲状腺ホルモンに関する研究, メルボルン大学（オーストラリア）（Prof. T. John Martin）, RMIT 大学（オーストラリア）（Prof. Janine A. Danks）

- 18) 鈴木信雄：魚類のカルセミックホルモン（カルシトニン，ビタミン D，スタニオカルシン）に関する研究，ゴラクプール大学（インド）（Prof. Ajai K. Srivastav）
- 19) 鈴木信雄：メラトニンの骨代謝に関する研究，東京医科歯科大学（教授 服部淳彦），新潟大学理学部附属臨海実験所（教授 安東宏徳）
- 20) 鈴木信雄：重金属の骨芽・破骨細胞に及ぼす影響：ウロコのアッセイ系による解析，国立水俣病研究センター生理影響研究室（室長 山元 恵），東京慈恵会医科大学（教授 高田耕司）
- 21) 鈴木信雄：ニワトリのカルシトニンレセプターのクローニングとその発現に関する研究，新潟大学農学部（教授 杉山稔恵）
- 22) 鈴木信雄：ウロコの破骨細胞に関する研究，岡山大学大学院医歯薬学総合研究科（准教授 池亀美華）
- 23) 鈴木信雄：交流磁場の骨代謝に及ぼす影響，九州大学大学院工学研究院（特任教授 上野照剛），広島大学 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所（教授 岩坂正和）
- 24) 鈴木信雄：超音波の骨代謝に及ぼす影響，富山大学大学院医学薬学研究部（特任教授 近藤 隆），富山大学研究推進機構研究推進総合支援センター（教授 田渕圭章），昭和大学（准教授 舟橋久幸），JAXA（主任研究員 矢野幸子）
- 25) 鈴木信雄：歯の石灰化に関する研究，鶴見歯科大学（講師 三島弘幸）
- 26) 鈴木信雄：静磁場の骨代謝に及ぼす影響，独立行政法人 物質・材料研究機構 強磁場研究センター（主任研究員 廣田憲之，特別研究員 木村史子）
- 27) 鈴木信雄：魚のウロコを用いた宇宙生物学的研究，亜細亜大学経済学部（教授 大森克徳），JAXA（主任研究員 矢野幸子），富山大学大学院理工学研究部（教授 松田恒平），公立小松大学保健医療学部（教授 平山順）
- 28) 鈴木信雄：トリブチルスズの海域汚染に関する研究，九州大学大学院農学研究院（教授 大嶋雄治，准教授 島崎洋平）
- 29) 鈴木信雄：インドール化合物のラットの骨代謝に及ぼす影響，ハムリー（株）国際事業部（部長 関あずさ），神奈川歯科大学（特任教授 高垣裕子），朝日大学歯学部（教授 江尻貞一）
- 30) 鈴木信雄：魚類の骨代謝におけるビタミンKの作用，神戸学院大学（教授 中川公恵）
- 31) 鈴木信雄：魚のウロコで発現している遺伝子のメカニカルストレスに対する応答，富山大学研究推進機構研究推進総合支援センター（教授 田渕圭章）
- 32) 鈴木信雄：耳石の石灰化に対するメラトニンの作用，茨城県立医療大学（教授 大西 健）
- 33) 鈴木信雄：カルシトニンの構造進化及び作用進化に関する研究，公益財団法人サントリー生命科学財団・生物有機科学研究所・統合生体分子機能研究部（主幹研究員 佐竹 炎，主席研究員 川田剛士）
- 34) 鈴木信雄：海洋細菌に関する研究，富山大学生物圏地球科学科（教授 田中大祐，講師 酒徳昭宏）
- 35) 鈴木信雄：放射線の骨に対する影響評価，放射線医学総合研究所（主任研究員 松本謙一郎），富山大学大学院医学薬学研究部（特任教授 近藤 隆，教授 田渕圭章）
- 36) 鈴木信雄：脊椎動物の破骨細胞に対するカルシトニンの作用に関する研究，松本歯科大学大学院歯学独立研究科（教授 高橋直之，准教授 山下照仁）
- 37) 鈴木信雄：黒色素胞刺激ホルモンの魚類の骨代謝に対する作用に関する研究，北里大学海洋生命科学部（教授 高橋明義），京都大学フィールド科学教育研究センター里域生態系部門（准教授 田川正朋），東北大学農学研究科（教授 鈴木 徹）

38) 鈴木信雄：メラトニンの骨代謝に対する作用に関する研究，東京医科歯科大学教養部（教授 服部淳彦），公立小松大学保健医療学部（教授 平山 順），金沢大学生命理工学類（准教授 小林 功）

- 共同利用・共同研究（文科省）

- 1) 関口俊男：「波の花」に含まれる界面活性物質の化学的性質と起源に関する研究（一般研究），広島大学 大学院統合生命科学研究科（准教授 岩本洋子）
- 2) 関口俊男：PAHs が生殖腺機能に及ぼす影響の包括的な解析（重点研究），旭川医科大学生化学講座（講師 矢澤隆志）
- 3) 関口俊男：海産無脊椎動物の PAH 応答における核内受容体 PXR の役割の解明（一般研究），長浜バイオ大学バイオサイエンス学部（准教授 和田修一）
- 4) 関口俊男：環境 DNA による日本海で変動する無脊椎生物相モニタリングと環境汚染物質との関連性（一般研究），島根大学生物資源学部（准教授 吉田真明）
- 5) 鈴木信雄：大気汚染物質，多環芳香族炭化水素類が 体内時計に与える影響の解明（一般研究），公立小松大学保健医療学部（教授 平山 順）
- 6) 鈴木信雄：カキの貝殻チョーク層の形成が海洋環境 から受ける影響の解析（一般研究），東京大学大学院農学生命科学研究科（准教授 鈴木道生）
- 7) 鈴木信雄：金沢市及び能登半島の周辺河口域底質の生物影響リスク評価（一般研究），鹿児島大学水産学部（教授 宇野誠一）
- 8) 鈴木信雄：多環芳香族炭化水素類のタイ産淡水魚への毒性評価（一般国際研究），プリンスオブソクラ大学（タイ）（Dr. Thumronk Amornsaku N.）

- 非常勤講師

関口俊男：長浜バイオ大学バイオサイエンス学部非常勤講師，2015-現在

(5) 各種活動

- 学会活動

- 1) 関口俊男：ペプチド・ホルモン研究会 世話人，2014-現在
- 2) 関口俊男：日本動物学会男女共同参画委員，2017-現在
- 3) 関口俊男：日本動物学会 中部支部会 会計，2020-現在
- 4) 鈴木信雄：日本動物学会 中部支部長，2021-現在
- 5) 鈴木信雄：日本宇宙生物科学会 代議員，2012-現在
- 6) 鈴木信雄：Journal of Experimental Zoology part A (Editorial board), 2014-現在
- 7) 鈴木信雄：International Journal of Zoological Investigations (Editorial board), 2017-現在
- 8) 鈴木信雄：International Journal of Biological and Environmental Investigations (Editorial board), 2021-現在
- 9) 鈴木信雄：International Journal of Environmental Research and Public Health (Gest Editor), 2019-2020
- 10) 鈴木信雄：American Journal of Agricultural and Biological Sciences (Gest Editor), 2019-2020

- 社会活動

- 1) 鈴木信雄：石川県環境影響評価委員会委員，2010-現在
- 2) 鈴木信雄：石川県温排水影響検討委員会，2014-現在

- 3) 鈴木信雄：日本海海洋調査技術連絡会，2014-現在
- 4) 鈴木信雄：石川県能登町小木港マリンタウン推進協議会，2010-現在

【陸域環境領域】

(1) 学術論文

- 1) Fukushi, K., Okuyama, A., Takeda, N., and Kosugi, S., 2021, Parameterization of adsorption onto minerals by Extended Triple Layer Model. *Applied Geochemistry*, **134**, 105087.
- 2) Goto, K.T., Sekine, Y., Ito, T., Suzuki, K., Anbar, A.D., Gordon, G.W. Harigane, Y., Maruoka, T., Shimoda, G., Kashiwabara, T., Takaya, Y., Nozaki, T., Hein, J.R., Tetteh, G.M., Nyame, F.K., and Kiyokawa, S., 2021, Progressive ocean oxygenation at ~2.2 Ga inferred from geochemistry and molybdenum isotopes of the Nsuta Mn deposit, Ghana. *Chemical Geology*, **567**, 120116.
- 3) Hiramatsu, S. and Usio, N., 2021, Sporadic dwarf shrubs in alpine fellfields provide important habitats for carabid beetles (Coleoptera: Carabidae). *Japanese Journal of Environmental Entomology and Zoology*, **32**, 175-179.
- 4) Hubert, B., Furt, J.-M. and Tsukawaki, S., dans la presse, Rapport du groupe d'Experts ad hoc pour le développement durable. 28 Comité International de Coordination pour la Sauvegarde et le Développement du Site Historique d'Angkor, Bureau de l'UNESCO, Phnom Penh, Cambodge (accepté).
- 5) Huynh, T.Q., Oyabu, A., Nomura, S., Takashima, T., and Usio, N., 2021, Do agrochemical-free paddy fields serve as refuge habitats for Odonata? , *Ecologies*, **2**(1), 1-15.
- 6) 伊藤陽平・田村明弘・長谷部徳子，2021，レーザーパラメータが LA-ICP-MS 分析結果に及ぼす影響．フィッシュントラックニュースレター，**34**，22-25.
- 7) 北川淳子・吉田明弘・篠塚良嗣・長谷部徳子，2022，福井県北潟湖の環境変遷と人間活動．*Laguna*，**29**，57-74.
- 8) Kimura, M., Hang, P. and Tsukawaki, S., 2021, Accessibility of World Heritage Site: A survey of physical accessibility of Angkor Wat temple, Cambodia. *Journal of Global Tourism Research*, **6**, 121-126.
- 9) 木村 誠・ハン プウ・塚脇真二，2021，国際交流事業における集団構造の特徴が参加学生の現地での行動および心理状態に及ぼす影響．大学教育学会誌，**43**，80-88.
- 10) 北野聡・石塚徹・村上賢英・澤本良宏・西川潮・大高明史，2022，長野県における特定外来生物シグナルザリガニの新産地および移入起源推定．*保全生態学研究*，**27**(早期公開).
- 11) Koyama, S., Terada, N., Nakagawa, H., Kuroda, T., and Sekine, Y., 2021, Stability of Atmospheric Redox States of Early Mars Inferred from Time Response of the Regulation of H and O Losses. *Astrophysical Journal*, **912**(2), 135
- 12) Lailati, M., Shang, Y., Huynh, T.Q., Ito, K., Katsumi, N., Mizuuchi, Y., Ino, M., Takashima, T., and Usio, N., 2022, Effects of ground bamboo application on weed suppression and rice production: a 3-year paddy field experiment. *CABI Agriculture and Bioscience*, **3**, 20.
- 13) Mansour, S., Hasebe, N., Azab, E., Elnaggar, Y.A., and Tamura, A., 2021, Simultaneous Fission-Track and U-Pb Dating using LA-ICP-MS and the Corresponding Geologic Applications; an example from the Red Granite, Egypt, *Minerals*, **11**, 1341.
- 14) Margolis, A. E., Pagliaccio, D., Ramphal, B., Banker, S., Thomas, L., Robinson, M., Honda, M., Sussman, T., Posner, J., Kannan, K., Herbstman, J., Rauh, V., and Marsh, R., 2021, Prenatal environmental tobacco

smoke exposure alters children's cognitive control circuitry: A preliminary study. *Environment International*, **155**, 106516.

- 15) 中島大輝・長谷部徳子・山田記大・横山明彦, 2021, ジルコンのアルファリコイルトラック年代測定に向けた取り組み: アメリシウム線源の吟味. *フィッショントラックニュースレター*, **34**, 19-21.
- 16) Nakanishi, K., Usio, N., Yokomizo, H., Takashima, T. and Hayashi, T.I., 2022, Chlorantraniliprole application differentially affects adult emergence of *Sympetrum* dragonflies in rice paddy fields. *Paddy and Water Environment*, **20**, 177-183.
- 17) Noda, N., Yamashita, S., Takahashi, Y., Matsumoto, M., Enokido, Y., Amano, K., Kawai, T., Sakuma, H., Fukushima, K., Sekine, Y. and Nakamura, T., 2021, Anaerobic Microscopic Analysis of Ferrous Saponite and Its Sensitivity to Oxidation by Earth's Air: Lessons Learned for Analysis of Returned Samples from Mars and Carbonaceous Asteroids. *Minerals*, **11**, 1244.
- 18) Sakuma, H., Morida, K., Takahashi, Y., Fukushima, K., Noda, N., Sekine, Y. and Tamura K., 2022, Synthesis of ferrian and ferro-saponites: Implications for the structure of (Fe,Mg)-smectites synthesized in reduced conditions. *American Mineralogist*, in press
- 19) Sueoka, S., Kobayashi, Y., Fukuda, S., Kohn, P.B., Yokoyama, T., Sano, N., Hasebe, N., Tamura, A., Morishita, T. and Tagami, T., 2021, Low-temperature thermochronology of active arc-arc collision zone, South Fossa Magna region, central Japan. *Tectonophysics*, in press.
- 20) Suzuki, N., Honda, M., Sato, M., Yoshitake, S., Kawabe, K., Tabuchi, Y., Omote, T., Sekiguchi, T., Furusawa, Y., Toriba, A., Tang, N., Shimasaki, Y., Nagato, E.G., Zhang, L., Srivastav, A.K., Amornsakun, T., Kitani, Y., Matsubara, H., Yazawa, T., Hirayama, J., Hattori, A., Oshima, Y. and Hayakawa, K., 2022, Hydroxylated benzo [c] phenanthrene metabolites cause osteoblast apoptosis and skeletal abnormalities in fish. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **234**, 113401.
- 21) Suzuki, N., Kawago, U., Honda, M., Srivastav, A. K., Amornsakun, T., Matsumoto, K., Hirayama, J., Matsubara, H., Shimizu, N., Sekiguchi, T., Sasayama, Y., Tabuchi, Y., Hattori, A., Shimasaki, Y., and Oshima, Y., 2021, In Vivo Suppression of Osteoclastic and Osteoblastic Activities of Goldfish Scales in Water Containing Cadmium. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, **66**(2), 199-203.
- 22) Tabata, H., Sekine, Y., Kanzaki, Y., and Sugita, S., 2021, An experimental study of photo-oxidation of Fe(II): Implications for the formation of Fe(III) (hydro)oxides on early Mars and Earth. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **299**, 35-51
- 23) Tsetsgee, S., Okuyama, A., Ochir, A., Yunden, A., Odgerel, E., Batbold, T., Munkhsukd, E-U., Takahashi, Y., Munemoto, T., Honda, M., and Fukushima, K., 2021, Mo Contamination in Rivers near the Erdenet Mining Area, Mongolia: Field Evidence of High Mobility of Mo at pH >8. *ACS ES&T Water*, **1**(8), 1686-1694.
- 24) 塚脇真二, 2021, 世界遺産をとりまく環境問題－アンコール世界遺産を例に－. *世界平和研究*, **47**, 6-7.
- 25) Tsukawaki, S., Hubert, B. and Furt, J.-M., in press, Report from ad hoc group of experts for sustainable development. *28th Plenary Session of the International Co-ordinating Committee for the Safeguarding and Development of the Historic Site of Angkor*, accepted.
- 26) Yoda, M., Sekine, Y., Fukushima, K., Kitajima, T., Gankhurel, B., Davaasuren, D., Gerelmaa, T., Ganbat, S., Shoji, D., Zolotov, M.Y., and Takahashi, Y., 2021, Field Investigations of Chemical Partitioning and

Aqueous Chemistry of Freezing Closed-Basin Lakes in Mongolia as Analogs of Subsurface Brines on Icy Bodies. *Journal of Geophysical Research: Planets*, **126**, e2021JE006972.

- 27) Udaanjargal, U., Hasebe, N., Davaasuren, D., Fukushi, K., Tanaka, T., Gankhurel, B., Katsuta, N., Ochiai, S., Miyata, Y., and Gerelmaa, T., 2021, Characteristics of lake sediment from southwestern Mongolia and comparison with meteorological data, *Geoscience*, **12**, 7.
- 28) Usio, N., Lailati, M., Huynh, T.Q., Shang, Y., Ito, K., Katsumi, N., Mizuuchi, Y., and Ino, M., 2021, Effectiveness of ground bamboo mulching in suppressing weeds and enhancing rice production: a microcosm experiment. *Paddy and Water Environment*, **19**, 159–171.
- 29) Zhang, N., Snyder, G.T., Lin, M., Nakagawa, M., Gilbert, A., Yoshida, N., Matsumoto, R., and Sekine, Y., 2021, Doubly substituted isotopologues of methane hydrate (13CH3D and 12CH2D2): Implications for methane clumped isotope effects, source apportionments and global hydrate reservoirs. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **315**, 127–151.
- 30) Zhang, Z., Kass, J.M., Mammola, S., Koizumi, I., Li, X., Tanaka, K., Ikeda, K., Suzuki, T., Yokota, M., and Usio, N., 2021, Lineage-level distribution models lead to more realistic climate change predictions for a threatened crayfish. *Diversity and Distributions*, **27**, 684–695.

(2) 著書・総説・資料・報告書

- 1) 西川 潮, 2021, 「アリアケモドキ」 5 淡水産・汽水産甲殻類; 佐渡島の希少な動植物普及版レッドデータブック, 新潟大学佐渡自然共生科学センター編, 佐渡
- 2) 西川 潮, 2021, 「マメコブシガニ」 5 淡水産・汽水産甲殻類; 佐渡島の希少な動植物普及版レッドデータブック, 新潟大学佐渡自然共生科学センター編, 佐渡
- 3) 西川 潮, 2021, 「テッポウエビ」 5 淡水産・汽水産甲殻類; 佐渡島の希少な動植物普及版レッドデータブック, 新潟大学佐渡自然共生科学センター編, 佐渡
- 4) 西川 潮, 2021, 「クロベンケイガニ」 5 淡水産・汽水産甲殻類; 佐渡島の希少な動植物普及版レッドデータブック, 新潟大学佐渡自然共生科学センター編, 佐渡
- 5) 西川 潮, 2021, 「アカテガニ」 5 淡水産・汽水産甲殻類; 佐渡島の希少な動植物普及版レッドデータブック, 新潟大学佐渡自然共生科学センター編, 佐渡
- 6) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「概説: 加賀, 能登で際立つ環境の違い」, 北國新聞社出版局, 金沢, 306-309.
- 7) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「コラム: その名に違わぬ 百万貫の岩」, 北國新聞社出版局, 金沢, p319.
- 8) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「愛されてきた「水の都」の源流 犀川 (金沢市)」, 北國新聞社出版局, 金沢, p324.
- 9) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「まちの優雅さを象徴 浅野川 (金沢市)」, 北國新聞社出版局, 金沢, p325.
- 10) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「岩穴を激流が垂直に落下 桶滝 (輪島市)」, 北國新聞社出版局, 金沢, 338-339.
- 11) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「二筋の優美な流れ 男女滝 (輪島市)」, 北國新聞社出版局, 金沢, p339.

- 12) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「奇岩と絶壁の連続 曾々木海岸 (輪島市・珠洲市)」, 北國新聞社出版局, 金沢, 344-346.
- 13) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「波がうがった岩の洞門 巖門 (志賀町)」, 北國新聞社出版局, 金沢, p347.
- 14) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「断崖絶壁の連続 能登金剛 (輪島市・志賀町)」, 北國新聞社出版局, 金沢, p348.
- 15) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「能登半島の最先端 禄剛崎 (珠洲市)」, 北國新聞社出版局, 金沢, p349.
- 16) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「国内 3 番目の広さ 内灘砂丘 (内灘町・かほく市)」, 北國新聞社出版局, 金沢, p356.
- 17) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「加越海岸の絶景地 加佐の岬 (加賀市)」, 北國新聞社出版局, 金沢, p357.
- 18) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「絶海の孤島 舳倉島 (輪島市)」, 北國新聞社出版局, 金沢, 360-363.
- 19) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「火山岩類でできた無人島群 セツ島 (輪島市)」, 北國新聞社出版局, 金沢, 364-365.
- 20) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「石川県内最大の島 能登島」, 北國新聞社出版局, 金沢, p366.
- 21) 塚脇真二, 2021, 「石川ふるさと遺産」Ⅲ. 自然景観「海に浮かぶ軍艦 見附島 (珠洲市)」, 北國新聞社出版局, 金沢, p367.

(3) 学術発表

- 1) 荒木祐二・塚脇真二・岡田 遥, 2022, 石川県内の森林と河畔にみられる二次的植生. 第 6 回環日本海域環境研究センター連携部門 国際テーマシンポジウム「東アジアの農村社会・都市社会をめぐる環境とその発展」, 金沢大学自然科学研究科, 金沢 (2022.3.11)
- 2) 福士圭介・関根康人・Rampe, E.B., 2021, 火星ゲールクレータ湖沼堆積物の間隙水水質復元: Murray 層 Quela サイトへの適用. 日本地球化学会第 68 回年会, オンライン (2021.9.6-8)
- 3) Fukushi, K., Sekine, Y., and Rampe, E.B., 2021, Reconstruction of water chemistry in ancient liquid water from the Murray formation, Gale Crater, Mars. AGU Fall Meeting 2021, オンライン (2021.12.13-17)
- 4) Furt, J.-M., Hubert, B. and Tsukawaki, S., Rapport du groupe d'Experts ad hoc pour le développement durable. Zoom Rencontre avec les experts ad hoc du CIC-Angkor (Comité international de coordination pour la sauvegarde et le développement du site historique d'Angkor), Cambodge (2021.6.28)
- 5) Furt, J.-M., Hubert, B. and Tsukawaki, S., Rapport du groupe d'Experts ad hoc pour le développement durable. 28 Comité International de Coordination pour la Sauvegarde et le Développement du Site Historique d'Angkor, Sofitel Hotel, Siem Reap, Cambodge (2022.3.25)
- 6) Ganbat, S., Hasebe, H., Davaasuren, D., Udaanjargal, U., and Igarashi, U., 2021, The Lacustrine Sediment Analysis to Understand the Past Environmental Changes and the Effect of Ongoing Global Warming in Valley of the Gobi Lakes, Mongolia: Analyses of Tsagaan Lake Sediment. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, オンライン (2021.5.30-6.6)

- 7) Ganbat, S., Hasebe, N., Davaasuren, D., Udaanjargal, U., and Yuma, S., 2021, 210Pb dating result of lacustrine sediment: Tsagaan lake in Valley of the Gobi Lakes in Mongolia. 第 38 回 ESR 応用計測研究会・2021 年度ルミネッセンス年代測定研究会・第 46 回フィッション・トラック研究会合同研究会, オンライン (2022.2.21-22)
- 8) Gankhurel, B., Fukushima, K., Davaasuren, D., Imai, E., Kitajima, T., Gerelmaa, T., Sekine, Y., Takahashi, Y., and Hasebe, N., 2021, Distribution of Uranium and Arsenic in Surface Water around Alkaline-Hyposaline Lake from Valley of Gobi Lakes in Mongolia. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, オンライン (2021.5.30-6.6)
- 9) Gankhurel, B., Fukushima, K., Akehi, A., Takahashi, Y., Takeda, N., Zhao, X., and Kawasaki, K., 2021, Speciation and solubility of arsenic, lead, and cadmium in contaminated soils from Kamegai mine tailing, Toyama, Japan. 日本鉱物科学会 2021 年年会, オンライン (2021.9.16-18)
- 10) Gankhurel, B.・福士圭介・Davaasuren, D.・今井英吾・北島卓磨・Gerelmaa, T.・関根康人・高橋嘉夫・長谷部徳子, 2021, Distribution of uranium and arsenic between sediment and water of alkaline hyposaline lake from Valley of Gobi Lakes in Mongolia 日本地球化学会第 68 回年会, オンライン (2021.9.6-8)
- 11) Gankhurel, B., Fukushima, K., Davaasuren, D., Imai, E., Kitajima, T., Gerelmaa, T., Sekine, Y., Takahashi, Y., and Hasebe, N., 2021, Trace Elements Contamination in Water of Alkaline-Hyposaline Lake from Valley of the Gobi Lakes, Mongolia: Field Evidence of Elevated Level of As and U accumulated by evaporation. AGU Fall Meeting 2021, オンライン (2021.12.13-17)
- 12) Honda, M., Satone, H., Kawashima, H., and Oshima, Y., 2021, Human biomonitoring of neonicotinoid insecticides in Japan, *ACS Spring 2021* (online), (2021.4.6-16). 【招待講演】
- 13) 五十嵐雄大・Udaanjargal, U.・國分陽子・藤田奈津子・長谷川精・Ichinnorov, N.・勝田長貴・Davaasuren, D.・長谷部徳子, 2021, モンゴルオルゴイ湖堆積物の OSL, IRSL および放射性炭素年代測定とハンガイ山脈における氷河後退への示唆. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, オンライン (2021.5.30-6.6)
- 14) 井上皓介・福士圭介・菅大暉・高橋嘉夫・河合敬宏・武市泰男, 2021, 隕石母天体における水質変成作用の解析に用いる層状ケイ酸塩のマルチエレメント XANES ライブラリの構築. 日本鉱物科学会 2021 年年会, オンライン (2021.9.16-18)
- 15) 伊藤陽平・田村明弘・長谷部徳子, 2021, レーザーパラメータが LA-ICP-MS 分析結果に及ぼす影響. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, オンライン(2021.5.30-6.6)
- 16) Kajitani, I., Nakada, R., Koike, M., Tanabe, G., Usui, T., Matsu'ura, F., Fukushima, K., Kurokawa, H., and Yokoyama, T., 2021, Speciation of Sulfur in Carbonates in a 4.1-Billion-Year-Old Martian Meteorite. The 53rd Lunar and Planetary Science Conference, Huston USA (2021.3.7-11)
- 17) 北島卓磨・福士圭介・関根康人・依田優大・ガンフレル バーサンスレン・ダバースレン ダバードルジ, 2021, 非晶質マグネシウム炭酸塩の溶解度：初期火星の閉塞湖における Mg 炭酸塩の希少性. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, オンライン(2021.5.30-6.6)
- 18) 北島卓磨・福士圭介・関根康人・依田優大・ガンフレル バーサンスレン・ダバースレン ダバードルジ・高橋嘉夫, 2021, 低温条件における非晶質マグネシウム炭酸塩の溶解度. 日本鉱物科学会 2021 年年会, オンライン (2021.9.16-18)

