

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

令和二年度 **年報**



2020

<http://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	22
5. 研究費	57
6. 研究指導	61
7. その他	64
研究報告	67

表紙写真説明

「日暈 (HALO)」

七尾市で2019年4月に撮影された日暈。上層の雲を形成している氷晶がプリズムとして働くことで太陽の周りに見られる大気光学現象。色が内側から赤～紫へと変化する様子がわかる（虹とは逆の順）。

（撮影：松木 篤，環日本海域環境研究センター大気環境領域）

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 年度からは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・共同研究拠点到に認定されました。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ー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を評価する予定です。

令和 2 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 55 件（国際共同研究 16 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 3 件、研究集会 3 件と 2019 年度に比べて総採択件数は 10 件、平成 28 年度に比べて 56 ポイント増加し、国内外の共同研究ネットワークの拡充が進んでいます。令和 2 年度は、コロナウイルスの拡散を抑えるため、4、5 月に全国の大学や研究機関の活動が制限されました。その後に徐々に緩和され、国内の共同研究は 6 月以降活動できるようになり、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。一方、海外の研究機関との共同研究では、相互の調査フィールドにおいて共同での調査の実施は難しく、それぞれのフィールドで調査を行い、成果を組み合わせることで対応しています。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、金沢大学の留学生を対象に開講しました。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。現在でも、コロナ禍による研究活動のマイナス要因への対応とともに、ポストコロナを見据えた新しい共同研究の形態を検討しています。その一方で、コロナ禍による産業の停滞に伴う越境汚染の低減化・応答性に関する貴重な観測データも得ることもできています。本年報では、研究拠点形成の基盤となる必要な情報・成果を取りまとめています。この年報・ホームページを通して我々の研究に興味をもたれた方は、当センターの研究理念を共有し、研究拠点形成へのご参画をお願いいたします。

令和 3 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「オンラインによる共同研究の発展への挑戦」(Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussion)
・Joint Usage/Joint Research Symposium on Integrated Environmental Studies(2020 年 11 月 30 日-12 月 1 日)
・Chozen International Symposium on Understanding the Transboundary Pollution along North-South Transect in western Pacific region (2020 年 12 月 2-3 日)
(金沢大学図書館棟大会議室/オンライン, 金沢, 143 名(米国・タイ・モンゴル・インド・韓国・中国・台湾・ロシア・日本より))
- 2) 環日本海域環境研究センター連携部門国際情報交換会(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(城乡可持续发展与生态文明)」(2021 年 3 月 12 日, 金沢大学自然科学大講義棟/オンライン, 金沢, 35 名)

(2) 研究会等の開催

- 1) 環日本海域環境研究センター2020 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評価(その 2)」(2021 年 1 月 18 日, 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/オンライン, 19 名)
7 件の発表終了後に行われた総合討論では, それぞれの報告を受けて, 陸と海の物質循環を確実に捉えることができるトレーサー, および方法論の確立が必要であることを確認した。また, 新たな視点として, 干潟における物質収支の研究に必要性も確認できた。
- 2) (共催)第 3 回いしかわ海洋教育フォーラム～with コロナ時代の里海授業～(2021 年 2 月 27 日, 金沢海みらい図書館, 40 名)(主催:一般社団法人能登里海教育研究所)
- 3) (共催)第 4 回富山湾研究会(2021 年 3 月 2 日, 金沢大学角間キャンパス, 26 名)(主催:富山湾研究会)
- 4) 環日本海域環境研究センター2020 年度研究集会(ロシア科学アカデミー極東支部 V.I.II'ichev 太平洋海洋研究所)「Understanding Present Environmental Situation of Marginal Sea (III)」(2021 年 3 月 10 日, 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/オンライン, 13 名)
- 5) 2020 年度共同利用研究成果報告会(2021 年 3 月 11-12 日, 金沢大学自然科学大講義棟 1 階 AV 講義室/オンライン併用, 金沢, 111 名)
- 6) アンコール世界遺産インターンシップ 10 周年記念シンポジウム「10 年間の海外プログラムをふりかえって」(2021 年 3 月 13 日, 金沢大学自然科学大講義棟, 金沢, 16 名)
- 7) 環日本海域環境研究センター2020 年度研究集会(復旦大学公共衛生学院)「KU-FDU Joint Workshop on Environmental Issues Latest Advances on Public Health and Environmental Pollution」(2021 年 3 月 29 日, オンライン, 16 名)