- 19) Kitajima, T., Fukushi, T., and Sekine, Y., 2021, Solubility of amorphous magnesium carbonate: Implication for Mg-carbonate formation on Early Mars. AGU Fall Meeting 2021, オンライン (2021.12.13-17)
- 20) 工藤秀平・高嶋忠夫・西川 潮, 水田地帯に生息するカエル類: 農法, 畔草管理法, および排水路構造の影響, 日本生態学会第 69 回大会, 福岡市, オンラインポスター (2022.3)
- 21) Lailati, M., Huynh, T.Q., Shang, Y., Ito, K., Katsumi, N., Mizuuchi, Y., Ino, M., Takashima, T. and Usio, N. (2021) Effectiveness of ground bamboo application on weed suppression and rice production: a three-year paddy field experiment. PAWEES 2021 International Conference, Online (2021.10.29)
- 22) Nakamura, T., Matsumoto, M., Amano, K., Enokido, Y., Zolensky, M.E., Mikouchi, T., Genda, H., Tanaka, S., Zolotov, M.Y., Kurosawa, K., Wakita, S., Hyodo, R., Nagano, H., Nakashima, D., Takahashi, Y., Fujioka, Y., Kikuri, M., Kagawa, E., Matsuoka, M., Brearley, A.J., Tsuchiyama, A., Uesugi, M., Matsuno, J., Kimura, Y., Sato, M., Milliken, R.E., Tatsumi, E., Sugita, S., Hiroi, T., Kitazato, K., Brownlee, D., Joswiak, D.J., Takahashi, M., Ninomiya, K., Takahashi, T., Osawa, T., Terada, K., Brenker, F.E., Tkalcic, B.J., Vincze, L., Brunetto, R., Aléon-Toppini, A., Chan, Q.H.S., Roskosz, M., Viennet, J.C., Beck, P., Alp, F.E., Michikami, T., Nagaishi, Y., Tsuji, T., Ino, Y., Martinez, J., Han, J., Dolocan, A., Bodnar, R.J., Tanaka, M., Yoshida, H., Sugiyama, K., King, A.J., Fukushi, K., Suga, H., Yamashita, S., Kawai, T., Inoue, K., Nakato, A., Noguchi, T., Vilas, F., Hendrix, A.R., Jaramillo, C., Domingue, D.J., Dominguez, G., Gainsforth, Z., Engrand, C., Duprat, J., Russell, S.S., Bonato, E., Ma, C., Kawamoto, T., Yurimoto, H., Okazaki, R., Yabuta, H., Naraoka, H., Sakamoto, K., Tachibana, S., Watanabe, S. and Tsuda, Y., 2022, Early History of Ryugu's Parent Asteroid: Evidence from Return Sample. The 53rd Lunar and Planetary Science Conference, Houston USA (2021.3.7-11)
- 23) 中島大輝・長谷部徳子・横山明彦・山田記大, 2021, ジルコンのアルファリコイルトラック年代測定に向けた取り組み: アメリシウム線源の吟味. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, オンライン (2021.5.30-6.6)
- 24) 中島大輝・横山明彦・山田記大・長谷部徳子・飯沼勇人・高宮幸一, Am 線源, Cf 線源を利用したアルファリコイルトラックの形成実験. 第 38 回 ESR 応用計測研究会・2021 年度ルミネッセンス年代測定研究会・第 46 回フィッション・トラック研究会合同研究会, オンライン (2022.2.21-22)
- 25) 西川 潮, 僕が英語の本の出版を決めたワケ. フォーラム「英文書籍を出版しよう! ウェビナー版」, 日本生態学会神戸大会, 神戸市, オンライン (2021.3.20) (招待講演)
- 26) 野路陽平・福士圭介・徳門弘都, 2021, サポナイト層間における陽イオン交換選択係数の測定. 日本鉱物科学会 2021 年年会, オンライン (2021.9.16-18)
- 27) 奥山晃浩・福士圭介・柏原輝彦, 2021, 表面錯体モデリングによる酸化物のモリブデン吸着形態の解析. 日本鉱物科学会 2021 年年会, オンライン (2021.9.16-18)
- 28) 佐久間博・森田康暉・福士圭介・高橋嘉夫・野田夏実・関根康人・田村堅志, 2021, 鉄サポナイトの合成と酸化・還元可逆性. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, オンライン (2021.5.30-6.6)
- 29) Shibuya, Y., Paleoenvironmental study in Lake Olgoy, Mongolia, based on the analyses of sediment from the paleoshoreline. Russian week in Kanazawa University (2021.10.1)
- 30) 品田遥可・佐川拓也・濱田麻希・長谷部徳子, 有孔虫の熱ルミネッセンス測定. 第 38 回 ESR 応用計測研究会・2021 年度ルミネッセンス年代測定研究会・第 46 回フィッション・トラック研究会合同研究会, オンライン (2022.2.21-22)

- 31) 酢山真衣・福士圭介, 2021, 炭酸カルシウム 0.5 水和物の生成条件. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, オンライン (2021.5.30-6.6)
- 32) 酢山真衣・福士圭介・北島卓真, 2021, 炭酸カルシウム 1/2 水和物の生成条件. 日本鉱物科学会 2021 年年会, オンライン (2021.9.16-18)
- 33) Takai, Y., Uchida, Y., Honda, M., Shimasaki, Y. and Oshima, Y., 2022, The The vector effect of fine microplastics: Combined effect of polystyrene microplastics and anthracene on Java medaka, *International Online Workshop on Microplastics Issues*, online (2022.3.4-5)
- 34) 武田夏泉・福士圭介・ガンフレル バーサンスレン・奥山 晃浩, 2021, 汚染土壌からの重金属溶出挙動: 表面錯体モデリングによるアプローチ. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, オンライン (2021.5.30-6.6)
- 35) 武田夏泉・奥山晃浩・バーサンスレン ガンクレル・福士 圭介, 汚染土壌からの重金属溶出挙動: 表面錯体モデリングによるアプローチ. 日本鉱物科学会 2021 年年会, オンライン(2021.9.16-18)
- 36) 徳門弘都・福士圭介・関根康人・井上皓介・森田康暉, 2021, サポナイト層間 $\text{Na}^+\text{-NH}_4^+$ 交換選択係数: セレス初期海洋におけるアンモニウム濃度の再検討. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, オンライン (2021.5.30-6.6)
- 37) 徳門弘都・福士圭介・関根康人・井上浩介, 2021, サポナイト - アンモニウム相互作用: セレス初期海洋のアンモニウム濃度制約. 日本鉱物科学会 2021 年年会, オンライン (2021.9.16-18)
- 38) 塚脇真二, 環日本海域環境研究センター連携部門国際テーマシンポジウム「東アジアの農村社会・都市社会をめぐる環境とその発展」. 第 6 回環日本海域環境研究センター連携部門 国際テーマシンポジウム「東アジアの農村社会・都市社会をめぐる環境とその発展」, 金沢大学自然科学研究科, 金沢 (2022.3.11)
- 39) Tsukawaki, S., Hubert, B. and Furt, J.-M., Report from ad hoc group of experts for sustainable development. *Zoom Meeting with the ICC-Angkor (International Co-ordinating Committee for the Safeguarding and Development of the Historic Site of Angkor) Ad Hoc Experts*, Siem Reap, Cambodia (2021.6.28)
- 40) Udaanjargal, U., Hasebe, N., Davaasuren, D., Igarashi, I., Hasegawa, H., Gankhurel, B., Katsuta, N., Ganbat, S., Niiden, I., and Fukushi, K., 2021, Statistical approach on geochemical records from Lake Olgoy, Valley of the Gobi Lakes, Mongolia. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, オンライン (2021.5.30-6.6)
- 41) 依田優大・関根康人・福士圭介・北島卓磨・Gankhurel, B.・Davaasuren, D.・Gerelmaa, T.・Ganbat, S.・庄司大悟・高橋嘉夫, 2021, Field investigations on salt partitioning in frozen closed-basin lakes in Mongolia as terrestrial analogues of subsurface brine reservoirs on Solar System icy bodies. 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, オンライン (2021.5.30-6.6)
- 42) Usio, N., Management and restoration of semi-natural aquatic habitats in Japanese paddy field landscapes. National Taiwan University IEEB Seminar, Taiwan, Online (2021.12.24) (招待講演)
- 43) 早稲田真未・森岡大貴・井上義之・本田匡人・島崎洋平・大嶋雄治, Semi permeable membrane device (SPMD) を用いた化学物質の生物蓄積性試験代替法の検討. 令和 3 年度日本環境毒性学会研究発表会, オンライン (2021.8.26-27)

(4) 研究交流

- 共同研究

- 1) 福士圭介：水惑星学の創成．東京工業大学，海洋研究開発機構（JAMSTEC），北海道大学，名古屋大学，物質材料研究機構
- 2) 福士圭介，長谷部徳子：モンゴルの鉱山活動に起因する土壌・水質汚染調査と修復技術の開発．モンゴル国立大学（モンゴル），東京大学，石川県工業試験所
- 3) 長谷部徳子：インドネシアレンバン断層活動史の解明．インドネシア科学院地球工学研究センター（インドネシア）
- 4) 長谷部徳子，福士圭介：モンゴル乾燥地域の環境変動研究．モンゴル国立大学（モンゴル），キョンヒ大学（韓国），モンゴル古生物学地質学研究所（モンゴル），東京大学，岐阜大学，高知大学
- 5) 長谷部徳子：パレオディテクターを利用した宇宙線の検出，海洋研究開発機構，神奈川大学
- 6) 長谷部徳子：断層の熱的影響の評価，山口大学
- 7) 本田匡人：ネオニコチノイド系農薬のヒト尿を用いたバイオモニタリングと影響評価．秋田県立大学，新潟食料農業大学，九州大学，New York State Department of Health
- 8) 本田匡人：フナムシを用いた潮上帯を主とした渚域の PAH 汚染調査．九州大学，島根大学，鹿児島大学
- 9) 本田匡人：安定同位体比を用いたバングラデシュにおける浮遊粒子状物質の発生源解析．秋田県立大学
- 10) 本田匡人：ヒトの尿を用いたネオニコチノイド系農薬および PAHs 曝露のバイオモニタリング．東京大学，京都大学，名古屋大学
- 11) 塚脇真二：アンコール世界遺産における環境汚染の現状と評価．アンコール世界遺産管理機構（カンボジア），鹿児島大学，埼玉大学，滋賀大学，京都大学，弘前大学
- 12) 塚脇真二：カンボジアのトンレサップ湖における生物多様性維持機構の評価．カンボジア工科大学，カンボジア国立経営大学，カンボジア王国産業省資源総局，アンコール世界遺産管理機構（カンボジア），鹿児島大学，滋賀大学，埼玉大学，滋賀大学，弘前大学，国立科学博物館，北九州博物館，龍谷大学
- 13) 塚脇真二：南タイマングローブ生態系におけるスマトラアンダマン津波の影響評価．マヒドゥ大学，プリンスオブソクラ大学，タイ王国産業省地下資源局（タイ），信州大学，東北大学
- 14) 塚脇真二：日本海における完新世海洋環境変遷史．滋賀県立大学，東北大学
- 15) 塚脇真二：小松市の日本遺産「石の文化」にかかる碧玉の産状ならびに中新世緑色凝灰岩類の岩相層位学的研究．小松市埋蔵文化財センター
- 16) 塚脇真二：ウズベキスタン南部のテルメズ周辺に分布する仏教遺跡の調査研究．立正大学，京都大学，テルメズ考古学博物館（ウズベキスタン）

- 共同利用・共同研究（文科省）

- 1) 福士圭介：モンゴル南部アルカリ塩湖におけるウランとヒ素の濃集過程調査（一般研究），モンゴル国立大学（専任講師　ダバドルジ　ダバスレン）
- 2) 本田匡人：安定同位体比を用いたバングラデシュにおける浮遊粒子状物質の発生源解析（一般研究），秋田県立大学（准教授　川島洋人）
- 3) 長谷部徳子：Reconstruction of aridity history in southern part of Mongolia to understand environmental

framework in the central part of the Eurasian continent (モンゴル南部の乾燥履歴の解明：中央ユーラシア大陸における環境機構の理解) (一般研究), Leading Research Scientist, Institute of Geology and Mineralogy, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences (主任研究員 Sergey Konstantinovich Krivonogov)

- 4) 福士圭介：The spatial and temporal observation of heavy metals in groundwater around the Erdenet city, Mongolia (一般研究), モンゴル国立大学 (研究員 Tsetsgee Solongo)
- 5) 長谷部徳子：モンゴル東部スフバートル県における古水文環境変動 (一般研究), 慶熙大学校 理科大学 (教授 田中幸哉)
- 6) 西川 潮：チベット高原における生態牧畜業の普及拡大に向けた経済分析 (一般研究), 青海民族大学 (講師 夏吾太)
- 7) 本田匡人：魚類における有害有機フッ素化合物の体外排出に関する研究 (一般研究), 新潟食料同業大学 (助教 佐藤根妃奈)
- 8) 長谷部徳子：日本海形成過程の解明：エチオピア・アファール地域のプレート拡大軸域の地球電磁気学的構造に基づく研究 (一般研究), 富山大学 (教授 石川尚人)
- 9) 本田匡人：植物プランクトンに及ぼすエアロゾル由来汚染物質および水温上昇の複合影響評価 (一般研究), 九州大学 (准教授 島崎洋平)
- 10) 塚脇真二：表土の粒度組成に着目した湿生草本群落の分布特性 (一般研究), 埼玉大学 (准教授 荒木祐二)
- 11) 長谷部徳子：二枚貝殻体に含有する微量元素を利用した汽水湖の環境変化解読手法に関する研究 (一般研究), 島根大学 (教授 山口啓子)
- 12) 福士圭介：モンゴルのアルカリ塩湖に第7の炭酸カルシウムを見出す (一般研究), 北海道大学 (准教授 川野潤)
- 13) 塚脇真二：木場潟における植物への認知的評価の特性～調和的水辺環境の創成へ向けて～ (一般研究), 公立小松大学 (准教授 木村誠)
- 14) 福士圭介：陸上の鉄マンガン酸化物への元素濃集実態の解明に向けた表面化学的アプローチの検討 (一般研究), 海洋研究開発機構 (副主任研究員 柏原輝彦)
- 15) 本田匡人：プラスチック製品からのフタル酸エステル溶出とその環境運命 (一般研究), 島根大学 (助教 長門豪)
- 16) 西川 潮：成果連動支払 (PbR) による農業と生物多様性の両立に向けた制度設計に関する研究 (一般研究), 滋賀大学 (教授 田中勝也)
- 17) 西川 潮：気候変動に対応する棚田の持続可能な維持管理方策 (一般研究), 琉球大学 (准教授 陳碧霞)
- 18) 福士圭介：モンゴル南部塩湖群の結氷時における鉱物生成と水・氷・堆積物間元素分配 (若手研究), 東京大学 (博士課程3年 依田優大)
- 19) 本田匡人：海産メダカを用いた小型マイクロプラスチックの蓄積・排出動態解析 (若手研究), 九州大学 (博士後期課程1年 高井優生)
- 20) 本田匡人：ポリスチレンをフナムシは消化するか (若手研究), 九州大学 (博士後期課程1年 イソクヒョン)
- 21) 長谷部徳子：17th East Eurasia International Workshop (EEIW)-Kunming (研究集会), 中国科学院 (教授 Ke Zhang)

- 非常勤講師

- 1) 塚脇真二，公立小松大学国際交流センター（国際連携担当特任教授）（2018～現在）

- (5) 各種活動

- 学会活動

- 1) 福士圭介：日本地球化学会理事（2017～2021）
 - 2) 長谷部徳子：日本フィッシュントラック研究会委員（会計）（2010～現在）
 - 3) 長谷部徳子：International Conference on Thermochronology, Standing Committee member (2016～現在)
 - 4) 長谷部徳子：日本地球惑星科学連合 固体地球セクション 表層変動熱年代学 FG 副委員長（2019～現在）
 - 5) 長谷部徳子：日本学術会議連携会員(2020～現在)
 - 6) 長谷部徳子：IGU(International Geographical Union)合同分科会 IAG(International Association for Geomorphology)小委員会委員（副委員長）（2020～現在）
 - 7) 長谷部徳子：INQUA(The International Union for Quaternary Research) 小委員会委員(2020～現在)
 - 8) 長谷部徳子：PAGES((Past Global Changes)小委員会委員(2020～現在)
 - 9) 長谷部徳子：日本学術振興会研究費審査員(2021)
 - 10) 長谷部徳子：東京地学協会渉外委員(2021～現在)
 - 11) 長谷部徳子：日本地経学連合渉外幹事会メンバー(2021～現在)
 - 12) 本田匡人：2022 年度環境化学物質 3 学会合同大会 大会実行委員（2021～現在）
 - 13) 西川 潮：Limnology Editorial Advisor (2019～2021)
 - 14) 西川 潮：Water Editorial Board (2021～現在)
 - 15) 西川 潮：Water 2022 Best Paper Award 選考委員(2022)
 - 16) 西川 潮：Hydrobiology Editorial Board (2021～現在)
 - 17) 西川 潮：日本陸水学会英文誌将来構想 WG 委員(2021～現在)
 - 18) 塚脇真二：日本応用地質学会中部支部顧問（2013～現在）
 - 19) 塚脇真二：東アジア・東南アジア地球科学計画調整委員会（Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia: CCOP）日本国内委員会委員/日本国代表委員会委員（2006～現在）
 - 20) 塚脇真二：International Union of Geological Sciences, GeoHazard Task Group 委員（2017～現在）
- 社会活動
- 1) 福士圭介：原子力発電環境整備機構 TRU 廃棄物処理・処分技術開発検討委員（2018～現在）
 - 2) 長谷部徳子：北陸女性研究者ネットワーク普及促進会議 委員長（2020～現在）
 - 3) 長谷部徳子：ダイバーシティ研究環境推進委員会 委員長（2020～現在）
 - 4) 長谷部徳子：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構，地質環境長期安定性評価技術高度化開発委員会委員（2018～現在）
 - 5) 長谷部徳子：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 地層処分研究開発・評価委員会, (2021)
 - 6) 長谷部徳子：石川県環境審議会専門委員(2020～現在)
 - 7) 長谷部徳子：金沢市井戸設置許可審査部会委員（2019～現在）

- 8) 長谷部徳子：金沢市産業廃棄物訂正処理専門委員会委員（2019～現在）
- 9) 長谷部徳子：富山大学ダイバーシティ研究環境実現イニシアティブ(特色型)外部評価委員（2020～2022.3.31）
- 10) 本田匡人：ジュニアドクター育成塾指導教員（2019～現在）
- 11) 西川 潮：環境省特定外来生物等分類群専門家グループ会合（無脊椎動物）検討委員（2015～現在）
- 12) 西川 潮：プレック研究所環境省請負業務「令和3年度対策困難外来種防除手法等検討調査業務」委員(2021)
- 13) 西川 潮：日本学術振興会特別研究員等審査会専門委員，外国人研究者招へい事業及び論文博士号取得希望者に対する支援事業の書面審査委員(2021)
- 14) 西川 潮：佐渡市レッドリスト選定委員（淡水産・汽水産甲殻類 担当）（2021）
- 15) 西川 潮：Natural Environment Research Council (NERC) grant (イギリス) の書面審査委員(2021)
- 16) 西川 潮：Baltic Forestry, Diversity, Freshwater Biology, Geomatics and Environmental Engineering, Landscape and Ecological Engineering, Plankton and Benthos Research, Water, 保全生態学雑誌 査読者(2021)
- 17) 塚脇真二：こまつ SATOYAMA 評議会委員（2015～現在）
- 18) 塚脇真二：環境王国こまつアドバイザー（2015～現在）
- 19) 塚脇真二：小松市日本遺産サミット開催にかかる専門的知見アドバイザー（2021）
- 20) 塚脇真二：小松市埋蔵文化財センター「滝ヶ原碧玉原産地遺跡調査」アドバイザー（2017～現在）
- 21) 塚脇真二：UNESCO/アンコール世界遺産国際管理運営委員会特別専門家委員会委員（2012～現在）
- 22) 塚脇真二：UNESCO-MAB（Man and Biosphere: 人と生物圏）および UNESCO-Biosphere Reserves（生物圏保護区）東アジア・東南アジア地区オブザーバー（2004～現在）
- 23) 塚脇真二：カンボジアのシェムリアップ州およびアンコール世界遺産における水問題会議（Water Colloquium）委員（2006～現在）

【統合環境領域】

(1) 学術論文

- 1) Inoue, M., Hanaki, S., Takehara, R., Kofuji, H., Matsunaka, T., Kuroda, H., Taniuchi, Y., Kasai, H., Morita, T., Miki, S., Seiya Nagao, S., 2021, Lateral variations of ^{134}Cs and ^{228}Ra concentrations in surface waters in the western North Pacific and its marginal sea (2018–2019): Implications for basin-scale and local current circulations. *Progress in Oceanography*, **195**, 102587.
- 2) Inoue, M., Hanaki, S., Kameyama, H., Kumamoto, Y., Nagao, S., 2022, Unique current connecting Southern and Indian Oceans identified from radium distributions. *Scientific Reports*, **12**, 1781.
- 3) Iwai, H., Yamamoto, M., Matsuo, M., Liu, D., Fukushima, M., 2021, Biodegradation and structural modification of humic acids in a compost induced by fertilization with steelmaking slag under coastal seawater, as detected by TMAH-py-GC/MS, EEM and HPSEC analyses. *Analytical Sciences*, **37**, 977-984.
- 4) Iwai H., Mundo R., Nagao S., 2021, A method for partitioning dissolved polycyclic aromatic hydrocarbons associated with humic substances using polyethylenimine-coated glass fiber filter. *RSC Advances*, **11**, 28704-28710.

- 5) Katsumi, N., Kusube, T., Nagao, S. and Okochi, H., 2021. The input–output balance of microplastics derived from coated fertilizer in paddy fields and the timing of their discharge during the irrigation season. *Chemosphere*, **279**, 130574.
- 6) Minami, M., Mori, T., Honda, Y., Ueno, K., Murakami, T., Matsunaka, T., Wang, J., Zhu, L., Takano, A., Nakane, T., 2022. Relationship between ephedrine alkaloid profile in *Ephedra gerardiana* and soil characteristics of glacial landforms in southeastern Tibetan Plateau, China. *Journal of Natural Medicines*, in press.
- 7) Misonou, T., Tsuruta, T., Shiribiki, T., Nakanishi, T., Nagao, S., Ochiai, S., Sanada, Y., 2021. Dynamics of radioactive cesium in coastal area linked with river discharge. *Journal of Coastal Research*, **114** (sp1), 315-319.
- 8) Mundo, R., Matsunaka, T., Iwai, H., Ochiai, S., Nagao, S., 2021. Geochemical Control of PAHs by Inflowing River Water to West Nanao Bay, Japan, and Its Influences on Ecological Risk: Small-Scale Changes Observed under Near-Background Conditions at an Enclosed Bay. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **18**, 10310.
- 9) Nagao, S., Kanamori, M., Shimamura, A., Morokado, T., Putra, D., Fujita, T., Tomihara, S., Ochiai, S., 2021. Temporal variation in radiocesium concentrations in waters of the Natsui and Same Rivers, south Fukushima Prefecture, Japan from 2011 to 2020. *Radiation Protection Dosimetry*, accepted.
- 10) Nakakuni, M., Loassachan, N., Ichimi, K., Nagao, S. and Tada, K., 2022. Biophilic elements in core sediments as records of coastal eutrophication in the Seto Inland Sea, Japan. *Regional Studies in Marine Science*, **50**, 102093.
- 11) Nara, F.W., Watanabe, T., Matsunaka, T., Yamasaki, S., Tsuchiya, N., Seto, K., Yamada, K., Yasuda, Y., 2022. Late-Holocene salinity changes in Lake Ogawara, Pacific coast of northeast Japan, related to sea-level fall inferred from sedimentary geochemical signatures. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **592**, 110907.
- 12) Ochiai, S., Fujita, A., Tokunari, T., Sakai, H., Nagao, S., 2022. Distributions of ^{210}Pb , ^{137}Cs , and physical properties in bottom sediments of West Nanao Bay, Japan, *Radiation Protection Dosimetry*, accepted.
- 13) Putra, D. I. P., Ochiai, S., Tomihara, S., Prihatiningsih, W. R., Makmur, M., Nagao, S., 2021. Determination of Low Level ^{137}Cs in Environmental Water Sample Using AMP Method and a Review Comparing with Other Adsorbents. *Journal of Hunan University (Nature Sciences)*, **48** (6), 600-1195-1-SM.pdf.
- 14) Tanaka, K., Nagao, S., Kitade, Y., Niki, M., Katsumata, T., Miyama, T. and Yoshinari, H., Spread of Fukushima-derived radiocesium over the coastal ocean in response to typhoon-induced flooding in September 2011. *Limnology and Oceanography*, accepted
- 15) Udaanjargal, U., Hasebe, N., Davaasuren, D., Fukushi, K., Tanaka, Y., Gankhurel, B., Katsuta, N., Ochiai, S., Miyata, Y., Gerelmaa, T., 2021. Characteristics of lake sediment from the southwestern Mongolia and comparison with meteorological data. *Geosciences*, **12**, 7.
- 16) Ueda, S., Hasegawa, H., Ohtsuka, Y., Ochiai, S., Tani, T., 2021. Ten-year radiocesium fluvial discharge patterns from watersheds contaminated by the Fukushima nuclear power plant accident. *Journal of Environmental Radioactivity*, **240**, 106759.

- 17) Watanabe, T., Ishii, C., Ishizaka, C., Niwa, M., Shimada, K., Sawai, Y., Tsuchiya, N., Matsunaka, T., Ochiai, S., Nara, F.W., 2021. Quantitative and semi-quantitative analyses using a portable energy dispersive X-ray fluorescence spectrometer: Geochemical applications in fault rocks, lake sediments, and event deposits. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, **116**, 140-158.
 - 18) Xing, W.L., Yang, L., Zhang, H., Zhang, X., Wang, Y., Bai, P.C., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Nagao, S., Tang, N., 2021. Variations in traffic-related water-soluble inorganic ions in PM_{2.5} in Kanazawa, Japan, after the implementation of a new vehicle emission regulation. *Atmospheric Pollution Research*, **12**, 101233.
 - 19) Xing, W.L., Yang, L., Zhang, H., Zhang, X., Wang, Y., Bai, P.C., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Nagao, S., Tang, N., 2022. Variations in traffic-related polycyclic aromatic hydrocarbons in PM_{2.5} in Kanazawa, Japan, after the implementation of a new vehicle emission regulation. *Journal of Environmental Sciences*, **121**, 38-47.
 - 20) Zhang, L., Yang, L., Bi, J., Liu, Y., Toriba, A., Hayakawa, K., Nagao, S., Tang, N., 2021. Characteristics and unique sources of polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons in PM_{2.5} at a highland background site in northwestern China. *Environmental Pollution*, **274**, 116527.
- (2) 本・総説・資料・報告書
- 1) Nagao, S., 2021. Impacts of Fukushima Nuclear Accident on Freshwater Environments. Springer, Songapore, p.247.
 - 2) Matsunaka, T., Nagao, S., Inoue, M., Taniuchi, Y., Kasai, H., Takahashi, T., Matsumura, M., Sueki, K., Sasa, K., 2021. Surface distribution of iodine-129 in the Okhotsk Sea, *UTTAC ANNUAL REPORT 2020*, **UTTAC-90**, 20.
 - 3) Matsumura, M., Sasa, K., Takahashi, T., Sakaguchi, A., Matsunaka, T., Sueki, K., 2021. The Performance of Iodine-129 AMS measurements at the University of Tsukuba (FY 2020), *UTTAC ANNUAL REPORT 2020*, **UTTAC-90**, 21-22.
 - 4) Matsumura, M., Sasa, K., Takahashi, T., Sakaguchi, A., Matsunaka, T., Sueki, K., 2021. Assessing of iodine-129 in the chemical sample preparation rooms for AMS, *UTTAC ANNUAL REPORT 2020*, **UTTAC-90**, 23.
 - 5) Ochiai, S., Ueda, S., Nagao, S., Tsuji, H., Tomihara S., Watanabe, S., Suzuki K., 2021. Spatial and temporal changes of ¹³⁷Cs concentrations in river waters and correlation with the radiocesium inventory in Fukushima and adjacent areas, In Nagao S. (eds) Impacts of Fukushima Nuclear Accident on Freshwater Environments, Springer, Singapore, 51-64.
 - 6) Ueda, S., Hasegawa, H., Kakiuchi, H., Ochiai, S., 2021. Spatial and temporal fluctuations of nuclear accident-derived tritium concentration in river waters in eastern Fukushima, Japan, In Nagao S. (eds) Impacts of Fukushima Nuclear Accident on Freshwater Environments, Springer, Singapore, 35-49.
 - 7) Nagao, S., Ueda, S., Nohara, S., 2021. Introduction: Overview of research with dynamics of radiocesium in freshwater environment. In Nagao S. (eds) Impacts of Fukushima Nuclear Accident on Freshwater Environments, Springer, Singapore, 1-7.
 - 8) Nagao, S., Kanamori, M., Uemura, H., Tado, S., Shimamura, A., Morokado, T., Tomihara, S., Watanabe, S., Suzuki, K., Ochiai, S., 2021. Differences in radiocesium export in river systems 1 and 5 years after the

- Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. In Nagao S. (eds) Impacts of Fukushima Nuclear Accident on Freshwater Environments, Springer, Singapore, 11-33.
- 9) Watanabe, S., Suzuki, K., Tsunoda, K., Mori, M., Nohara, S., Okada, Y., Nagao, S., 2021. The dynamics of radiocesium in the Lake Onuma ecosystem, Mt. Akagi. In Nagao S. (eds) Impacts of Fukushima Nuclear Accident on Freshwater Environments, Springer, Singapore, 199-226.
 - 10) 落合伸也, 2021. 木場潟, 石川ふるさと遺産, 北國新聞社, 358.
- (3) 学会発表
- 1) 井上睦夫・真下海成・長尾誠也, 日本海における Cs-134 濃度の経年変動 (2011–2020), 2021 年度日本海洋学会秋季大会, 柏, 千葉, オンライン (2021.9.13-17).
 - 2) Inoue, M., Hanaki, S., Kameyama, H., Kumamoto, Y., Nagao, S., Spatial distributions of ^{226}Ra and ^{228}Ra in the western Indian and Southern Oceans and their implications for current systems. Joint International symposium: To the New Stage of Collaboration, Kanazawa, online (2021.11.30-12.2).
 - 3) Inoue, M., Mashita, K., Takehara, R., Kameyama, H., Kaeriyama, H., Miki, S., Nagao, S., Spatial distribution of ^{134}Cs concentration in the southwestern Sea of Okhotsk in 2019–2021. 6th International Conference on Environmental Radioactivity (Envira 2021), online (2021.12.6-10).
 - 4) 亀山紘旭・井上睦夫・諸角季生・城谷勇陸・花木祥太郎・古澤佑一・小藤久毅・森田貴己・三木志津帆・長尾誠也, $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比の空間分布からみた日本海の粒子吸着性成分の挙動. 日本放射化学会第 65 回討論会, 東京都立大学, オンライン (2021.9.22-24).
 - 5) 真下海成・竹原亮成・井上睦夫・亀山紘旭・谷内由貴子・黒田 寛・埴山秀樹・三木志津帆・長尾誠也, 北海道道東海域における ^{134}Cs の空間分布と経年変動 (2018–2021). 日本放射化学会第 65 回討論会, 東京都立大学, オンライン (2021.9.22-24).
 - 6) Mashita, K., Inoue, M., Takehara, R., Kameyama, H., Kaeriyama, H., Miki, S., Taniuchi, Y., Kuroda, H., Nagao, S., Spatial variations of ^{134}Cs concentrations off eastern Hokkaido (2018–2021). IER international symposium "Fukushima 10 years: Forest, River, Ocean, and Food –Remaining issues for restoration–", Fukushima, hybrid (2021.10.11-12).
 - 7) Matsunaka, T., Nagao, S., Inoue, M., Taniuchi, Y., Kasai, H., Takahashi, T., Matsumura, M., Sueki, K., Sasa, K., Surface distribution of iodine-129 in the southwestern Okhotsk Sea in 2018. AMS15, Sydney, on-line (2021.11.15-19).
 - 8) Matsunaka, T., Nagao, S., Ochiai, S., Matsumura, M., Takahashi, T., Sueki, K., Sasa, K., Anthropogenic iodine-129 depositions at the Sea of Japan and Pacific sides of the Japanese archipelago, during 2017-2018. AMS15, Sydney, on-line (2021.11.15-19).
 - 9) Matsunaka, T., Marine pollution by PAHs in the East Asian marginal seas and Arctic Ocean. POI&KINET Joint symposium: Understanding Present Environmental Situation of Marginal Sea (III), Kanazawa, on-line (2022.2.15).
 - 10) 松中哲也・井上睦夫・猪股弥生・長尾誠也, 南大洋における PAHs と放射性核種の動態. 第 24 回南極エアロゾル研究会, 福岡, オンライン (2021.8.4-5).
 - 11) 松中哲也, 有害有機物による海洋汚染の現状 ～日本海から北極海～, 市民講演会「豊かな海を守るには??-海洋における地球環境問題と SDGs への取り組み/持続可能な社会環境構築を目指して-」, 金沢 (2021.10.23).

- 12) 松中哲也・落合信也・高橋努・松村万寿美・笹 公和・末木啓介, 湖沼堆積物に記録された 1950 年以降の I-129 と Cs-137 の沈着量変動. 放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点 2021 年次報告会, 弘前, オンライン (2022.2.14).
- 13) 松中哲也, 海洋の越境汚染研究, 日本海 3 大学部局間連携協定キックオフシンポジウム (新潟大・金沢大・島根大環境シンポ), 島根, オンライン (2022.3.25).
- 14) Matsumura, M., Sasa, K., Sakaguchi, A., Matsunaka, T., Takahashi, T., Sueki, K., Status report of the Tsukuba 6 MV multinuclide AMS system: Progress in iodine-129 AMS. AMS15, Sydney, on-line (2021.11.15-19).
- 15) Matsumura, M., Sasa, K., Ochiai, Y., Matsunaka, T., Tosaki, Y., Takahashi, T., Sueki, K., Status report of the Tsukuba 6 MV multinuclide AMS system: Progress in iodine-129 AMS. AMS15, Sydney, on-line (2021.11.15-19).
- 16) Mundo, R., Matsunaka, T., Inoue, M., Tanaka, S., Nagao, S., Surface currents, primary production and anthropogenic PAHs dynamics: observations from the southern Okhotsk Sea. Joint International Symposium To the New Stage of Collaboration, Kanazawa, on-line (2021.11.30-12.3).
- 17) Mundo, R., Study on PAHs surface dynamics at the Japan Sea and Okhotsk Sea from 2017 to 2020. POI&KINET Joint symposium: Understanding Present Environmental Situation of Marginal Sea (III), Kanazawa, on-line (2022.2.15).
- 18) Mundo, R., Evaluation of environmental risks of polycyclic aromatic hydrocarbons in West Nanao Bay. 第五回富山湾研究会, 富山, オンライン (2022.3.7-8).
- 19) 長尾誠也, 地球環境と放射能～地球誕生から現在まで～, 北陸原子力懇談会, オンライン (2021.7.15-17) (招待講演)
- 20) Nagao, S., Temporal Variation of Cs-134 and Cs-137 Radioactivity in Waters from Natsui and Same Rivers in South Fukushima Prefecture in Japan. Institute for Environmental Sciences International Symposium on Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose-Rate Radiation, Aomori (2021.9.26). (招待講演)
- 21) 長尾誠也・西岡 純・白岩孝行・的場澄人・厚岸研究 G, 北海道東域における陸海結合システム. 第五回富山湾研究会, 富山, オンライン (2022.3.7-8).
- 22) Nagao, S., Ariunsanaa, B.-E., Sakaguchi, K., Matsunaka, T., Ochiai, S., Katsumi, N., Fukushi, K., Seasonal variation of carbon isotope composition of particulate organic matter as a small and shallow lake, Kiba-gata during 2016-2019. *Radiocarbon in the Environment III*, Online (2021.7.5-9).
- 23) Nagao, S., Miyasaka, S., Watanabe, S., Suzuki, K., Ochiai, S., Deposition of radiocesium from atmosphere to mountain lakes after the Fukushima accident in 2011. KU-PKU Joint Workshop, Online (2022.3.16).
- 24) 長尾誠也・西岡 純・白岩孝行・的場澄人・厚岸研究 G, 沿岸域の生物生産特性を制御する栄養物質のストイキオメトリー. 北海道大学低温科学研究所開拓型課題研究研究集会, 北海道大学低温科学研究所, オンライン (2022.3.2).
- 25) 長尾誠也・B.-E. Ariunsanaa・岩井久典・福士圭介, 炭素同位体比から解析した浅い・半閉鎖性湖沼における有機物の生成機構. 日本陸水学会第 85 回大会, 東京農工大学, オンライン (2021.9.20-22) .

- 26) 長尾誠也・D.I.P.Putra・南 貴大・藤生 慎・富原聖一・落合伸也, 福島県沿岸海岸砂における放射性セシウムの鉛直分布. 日本放射化学会第 65 回討論会, 東京都立大学, オンライン (2021.9.22-24).
- 27) 長尾誠也, 共同利用・共同研究拠点事業 (2016-2021) のとりまとめ. 金沢大学環日本海域環境研究センター2021 年度共同研究成果報告会, 金沢大学, オンライン (2022.3.10-11).
- 28) Nagao, S., Outline of Chosen Project Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration, Kanazawa, on-line (2021.11.30-12.2).
- 29) Nagao, S., Next stage of the Joint usage/ Research of the INET. POI&KINET Joint Symposium: Understanding Present Environmental Situation of Marginal Sea (III), Kanazawa, on-line (2022.2.15).
- 30) Ochiai, S., Fujita, A., Tokunari, T., Kawamura, K., Sakai, H., Nagao, S., Distributions of ^{210}Pb , ^{137}Cs , and physical properties in bottom sediments of West Nanao Bay, Japan. International Symposium on the Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose-Rate Radiation, on-line (2021.9.27-29).
- 31) 落合伸也・酒井英男・ト部厚志・鶴岡幹矢・丹保俊哉・飯田 肇, 堆積物の放射性核種と物理・磁化特性を用いた土砂流出イベント履歴の復元, 2021 年度 新潟大学災害・復興科学研究所 共同研究成果報告会, オンライン (2022.2.26).
- 32) Ochiai, S., Tahara, R., Matsunaka, T., Matsuki, A., Nagao, S., Transport processes of atmospheric radionuclides in the Kumaki River, Japan. KU-PKU Joint Workshop on Environmental Issues, on-line (2022.3.16).
- 33) Sasa, K., Ochiai, Y., Tosaki, Y., Matsunaka, T., Takahashi, T., Matsumura, M., Sueki, K., Chlorine-36 deposition at Tsukuba, Japan, after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. AMS15, Sydney, on-line (2021.11.15-19).
- 34) Sasa, K., Matsumura, M., Matsunaka, T., Takahashi, T., Satou, Y., Kinoshita, N., Matsuzaki, H., Sueki, K., Determination of I-129/I-131 in surface soils related to the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. AMS15, Sydney, on-line (2021.11.15-19).
- 35) 笹 公和・落合悠太・松村万寿美・高橋 努・松中哲也, 加速器質量分析法を用いた長半減期放射性ハロゲン ^{36}Cl と ^{129}I の高感度検出による降下量変動の比較研究, 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会, 名城大学, オンライン (2021.9.10-13).
- 36) Sueki, K., Ohta, Y., Yokoyama, H., Ochiai, Y., Hosoya, S., Honda, M., Satou, Y., Matsunaka, T., Takahashi, T., Matsumura, M., Sasa, K., Chlorine-36 and Iodine-129 inventories in difficult-to-return zone in Fukushima. AMS15, Sydney, on-line (2021.11.15-19).
- 37) 田中さき・松中哲也・Mundo, R.・井上睦夫・谷内由貴子・黒田 寛・熊本雄一郎・滝川哲太郎・守田昌哉・Ho, T.Y.・長尾誠也, 日本近海表層における多環芳香族炭化水素類の水平分布と経年変動. 日本地球化学会第 68 回年会, 弘前, オンライン (2021.9.1-15).
- 38) Tanaka, S., Matsunaka, T., Mundo, R., Inoue, M., Kumamoto, Y., Takikawa, T., Morita, M., Ho, T.Y., Nagao, S., Interannual variability of polycyclic aromatic hydrocarbons in East Asian marginal seas during 2017-2021. Joint International Symposium, To the New Stage of Collaboration, Kanazawa, on-line (2021.11.30-12.3).
- 39) Tanaka, S., Matsunaka, T., Mundo, R., Inoue, M., Taniuchi, Y., Kuroda, H., Kumamoto, Y., Takikawa, T., Morita, M., Ho, T.Y., Nagao, S., Interannual variation of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface

seawater in the western North Pacific and its adjacent seas, Ocean Science Meeting 2022, Honolulu, on-line (2022.2.24-3.4).

- 40) Wakiyama, Y., Matsumura, M., Matsunaka, T., Hirao, S., Sasa, K., Behavior of ^{129}I in the Abukuma River water during two high-flow events in 2018. EGU21, on-line (2021.4.19-30).

(4) 研究交流

● 共同研究

- 1) 長尾誠也, 井上睦夫: 日本近海における低レベルセシウムの汚染調査および汚染物質循環の解析. 水産研究・教育機構
- 2) 井上睦夫: 放射性核種からみた日本海の物質循環. 水産研究・教育機構
- 3) 長尾誠也, 落合伸也: 福島県河口沿岸域における粒子態放射性セシウムの移行動態. 日本原子力研究開発機構
- 4) 松中哲也: 湖沼堆積物に記録された 1950 年以降の I-129 と Cs-137 の沈着量変動. 筑波大学 (末木啓介)
- 5) 松中哲也: 南大洋・インド洋における I-129 の海洋動態研究. 筑波大学 (笹 公和)
- 6) 松中哲也: 阿武隈川および新田川における出水時の ^{129}I 動態. 福島大学 (脇山義史)
- 7) 松中哲也: 噴火の潜在性を秘めた静穏な火口湖の活動度評価の試み. 東北大学 (後藤章夫)
- 8) 松中哲也: 日本海における多環芳香族炭化水素類の供給経路に関する研究. Academia Sinica (Tung-Yuan Ho)

● 共同研究・共同利用 (文科省)

- 1) 長尾誠也: Study on dynamics of nutrients, organic matter and heavy metals in lakes at semi-arid region of Mongolia (重点研究), モンゴル国立大学 (教授 Ochir ALTANSUKH)
- 2) 長尾誠也: 環日本海域海底堆積物における重金属の分布状況 (一般研究), ロシア極東連邦大学 (主任 Olga V.Nesterova)
- 3) 長尾誠也: Historical reconstruction of persistent organic pollutants (POPs) in lakes sediments of Himalayan region of Pakistan (一般研究), クエイド・イ・アザム大学 (教授 Riffat N. Malik)
- 4) 長尾誠也: PAHs pollution in the Sea of Japan marine environment (一般研究), ロシア科学アカデミー極東支部 (研究員 Tatiana Chizhova)
- 5) 長尾誠也: 大気浮遊じんの粒径分布と放射性核種の移動性に関する研究 (一般研究), 日本原子力研究開発機構 (技術員 阿部智久)
- 6) 長尾誠也: 天然放射性核種を用いた海洋における粒子フラックス分布解明 (一般研究), 東京大学 (准教授 乙坂重嘉)
- 7) 長尾誠也: NOM の固体励起-蛍光スペクトルデータベースの拡充 (一般研究), 中央大学 (教授 山村 寛)
- 8) 長尾誠也: 農耕地におけるマイクロプラスチックの分析方法の確立と動態把握 (一般研究), 石川県立大学 (講師 勝見尚也)
- 9) 長尾誠也: 複数の化学トレーサーを用いた東シナ海外部陸棚域の水塊形成と時空間的物質輸送過程の把握 (一般研究), 富山大学 (教授 張 勁)

- 10) 長尾誠也：ラジウム同位体を用いた沿岸海域における陸水影響評価（若手研究），福井県立大学大学院（博士後期課程 1 年 中島壽視）
- 11) 長尾誠也：日本海を含む縁辺海における越境汚染の現状理解と将来予測（研究集会），ロシア科学アカデミー極東支部（所長 V. B. Lobanov）
- 12) 長尾誠也：隆起源物質が沿岸海域に及ぼす影響評価（その 3）（研究集会）北海道大学（准教授 白岩孝行）
- 13) 井上睦夫：日本の東西沿岸海水における放射性 Cs 濃度を支配する要因の定量的評価（一般研究），福島大学（特任准教授 高田兵衛）
- 14) 井上睦夫：放射性核種を用いた環日本海域の宝石サンゴの成長速度の推定（一般研究），公益財団法人海洋生物環境研究所中央研究所（研究参与 山田正俊）
- 15) 井上睦夫：襟裳岬周辺地域において検出された福島第一原発事故由来放射性セシウムの日本海及び太平洋からの寄与の推定（一般研究），公益財団法人海洋生物環境研究所（研究員 城谷勇陸）
- 16) 井上睦夫：南極におけるベリリウム 7 の観測と日本海域との比較研究（一般研究），岐阜大学（准教授 中村 琢）
- 17) 落合伸也：堆積物の Pb - 210 と Cs-137 年代測定に基づく古気候代替指標の確立（一般研究），岐阜大学（准教授 勝田長貴）
- 18) 落合伸也：海洋底地球ニュートリノ観測に向けた検出器の極低放射性物質環境化（一般研究），東北大学（助教 渡辺寛子）
- 19) 落合伸也：鉛 210・セシウム 137 法による琵琶湖コアの年代モデル構築（一般研究），滋賀県立大学（准教授 堂満華子）
- 20) 松中哲也：能登半島における 1950 年以降の原子力施設由来放射性ヨウ素 129 の沈着量変動（一般研究），筑波大学（教授 笹 公和）
- 21) 松中哲也：（一般研究），名古屋大学（日本学術振興会特別研究員 奈良郁子）湖底堆積物中の微量元素分布に基づく 1950 年以降の能登周辺における重金属汚染と黄砂の影響評価

(5) 各種活動

● 学会活動

- 1) 長尾誠也：日本腐植物質学会理事（2015～現在）
- 2) 長尾誠也：日本腐植物質学会 Humic Substances Research 編集委員（2011～現在）
- 3) 長尾誠也：国際腐植物質学会日本支部長（2012-現在）
- 4) 長尾誠也：日本放射化学会「Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences」編集委員（2016～現在）
- 5) 井上睦夫：日本放射化学会「放射化学」編集委員（2019～現在）

● 社会活動

- 1) 長尾誠也：小松高校 SSH 運営委員会委員（2011～現在）
- 2) 長尾誠也：環境技術研究所大気海洋排出放射性物質影響調査委員会委員（2021）
- 3) 長尾誠也：海洋生物環境研究所海洋放射能検討委員会委員（2019～現在）
- 4) 長尾誠也：大学連携ネットワーク連携協力推進協議会委員（2016～現在）
- 5) 長尾誠也：弘前大学被ばく医療総合研究所戦略会議委員（2019～現在）
- 6) 長尾誠也：東京大学大気海洋研究所協議会委員（2019～現在）

- 7) 長尾誠也：島根大学海洋科学部門隠岐臨海実験所教育関係共同利用運営委員会委員（2019～現在）
- 8) 長尾誠也：筑波大学放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同拠点運営委員会委員（2019～現在）
- 9) 長尾誠也：新潟大学佐渡自然共生科学センター アドバイザリーボード委員（2019～現在）
- 10) 長尾誠也：総合地球環境学研究所 運営委員会委員（2020～現在）
- 11) 長尾誠也：総合地球環境学研究所 人事委員会委員（2020～現在）
- 12) 長尾誠也：総合地球環境学研究所 機関拠点型基幹研究プロジェクト外部評価委員会委員（2021）
- 13) 長尾誠也：石川県原子力環境安全管理協議会委員（2020～現在）
- 14) 長尾誠也：石川県環境放射線測定技術委員会委員（2020～現在）
- 15) 長尾誠也：石川県温排水影響検討委員会委員（2020～現在）
- 16) 長尾誠也：JST 創発的支援事業書類審査委員（2020～現在）
- 17) 井上睦夫：石川県「環境中の放射性物質の実態及び挙動調査研究検討会」（2018～現在）

連携部門

(1) 学術論文

- 1) 金岡克文，2022，戦前沖縄の庶民金融の構造．日本海域研究，53，19-39.