(3) 社会教育を目的とした実習・講義

- 1) 福士圭介：金沢大学サテライト・プラザミニ講演「火星の水はどんな味？」（2020年7月11日，金沢大学サテライトプラザ，金沢，28名）
- 2) 塚脇真二：金沢市ならびにその周辺地域に分布する高窪層上部から大桑層下部にかけて挟在する凝灰岩の見学会，北陸地盤工学会（2020年7月18日，金沢，29名）
- 3) 本田匡人：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～，アメリカの消費社会と人間への健康リスク」（2020年8月22日，金沢大学サテライトプラザ，金沢，17名）
- 4) 福士圭介：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～，モンゴルの四季と環境汚染」（2020年8月22日，金沢大学サテライトプラザ，金沢，17名）
- 5) 本田匡人：「海洋マイクロプラスチックによる食品汚染～いま何ができるか～」石川県消費生活支援センター主催 消費者セミナー2020（2020年9月18日）
- 6) 福士圭介：市民講演会「石と水と生命—生命をつないだ“石”，深海極限環境，そして火星へー」（2020年10月4日，金沢大学角間キャンパス自然科学系図書館棟1階大会議室，金沢，38名）
- 7) 鈴木信雄：実験教室「ウイルスのお話し」（2020年10月24日，金沢海みらい図書館，金沢）
- 8) 唐寧・松木篤：市民講演会「コロナウイルス禍の影響—産業縮小により越境汚染はどの程度低減化するのか？」（2020年11月22日，金沢大学サテライト・プラザ，25名）

(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「オンラインによる共同研究の発展への挑戦」(Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussion) (2020年11月30日-12月3日，金沢大学図書館棟大会議室/オンライン，金沢，143名)

陸域環境部門 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9カ国（アメリカ，タイ，モンゴル，インド，韓国，中国，台湾，ロシア，日本）から延べ143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国立環境研究所地球環境研究センターの谷本浩志博士と中国北京大学公共衛生学院の郡芙蓉教授を招いた。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：PAHの動態，4）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・ウッズホール海洋研究所のKen Buesseler 博士，当センターの唐寧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13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，24件の発表があった。ベスト学生ポスター賞は梨花女子大学 Na Rae Choi さん，および金沢大学大学院 Rodrigo Mundo さんに授与された。また特設サイトではサマースクールの実習ビデオおよび参加者からのビデオメッセージを掲載し，情報共有および人的ネットワークの拡充に活用した。

- 2) 環日本海域環境研究センター連携部門国際情報交換会（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（城乡可持续发展与生态文明）」（2021年3月12日、金沢大学自然科学大講義棟1階AV講義室/オンライン併用、金沢、31名）

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汚染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。この連携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、新型コロナウイルス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自然科学系図書館棟にて学内関係者のみで開催した。このような経緯を踏まえて当年度は、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12日に開催した。中国側からは「村落政治におけるヤオ族の女性リーダーについて」、「中国農村における内発的発展の可能性に関する一考察—中部三村を例として—」、そして「大気汚染が性と生殖に関する機能に及ぼす影響」の3報告が、一方の日本側からは「農業農村消滅の危機と再生の可能性：日本の現状を踏まえて」、「農地の生物多様性をはぐくむ日本の環境保全型農業」、「農地生態系における絶滅危惧種の保全」、「持続発展のための世界農業遺産サイトの相互交流（6年間の成果と今後の展望）：能登および佐渡（日本）とイフガオ棚田（フィリピン）」、「農地の生物多様性をはぐくむ日本の環境保全型農業」、「草地生態系における絶滅危惧種の保全—さいたま市田島ヶ原サクラソウ自生地を例に—」、そして「石川県の都市部および郊外部における人間社会への農薬の暴露と蓄積」の5報告があり、その後に参加者全員での討論会を実施した。両国での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。

- 3) アンコール世界遺産インターンシップ10周年記念シンポジウム「10年間の海外プログラムをふりかえって」（2021年3月13日、金沢大学自然科学大講義棟、金沢、16名）

連携部門 塚脇真二

学生や大学院生の国際化教育支援を目的として、アンコールワット寺院で有名な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での、海外インターンシッププログラムを連携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、前年度末からの世界的な新型コロナウイルス問題のため当年度の実施は見送らざるを得なかった。これに代わっての当プログラム10周年記念シンポジウムを金沢大学自然科学系大講義棟で開催した。当シンポジウムではこれまでの10年間のプログラムをふりかえりつつ、主催組織である金沢大学と公立小松大学の責任者、平成26年度以来の合同実施大学である埼玉大学のプログラム責任者、および、カンボジアでの海外学生プログラムを運営する中央大学のプログラム責任者からの報告、ならびに当プログラムのかつての参加者5名からの報告があった。次年度に当プログラムが実施できるかどうかはまだわからないが、このシンポジウムでの成果として、これまでの10年間をとおしての参加学

生の学類構成や就職先、学生の意識の変化などを把握することができた。

(5) 人材育成プログラム

- 1) 2020 年度前期 環境試料の多環芳香族炭化水素分析講習会（2020 年 6 月 16 日，ハードラボ 3，1 名）

- 2) 富山国際大学 臨海実習（2020 年 7 月 10 日，富山国際大学，40 名）

2020 年 7 月 10 日に，COVID-19 の影響により，臨海実験施設を利用できなかった。そこで富山国際大学にて実施した。海産無脊椎動物の分類系統学の講義とイカの解剖実習を実施した。

- 3) 第 1 回公開臨海実習 環境保全に関する実習（2020 年 7 月 24 日，角間キャンパス，31 名）

COVID-19 の影響を受けて，他大学の受け入れは難しいと判断して，学内の実習で同じような内容の実習（生物学実習 1）を充てて実施した。実習 1 は，エビの解剖，海藻の薄層クロマトグラフィー及びキジハタのウロコの色素細胞の実験を実施した。

- 4) 金沢二水高校 臨海実習（2020 年 8 月 6-7 日，臨海実験施設，22 名）

6 月 23 日に事前講義を二水高校にて実施した。8 月 6 日に日帰りで磯採集・乗船実習を実施した。8 月 7 日は，二水高校に採集した動物を運搬して実施した。

- 5) 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（2020 年 8 月 27 日，9 月 1 日，角間キャンパス，延べ 50 名）

COVID-19 の影響を受けて，他大学の受け入れは難しいと判断して，学内の実習で同じような内容の実習（生物学実習 6 及び 7）を充てて実施した。実習 6 は，魚類の浸透圧調節及びミネラル代謝について講義し，キンギョに高 Ca コンソメ溶液を投与，血液を採取して，その血液中のカルシウム濃度を測定した（受講生 21 名）。実習 7 は，海産無脊椎動物の講義を行い，海産動物の分類及びスケッチを行った。プランクトンの観察やイカの解剖も行った（受講生 29 名）。

- 6) 石川県立七尾高校 スーパーサイエンスハイスクール（2020 年 9 月 8-10 日，臨海実験施設，45 名）

9 月 8 日（火）に日帰りで磯採集・乗船実習を実施した。9 月 9 日及び 10 日は，七尾高校に採集した動物を運搬して実施した。

- 7) サマースクール（2020 年 9 月 21 日～26 日，臨海実験施設および低レベル放射能実験施設，6 名）

金沢大学より留学生 4 名を含む 6 名の学生の参加を得て，臨海実験施設および低レベル放射能実験施設での実習を中心とするサマースクールを今年度も実施した。参加学生は少人数の班にわかれて海洋化学，海洋生物学，陸水環境学，放射化学，植物生態学，地形・地質学等の課題に取り組み，その成果をレポートにまとめ提出した。修了証は，長尾誠也センター長より授与された。実際の運営にあたっては，新型肺炎問題に深慮し，毎朝夕の体温検査および作業毎のアルコール消毒，ソーシャルディスタンスの十分な確保，マスクの常時着用といった感染防止対策を徹底し，実習を行うにあたってグループワークは行わないなどの対策を実施した。

- 8) 2020 年度後期 環境試料の多環芳香族炭化水素分析講習会（2020 年 10 月 14 日，ハードラボ 3，4 名）

- 9) 大学コンソーシアム石川 海洋生化学実習（2020 年 11 月 14-15 日，角間キャンパス，15 名）

2020 年 11 月 14-15 日，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 組織と運営

(1) 部門紹介

研究領域部門

【大気環境領域】

本領域では黄砂や 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。

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

助教：関口俊男，木谷洋一郎，落合伸也，松中哲也，本田匡人

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 (2020 年 10 月～)
准教授	松木 篤, 唐 寧 (～2020 年 9 月), 猪股弥生
博士研究員	Nicosia Alessia (～2020 年 9 月), 張 露露 (2020 年 10 月～)
技術補佐員	加藤奈緒子
客員教授	西川雅高, 島 正之
名誉教授研究員	早川和一
連携研究員	机 直美, 邵 平, 丁子哲治