(2) 学術発表

- 1) 瀬戸川正和・堂満華子・坂井三郎・尾坂兼一・勝山正則，完新世の琵琶湖水温の定量的復元法の開発．第6回環日本海域環境研究センター連携部門 国際テーマシンポジウム「東アジアの農村社会・都市社会をめぐる環境とその発展」，金沢大学ナノ生命科学研究所大講義室，金沢(2022.3.11)
- 2) 荒木祐二・塚脇真二・岡田 遥，石川県内の森林と河畔にみられる二次的植生．第6回環日本海域環境研究センター連携部門 国際テーマシンポジウム「東アジアの農村社会・都市社会をめぐる環境とその発展」，金沢大学ナノ生命科学研究所大講義室，金沢(2022.3.11)
- 3) 作本達也，小松の蛋白石（オパール）鉱山の歴史とその地質学的背景．第6回環日本海域環境研究センター連携部門 国際テーマシンポジウム「東アジアの農村社会・都市社会をめぐる環境とその発展」，金沢大学ナノ生命科学研究所大講義室，金沢(2022.3.11)
- 4) 木村 誠，小松市における障がい当事者や自治体と連携したアクセシビリティ研究と教育実践への取り組み．第6回環日本海域環境研究センター連携部門 国際テーマシンポジウム「東アジアの農村社会・都市社会をめぐる環境とその発展」，金沢大学ナノ生命科学研究所大講義室，金沢(2022.3.11)
- 5) 池田誠司，朝鮮王朝から現代韓国社会に至る漢字使用の変遷と言語主体の実践上の問題について．第6回環日本海域環境研究センター連携部門 国際テーマシンポジウム「東アジアの農村社会・都市社会をめぐる環境とその発展」，金沢大学ナノ生命科学研究所大講義室，金沢(2022.3.11)
- 6) 金岡克文，戦前沖縄の銀行と庶民金融．第6回環日本海域環境研究センター連携部門 国際テーマシンポジウム「東アジアの農村社会・都市社会をめぐる環境とその発展」，金沢大学ナノ生命科学研究所大講義室，金沢(2022.3.11)

5 研究費

研究領域部門

【大気環境領域】

(1) 科学研究費

- 1) 石野咲子，特別研究員奨励費（PD），南極アイスコア中の硫酸の酸素同位体異常に基づく過去の
大気酸化力の復元，代表者，平成 31 年度～令和 3 年度，1300 千円。
- 2) 石野咲子，若手研究，大気酸化力の復元に向けた新たなアプローチの確立：過酸化水素の三酸素
同位体組成，代表者，令和 2 年度～令和 4 年度，700 千円。
- 3) 石野咲子，基盤研究（B），硫酸の三酸素同位体組成に基づくケミカルフィードバック機構の要
因解明と将来予測（代表：服部祥平），分担者，令和 2 年度～令和 4 年度，450 千円。
- 4) 猪股弥生，基盤研究（C），水安定同位体比を用いた大気汚染物質が降水システムに与える影響
評価，代表者，平成 30 年度～令和 3 年度，800 千円。
- 5) 猪股弥生，国際共同研究加速基金（国際共同研究強化（B）），気候変動に対するエアロゾルの
放射効果－気候変動－大気汚染の相乗作用の評価，代表者，令和 3 年度～令和 6 年度，8500 千円。
- 6) 猪股弥生，基盤研究（C），間質性肺炎急性増悪病態における新規病的微小環境因子・ミトコン
ドリア DNA の役割，分担者，令和 3 年度～令和 5 年度，150 千円。
- 7) 唐 寧，挑戦的研究（開拓），多環芳香族炭化水素類の複合反応と疾病との関係に関する開拓研究
（代表：早川和一），分担者，平成 29～令和 3 年度，100 千円。

(2) 研究助成金等

- 1) 唐 寧（張 璇），笹川科学研究助成，微環境汚染の測定により中国典型的な都市における住民の
大気汚染曝露レベル推測モデルの構築，指導者，令和 3 年度，750 千円。

(3) 共同研究費

- 1) 猪股弥生，放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点，日本海及び縁辺海における福
島原子力発電所由来の放射性セシウム濃度の時定数と輸送量の推定，令和 3 年度，150 千円。
- 2) 猪股弥生，総合地球環境学研究所「同位体環境学」共同研究，大気沈着由来物質の生態系内での
動態・影響評価のためのマルチ安定同位体法の確立，分担者，令和 3 年度。

(4) 受託研究費

- 1) 猪股弥生，CREST，細胞外微粒子に起因する生命現象の解明とその制御に向けた基盤技術の創出
微粒子による生体応答の相互作用の解明と制御，平成 30 年度～令和 5 年度，分担者。
- 2) 松木篤，梨花女子大学（韓国），北東アジア-域連携超微細粉塵対応技術開発事業，代表者，令和
3 年度，5,700 千円。
- 3) 唐 寧（早川和一），日本自動車工業会，自動車に起因する国内都市の大気中多環芳香族炭化水素
及びニトロ多環芳香族炭化水素類の長期変化の解析，令和 3 年度，総額 1,100 千円。
- 4) 唐 寧，環境省環境研究総合推進費，多環芳香族炭化水素類を含む粒子状物質が関与する新しい
慢性咳嗽疾患に関する環境疫学的研究，サブテーマメンバー，令和元～3 年度。
- 5) 唐 寧，富士圭介，松木 篤，猪股弥生，本田匡人，張 露露，JSPS 二国間交流事業，脱化石燃
料事業の推進による大気環境への負荷評価に関する日中共同研究，代表者，令和 3～4 年度，総額

3,800 千円.

(5) 奨学寄付金

- 1) 松木 篤 (大野耕平), 日本学術振興会特別研究員奨励費, 代表者, 令和 3 年度, 800 千円.
- 2) 松木 篤 (土屋 望), 金沢大学次世代精鋭人材創発プロジェクト事業費, 代表者, 令和 3 年度, 200 千円.
- 3) 唐 寧 (張 昊), 金沢大学次世代精鋭人材創発プロジェクト事業費, 代表者, 令和 3 年度, 200 千円.

(6) その他

- 1) 猪股弥生, 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構, 研究者交流促進プログラム, 変容する地球大気環境下における南極エアゾルの粒径別動態解明と自然起源エアゾルの気候への影響評価. 令和 3 年 11 月 1 日～令和 4 年 3 月 31 日, 4,250 千円.

【海洋環境領域】

(1) 科学研究費

- 1) 木谷洋一郎, 基盤研究 (C), フグ毒結合タンパク質の構造と機能に関する研究—フグ毒に対する生体防御機構— (代表: 長島裕二), 分担者, 令和元年度～令和 3 年度, 150 千円.
- 2) 木谷洋一郎, 基盤研究 (C), 魚類 L-アミノ酸オキシダーゼの免疫調節機能: ROS シグナリング起点としての役割, 代表者, 令和 3 年度～令和 5 年度, 780 千円.
- 3) 関口俊男, 基盤研究 (C), 骨芽細胞で作られるホルモンによる破骨細胞の調節機構: 骨モデル (ウロコ) による解析 (代表: 鈴木信雄), 分担者, 令和 2 年度～令和 4 年度, 100 千円.
- 4) 関口俊男, 基盤研究 (B), 広塩性の扁形動物を原点に探る淡水進出における体液調節能獲得の動物界を跨ぐ新概念 (代表: 坂本竜哉), 分担者, 令和 3 年度～令和 5 年度, 100 千円.
- 5) 鈴木信雄, 基盤研究 (C), 骨芽細胞で作られるホルモンによる破骨細胞の調節機構: 骨モデル (ウロコ) による解析, 代表者, 令和 2 年度～令和 4 年度, 1,200 千円.
- 6) 鈴木信雄, 基盤研究 (C), 見える化した魚類の真のストレスを軽減させる炭酸麻酔の分子作用機序の解明 (代表: 松原 創), 分担者, 令和 2 年度～令和 4 年度, 50 千円.
- 7) 鈴木信雄, 基盤研究 (C), 科学実験・観察を活用した新たな海洋ゴミ教育プログラムの実践と検証 (代表: 浦田 慎), 分担者, 令和 2 年度～令和 4 年度, 100 千円.
- 8) 鈴木信雄, 基盤研究 (C), 七尾湾におけるトラフグの嗅覚による産卵場の選択に関する研究 (代表: 上田 宏), 分担者, 令和 2 年度～令和 4 年度, 20 千円.

(2) 研究助成金等

- 1) 鈴木信雄, 公益財団法人 三島海雲記念財団, 食品中に含まれる生理活性を持つインドール化合物の骨代謝に関する研究, 代表者, 1,000 千円.

(3) 共同研究費

- 1) 鈴木信雄, 海洋深層水に含まれる微量有機物質の利活用, 赤穂化成工業 (株) との共同研究, 代表者, 1,500 千円.

- 2) 鈴木信雄, 海洋生物の標本教材の開発と利用, 隠岐ユネスコ世界ジオパーク中核・拠点施設との共同研究, 代表, 140 千円.
- 3) 鈴木信雄, 海洋動物のプラスチック標本の技術開発と利用, 歩健学研究所との共同研究, 代表, 79,200 円.

(4) 受託研究費

- 1) 鈴木信雄, 独立行政法人 科学技術振興機構 A-STEP 機能検証フェーズ, コロナ禍での産地直送の活イカを実現させるための技術開発, 代表者, 3,000 千円.
- 2) 鈴木信雄, 独立行政法人 科学技術振興機構 A-STEP 機能検証フェーズ, 能登里海資源の持続可能な利用をめざした共創的鮮魚流通技術開発, (代表者: 松原 創), 分担者, 2,990 千円.

【陸域環境領域】

(1) 科学研究費

- 1) 長谷部徳子, 基盤研究 (A), 湖沼地域から砂漠への変遷過程の解明と乾燥化対策へのシーズ探索, 代表者, 令和 3 年度～令和 6 年度, 29,900 千円.
- 2) 長谷部徳子, 基盤研究 (A), 磁気顕微鏡による地球内核形成前後の地球磁場復元と地球生命史への影響の解明 (代表: 小田啓邦), 分担者, 令和 3 年度～令和 6 年度, 500 千円.
- 3) 長谷部徳子, 基盤研究 (B), 高速摩擦の知見に裏付けされたルミネッセンス断層熱年代学の確立 (代表: 大橋聖和), 分担者, 平成 31 年度～令和 3 年度, 250 千円.
- 4) 富士圭介, 基盤研究 (A), 環境科学的アプローチから初期火星における生命存在可能性を探る, 代表者, 令和 3 年度～令和 5 年度, 29,770 千円.
- 5) 富士圭介, 挑戦的研究(萌芽), 第 7 のカルシウム炭酸塩を自然界のアルカリ湖に見出す, 代表者, 令和 3 年度～令和 4 年度, 2,600 千円.
- 6) 富士圭介, 新学術領域 (研究計画), 水惑星学創成に向けた分子地球化学分析, 代表者, 平成 29 年度～令和 3 年度, 19,000 千円.
- 7) 富士圭介, 新学術領域 (研究領域提案型), 水惑星学創成 (代表: 関根康人), 分担者, 平成 29 年度～令和 3 年度, 1,000 千円.
- 8) 富士圭介, 基盤研究(A), 地下凍土融解地域の地質・微生物調査及び機械学習に基づく火星水環境の理解 (代表: 関根康人), 分担者, 令和 2 年度～令和 4 年度, 1,000 千円.
- 9) 富士圭介, 基盤研究 (A), 湖沼地域から砂漠への変遷過程の解明と乾燥化対策へのシーズ探索 (代表: 長谷部徳子), 分担者, 令和 3 年度～令和 6 年度, 500 千円.
- 10) 本田匡人, 若手研究, ネオニコチノイド系農薬のヒト尿を用いたバイオモニタリングと影響評価, 代表者, 平成 31 年度～令和 3 年度, 1,200 千円.
- 11) 西川 潮, 挑戦的研究 (萌芽), 里山の竹バイオマスを活用した資源循環型稲作農法の開発, 代表者, 令和 3 年度～令和 5 年度, 2,250 千円.

(2) 研究助成金等

- 1) 本田匡人, 住友財団 環境研究助成, 新規骨代謝アッセイ系の開発と骨代謝に対する有機フッ素化合物の影響解析, 令和 2 年度～令和 3 年度, 代表者, 1,000 千円.
- 2) 本田匡人, 白山自然保護調査研究会委託研究事業, 白山麓の自然環境と伝統文化の継承～地域社

会の活性化と持続発展に向けた基礎調査（代表：中村浩二），分担者，令和３年度，30 千円．

(3) 共同研究

- 1) 西川 潮，明和工業株式会社との産学共同研究，資源循環型社会の構築に向けたイノシン骨炭粉の農業利用に関する共同研究，代表者，令和３年度～令和５年度，1,357,100 円．

(4) 受託研究・受託事業

- 1) 富士圭介，日本学術振興会二国間交流事業共同研究モンゴル(OP)との共同研究，モンゴル・エルデネト地域における地下水モリブデン汚染の実態解明，代表者，令和３年度～令和４年度，1,900 千円．
- 2) 富士圭介，（公財）原子力環境整備促進・資金管理センター，陰イオン核種の移行遅延効果を有する材料に関する調査，代表者，令和３年度，1,500 千円．
- 3) 長谷部徳子，日本学術振興会二国間交流事業共同研究インドネシア(LIPI)との共同研究，地形学的調査と試料分析による文書記録がない過去の地震関連災害調査，代表者，令和３年度，1,900 千円．
- 4) 長谷部徳子，2021 国際青少年サイエンス交流事業（さくらサイエンスプログラム）さくら招へいプログラム代替オンライン交流，プログラム C：科学技術体験コース，統合的環境研究手法を環日本海域の里山・里海から学ぶオンライン，令和３年度，895,980 円．
- 5) 本田匡人，経済産業省令和３年度化学物質安全対策，大学・公的研究機関と連携した化学物質管理高度化推進事業（パッシブサンプラーを用いた蓄積特性の異なる化学物質の生物濃縮試験代替え法の検討），代表者，令和３年度，4,602,400 円．
- 6) 本田匡人，環境省環境研究総合推進費（委託費），多環芳香族炭化水素類を含む粒子状物質が関与する新しい慢性咳嗽疾患に関する環境疫学的研究（代表：中村裕之），分担者，令和３年度，300 千円．
- 7) 西川 潮，2021 国際青少年サイエンス交流事業（さくらサイエンスプログラム）さくら招へいプログラム代替オンライン交流，プログラム B：共同研究活動コース，インドネシアの農村地帯での希少野生動物を象徴種とした生物共生農業の構築に向けた国際共同研究，令和３年度，60,000 円．

(5) その他

- 1) 長谷部徳子，日本学生支援機構海外留学支援制度（協定派遣），アジアの地球惑星環境学リーダーを育てるインターンシップ，代表者，令和３年度，700 千円．（コロナ禍のため予算執行せず）

【統合環境領域】

(1) 科学研究費等

- 1) 長尾誠也，基盤研究（B），福島原子力発電所事故由来のセシウムからみた北太平洋北域の溶存汚染物質循環（代表者：井上睦夫），分担者，令和３年度～令和５年度，250 千円．
- 2) 井上睦夫，基盤研究（B），福島原子力発電所事故由来のセシウムからみた北太平洋北域の溶存汚染物質循環，代表者，令和３年度～令和５年度，6,300 千円．
- 3) 落合伸也，基盤研究（C），堆積物の放射性核種・磁化特性による河川流域の土砂流出イベント履歴復元手法の開発，代表者，平成 31 年度～令和３年度，600 千円．

- 4) 落合伸也，基盤研究（A），湖沼地域から砂漠への変遷過程の解明と乾燥化対策へのシーズ探索（代表者：長谷部徳子），分担者，令和３年度～令和６年度，500 千円。
- 5) 落合伸也，基盤研究（B），南北両半球の堆積物を用いた年レベルの偏西風経路復元と地球温暖化影響の検出（代表者：長島佳菜），分担者，平成 30 年度～令和 3 年度，200 千円。
- 6) 松中哲也，若手研究，地球温暖化に応答する日本海深層循環の評価法：放射性ヨウ素 129 をトレーサーとして，代表者，令和 2 年度～令和 5 年度，800 千円。
- 7) 松中哲也，基盤研究（B），福島原子力発電所事故由来のセシウムからみた北太平洋北域の溶存汚染物質循環（代表者：井上睦夫），分担者，令和 3 年度～令和 5 年度，250 千円。
- 8) 松中哲也，基盤研究（C），噴火の潜在性を秘めた静穏な火口湖の活動度評価の試み（代表者：後藤章夫），分担者，令和 3 年度～令和 5 年度，130 千円。
- 9) 岩井久典，基盤研究（C），小型フローカラムアクアリウムを用いた製鋼スラグから海水への鉄溶出挙動解析，代表者，令和 3 年度～令和 5 年度，1,300 千円。

(2) 共同研究費

- 1) 長尾誠也，共同研究：(株)KANSO テクノス，微弱放射能測定のための試薬開発と遮蔽体材料開発および環境試料測定，令和 2 年～4 年度，300 千円。
- 2) 落合伸也，2021 年度 新潟大学災害・復興科学研究所共同研究，堆積物の放射性核種と物理・磁化特性を用いた土砂流出イベント履歴の復元，令和 3 年度，290 千円。
- 3) 松中哲也，共同研究：筑波大学 放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究，湖沼堆積物に記録された 1950 年以降の I-129 と Cs-137 の沈着量変動，令和 3 年度，120 千円。

(3) 受託研究費

- 1) 長尾誠也，受託研究：(株)KANSO テクノス，極微量放射能の分布に関する研究，令和 3 年度，2,730 千円。
- 2) 長尾誠也，受託研究：小松市，木場潟の水質改善調査，令和 3 年度，1,800 千円。

(4) その他

- 1) 長尾誠也，機能強化経費：共通政策課題分，東アジアの大気・陸域・海域の国際統合環境共同研究拠点の充実，低レベル放射能実験施設，令和 3 年度，1,000 千円。
- 2) 松中哲也，寄附金（研究助成金）：公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団，日本海における有害有機物（PAHs）の動態と生態リスク評価，期間（令和 3 年 10 月～令和 4 年 9 月），980 千円。
- 3) 松中哲也：環日本海域環境研究センター機能強化促進分：戦略的研究推進プログラム 燦燈プロジェクト（海外連携支援），令和 3 年度，日本海における多環芳香族炭化水素類の供給経路に関する研究，1,000 千円。

6 研究指導

研究領域部門

【大気環境領域】

(1) 博士論文

- 1) 伊藤絵里香, ナノ粒子の凝縮成長装置の開発とエアロゾル湿式捕集への応用, 自然科学研究科自然システム学専攻, 博士(工学), 猪股弥生
- 2) 楊 露, Behavior analysis and risk assessment of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons in cities under the East Asian monsoon climate (東アジアモンスーン気候下における都市大気中多環芳香族炭化水素類の動態解析とリスク評価), 医薬保健学総合研究科創薬科学専攻, 博士(創薬科学), 唐 寧
- 3) 黄 雨婷, 地黄原植物 *Rehmannia glutinosa* の根に含まれる catalpol 含量に関する研究, 医薬保健学総合研究科創薬科学専攻, 博士(創薬科学), 唐 寧(副査)
- 4) 吉江唯菜, 漢方生薬原植物の多様性に関する研究: シャクヤクとジオウについて, 医薬保健学総合研究科創薬科学専攻, 博士(薬学), 唐 寧(副査)

(2) 修士論文

- 1) 加藤綜一郎, 粒子サイズ拡大器と湿式サイクロンを組み合わせたナノ粒子液中捕集装置の開発, 自然科学研究科自然システム学専攻, 修士(工学), 猪股弥生
- 2) 久保田誠史, 能登半島における新粒子生成現象の長期トレンドと変動要因の解析, 自然科学研究科自然システム専攻, 修士(理学), 松木 篤・長谷部徳子・福士圭介
- 3) 張 璇, Air pollution exposure and lung function among office workers in current China: a pilot survey in heavy-polluted cities (中国大気汚染の深刻な都市における事務職員の曝露レベルと肺機能への影響調査), 医薬保健学総合研究科創薬科学専攻, 修士(創薬科学), 唐 寧
- 4) 邢 万里, Variation in polycyclic aromatic hydrocarbons and water-soluble inorganic ions in traffic-related PM_{2.5} in Kanazawa after operating the new regulation of vehicle emission (自動車排ガス新規制による金沢市の自動車関連 PM_{2.5} 中多環芳香族炭化水素と水溶性イオンの変遷), 医薬保健学総合研究科創薬科学専攻, 修士(創薬科学), 唐 寧
- 5) 氣谷広登, 金属ナノ粒子の混合曝露による肺胞上皮細胞応答の解析, 医薬保健学総合研究科創薬科学専攻, 修士(創薬科学), 唐 寧(副査)

(3) 卒業研究

- 1) 長島英司, 小型エアロゾル粒子径分布計測装置の開発, 理工学域自然システム学類物質循環コース, 学士(工学), 猪股弥生
- 2) 棚橋俊介, 気微小粒子の分級捕集による粒径別化学組成の解析, 理工学域フロンティア工学類化学工学コア, 学士(工学), 猪股弥生
- 3) 林菜々子, 能登半島におけるエアロゾル雲凝結核特性の長期トレンド, 理工学域地球社会基盤学類地球学コース, 学士(理学), 松木 篤
- 4) 戸田雅之, 生物氷晶核となるバイオエアロゾルの季節変動と個別粒子分析, 理工学域地球社会基盤学類地球学コース, 学士(理学), 松木 篤

【海洋環境領域】

(1) 修士論文

- 1) 河合 海, プラスチック由来の有害化学物質 (スチレン) の魚類に対する影響評価, 自然科学研究科自然システム学専攻, 修士 (理学), 鈴木信雄
- 2) 東野将也, 軟骨魚類におけるカルシトニンの生理作用に関する研究, 自然科学研究科自然システム学専攻, 修士 (理学), 関口俊男

(2) 卒業研究

- 1) 坂井孝嘉, カタユウレイボヤにおける芳香族炭化水素受容体の分子機能解析, 理工学域生命理工学類海洋生物資源コース, 学士 (理学), 関口俊男

【陸域環境領域】

(1) 博士論文

- 1) Uyangaa Udaanjargal, Understanding the environmental framework in the arid area: implications from the Valley of the Lakes, Mongolia, 自然科学研究科自然システム専攻, 博士 (理学), 長谷部徳子 (主査), 福士圭介 (副査), 松木 篤 (副査)
- 2) Baasansuren Gankhurel, Speciation of Trace Elements in Contaminated Soil and Sediments: Implication for mobility and solubility of uranium, arsenic, lead, and cadmium in natural environments, 自然科学研究科自然システム専攻, 博士 (理学), 福士圭介 (主査), 長谷部徳子 (副査), 松木 篤 (副査)