【海洋環境領域】

教 授	鈴木信雄
助 教	関口俊男, 木谷洋一郎
技術職員	小木曾正造
技術補佐員	中町 健
事務補佐員	曾良美智子
客員教授	山内皓平, 大嶋雄治
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
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・補佐員	茶木春奈, 西川方敏
客員教授	谷口真人, 黄 誌川
連携研究員	宇都宮大輔, 中山節子, 嘉瀬井恵子, 中村浩二, 野村進也, 邱 振勉, 濱島靖典 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
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) 越境輸送多環芳香族炭化水素の呼吸器疾患への影響評価

東アジアにおいて気管支喘息などによる呼吸器疾患の増加は、粒子状物質（PM）などに含まれる多環芳香族炭化水素（Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, PAH）類や黄砂の増加と関連していることはよく知られている。一方、慢性咳嗽などの呼吸器疾患は、咳喘息、アトピー性咳嗽や副鼻腔気管支症候群など、典型的な気管支喘息とは発症機序が異なることから、新たな慢性咳嗽疾患であると考えられている。本研究では PAH の観測データと慢性咳嗽疾患の疫学データに関する研究結果に基づいて、化学輸送モデル(RAQM2-POP)を用いた発生源寄与率と慢性咳嗽疾患との関係についての解析を行った。PAH 濃度の高かった冬季には、NCHN 及び CCHN からの PAH 越境輸送の寄与率が高く、両地域からの寄与率が 70%以上であった。特に、PAH 濃度が高濃度で、非喘息者の有症率が高い日には、CCHN からの寄与率が大きく、中国起源の PAH の輸送が多いことが明らかになった。また、NCHN の空気塊が多く到達している日には、中国北部からの PAH 越境輸送に加えて、極東ロシアからの寄与も大きかった。気象解析から、PAH 高濃度・非喘息者の有症率が高い日は、その数日前から上空への空気の輸送・拡散が抑えられた冷たい空気が金沢上空に流れてきていた。このことは、越境輸送による PAH、或いは他の成分も含めた有害大気汚染物質による慢性咳嗽は、気象状況と密接に関係している可能性が示唆された。

(2) 能登大気観測スーパーサイト（珠洲測定局）

1) 能登大気観測スーパーサイトを軸とする国際共同研究の展開

能登半島先端にある金沢大学能登学舎（旧小泊小学校）の一角を拠点に、国内外の関連研究機関と連携しながら環日本海域における微量気体成分、大気エアロゾルの連続観測を継続している。大気エアロゾルに含まれるブラックカーボン粒子（BC）は太陽光の直接吸収や雪氷面の反射率低下を通じて地球温暖化に影響する。珠洲測定局は JAMSTEC との共同研究を通じて日韓 3 地点での長期連続観測の一翼を担い、短寿命放射強制因子としても注目される BC の湿性沈着率を定量的に評価した。さらに、この観測から得られたより正確な除去効率に基づいて、東アジア地域における湿性・乾性沈着モデルの検証を行った。また、今年度新たに韓国梨花女子大学からの受託研究として、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）の計画が採択され、第 1 回目となる集中観測を行った。

2) 個別粒子新規分析手法の開発と実大気エアロゾルへの応用

大気エアロゾルの付着力は、太陽光パネルに沈着した粒子による発電効率の低下や、黄砂などの粘土鉱物粒子に吸着された放射性セシウムの再飛散現象など、一旦粒子が地表に沈着した後に起こる大気の境界を超えた環境問題とも密接に関わっている。本研究では、原子間力顕微鏡 AFM の応用により、個別粒子単位で大気エアロゾルの物性が直接測定可能な独自の評価手法を確立した。この手法では AFM のプローブを物理的に粒子の表面に接触させることで、ナノメートルスケールの分解能で個別粒子表面の形状を写し取ると同時に、その付着力を測定する。その実大気への応用を通じ、実際に粒子の付着力がその主成分と大気中での変質過程に応じて変化することを初めて定量的に明らかにした。また、個別レベルでの物性評価が可能となったことにより、従来

のバルク的な手法では埋もれてしまっていた著しく付着力の高い粒子の存在も明らかになるなど、未開拓だった領域ならではの新しい発見が得られている。

(3) 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、 176 pg/m^3 、総浮遊粒子状物質（TSP）濃度は $9.93 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ であり、これらはいずれも昨年度（PAH: 220 pg/m^3 ; TSP: $13.6 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ）より著しく減少した。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 299 pg/m^3 と $10.9 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ であり、期間中の PAH、TSP 濃度と同様に、昨年度（PAHs : 291 pg/m^3 ; TSP : $9.17 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ）より若干高かった。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 $35.2 \text{ pg/}\mu\text{g}$ であり、昨年度の $31.7 \text{ pg/}\mu\text{g}$ より高かった。

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が、今年の 3 月 14 日と 29 日に 2 回の黄砂イベントが観測された。それにより、 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度が 1 時間値で最大 $35 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ と $90 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ であった。また有機炭素（OC）の濃度も 1 時間値で最大 $2 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ と $9 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ にまで上がった。しかし、黄砂イベント時における PAH 濃度の大きな上昇が認められなかった。詳細は気象情報を含めて検討中である。

(4) 大気観測ネットワーク

大気観測ネットワークにおける一斉調査は 6 月から 8 月まで、オークランド、ウランバトル、札幌、金沢、ウラジオストック、ソウル、瀋陽、北京、上海、台北及びハノイの 10 都市で行った。大気中 10 種 PAH 濃度は、ウランバトル (2.96 ng/m^3) > 瀋陽 (2.83 ng/m^3) > ハノイ (2.20 ng/m^3) > ソウル (1.74 ng/m^3) > 北京 (0.89 ng/m^3) > 台北 (0.81 ng/m^3) > ウラジオストック (0.54 ng/m^3) > 上海 (0.49 ng/m^3) > オークランド (0.35 ng/m^3) > 札幌 (0.25 ng/m^3) > 金沢 (0.14 ng/m^3) (9 種 PAH のみ) の順であり、大気中 3 種のニトロ多環芳香族炭化水素（NPAH : 1-ニトロピレン、2-ニトロピレン、2-ニトロフルオランテン）濃度は、瀋陽 (265 pg/m^3) > ソウル (40.5 pg/m^3) > ウランバトル (39.7 pg/m^3) > ハノイ (38.3 pg/m^3) > 北京 (35.3 pg/m^3) > 上海 (22.8 pg/m^3) > 台北 (5.62 pg/m^3) > 札幌 (5.21 pg/m^3) > オークランド (3.57 pg/m^3) > ウラジオストック (2.30 pg/m^3) の順であった。大気中 PAH は化石燃料やバイオマスの不完全燃焼が主要発生源に対し、大気中 NPAH は燃焼プロセスにより一次生成のほか、母核の PAH が大気中でラジカル反応を介して二次的に生成するものもあるため、上述の都市間の大気中 NPAH 濃度順位は PAH のそれと異なった要因として、その都市の大気中に共存する酸化種や気象条件の特異性が挙げられる。

(5) 大気汚染物質の新規解析法開発と発生源、疾病要因解析への展開

$\text{PM}_{2.5}$ の環境基準測定は粒子の大きさに基づく方法が用いられているが、発生源や健康影響との関連解明には甚だ不十分である。従来の多くの実試料分析結果から、PAH に対する NPAH の濃度比が、発生源の燃焼温度に依存することを見出し、この原理に基づいて大気中のピレン（Pyr）と 1-ニトロピレン（1-NP）の濃度だけで、 $\text{PM}_{2.5}$ の主要燃焼発生源の寄与を解析する画期的な方

法を開発した。更にこの原理を発展させて、PAH 類と NPAH 類の主要発生源の寄与を解析する方法も開発した。

上記方法を金沢市大気に適用して次のことを明らかにした。1) PM_{2.5} に占める燃焼発生源の寄与は 2.1%以下と小さいが、その濃度には季節変化(冬>夏)があり、通年の発生源は自動車 31%, その他 69%で、前者の寄与率は経年的に減少している。2) PAH 類の発生源は自動車以外(石炭燃焼等)の割合が大きい、NPAH 類は殆ど金沢市及び近隣の自動車である。3) 金沢市への黄砂飛来時に、中国で発生した PAH 類の長距離輸送ルートによっては PAH 類の濃度も上昇させることがある。