(2) 修士論文

- 1) 奥山晃浩, Surface Complexation Modeling of Molybdenum Adsorption on Oxides to predict the isotope fractionation, 自然科学研究科自然システム専攻, 修士 (理学), 福士圭介 (主査), 長谷部徳子 (副査), 松木 篤 (副査)
- 2) 井上皓介, XANES library of layered phyllosilicates and its application to extraterrestrial samples using scanning transmission X-ray microscopy, 自然科学研究科自然システム専攻, 修士 (理学), 福士圭介 (主査), 長谷部徳子 (副査), 松木 篤 (副査)
- 3) 工藤修平, 水田地帯に生息するカエル類: 農法, 畦草管理法, および排水路構造の影響, 自然科学研究科自然システム専攻, 修士 (理学), 西川 潮 (主査)

(3) 卒業研究

- 1) 品田遥可, 有孔虫・貝形虫の熱ルミネッセンス年代測定, 理工学域地球社会基盤学類, 学士 (理学), 長谷部徳子
- 2) 野路陽平, モンモリロナイト層間主要陽イオンの分光学的キャラクタリゼーションと交換選択係数の測定, 理工学域地球社会基盤学類, 学士 (理学), 福士圭介
- 3) 加藤巧己, ネオニコチノイド系農薬のヒト尿を用いたバイオモニタリング, 理工学域自然システム学類, 学士 (理学), 本田匡人
- 4) 鈴木晶子, 慢性透析患者における多環芳香族炭化水素類の抽出条件の検討と健康へのリスク評価, 理工学域自然システム学類, 学士 (理学), 本田匡人
- 5) 島倉弥里, ネオニコチノイド系農薬のヒト尿を用いたバイオモニタリング, 理工学域生命理工学類, 学士 (理学), 本田匡人

【統合環境領域】

(1) 修士論文

- 1) 亀山 紘旭, $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 比からみた東シナ海から日本海への粒子吸着性成分の運搬. 自然科学研究科物質化学専攻, 修士 (理学), 井上睦夫
- 2) Rodrigo Jose Mundo Duenas, Study on fate of polycyclic aromatic hydrocarbons in coastal marine environments. 自然科学研究科物質化学専攻, 修士 (理学), 長尾誠也

(2) 卒業研究

- 1) 畠山 陽多, ラジウム同位体からみた北海道道東沿岸～沖合表層の海水循環. 理工学域物質化学類化学コース, 学士 (理学), 井上睦夫
- 2) 藤田 知樹, 赤城大沼底層水における放射性セシウム濃度増加要因の検討. 理工学域物質化学類化学コース, 学士 (理学), 長尾誠也
- 3) 真下 海成, オホーツク海南西域における ^{134}Cs 濃度の鉛直分布 (2019-2021). 理工学域物質化学類化学コース, 学士 (理学), 井上睦夫

7 その他

研究領域部門

【大気環境領域】

(1) 学術賞等の受賞状況

- 1) 大野耕平 (D2, 指導教員: 松木 篤), ベストプレゼンテーション賞 (ポスター発表部門), 第 38 回エアロゾル科学・技術討論会 (2021.8)
- 2) 大野耕平 (D2, 指導教員: 松木 篤), Excellent Early Career Poster Presentation at the JNC session of the 16th IGAC Scientific Conference (2021.9)
- 3) 白 芑楚 (M1, 指導教員: 唐 寧), The Award for the Best Poster, Joint International Symposium to the New Stage of Collaboration, INET, Kanazawa University (2021.11)

(2) 新聞等報道

- 1) 猪股弥生, 第 63 次南極観測隊員 64 人が決定—金大から猪股准教授: 北國新聞朝刊 33 面 (2021 年 7 月 1 日)

【海洋環境領域】

(1) 学術賞等の受賞状況

- 1) 山本 樹 (D3, 指導教員: 鈴木信雄), 微小重力による骨組織の応答機構に関する研究: 魚類のウロコを用いた解析, 日本宇宙生物科学会奨励賞 (2021.9)
- 2) 河合 海 (M2, 指導教員: 鈴木信雄), 漂流・漂着ポリスチレン由来のスチレンオリゴマーは魚類の骨代謝を攪乱する, 日本動物学会中部支部大会優秀発表賞 (2021.12)
- 3) 河合 海 (M2, 指導教員: 鈴木信雄), 「Effects of plastic-derived chemicals (styrene oligomers) on fish bone metabolism, Joint International Symposium: To the New Stage of Collaboration, Kanazawa University, Best Poster Awards (2021.12)
- 4) 河合 海 (M2, 指導教員: 鈴木信雄), プラスチック由来の有害化学物質 (スチレン) の魚類に対する影響評価, 金沢大学自然科学研究科長賞 (2022.3)

(2) 新聞等報道

- 1) 鈴木信雄, スルメイカの解剖体験 (対象: 能登町立小木小学校 5 及び 6 年生): 北國新聞朝刊 (2021 年 5 月 29 日)
- 2) 鈴木信雄, スルメイカの解剖学習 (対象: 能登町立小木小学校 5 及び 6 年生): 北陸中日新聞朝刊 (2021 年 5 月 30 日)
- 3) 鈴木信雄, 長野の高校生 16 人里海の生物に理解: 北國新聞朝刊 (2021 年 7 月 29 日)
- 4) 関口俊男, ヒトのホルモン「祖先型」を発見 金大など研究グループ: 北國新聞朝刊 (2022 年 3 月 5 日)
- 5) 鈴木信雄, 重油成分で魚の骨奇形: 北國新聞朝刊 (2022 年 3 月 20 日)

【陸域環境領域】

(1) 新聞等報道

- 1) 塚脇真二, 珠洲に眠る金の夢 昭和初期に採掘, 今は跡形なく 塚脇金大教授「能登はジオパーク」:

北國新聞朝刊（2021 年 4 月 8 日）

- 2) 福士圭介、『火星の生命』痕跡探し本格化：産経新聞 12 面（2021 年 5 月 9 日）
- 3) 本田匡人，ジュニアドクター育成塾：NHK 金沢（2021 年 6 月 12 日）
- 4) 本田匡人，児童生徒 金大で実験 ジュニアドクター育成塾：北國新聞朝刊 26 面（2021 年 6 月 12 日）
- 5) 塚脇真二，「石川ふるさと遺産」を刊行 「郷土の宝」保存・継承に力点：北國新聞朝刊（2021 年 11 月 10 日）
- 6) 塚脇真二，アンコールワットと交流 保全，活用学ぶ「小松の石文化 日本遺産サミット明日開幕」：北國新聞朝刊（2021 年 11 月 12 日）
- 7) 塚脇真二，カンボジアから文化財学学ぶ オンライン交流：北陸中日新聞朝刊（2021 年 11 月 16 日）

【統合環境領域】

- (1) 新聞等報道
- 1) 長尾誠也，海洋保全に理解 金大センター：北國新聞朝刊 26 面（2021 年 7 月 26 日）
- 2) 長尾誠也，北陸原懇 地球との関わり解説 ウェブで放射線講演会：電気新聞第 29325 号（2021 年 7 月 30 日）
- 3) 松中哲也，海洋汚染に理解 金大が市民講演会：北國新聞朝刊 24 面（2021 年 10 月 24 日）

研究報告

【大気環境領域】

- ・ウラジオストクの大気中多環芳香族炭化水素とニトロ多環芳香族炭化水素：季節変動，主要発生源，健康リスク及び長期変動／PM-Bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Nitro-Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Ambient Air of Vladivostok: Seasonal Variation, Sources, Health Risk Assessment and Long-Term Variability
- ・降水に伴う氷晶核活性バイオエアロゾルの大気への放出／Release of highly active ice nucleating biological particles associated with rain
- ・粒子サイズ拡大器と湿式サイクロンを組み合わせたナノ粒子液中捕集装置の開発
- ・三酸素同位体組成 ($\Delta^{17}\text{O}$) から示唆された東南極における特徴的な大気硫酸生成反応／A unique sulfate formation pathway in East Antarctica imprinted on ^{17}O -excess signature

【海洋環境領域】

- ・プラスチック由来の有害化学物質(スチレン)の魚類に対する影響評価
- ・軟骨魚類におけるカルシトニンの生理作用に関する研究
- ・カタユレイボヤにおける芳香族炭化水素受容体の分子機能解析

【陸域環境領域】

- ・有孔虫の熱ルミネッセンス測定
- ・ネオニコチノイド系農薬のヒト尿を用いたバイオモニタリング

【統合環境領域】

- ・赤城大沼底層水における放射性セシウム濃度増加要因の検討
- ・日本海表層における PAHs の経年変動解析
- ・Study on fate of polycyclic aromatic hydrocarbons in coastal marine environments／沿岸域における多環芳香族炭化水素類の動態解明研究

ウラジオストクの大気中多環芳香族炭化水素とニトロ多環芳香族炭化水素：
季節変動，主要発生源，健康リスク及び長期変動

**PM-Bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Nitro-Polycyclic Aromatic
Hydrocarbons in the Ambient Air of Vladivostok: Seasonal Variation, Sources, Health Risk
Assessment and Long-Term Variability**

Yan Wang ¹, Hao Zhang ¹, Xuan Zhang ¹, Pengchu Bai ¹, Andrey Neroda ², Vassily F. Mishukov ², Lulu Zhang ³,
Kazuichi Hayakawa ³, Seiya Nagao ³ and Ning Tang ^{3,4}

¹ Graduate School of Medical Sciences, Kanazawa University

² Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences

³ Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

⁴ Institute of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences, Kanazawa University

1. Introduction

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and nitrated polycyclic aromatic hydrocarbons (NPAHs) were more attention because of their carcinogenic and mutagenic. According our series of studies presented that PAHs and NPAHs are mainly originate from anthropogenic pyrogenic sources, such as coal combustion, vehicle emissions and biomass burning. And PAHs and NPAHs are ubiquitous in worldwide air environment even in remote regions via long-range atmospheric transportation. Among our studies, Vladivostok obviously affected by the East Asian monsoon where is located in the northeast of the East Asian continent. To better understand the sources, transportation, and potential human cancer risk in Vladivostok, PAHs and NPAHs in PM were consecutively investigated at Vladivostok from 1999 to 2020.

2. Methods

Thirty-three total suspended particulate (TSP) atmospheric samples were collected from December 2019 and to July 2020 in the Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia (43.11°N, 131.89°E). A high-volume air sampler equipped with a glass fiber filter were used to collect PM samples at an intake flow rate of 1000 L/min. After sampling, the samples were placed in a drying cabinet for 48 hours, and then refrigerated at -20°C until the samples were analyzed. Ten PAHs and six NPAHs in each PM sample were detected by HPLC with fluorescence detections.

3. Results

The average concentration of Σ PAHs and Σ NPAHs in winter and summer were 18.6 ± 9.80 ng/m³ and 0.54 ± 0.21 ng/m³, respectively. The average concentrations of Σ NPAHs in winter and summer were 143 ± 81.5 pg/m³ and 8.92 ± 3.97 pg/m³, respectively. Consistent with our previous findings, the airborne PAHs and NPAHs in winter are higher than those in summer ($p < 0.01$). By the spearman correlation coefficient, the concentrations of PAHs and NPAHs were negatively correlated with temperature ($p < 0.01$). In addition to PAH and NPAHs with higher vapor pressures could conduct gas/particle partitioning undergo the change of temperature, the changes of main sources in winter and summer and reactivity are also the main factors causing this correlation. But no significant correlation was found with wind speed or humidity during the entire sampling period due to by the seasonal difference in wind speed and humidity not being significant.

Our latest research shows that [BbF]/([BbF]+[BkF]), [IDP]/([BgPe] + [IDP]) have higher accuracy and not affected by spatial and temporal distributions so used to distinguish PAHs mainly from traffic sources or other

sources. These results suggest vehicle emission is main source of PAHs and NPAHs in Vladivostok from 2019 to 2020. Generally, the ratio of the [2-NFR]/[1-NP] can be divided into the NPAHs in the atmosphere mainly originate from primary emissions (value < 5) or secondary formations (value > 5). The ratio of the [2-NFR]/[2-NP] were used to NPAHs in the atmosphere mainly originate according to the reaction for the hydroxyl radical-initiated photochemical reactions (a value approaching 10) or gasphase nitrate radical reactions (a value approaching 100). The results of the concentration ratios of [2-NFR]/[2-NP] approached 10 in both seasons, indicating that 2-NP and 2-NFR are mainly formed by the hydroxyl radical-initiated photochemical reactions. In this study, almost all ratios were less than or close to 5, indicating that the NPAHs except 2-NP and 2-NFR were mainly from the incomplete combustion of fossil fuels and biomass in both seasons.

The ILCR accounts for integrated lifetime risks of exposing to airborne PAHs and NPAHs through direct ingesting, dermal contacts, and inhalation collectively. The total ILCRs of PAH and NPAHs from the three exposure routes were exhibited the following order: ingestion exposure (male: winter: 1.36×10^{-5} , summer: 2.96×10^{-7} ; female: winter: 1.23×10^{-5} , summer: 2.68×10^{-7}) > dermal exposure (male: winter: 3.71×10^{-6} , summer: 8.10×10^{-8} ; female: winter: 2.68×10^{-7} , summer: 7.33×10^{-8}) > inhalation exposure (male: winter: 6.83×10^{-9} , summer: 1.49×10^{-10} ; female: winter: 6.19×10^{-9} , summer: 1.35×10^{-10}). In winter, of the three exposure routes, ingestion exposure and dermal exposure exceeded the acceptable carcinogenic risk value. Compared with other studies, these results showed that people living in Vladivostok were exposed to PAHs via ingestin and dermal contact at a level posing a potential risk to their health.

The Σ 9PAHs concentration varied from 17.0 ng/m³ (2019) to 34.0 ng/m³ (1999) during winter and 0.50 ng/m³ (2020) to 3.10 ng/m³ (2017) in summer. The 1-NP concentration varied from 24.0 pg/m³ to 114 pg/m³ in winter and 6.00 pg/m³ to 0.70 pg/m³ in summer. In a comparison to the concentration of Σ 9PAHs in 1999, that of 2019–2020 showed a significant decline: 50% in winter and 57% in summer. The concentration of 1-NP decreased by 77% in winter and 83% in summer from that in 1999. This reason can explain that the cogeneration (combined heat and power) project promoted by The Far Eastern Center for Strategic Research on Fuel and Energy Complex Development in 2010 may promote a reduction in PAHs concentrations, and has played an important role in the recent improvement in the atmospheric environment.

4. Summary

In the study the risk assessment of different PAH and NPAH exposure routes was carried out first, and it was noted that ingestion and dermal exposure were important exposure routes endangering the health of residents. And the concentrations of PAHs and NPAHs decreased significantly compared with those in 1999. This is because of the cogeneration project implemented by the Far Eastern Center for Strategic Research on Fuel and Energy Complex Development in 2010. It's worth to notice that the average TEQ concentration of Σ PAHs + Σ NPAHs was still approximately three times higher than the value of the European Union standard in winter. Therefore, it is necessary that Vladivostok need to contieue monitoring in the future.

[1] Wang, Y., et. al., PM-Bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Nitro-Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Ambient Air of Vladivostok: Seasonal Variation, Sources, Health Risk Assessment and Long-Term Variability. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 2878. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052878>

降水に伴う氷晶核活性バイオエアロゾルの大気への放出 Release of highly active ice nucleating biological particles associated with rain

岩田歩¹, 戸田雅之², 井村まゆ³, 土屋望⁴, 國久亮太⁴, 松本篤⁵

¹〒223-8522 横浜市港北区日吉 3-14-1 慶應義塾大学理工学部応用化学科

²〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学地球社会基盤学類

³〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学自然システム学類

⁴〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学自然科学研究科

⁵〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学環日本海域環境研究センター

1. 背景

純粋な水滴の自発凍結による氷晶の均一核形成は0℃では起こらず、-38℃以下になる必要がある。しかし、実際の大気では-8℃以下のほとんどの雲には氷晶が含まれている。これは一般的に大気中のエアロゾル粒子が氷晶核として機能することで、0℃から-38℃の温度範囲においても氷晶の不均一核形成を可能にしているためと考えられている。中緯度地域でおこる降水のほとんどは、氷晶を介しているため、混合相雲形成条件で氷晶核として働くエアロゾル粒子の特性の評価は、降水予測の精度向上や水循環を理解する上で重要である。しかし、その大気エアロゾル 10 万～100 万個に一つの割合という極めて限られた存在量のため、どのような粒子が氷晶核として有効に機能するかについては依然不明な点が多い。本研究では、個別液滴凍結法（IDFM: Individual Droplet Freezing Method）（Iwata and Matsuki, 2018）を用い、大気エアロゾル粒子を混合相雲形成条件化に曝露することで、高い氷晶核能を持つ粒子を高精度で抽出し、その形状や組成といった特性を個別粒子レベルで評価することを目的としている。

2. 試料と分析

金沢大学自然研 2 号館 3 階で、インパクターを用いて流量 1L/min でサンプリング（50%カットオフ径 1.1 μm）を行い、撥水材を塗った Si ウェハ基盤上に大気粒子を捕集した。その後 IDFM を用いて試料を-30℃まで冷却し、温度ごとに氷晶核として働く粗大粒子（>1μm）を同定した。

3. 結果と考察

観察した 5 万個以上の粒子から、549 個の氷晶核を検出した。最高凍結開始温度は-11.3℃であった。顕微ラマン分光法や SEM-EDX を用いて、氷晶核活性粒子の組成や含まれている元素、化合物を粒子個別単位で分析した結果、-22℃よりも高温度域で氷晶を形成した粒子の多くはバイオエアロゾルである可能性が示唆された（図 1）。このような高温領域で凍結した粒子は、ほとんどが降雨中・降雨直後にサンプリングされたものであり、そのサンプリング時は RH 約 80%以上と高湿度であった。この結果は降雨（あるいは高い湿度条件）がバイオエアロゾルの放出を促進し、氷晶核の濃度を上昇させることを示唆している（Hara et al., 2016）。生物由来の氷晶核が雨天時に有意に増加することは、大気圏の水循環における生物圏の活発な関与を示唆するものであり、気候システムのフィードバックを議論する上でも示唆に富む成果である。

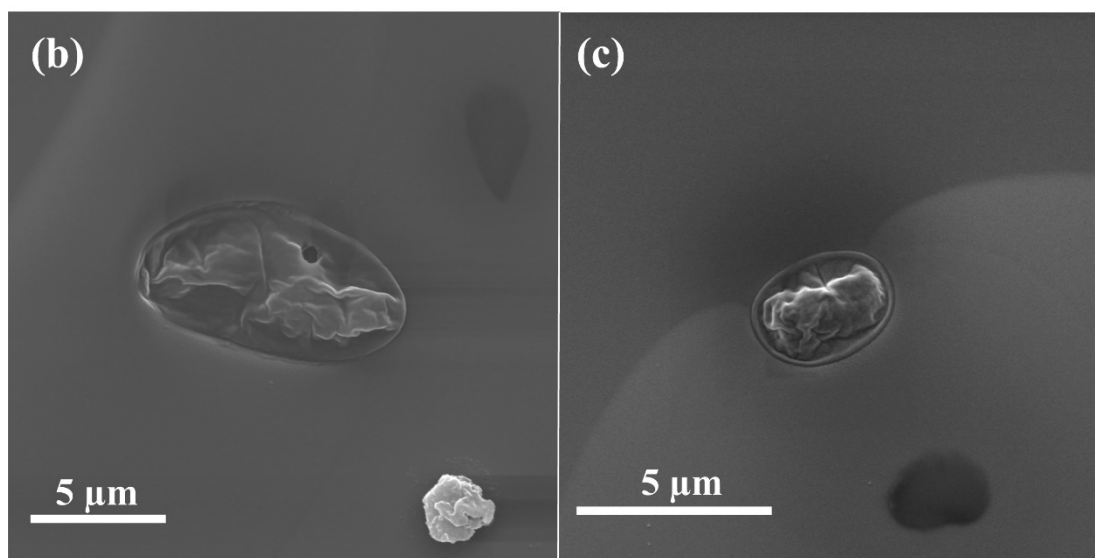
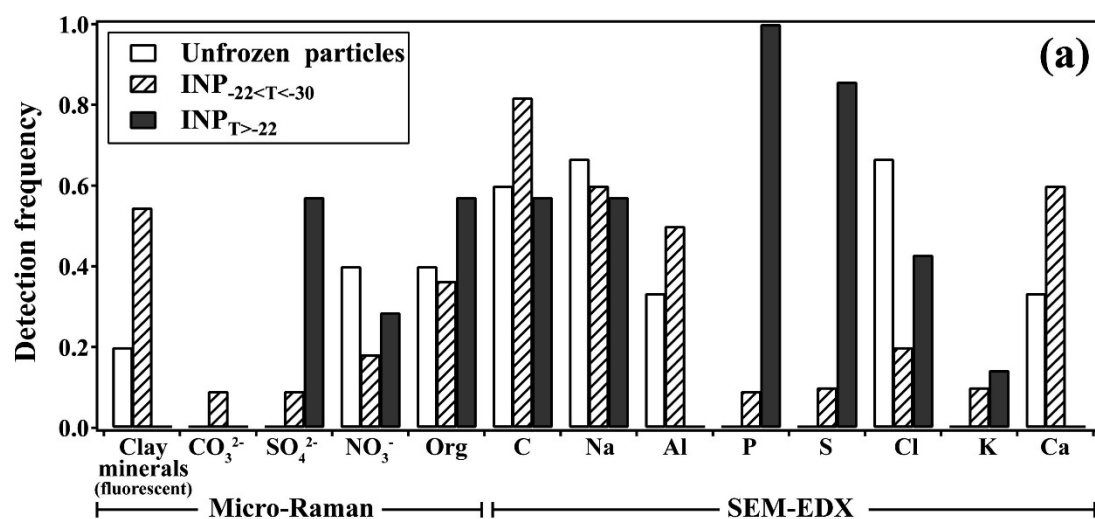


図 1. 顕微ラマン分光および SEM-EDX による氷晶核活性/非活性粒子の形態ならびに組成の分析結果。
 (a) 各元素および化合物の検出頻度を高氷晶核活性 ($T > -22^{\circ}\text{C}$)、低氷晶核活性 ($-22 < T < -30^{\circ}\text{C}$)、非活性の別に示す。 (b), (c) 降水時にサンプリングされた高い氷晶核活性 ($T > -22^{\circ}\text{C}$) を示すバイオエアロゾルの電子顕微鏡画像 (Iwata et al., 2019)。

参考文献

- Iwata, A. and A. Matsuki, Atmos. Chem. Phys., 18, 1785-1804, 2018.
 Hara, K., T. Maki, F. Kobayashi, M. Kakikawa, M. Wada and A. Matsuki, Atmos. Environ., 127, 1-5, 2016.
 Iwata, A. M. Imura, M. Hama, T. Maki, N. Tsuchiya, R. Kunihiya, A. Matsuki, Atmosphere, 10, 605, 2019.

粒子サイズ拡大器と湿式サイクロンを組み合わせた ナノ粒子液中捕集装置の開発

加藤綜一郎¹・猪股弥生²・瀬戸章文¹

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学理工学域 フロンティア工学

²〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学環日本海域環境研究センター

Soichiro KATO¹, Yayoi INOMATA², Takafumi SETO¹: Development of ambient nanoparticle sampling system using Particle Size Magnifier and Wet Cyclone

1. 諸言

エアロゾルとは、気体中に浮遊している固体または液体の微粒子であり、単体としての大きさが数十 nm から数十 μm の幅広い粒子径範囲に存在しており、特に 100 nm 以下のエアロゾルは人体に取り込まれると肺に沈着し、そこに存在する貪食細胞（肺胞マクロファージ）に取り込まれる。その際、通常であれば体内の恒常性を維持するための細胞応答（防御性炎症）を引き起こすが、エアロゾルの取り込みが過剰になると体内環境を破壊する傷害性炎症に移行する。しかし現在、細胞応答が防御性から傷害性に移行するメカニズムについては不明な点が多く、その解析が急務となっている。この細胞応答の解析ツールの一つに、直接滴下法（Submerge）がある。直接滴下法は、あらかじめ作成したエアロゾル懸濁液を細胞に直接滴下し、その後の細胞応答を解析する手法であり、特に、我々が日常的に吸込しているエアロゾルの細胞応答に与える影響解析には、大気エアロゾルを水に分散させた懸濁液の調整」が必要である。従来、この懸濁液は、HV エアサンプラーなどによってフィルターに捕集されたエアロゾルを液中に抽出することで作成するが、Van der Waals 力が働くことによって、液中への抽出が困難である。また、エアロゾルをより微細な分画で採取することが可能なナノサンプラーでは、100–500 nm の粒子径のエアロゾルは金属フィルターを用いて捕集しており、有害物質である金属成分の定量が困難であるため、細胞に対する正確な金属成分の投与量が分からないという問題がある。そこで本研究の目的は、直接滴下法におけるエアロゾル懸濁液作成のためのエアロゾル液中捕集装置の開発およびその性能評価とした。

2. 粒子サイズ拡大器を用いた粒子の凝縮成長

本研究では、粒子サイズ拡大器（PSM：Particle Size Magnifier）を用いて粒子の凝縮成長を試みた。流量 80 L/min, $S = 1.46$ の条件下では、PSM に導入された 100 nm の粒子は 5 秒後に約 12 μm まで成長し、粒子径が 120 倍になっていた。

3. サイクロンの設計

本研究では、直径 0.027 m の市販の遠沈管を用いてサイクロンを設計し、1 サンプルあたりに掛かるコストを削減した。3D CAD を用いて設計し、完成したサイクロンを Fig. 1 に示す。完成したサイクロンに水を供給し、80 L/min の空気を導入したところ、旋回流が発生したため、概ね理論通りに設計できていることが確認された。

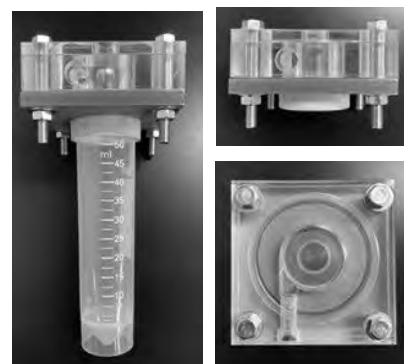


Fig. 1 設計したサイクロン

4. サイクロンの性能評価

サイクロンの性能を評価するために、室内粉塵を用いて捕集効率を算出し、乾式での捕集効率理論式と比較した。また、サイクロンに供給する捕集液量を変化させることで、水を充填することによる捕集効率の変化を調べた。Fig. 2 から、どの粒子径においても捕集液を加えた条件で捕集効率が高く、特に直径 $0.3\text{--}1\mu\text{m}$ の粒子においては、理論値よりも高い捕集効率であった。これは、捕集液が壁面を洗い流すことによって粒子の跳ね返りや再飛散を抑制しているためと考えられる。Fig. 3 では捕集液量に対する各粒子径における捕集効率を表しており、どの粒子径においても 6 mL において捕集効率が最大となることが分かった。

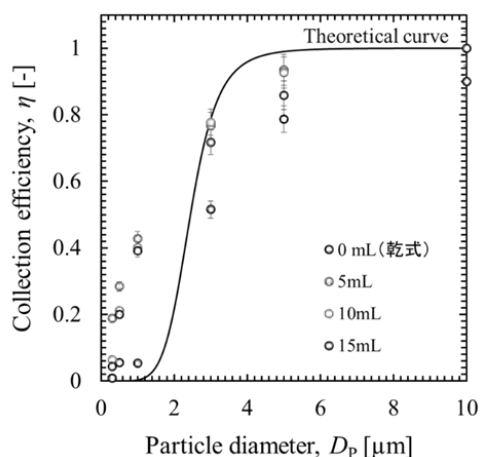


Fig.2. Collection efficiency against particle diameter.

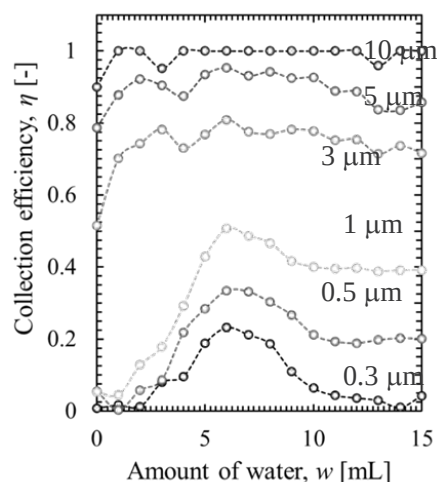


Fig.3. Collection efficiency of particle against

5. PSM が捕集効率に与える影響の評価

サイクロン出口に光学式パーティクルカウンタ (OPC) を取り付け、PSM による捕集効率の増加を調べた。Fig. 4 に示すように、水供給量 Q_w の増加に伴って各粒子径における捕集効率が向上していることが分かり、 Q_w 100 mL/hr の条件では、 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ においても捕集効率 80% 以上を達成することができた。しかし、本実験では 1 回の捕集時間が約 2 分であり、長時間サンプリングを行う場合に、捕集液の増加に伴って捕集効率が低下することを考慮できていない。そこで、室内粉塵を 1 時間捕集し、実際に懸濁液を作成することで、最も高濃度の懸濁液を作成できる水供給量の最適化を試みた。この実験では、 100 nm 以下に分級されたエアロゾルを PSM によって凝縮成長させた後に、サイクロンに取り込み、捕集液に溶解した粒子のイオン濃度をイオンクロマトグラフィーで解析した。この結果から、約一時間のサンプリングでもある程度捕集液量を維持しながら、凝縮成長を促進させることができた。

water.

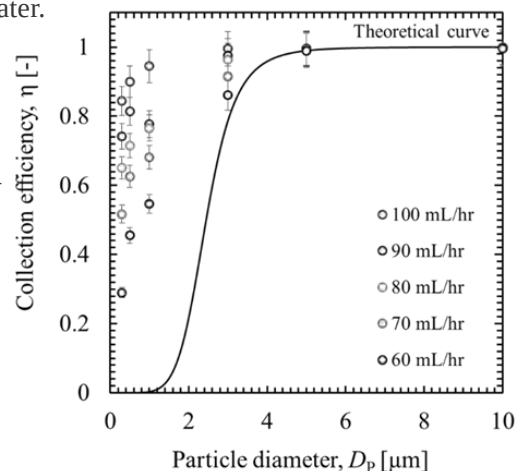


Fig.4. Collection efficiency against particle diameter with water supply rate.

6. 結言

サイクロンを設計・作成し、概ね理論通りに設計できていることを確認した。また、PSM によって捕集液の蒸発を抑制しながら、凝縮成長を促進することで、高濃度の懸濁液を作成することに成功した。

三酸素同位体組成 ($\Delta^{17}\text{O}$) から示唆された東南極における特徴的な大気硫酸生成反応 A unique sulfate formation pathway in East Antarctica imprinted on ^{17}O -excess signature

石野咲子^{1,2}, 服部祥平², Legrand Michel³, Chen Qianjie⁴, Alexander Becky⁴, Shao Jingyuan⁴, Huang Jiayue⁴,

Jaegle Lyatt⁴, Jourdain Bruno³, Preunkert Susanne³, 山田明憲⁵, 吉田尚弘², Savarino Joël³

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学環日本海域環境研究センター

²〒226-8502 神奈川県横浜市緑区長津田町 東京工業大学 物質理工学院応用化学コース

³Institut des Géosciences de l'Environnement (IGE), Université Grenoble Alpes, CNRS, IRD, Grenoble INP, Grenoble 38000, France

⁴Department of Atmospheric Sciences, University of Washington, Seattle, WA 98195, USA

⁵〒170-0005 東京都豊島区南大塚 豊島電機製作所

1. 背景

大気中の硫酸 (SO_4^{2-}) の三酸素同位体組成 ($\Delta^{17}\text{O} = \delta^{17}\text{O} - 0.52 \times \delta^{18}\text{O}$) は、 SO_2 が酸化されて SO_4^{2-} が生成される過程において、オゾン ($\Delta^{17}\text{O} \approx 25\text{-}35\%$)、過酸化水素、OH ラジカル ($\Delta^{17}\text{O} \approx 0\%$) などの各種酸化剤との反応の寄与率を反映して変動する。この性質を利用して、南極アイスコア中の $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値を制約条件とした大気化学輸送モデルを用いることで、過去の大気酸化剤の変遷を復元する方法が提案されている。しかし、実際に西南極のアイスコア中の $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値を分析した先行研究 (Sofen et al., 2014) では、観測された変動に対して、現行のモデルで考慮していない硫酸生成反応が重要な役割を果たしている可能性が指摘されている。本研究では、東南極内陸 Dome C および沿岸 Dumont d'Urville において採取されたエアロゾル中の $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値を分析し、その時間的・空間的変動をもとに、見落とされている硫酸生成反応の解明を試みた。

2. 試料と分析

エアロゾル試料は、東南極内陸 Dome C ($75^\circ 06'\text{S}$, $123^\circ 12'\text{E}$) および沿岸 Dumont d'Urville (DDU; $66^\circ 40'\text{S}$, $140^\circ 01'\text{E}$) (図 1) において、週ごとの解像度で継続的に採取しているもののうち、2011 年の一年間の試料を用いた。 $\Delta^{17}\text{O}$ 値は、東京工業大学の IRMS を用い硫酸銀熱分解法によって分析した。

3. 結果と考察

$\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値は、内陸と沿岸の両地点において、夏期に最小、冬期に最大となる類似した季節変動を示した (図 2)。この変動は、夏期に日射の増大に伴い SO_2 酸化反応に対する過酸化水素や OH ラジカルの寄与が高まることで説明される。一方で、春から夏の一時期、沿岸よりも内陸で $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値が特異的に高くなる傾向が観測された (図 2)。同時期に観測されたエアロゾル中のその他のイオン成分との相関解析から、南極内陸ではメタンスルホン酸 (CH_3SO_3^- ; MSA) の酸化分解反応によって $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値の高い SO_4^{2-} が生成されていることが示唆された。そこで、大気化学輸送モデル GEOS-Chem による南緯 $60\text{-}90^\circ\text{S}$ の MSA 生成プロセスのシミュレーション結果 (Chen et al., 2018) を用いて MSA の $\Delta^{17}\text{O}$ 値を推定した。結果、観測された $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値の範囲と比べて約 10 倍高いと推定され、MSA 酸化は SO_4^{2-} 生成に対する寄与率が 10% 程度と低いにも関わらず、 $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値の変動要因として重要であることが示された。MSA の酸化は液滴中または潮解性のエアロゾル表面で OH ラジ

カルとの反応により起こることが実験的に確認されているが、本研究の観測結果は、液相が極めて少ない南極内陸の大気中においても MSA が酸化されることを示唆する。

さらに、アイスコア中では $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 値がエアロゾル中で観測されるよりも2倍高いことが近年明らかになりつつあるが、この大気-雪氷間の指標の不一致も、積雪中での MSA 酸化により説明可能であることを明らかにした。この発見は、アイスコア中の $\Delta^{17}\text{O}(\text{SO}_4^{2-})$ 記録の解釈を大きく変化させる可能性がある。

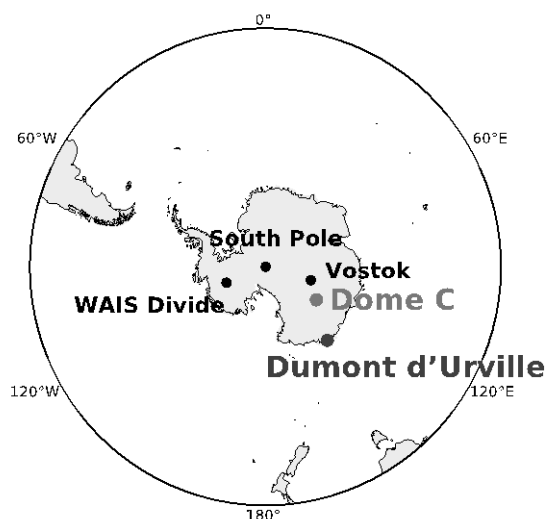


図 1. サンプルング地点

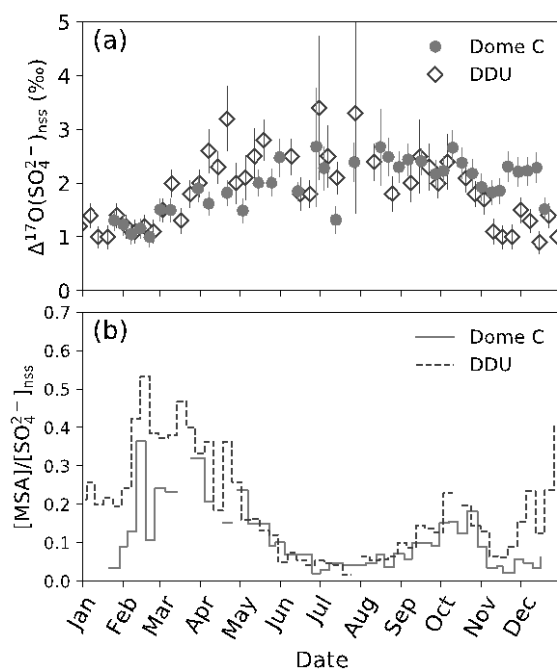


図 2. 非海塩性硫酸(nss-SO_4^{2-})の $\Delta^{17}\text{O}$ 値観測結果と MSA/ nss-SO_4^{2-} 比との比較

プラスチック由来の有害化学物質(スチレン)の魚類に対する影響評価

河合 海, 鈴木信雄

〒927-0553 鳳珠郡能登町小木 金沢大学 環日本海域環境研究センター 臨海実験施設

Umi KAWAGO, Nobuo SUZUKI: Evaluation of the plastic-derived toxic chemicals (styrene) on fish

BACKGROUNDS

About 9 billion tons of plastic products are produced worldwide. However, only 9% of plastic waste is recycled; the rest is thrown away and becomes marine waste. As a result of plastic being broken into small fragments by ultraviolet rays and waves, it becomes microplastic particles in the marine environment. It has been believed that microplastics cannot decompose in the low-temperature environment of the

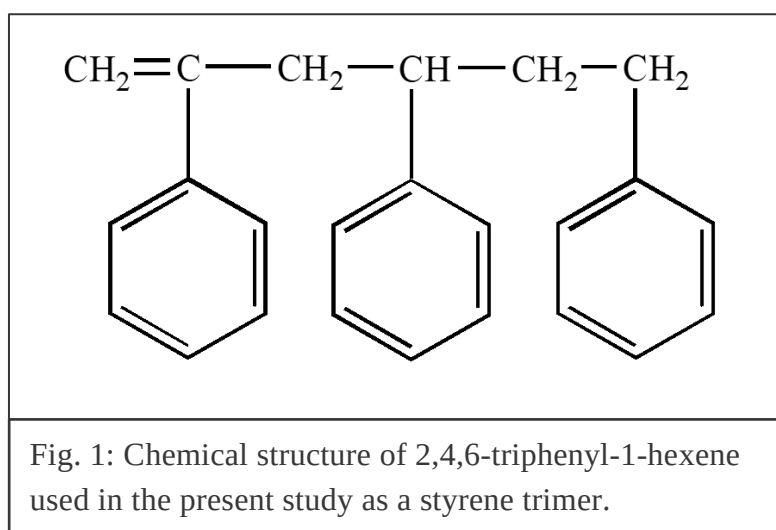
ocean. However, it has been reported that microplastics can degrade at low temperatures and actually present in the ocean as styrene oligomers (especially a styrene trimer) (Fig. 1) (Amemiya et al., 2020). It is highly likely that these styrene oligomers affect marine organisms.

On the other hand, it is well-known that fish scales have osteoblasts (bone-formation cells) and osteoclasts (bone-resorption cells) (Suzuki et al., 2008). The coexistence of osteoblasts and osteoclasts in a calcified bone matrix makes the scale a suitable model for analyzing the response of bone cells to environmental pollutants (Suzuki et al., 2008). It has been reported that bisphenol-A suppressed osteoblastic and osteoclastic activities, although estrogen enhanced both osteoblastic and osteoclastic activities (Suzuki and Hattori, 2003). Therefore, it is possible that styrene oligomers disrupt bone metabolism in fish as bisphenol-A did. In the present study, the endocrine-disruptive effects of styrene oligomers on bone metabolism in fish were examined and compared with those of estrogen.

METHODS

Analyses of osteoblastic and osteoclastic marker enzyme activity and mRNA expression (in vitro)

Regenerating scales were taken from goldfish (*Carassius auratus*) under anesthesia. The scales were incubated for 6 h at 15°C in Leibovitz's L-15 medium containing 100 µg/L styrene oligomers. After incubation, osteoclastic and osteoblastic marker enzyme activities (osteoclasts: tartrate-resistant acid phosphatase activity; osteoblasts: alkaline phosphatase activity) in the styrene oligomer-treated scales were measured as described in Suzuki and Hattori (2003).



In the case of mRNA expression analysis, regenerating scales were also extracted from goldfish under anesthesia. After incubation of regenerating scales under the above conditions, the styrene oligomer-treated scales were immediately frozen and kept at -80°C. Thereafter, total RNAs were prepared from goldfish scales using a total RNA isolation kit. Then complementary DNA was synthesized with a kit. Using these cDNAs, the osteoblastic and osteoclastic marker mRNA expression was analyzed using a real-time PCR apparatus.

Oral injection of a styrene oligomer into goldfish (in vivo)

Goldfish identified individually by fin clipping were anesthetized and their weights measured. A styrene oligomer was orally administered to each goldfish (1 µg/g body weight) under anesthesia. Blood samples from the caudal vein were taken after 12 and 24 hours. The collected blood was centrifuged, and the calcium concentration in the separated plasma was measured using a kit (FUJIFILM Corporation, Osaka, Japan).

RESULTS AND DISCUSSION

In the scale *in vitro* bioassay, the action of the styrene trimer was found to be stronger than that of other oligomers. It was found that the activities of osteoblasts and osteoclasts significantly increased at concentrations of 10 µg/L and 100 µg/L of the styrene trimer, as with estrogen (Suzuki and Hattori, 2003). Particularly, a significant difference was obtained in the activity of osteoclasts exposed to 100 µg/L of styrene trimer. Therefore, our experiment focused on the action of the styrene trimer.

The results of qPCR for OPG and DKK1, markers of osteoblasts, showed significant upregulation by styrene trimer (100 µg/L) treatments. NFATc-1 and CathK, markers of osteoclasts, were significantly increased by styrene trimer (100 µg/L) treatments. Therefore, the styrene trimer activated both osteoblasts and osteoclasts in the scales of goldfish.

In an *in vivo* experiment, furthermore, the plasma calcium concentration was measured after a styrene trimer was orally administered to goldfish (each 1 µg/g body weight). As a result, the plasma calcium concentrations were significantly increased at 12 and 24 hours after injection.

Taking these results into consideration, the osteoclasts were activated by the styrene trimer using the fish-scale assay system. This activation of osteoclasts seems to induce an elevation of plasma calcium levels and disrupt calcium metabolism in goldfish. To elucidate the detailed mechanism of the styrene trimer in osteoclasts, we are planning to examine a comprehensive analysis using RNA sequencing.

REFERENCES

- Amamiya K, Koizumi K, Yamada K and Hiaki T. (2020) Analysis of drifting polystyrene degradation surround Japan. *Austin J Environ Toxicol.* 6: 1030.
- Suzuki N, Kambegawa A and Hattori A. (2003) Bisphenol A influences the plasma calcium level and inhibits calcitonin secretion in goldfish. *Zool Sci.* 20: 745-748.
- Suzuki N, Somei M, Seki A, Reiter RJ and Hattori A. (2008) Novel bromomelatonin derivatives as potentially effective drugs to treat bone diseases. *J. Pineal Res.* 45: 229-234.

本研究は、金沢大学自然科学研究科 河合 海氏の学位論文の一環として行われた。

軟骨魚類におけるカルシトニンの生理作用に関する研究

東野将也, 関口俊男

〒927-0553 鳳珠郡能登町小木 金沢大学 環日本海域環境研究センター 臨海実験施設

Masaya HIGASHINO, Toshio SEKIGUCHI: Study on the physiological function of calcitonin in cartilaginous fishes

Introduction

Cartilaginous fish possesses a skeletal system composed of cartilage. Most of the cartilaginous fish inhabits seawater. Cartilaginous fish maintain a steady serum Ca^{2+} level even though exposed to high Ca^{2+} conditions. However, hormonal regulation of Ca^{2+} homeostasis is yet to be fully clarified in cartilaginous fish. Calcitonin (CT) is a hypocalcemic hormone synthesized in the thyroid C-cells and ultimobranchial glands in mammals and non-mammals, respectively. In mammals, hypercalcemic condition induces the release of CT from the thyroid C-cells. CT suppresses the osteoclastic activity in the bone and reduces blood Ca^{2+} levels. The hypocalcemic function of CT is conserved from teleost to mammals. Although cartilaginous fishes also synthesize CT in the ultimobranchial gland, they have no endoskeleton regulated by the coordination of the osteoblast and osteoclast. Therefore, the target cell and physiological function of CT remain unclear in cartilaginous fishes. The present study aims to evaluate the physiological role of CT through the establishment of assay systems for the plasma Ca^{2+} and CT concentrations in the red stingray, *Hemitrygon akajei*.

Results and discussion

1. Establishment of an assay system for evaluation of Ca^{2+} homeostasis in red stingray

To evaluate the mechanism to regulate blood Ca^{2+} concentration, I attempted to establish the *in vivo* assay system in the red stingray (Figure 1). Oral administration of high Ca^{2+} consome solution increased plasma calcium levels. The peak of plasma Ca^{2+} concentration was detected at 6 hours after treatment. Thereafter, plasma Ca^{2+} concentration slowly declined. Treatment with the control consome solution did not increase the plasma Ca^{2+} level. These results confirmed that the oral administration of high Ca^{2+} consome solution increases plasma Ca^{2+} levels. Therefore, I established an *in vivo* assay system to evaluate gene function related to Ca^{2+} homeostasis in red stingrays.

2. Tissue distribution analysis of genes associated with Ca^{2+} homeostasis by using RT-PCR

To obtain a clue of the molecular mechanism of plasma Ca^{2+} regulation in cartilaginous fish, tissue distribution analysis of genes related to Ca^{2+} homeostasis was performed by RT-PCR. Transient receptor potential vanilloid 5 (TRPV5), transient receptor potential vanilloid 6 (TRPV6), and calcium-sensing receptor (CaSR) were selected. TRPV5 functions as a Ca^{2+} channel on the apical region of kidney epithelial cells and is

involved in Ca^{2+} reabsorption. RT-PCR analysis indicated that TRPV5 mRNA was expressed in the gill, stomach, and kidney, suggesting that TRPV5 is associated with Ca^{2+} homeostasis in stingrays. TRPV5 mRNA was also detected in the brain, implying that TRPV5 might possess a neural function. Mammalian TRPV6 is a calcium channel involved in Ca^{2+} absorption in the intestine. The expression patterns of red stingray TRPV6 mRNA were similar to that of mammalian TRPV6, suggesting that red stingray TRPV6 might possess similar functions with mammalian TRPV6. In mammals, CaSR belongs to the metabotropic G-protein coupled receptor family and senses the extracellular Ca^{2+} . It is reported that mammalian CaSR is involved in the Ca^{2+} sensing and release of parathyroid hormone in the parathyroid gland. The red stingray CaSR mRNA was detected in the various organs. These tissue distributions of CaSR mRNA are similar to that of mammals, suggesting that CaSR also acts as a Ca^{2+} sensor in red stingrays.

3. *Expression analysis of red stingray CT.*

To evaluate the hormone function related to Ca^{2+} homeostasis, I focused on CT. A nucleotide sequence of red stingray CT was determined by mRNA-sequence analysis of the ultimobranchial gland. Red stingray CT comprised 32 amino acid sequences. The comparison of the amino acid sequence of red stingray CT and other vertebrate CTs revealed that vertebrate CT share the common motif, including the N-terminal circular region and the C-terminal Pro amide. In addition, tissue distribution analysis demonstrated that red stingray CT mRNA is exclusively detected in the ultimobranchial gland. Next, to evaluate the concentration of CT peptide, I attempted to establish the Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) using anti-stingray CT antiserum. Experimental conditions, including antiserum concentration and standard red stingray CT peptide concentration were determined. Further, CT levels of the ultimobranchial gland were detected using this assay system, suggesting that ELISA can be used to measure CT levels (Figure 2). Plasma CT levels were also detectable.

Conclusion

In the present study, I established the *in vivo* assay system to evaluate the physiological function of maintaining a steady blood Ca^{2+} level. Moreover, tissue distribution of channel and transporter genes involved in the blood Ca^{2+} homeostasis was clarified. Finally, I focused on CT as a calcemic hormone. The full-length nucleic acid sequence of red stingray CT was determined from transcripts of the ultimobranchial gland. Tissue distribution analysis by RT-PCR revealed that red stingray CT mRNA was predominantly expressed in the ultimobranchial gland. Furthermore, I established ELISA assay system to measure the CT peptide concentration.

In the future, measurement of plasma CT level and expression of Ca^{2+} homeostasis-related gene will be performed using the *in vivo* assay system that administrates high Ca^{2+} consome. These studies will contribute to clarifying the mechanism of Ca^{2+} homeostasis in cartilaginous fish.

本研究は、金沢大学大学院自然科学研究科自然システム学専攻 東野将也氏の学位論文の一環として行われた。

カタユレイボヤにおける芳香族炭化水素受容体の分子機能解析

坂井孝嘉, 関口俊男

〒927-0553 鳳珠郡能登町小木 金沢大学 環日本海域環境研究センター 臨海実験施設

Takayoshi SAKAI, Nobuo SUZUKI: Molecular functional analysis of aryl hydrocarbon receptor in ascidian,
Ciona intestinalis type A

Introduction

Aryl hydrocarbon receptor (AhR) is a gene that belongs to basic helix-loop-helix/Per-Arnt-Sim (bHLH-PAS) superfamily and has been detected in a variety of animals, from cnidarians to vertebrates. Vertebrate AhR forms an inactive complex in the cytoplasm containing Heat Shock Protein 90 (HSP90), hepatitis B virus X-associated protein 2 (XAP2), and co-chaperone p23. AhR-ligand, such as dioxin, elicits conformational change of AhR and activation of AhR. Activated AhR dissociates from inactive complex proteins and moves from the cytoplasm to the nucleus. Furthermore, activated AhR associates with AhR nuclear translocator (Arnt) and acts as a transcriptional activator of genes involved in detoxification, including cytochromeP450 (CYP) 1A1. Although these features of AhR have been clarified from teleosts to mammals, the origin of the molecular characteristics of vertebrate AhR is still unclear.

In this study, I focused on an ascidian, *Ciona intestinalis* type A as a model animal. Since the ascidian is an invertebrate that is the closest relative to vertebrates, it has been regarded as a model organism to study evolution from invertebrates to vertebrates. To clarify the origin of the molecular function of vertebrate AhR, I analyzed the amino acid characteristics, ligand-dependency, and cellular localization of *Ciona* AhR (Ci-AhR).

Results and Discussion

1. Comparison of the amino acid sequence of Ci-AhR with that of vertebrate AhRs

The full-length amino acid sequence of Ci-AhR is compared with that of the human, mouse, rainbow trout, and nematode AhR. Three domains, basic helix-loop-helix (bHLH) domain, Per-Arnt-Sim (PAS) domain, and ligand-binding domain, were highly conserved in chordate AhRs. In addition, most of the amino acid residues that is involved in ligand binding in vertebrates AhRs are also recognized in Ci-AhR. However, amino acid sequences in the C-terminal transactivation domain were not conserved between Ci-AhR and vertebrate AhRs.

These results suggest that AhR possesses similar DNA and ligand-binding activity with vertebrate AhR. However, the transactivation mechanism of Ci-AhR might be different from that of vertebrate AhR.

2. Evaluation of ligand responsivity in Ci-AhR

Human hepatoma cell lines, HepG2 cells, were cotransfected with the plasmid expressing GAL4 fused to Ci-AhR, the firefly luciferase reporter vector that is driven by five UAS sites, and internal control vector that expresses *Renilla* luciferase under CMV promoter. Twenty-four hours after transfection, the cells were treated with Benzo[*a*]pyrene (BaP), a polycyclic aromatic hydrocarbon or DMSO. The cells were harvested and measured luciferase activity 48 hours after transfection. BaP treatment increased the relative luciferase activity in a dose-response manner (Fig. 1). In contrast, DMSO did not upregulate the relative luciferase activity. These results revealed that Ci-AhR possesses ligand-dependent transcriptional activity. Taken together, it is suggested that Ci-AhR acts as a ligand-responsive transcription factor similar to vertebrate AhR.

3. Subcellular localization analysis of Ci-AhR

Ci-AhR or mouse AhR (Mm-AhR) fused to a fluorescent protein, mCherry in the C-terminus were expressed in mouse hepatoma cell line, Hepa-1c1c7 cells. Treatment of 3-methylcholanthrene (3-MC) or DMSO was performed 45 hours after transfection. Forty-eight after transfection, cells were fixed and stained by Hoechst. Localization of Ci-AhR and Mm-AhR was observed by using fluorescent microscope BZ-9000. As a result, I observed the localization of Mm-AhR treated with 3-MC in the nucleus. Contrary, localization of Mm-AhR treated with DMSO was detected in both cytosol and nucleus. On the other hand, Ci-AhR was mainly localized in the nucleus in both DMSO and 3-MC treatment. The difference between the subcellular localization of Mm-AhR and Ci-AhR implies that the inactive complex of Ci-AhR is different from that of vertebrate AhRs.

Conclusion

Ci-AhR contained conserved domains that is responsible for AhR function. Ci-AhR will act as a ligand-responsive transcriptional factor, like vertebrate AhR, whereas the subcellular localization of Ci-AhR might be different from that of vertebrate AhR.

In the future, I will explore exogenous ligands except for BaP and endogenous ligands. Furthermore, the biological function of Ci-AhR will be investigated by *in vivo* assay system using *Ciona* individuals.

本研究は、金沢大学大学生命理工学類海洋生物資源コース 坂井考嘉氏の学位論文の一環として行われた。

有孔虫の熱ルミネッセンス測定

品田遥可¹, 佐川拓也¹, 濱田麻希¹, 長谷部徳子²

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学理工学域地球社会基盤学類

²〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学環日本海域環境研究センター

Haruka Shinada¹, Takuya Sagawa¹, Maki Hamada¹, Noriko Hasebe²: Thermoluminescence measurement emitted from foraminifera

[はじめに]

有孔虫は、酸素同位体分析により、氷期・氷期サイクルに代表される地球の気候変動の研究に貢献する微化石である。有孔虫の年代測定は、数万年前までの年代範囲では ^{14}C 年代測定で決定されている (Missiaen et al., 2020)。それより古くなると、例えば海洋堆積物コアなど連続的に試料をいられる対象に含まれる有孔虫の酸素同位体比を調べ、年代値のわかっている有孔虫の酸素同位体比と相対的に照らし合わせて年代が類推されている (松井ほか 2020)。酸素同位体比曲線が連続的に得られなかった場合、酸素同位体比のどの部分と対比できるかの判断が難しくなり、正確な対比が難しい場合がある。この数万年から数百万年の範囲に、直接有孔虫の年代決定が可能であれば、より詳細な化石層序を確立でき、第四紀の環境変動研究に貢献できる。本研究では有孔虫の直接の年代決定を目指し、熱ルミネッセンス (Thermoluminescence: TL) 年代測定が可能かどうか吟味した (Ogata et al., 2017)。

TL 年代測定は、加熱時の試料からの発光量が環境放射線による蓄積線量に比例することを利用する手法である。放射性元素が乏しい試料でも年代測定が可能であり、その適用可能年代測定幅より、数百万年前の試料まで対象とすることができる。試料の量が少なくても測定できるので、有孔虫単体を直接測定できる可能性もある。

[分析試料]

星の砂として販売されている有孔虫から、*Calcarina* sp. と *Baculogypsina sphaerulata* をとりだし人工的に γ 線照射を行い、TL の特徴を調べた。また熱帯太平洋域で採集した海洋コアから採取された炭酸塩軟泥から有孔虫をテスト測定に処した。

[分析結果]

発光色を撮影したところ、赤く発光した (図 1)。また XRD による鉱物種の同定を行なったところ、分析した有孔虫殻は方解石であった (図 2)。単個体での TL 測定をしたところ、人工的に放射線を与えた場合低温側 120℃ と高温側 320℃ に発光のピークがあった (図 3)。しかし天然の残存 TL には低温側のシグナルは残っていなかった。有孔虫単体でも複数個体でも TL グローブカーブに大きな変化はなかった。また有孔虫を粉末にして分析すると、表面積の増加と温度の伝わりやすさにより、シグナル強度が上昇し、とくに高温側の発光ピークの温度がやや低下した。x 線を照射した後 1 週間おいてから測定したところ (図 4)、低温側のシグナルは残っていなかった。高温側のシグナルは発光温度がやや高温にシフトしシグナル強度がやや減少した。高温側のシグナルを利用して見かけの蓄積線量を求めることができた。

これらの結果に基づき、海洋コア試料より分離した複数個の有孔虫を粉末状にして TL 測定を行ったと

ころ，約 160Gy の蓄積線量と見積もることができた（図 5）。しかしこの見積もりはシグナルが減衰することを考慮していないため，実際は倍以上の線量が当たっていたのではと考えられる。

〔結論〕

有孔虫は赤色の TL を示し，この波長域のルミネッセンスを測定することによって蓄積線量の見積もりが可能である。発光は約 100℃ と約 300℃ に求められるが，低温側のシグナルは天然試料では観察されず不安定なものと考えられる。時代が同じ試料であれば複数個を合わせて測定しても問題なく，また粉末にしたほうがシグナル強度がより高くなり，信頼性のある測定結果を得られる。しかし時間が経つとシグナルが減衰するので，今後その特徴を明らかにしないと，実際の年代測定に利用できるかどうかを判断できない。

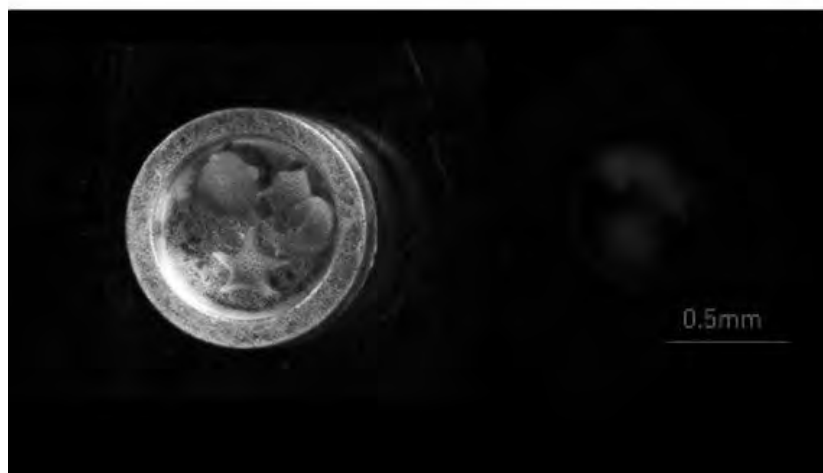


図 1 星の砂から分取した有孔虫と発光色

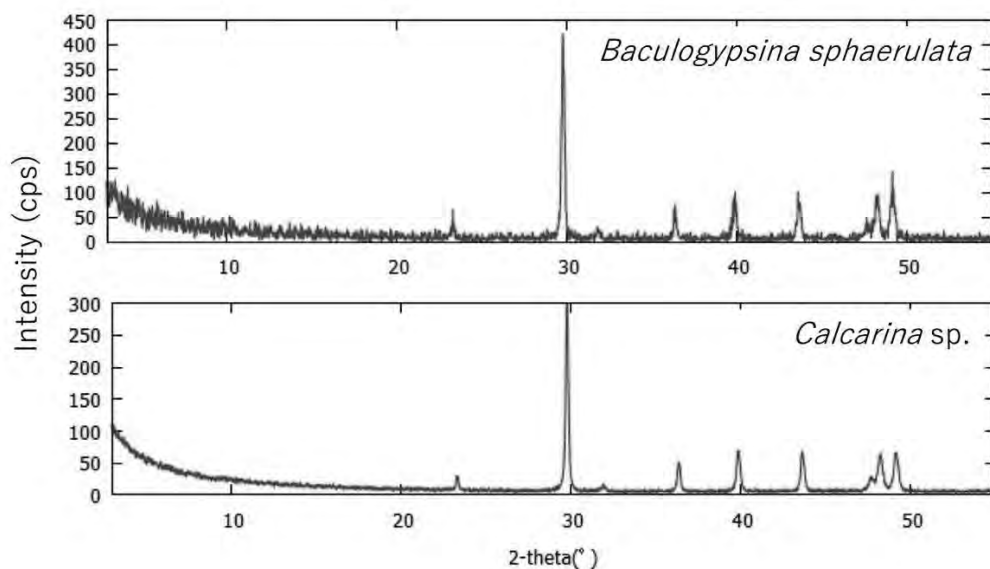
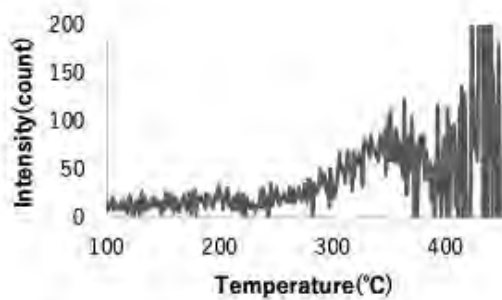
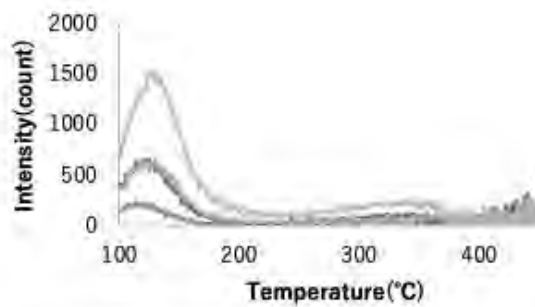


図 2 有孔虫の XRD データ



天然の放射線由来のTL



人工照射(X線照射)由来のTL
グラフの色の違いは線量の違いによる

図3 有孔虫のルミネッセンス測定結果

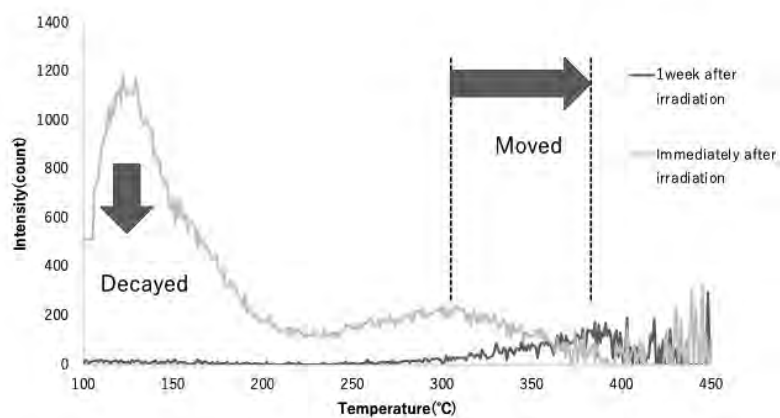


図4 放射線照射のち測定までに時間を起した時のシグナルの減衰

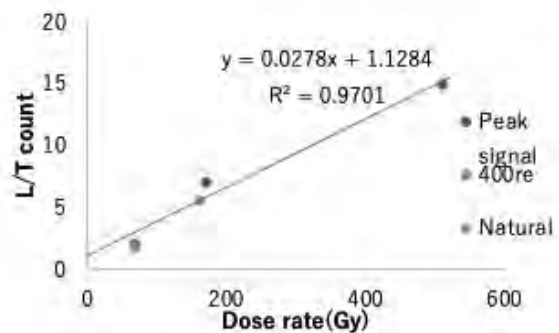
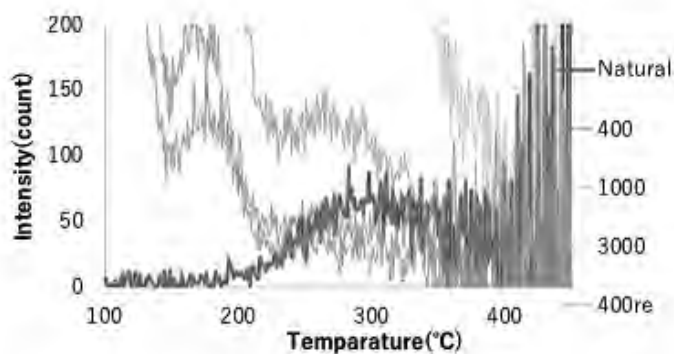


図5 海洋底堆積物コアから分離した有孔虫の測定結果

〔謝辞〕

ガンマ線照射は京都大学複合原子力科学研究所の共同利用制度を利用して行った。照射は飯沼勇人さんにご協力いただいた。

〔引用文献〕

松井 浩紀, 池原 実, 堀川 恵司, 岡崎 裕典 九州・パラオ海嶺の海洋コア年代測定～安定同位体比によるアプローチ～, *Isotope News*, No.770, 8月号 (2020)

Missiaen, L., Wacker, L., Loughheed, B.C., Skinner, L., Hajdas, I., Nouet, J., Pichat, S., Waelbroeck, C., Radiocarbon dating of small-sized foraminifer samples: insights into marine sediment mixing. *Radiocarbon*, 62, 313–333 (2020)

Ogata, M., Hasebe, N., Fujii, N., Yamakawa, M., Measuring apparent dose rate factors using beta and gamma rays, and alpha efficiency for precise thermoluminescence dating of calcite. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 112, 336–345 (2017)

ネオニコチノイド系農薬のヒト尿を用いたバイオモニタリング

本田匡人¹・島倉弥里²・川島洋人³・佐藤根妃奈⁴・島崎洋平⁵・大嶋雄治⁵

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学環日本海域環境研究センター

²〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学理工学域生命理工学類

³〒015-0055 秋田県由利本荘市土谷海老ノ口 84-4 秋田県立大学システム科学技術学部

⁴〒959-2702 新潟県胎内市平根台 2416 新潟食料農業大学食料産業学部食料産業学科

⁵〒819-0385 福岡県福岡市西区大字元岡 744 九州大学大学院農学研究院

M. Honda¹, Y. Shimakura², H. Kawashima³, H. Satone⁴, Y. Shimasaki⁵, and Y. Oshima⁵: Human biomonitoring of neonicotinoid insecticides in Japan

【はじめに】

ネオニコチノイド系農薬は 1990 年代頃から使用され始めた比較的新しい農薬群であり、その昆虫に対する選択的な神経毒性により哺乳類などの他種の生物への影響が低いとして世界的に大量に使用されている。しかし近年の研究で河川水や土壌などの環境中に広範囲な汚染が広がっていることが報告されており、農業害虫以外では益虫であるミツバチの生息数の減少や生態系内の広範な昆虫類への悪影響が懸念されている。

このネオニコチノイド系農薬は農産物やその加工品からも残留物が検出されており、人間社会にも暴露が及んでいる。近年、少数ではあるがヒトから高濃度のネオニコチノイド系農薬の検出が報告されており、また疫学研究などでヒトへの影響、特に神経系の初期発達に対する毒性が報告されており、その将来的な影響が懸念されている。ヒトへの健康影響を評価するには、実際にどのような経路から、どの程度暴露・蓄積されているかを解析することは重要な課題であるが、ヒトでのバイオモニタリングの先行研究が少なく、そのデータベースなどの基礎知見は乏しい。特にネオニコチノイド系農薬の一大消費地域であるアジア圏では、欧米圏に比較して、ヒトでのバイオモニタリング研究は殆ど行われていない。さらに環境中または生体中でネオニコチノイド系農薬は複雑に分解・代謝され、数多くの分解産物・代謝産物が存在していると考えられるが、代謝産物に関する基礎知見も不足している。ネオニコチノイド系農薬のヒトへの汚染と健康影響を評価するには、親化合物および代謝産物のヒトバイオモニタリング研究とそれによるデータベース構築は必須である。

そこで本研究の目的は、ネオニコチノイド系農薬による環境汚染のヒトでの暴露実態および暴露経路の把握とし、ネオニコチノイド系農薬および代謝産物のヒト尿を用いたバイオモニタリング調査とアンケート調査による農薬の暴露経路の推定を実施した。

【実験】

尿検体を 2019 年 1-3 月(第 1 期)・2019 年 8-10 月(第 2 期)・2020 年 7-9 月(第 3 期)に、石川県(金沢大学)・福岡県(九州大学)・新潟県(新潟食料農業大学)の健常者のべ 339 人から収集した。また尿検体収集時に、検体提供者に対して身体情報・住居環境・食生活などに関するアンケート調査も並行して実施した。本研究は金沢大学医学倫理審査委員会の許諾を受け(試験番号: 2018-059 (050))、金沢大学における人を対象とする生命科学・医学系研究に関する規程および関連する法規・条例を遵守し実施した。

ネオニコチノイド系農薬および代謝物の尿中濃度は内部標準添加法によって測定した。尿検体に内部標準を添加後に酵素処理を行い、固相抽出によって対象化学物質群を抽出・精製した。精製検体を高速液体クロマトグラフ質量分析装置にて濃度分析を行った。この濃度結果とアンケート結果を比較し暴露経路の推定を行った。

【結果および考察】

濃度測定の結果、新潟県で比較的高濃度および高頻度で農薬が検出された(図 1)。検出頻度としては各県各地域全体で 0～75%の頻度で検出された。3 県間では第 2 期間(2019 年 8-10 月)において、新潟県で他 2 県に対して有意に高い濃度の農薬が検出された。また各地域での 3 期間の間では、新潟では第 2 期間、石川では第 3 期間(2020 年 7-9 月)において他期間に対して有意に高い濃度の農薬が検出された。本農薬の主要な使用目的が稲作と想定した場合、石川では第 1 期間は不使用時期・第 2 期間は使用期間直後・第 3 期間は使用時期と想定され、新潟ではこれよりも早い時期、福岡ではこれよりも遅い時期であると想定される。そのため本結果は農薬汚染が食物を介して季節を問わず普遍的に発生しているが、同時に地域ごとにネオニコチノイド系農薬の使用時期・量および暴露量が異なる事も反映していると考えられた。

また尿検体収集と同時に実施した提供者の食生活などに対するアンケート調査と合わせて解析を行った結果、米・根菜・葉菜・果菜などの農作物およびその農産物加工品の摂取頻度と尿中農薬濃度の間で正の相関が検出された。一方でそれ以外の畜産物や住環境などの要素との有意な相関は検出されなかった。これらの結果は、従来の農産物が農薬の主要な暴露経路であるとする報告と一致するものであると考えられた。

また尿中農薬濃度から、チアクロプリド、アセタミプリド、チアメソキサムの一日内摂取量を推定した。一日内摂取量を検体提供者の体重で割ったものを食品安全委員会が定める一日内許容摂取量(ADI)と比較した。その結果、各ネオニコチノイドの ADI 値と比較して、今回検出された濃度では最大でも ADI の 10%を下回るネオニコチノイド摂取が推定された。この結果から、現状のネオニコチノイド系農薬の暴露によるヒト健康へのリスクは低いと考えられた。

今後は尿中の酸化ストレスマーカーの解析も進め、ヒト体内における酸化ストレスと農薬の暴露の関連を解析し、ヒト健康への影響評価を実施していく予定である。

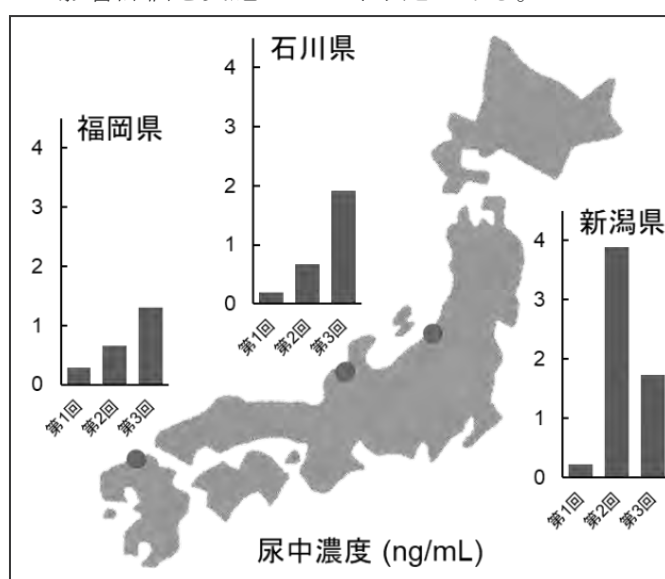


図 1. 日本海沿岸地域におけるヒト尿中の総ネオニコチノイド系農薬濃度 (ng/mL)

赤城大沼底層水における放射性セシウム濃度増加要因の検討

藤田知樹¹、長尾誠也¹、岩井久典¹、落合伸也¹、鈴木究真²、阿久津崇²、杉本亮³

¹ 〒923-1224 石川県能美市和気町オ 24 環日本海域環境研究センター 低レベル放射能実験施設

² 〒371-0036 群馬県前橋市敷島町 13 番地 群馬県水産試験場

³ 〒917-0116 福井県小浜市堅海 49-8-2 福井県立大学 生物資源学研究所

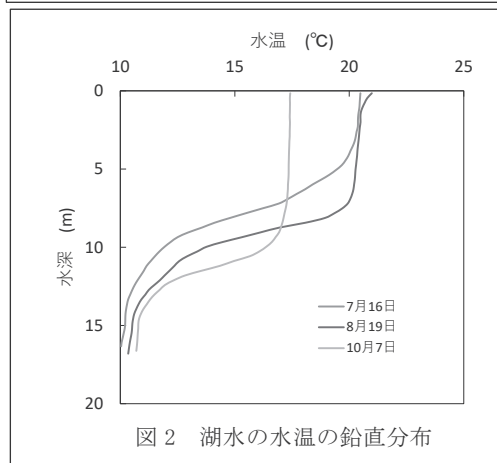
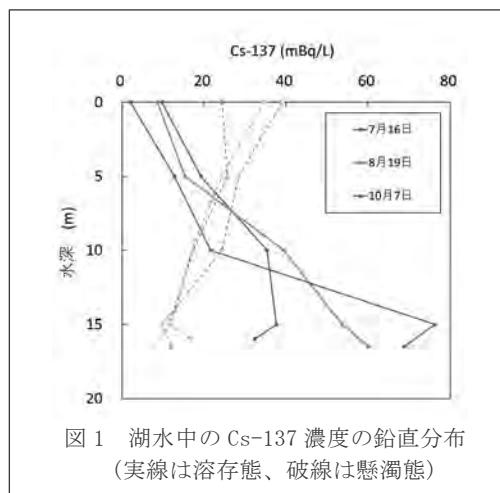
T. Fujita¹, S. Nagao¹, H. Iwai¹, S. Ochiai¹, K. Suzuki², T. Akutu², R. Sugimoto³ : Factors controlling increase in radiocesium concentration in bottom water from Lake Akagi-Onuma

【はじめに】

2011 年 3 月 11 日の東日本大震災とそれに伴う津波によって発生した東京電力福島第一原子力発電所事故により、大量の放射性セシウムが大気中・海洋中に放出された。群馬県の上野湖沼、赤城大沼における湖水中の全放射性セシウム濃度レベルは、2013 年 12 月の時点で 2011 年の約半分に減少したが、他の水系の 10 倍以上であった[1,2]。その原因は湖沼の閉鎖性による低い湖水交換能に起因すると考えられている。また、群馬水試との共同研究として、表層 0m、8m、15m の湖水中の溶存態、懸濁態に含まれている放射性セシウムの季節変動を 2012 年から 2016 年にかけて観測した結果、夏季の底層では放射性セシウムが懸濁態に比べ溶存態に多く存在することが明らかとなり、底泥からの放射性セシウムの溶出が湖水濃度の下げ止まりに関与することが示唆された[3]。本研究では、赤城大沼底層水中の放射性セシウム濃度が増加する原因・溶出機構を解明するため、成層化が進行する夏季に底層水を約 1 ヶ月毎に 3 回採取し、放射性セシウムの濃度の増加傾向とその支配要因を検討した。

【試料採取・測定】

2021 年 7 月、8 月、10 月に赤城大沼の湖心において、水深 5m 間隔で表層から 4 点・底層の計 5 点で湖水試料を水中ポンプにより採取した。湖水は硝酸酸性にした後、リンモリブデン酸アンモニウム沈殿法を用いて放射性セシウムを分離・回収した。その後、ゲルマニウム半導体検出器を用いた γ 線測定法を適用して Cs-134 と Cs-137 放射能濃度を測定し、採取時に壊変補正した値を用いた。また、栄養塩の濃度についてはアンモニウムイオン態窒素は比色分析計 Trilogy Laboratory Fluorometer を用いたイン



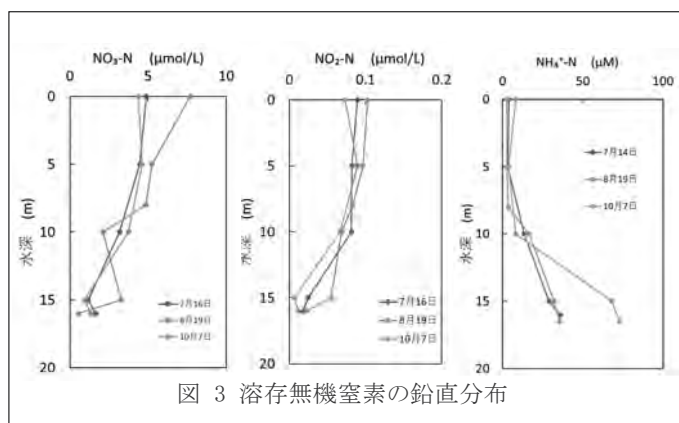


図 3 溶存無機窒素の鉛直分布

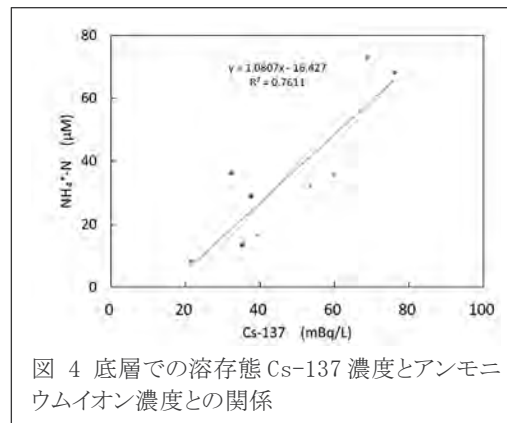


図 4 底層での溶存態 Cs-137 濃度とアンモニウムイオン濃度との関係

ドフェノール法、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、ケイ酸態ケイ素については連続流れ分析装置 QuAAtro39 にて測定した。

【結果・考察】

湖水中の Cs-137 放射能濃度の鉛直分布データを図 1 に示す。溶存態 Cs-137 濃度は水深が深くなるほど増加したが粒子態 Cs-137 濃度は減少した。また、底層 15 m 以深では、7 月から 10 月にかけて溶存態 Cs-137 濃度が増加した。図 2 には水温の鉛直分布を示した。水深 10 m 付近に水温躍層があることで表層と底層での鉛直混合が起こらずに成層化していた。溶存無機窒素の鉛直分布を図 3 に示した。水深 15m 以深においては還元環境によりアンモニウムイオン態窒素が亜硝酸態窒素、硝酸態窒素に比べて卓越している。また水深 10 m 以深の溶存態 Cs-137 濃度とアンモニウムイオン濃度との関係をプロットした結果、両者には正の相関関係が存在した (図 4)。このことは夏季の成層化において底層で有機物の分解により生成したアンモニウムイオンとのイオン交換反応により放射性セシウムが湖底堆積物等から溶出した可能性が考えられる。

【参考文献】

- [1] K. Suzuki, S. Watanabe, Y. Yuasa, Y. Yamashita, H. Arai, H. Tanaka, T. Kuge, M. Mori, K. Tsunoda, S. Nohara, Y. Iwasaki, Y. Minai, Y. Okada, S. Nagao : Radiocesium dynamics in the aquatic ecosystem of Lake Onuma on Mt. Akagi following the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *Science of The Total Environment*, 622-623, 1153-1164 (2018)
- [2] 相澤省一・森勝伸・小池優子・角田欣一：福島第一原子力発電所事故により赤城大沼一帯に降下した放射性セシウム。 *分析化学*. 66, 217-279 (2017)
- [3] S. Watanabe, K. Suzuki, K. Tsunoda, M. Mori, S. Nohara, Y. Okada, S. Nagao : The dynamics of radiocesium in the Lake Onuma ecosystem, Mt. Akagi. *Impacts of Fukushima Nuclear Accident on Freshwater Environments* (ed. S. Nagao), Springer, Singapore, pp 199–226 (2021)

日本海表層における PAHs の経年変動解析

田中さき¹、松中哲也¹、Rodrigo Mundo¹、井上睦夫¹、
滝川哲太郎²、守田昌哉³、長尾誠也¹

¹〒923-1224 石川県能美市和気オ 24 金沢大学環日本海域環境研究センター低
レベル放射能実験施設

²〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究
科

³〒905-0227 沖縄県国頭郡本部町瀬底 3422 番地 琉球大学熱帯生物圏研究セン
ター瀬底研究施設

Tanaka, S., Mastunaka, T., Mundo, R., Inoue, M., Takikawa, T., Morita, M., Nagao, S.
: Interannual variation of PAHs in the Sea of Japan.

【はじめに】

多環芳香族炭化水素類 (polycyclic aromatic hydrocarbons: PAHs) は、発癌性と変異原性をもつ成分が多いため、米国環境保護庁の優先取組汚染物質に指定されている。環境中の PAHs の主な起源は、化石燃料やバイオマスの不完全燃焼、および原油であり、2007 年の東アジアにおける PAHs 大気排出量が、世界 (504 kt) の 22% を占めた^[1]。日本海における PAHs は、アジア大陸と周辺海域 (東シナ海・太平洋) を供給源とし、主に大気輸送 (モンスーン・偏西風) と海洋輸送 (対馬海流) を介して供給される。2019 年冬以降の COVID-19 の世界的流行によって、中国では産業や社会活動が低下し、大気汚染が減少した^[2]。豊かな漁場である日本海における PAHs の動態把握は、人為起源 PAHs の生態学的リスクを評価する上で必要不可欠である。モンスーン・偏西風と対馬海流の影響を受ける対馬海峡から日本海中央域における詳細な PAHs 動態研究は実施されていない。本研究は、2017 年から 2021 年の日本海表層における PAHs 経年変動を解析し、海洋表層の PAHs 挙動と東アジア諸国からの越境汚染を把握することを目的とした。

【試料と方法】

日本海の計 29 点において、2017 年 7 月～2021 年 7 月 (主に夏季) に実施された国内研究機関の研究航海にて 10–15 L の表面海水を採水した。試料はグラスファイバーフィルター (孔径: 0.5 μm) で粒子を分離後、溶存有機物を固相抽出 C18 ディスクで濃縮した。捕集した粒子態と溶存態の PAHs は、それぞれ CH_2Cl_2 で抽出し、HPLC (蛍光検出器) で分離・測定した。前処理過程の PAHs の回収率は平均で 90–95% (粒子態) と 68–75% (溶存態) であり、ブランクは 0.07 ng L^{-1} (粒子態) と 0.19 ng L^{-1} (溶存態) であった。粒子態と溶存態の 3–6 環をもつ 14 種の PAHs に

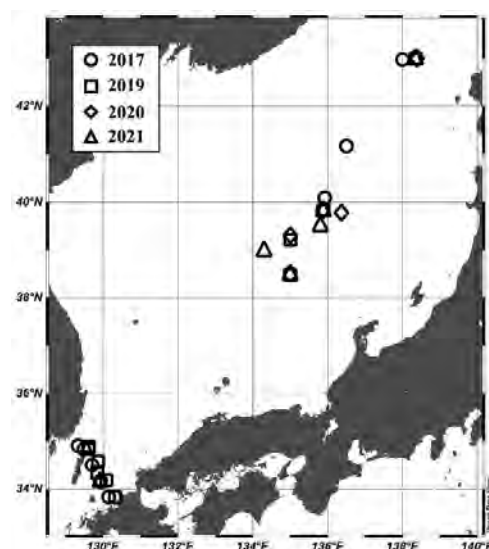


図1 日本海における採水地点

ついて、回収率とブランクの補正を行い定量した。全溶存態 PAHs は $\Sigma_{14}\text{PAH}_{\text{diss}}$ で表し、測定誤差は 6%以下であった。

【結果と考察】

日本海中央域における各年（夏季）の平均 $\Sigma_{14}\text{PAH}_{\text{diss}}$ を図 2 に示した。2020 年における平均 $\Sigma_{14}\text{PAH}_{\text{diss}}$ は、2019 年と比べ有意に低下した。日本海には長江の影響を受けた東シナ海からの浅層海水（低塩分・高 PAHs）と太平洋からの黒潮海水（高塩分）が対馬海峡から対馬海流を介して流入し、夏季に浅層海水の寄与が高くなる^[3]。2020 年における PAHs 低下の要因として、1) 浅層海水の PAHs 低下、2) 黒潮海水の PAHs 低下、3) 浅層海水の寄与低下、および 4) 大気中の PAHs 低下が挙げられる。まず、沖縄本島瀬底沖における黒潮海水の PAHs は 2020 年で低下する経年変動を示した。また、対馬海峡

表 1 対馬海峡におけるフラクション

年	f_k	f_e
2017	33%	67%
2019	42%	58%
2020	47%	53%
2021	67%	38%

f_k : 黒潮の寄与率
 f_e : 浅層海水の寄与率

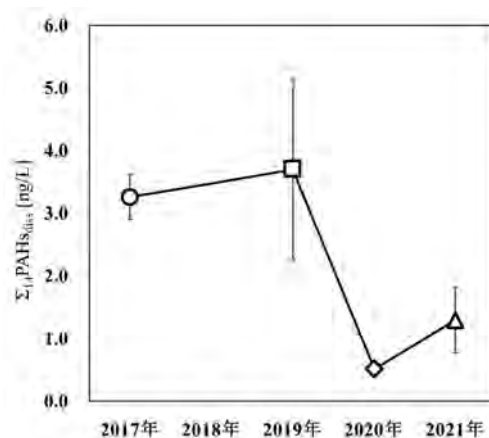


図 2 日本海における $\Sigma_{14}\text{PAH}_{\text{diss}}$ の経年変動

における塩分と海流シミュレーションの結果、長江の影響を受けた浅層海水（低塩分・高 PAHs）の寄与は、2020 年の方が 2019 年と比べて若干低かった（表 1）。一方、東アジア諸国からの越境汚染を観測している能登半島輪島ステーションにおける 2020 年の大気中 PAHs は、COVID-19 流行の影響によって、2019 年と比べて低下した^[4]。

以上の事から、日本海表層における 2020 年の PAHs 低下は、黒潮海水の PAHs 低下、浅層海水（高 PAHs）の寄与低下、および大気中 PAHs の低下によって引き起こされた可能性が示唆された。

【参考文献】

- [1] Shen, H. et al. (2013) *Environ. Sci. Technol.*, 47, 6415–6424
- [2] Xu, K et al. (2020) *Aerosol and Air Quality Research*, 20: 915–929
- [3] Inoue, M. et al. (2010) *Journal of Oceanography*, 66, 425–428
- [4] Zhang, L. et al. (2020) *Aerosol and Air Quality Research*, 20: 2035–2046

【謝辞】

海水採取にご協力いただいた蒼鷹丸・長崎丸の関係者に感謝いたします。

Study on fate of polycyclic aromatic hydrocarbons in coastal marine environments

沿岸域における多環芳香族炭化水素類の動態解明研究

Rodrigo Mundo ¹, Tetsuya Matsunaka ^{2,*}, Hisanori Iwai ², Shinya Ochiai ² and Seiya Nagao ²

¹ Division of Material Chemistry, Graduate School of Natural Science and Technology,
Kanazawa University, Kanazawa 920-1192, Japan

² Low Level Radioactivity Laboratory, Institute of Nature and Environmental Technology,
Kanazawa University, Nomi 923-1224, Japan Rodrigo Mundo

[Introduction]

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), released to the environment from fuels incomplete combustion as well as the leakage of petroleum derivatives, are hazardous pollutants with adverse carcinogenic and/or mutagenic potential.

Located in a remote rural area in Ishikawa Prefecture, Nanao Bay is renowned for the Oyster production. Kumaki, Otsu and Ninomiya rivers, with different land usages in their courses, flow into the southwest part of the bay, generating an estuary-like environment with shallow waters (2–3 m). In the north-east part of the bay, a sandy seafloor, and deeper waters (8–15 m) are characteristic. Due the embryogenic effects of PAHs, determination of concentrations and spatial distribution in seawater of West Nanao Bay is essential to ensure the safety and sustainable oyster production.

In concrete, this study aims to elucidate (1) levels, (2) emission sources, (3) environmental pathways and (4) ecological risks of PAHs in West Nanao Bay, Noto Peninsula, through the seasonal monitoring of the spatial distribution, as well as phase partitioning, of PAHs in seawater. Seasonal sampling was conducted between May 2019 and September 2020. Water quality parameters (e.g. salinity, turbidity, etc.) were recorded simultaneously on the field.

[Experimental]

Seawater (10 L) was collected from 15 sampling points and stored in stainless well-closed containers to avoid PAHs photodegradation and any residual contamination. PAHs in seawater samples were separated and concentrated as particle phase ($> 0.5 \mu\text{m}$) and dissolved phase by tandem filtration with GC-50 glass fiber filters and solid phase extraction Empore C18 disks. Deuterated standards were used to adjust extraction recoveries. Samples were analyzed with a HPLC-fluorescence detector. Chromatographic separation was performed using an Inertsil ODS-P column at 30 °C. The mobile phase was a mixture of acetonitrile and water operated under a gradient elution, starting at 55% and increasing to 99% acetonitrile over 65 min at a flow rate of 1 mL min⁻¹

[Results and Discussion]

The annual all-points average $\Sigma_{14}\text{PAHs}$ in surface seawater samples was 11.01 ng L⁻¹, of which 43.9% was particulate phase and 56.1% was dissolved phase. Based on the salinity and turbidity spatial distribution, riverine runoffs were determined to be a major, and continues transportation pathway of particulate PAHs towards the bay. Highest particulate PAHs and

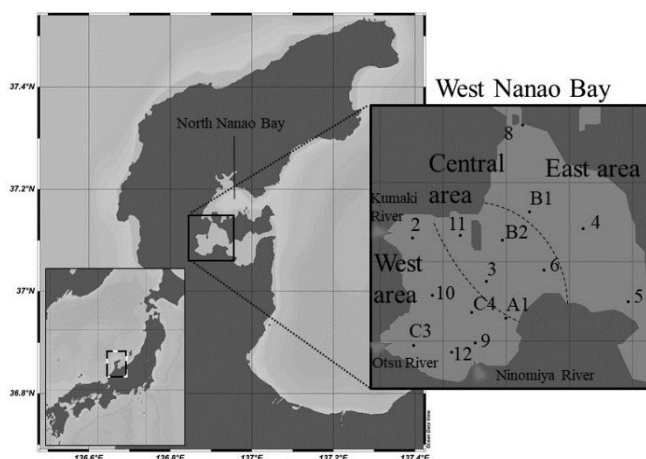


Figure 1. Sampling points at West Nanao Bay, Noto Peninsula, Japan. May 2019 – September 2020

turbidity were observed in the west area, the decrease towards the east area was the general trend (Fig. 2, dark gray dotted and triangle-marked solid lines, respectively). Per-area-average salinity (Fig. 2, circles-marked solid lines) had opposite trends. Poor correlation of salinity and dissolved PAHs in the surface layer was observed. That and river water samples at rain and rainless periods suggest that dissolved PAHs would have same input routes as particulate PAHs but within rain-dominated pulses. Furthermore, dissolved PAHs did not follow significantly change with depth even at stratified water columns. The results can be attributed to long retention time of the water mass of the semi-enclosed bay. Based on $[\text{Flu}] / [\text{Flu} + \text{Pyr}]$ and $[\text{BaA}] / [\text{BaA} + \text{Chr}]$ ratios, and a varimax rotated PCA, it was established that biomass combustion was the principal source to the particulate phase and liquid fossil fuel combustion to the dissolved phase. The risk coefficients ($\text{RQ}_{\Sigma 14\text{PAHs (NCs)}}$) (0-84.53) indicated that PAHs represented a very low to low environmental risks in the surface layer. $\text{RQ}_{\Sigma 14\text{PAHs (NCs)}}$ (0-174.04) in the vertical profiles indicated that PAHs risks increase towards the bottom layer but would still represent a very low to low environmental risks.

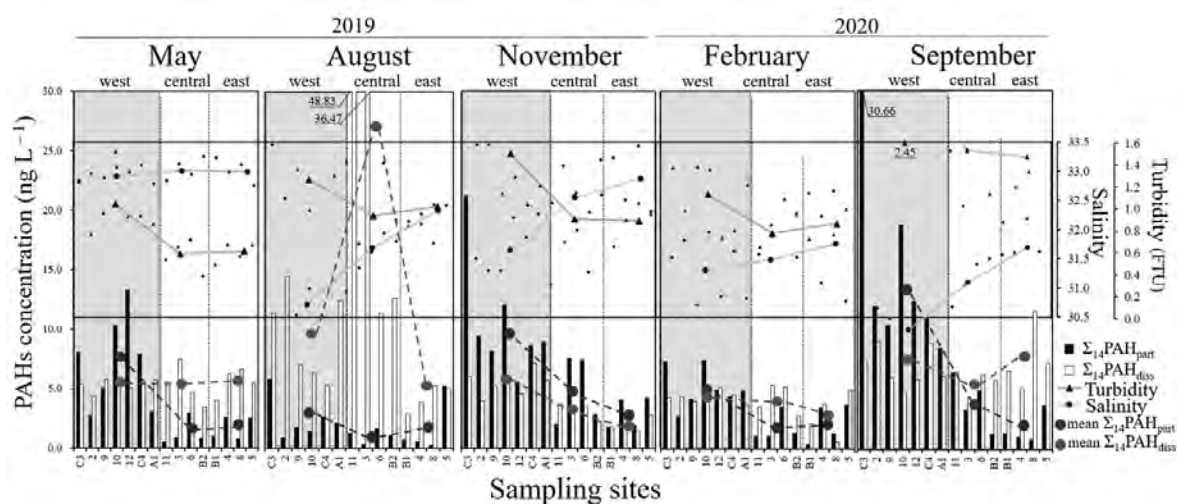


Figure 2. Variations in particulate ($\Sigma_{14}\text{PAH}_{\text{part}}$, black) and dissolved ($\Sigma_{14}\text{PAH}_{\text{diss}}$, white) PAHs in West Nanao Bay, Japan; May 2019–September 2020. Mean $\Sigma_{14}\text{PAH}_{\text{part}}$ and $\Sigma_{14}\text{PAH}_{\text{diss}}$ by area is marked in dark and light gray, respectively. Mean turbidity (FTU) and salinity by area is marked as triangles and circles, respectively.

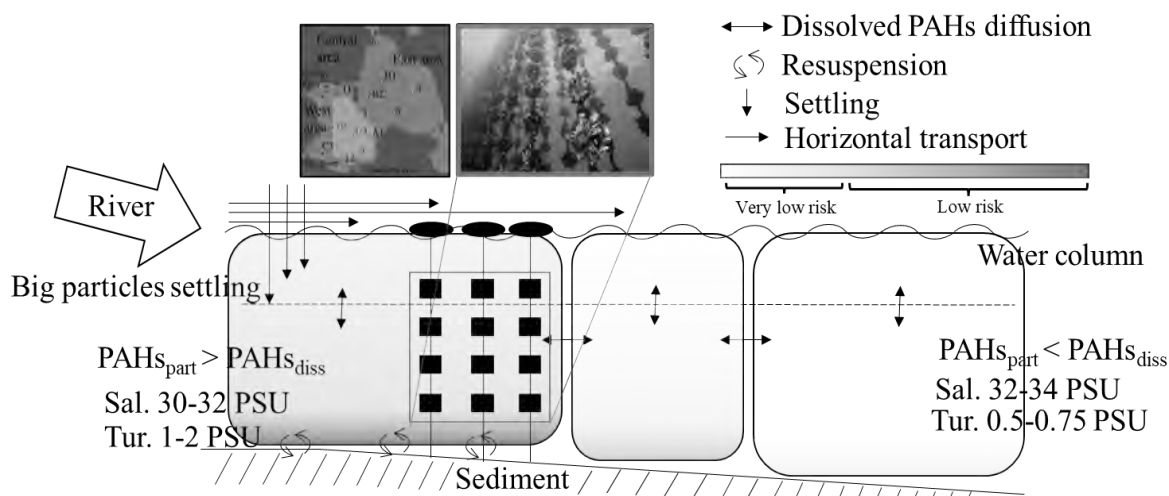


Figure 3. Schematic representation of spatial distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in West Nanao Bay and their implication in environmental risks

編集委員会

編集委員長：長尾誠也

福士圭介・井上睦夫・関口俊男・唐 寧・塚脇真二

（編集補助：松田彩子・大内朋子）

金沢大学環日本海域環境研究センター

令和3年度年報

発行日 2022年7月

発行人 長尾誠也

編集・発行 金沢大学環日本海域環境研究センター
〒920-1192 金沢市角間町

印刷所 田中昭文堂印刷株式会社

INSTITUTE OF
NATURE AND
ENVIRONMENTAL
TECHNOLOGY