一方、大気中 PAH 類と呼吸器疾患(咳嗽症状の悪化)との関連解明とを目的に、環境省環境総合研究推進費(代表中村裕之)研究の一環で国内各地の大気粉じんの捕集と PAH, NPAH 類の分析を継続中である。本研究にも上記方法を適用して、発生源と疾病要因の関連解析を進めている。

【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。過去に魚類体表粘液が魚病細菌に効果的に作用することが観察されたことを端緒として、原因物質の同定を試みたところ、この物質は L-アミノ酸オキシダーゼ(LAO)であることがわかった。本成果は、魚類体表から抗菌物質として LAO を見出した初の例となった。

令和 2 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、その産生組織および産生細胞の特定に着手した。当該年度においては抗キジハタ 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試みた。はじめに、各組織に含まれる LAO 抗原交差タンパク質をウエスタンブロッティング法により検出した。キジハタ組織抽出液を調製し、これを SDS-PAGE に供し分離した。その後、ポリビニリデンジフルオリド膜に電氣的転写を行い、スキムミルクによるブロッキング後、抗キジハタ LAO 抗血清および西洋ワサビペルオキシダーゼ標識抗ウサギ IgG マウス抗体を順次反応させた。反応後の膜にアミノエチルカルバゾール発色基質溶液を曝露させキジハタ LAO を可視化させた。LAO の同定は可視化されたバンドの移動度および精製抗原による中和で評価した。その結果、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、前腎および後腎で検出された。この結果を踏まえ、組織内における局在を免疫組織化学的手法で検討した。新鮮凍結切片を作製し、ウエスタンブロッティング法に準じた方法で抗キジハタ LAO 抗血清を反応後、ジアミノベンチジン発色基質溶液で LAO を可視化した。その結果、皮膚と鰓では体表粘液と粘液細胞に陽性反応が見られた。前腎および後腎においては、尿細管間隙と血管内皮に強い陽性反応が観察された。心臓においても、混入している血液以外に房室弁で陽性反応が見られた。以上の結果から、キジハタにおいて LAO は体表と血管内皮で産生されていることが予想された。

この成果は山本葉月君の卒業論文として取りまとめられ、「組織化学的手法による魚類抗菌タンパク質の局在について」として令和 3 年 2 月 15 日に卒業論文発表会で公表した。

(2) 無脊椎動物及び脊椎動物の比較生理・内分泌学的研究

関口助教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。これまでアカエイに 2.5M 塩化カルシウムを含むコンソメ溶液を投与し、経時的に血漿を採取、血漿カルシウム濃度を測定した結果、3 時間にピークを示す血漿カルシウム濃度の上昇とその後の緩やかな低下を確認した。今年度は、その再現性を検証するとともに、持続時間を確認した結果、3 時間後のピークから定常状態に戻るのが、およそ 4 日後であり、24 時間程度で定常状態に戻る硬骨魚類と比べると長期間高カルシウム血漿の状態にさらされることが明らかになった。このことからアカエイは、カルシウムの排出機構が硬骨魚に比べると未発達であると共に、血中カルシウム濃度が高くても個体の生存に影響がなく、細胞レベルで高カルシウム濃度に対する耐性を有することが推測される。さらに、カルシトニンの下流で働くことが想定される体内へのカルシウム取り込みや体外へのカルシウム排出に関与する遺伝子について解析している。今年度は、共同研究者である東京大学大気海洋研究所の兵藤 晋教授、高木 互助教が、アカエイ腎臓の RNA-seq 情報から同定した Calcium-sensing receptor (CaSR) の組織発現分布を RT-PCR 法で検討した結果、CaSR はユビキタスな発現が認められた。

(3) 海産無脊椎動物における環境汚染物質応答機構

関口助教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、カタユウレイボヤ (*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、旭川医科大学の矢澤隆志先生との共同研究で、ホヤの PAH 受容体を探索した。候補は、芳香族炭化水素受容体 (AhR) である。ホヤ AhR-GAL4 融合蛋白質発現ベクターと GAL4 ルシフェラーゼレポーターベクターを哺乳類細胞株に導入し、脊椎動物 AhR の著名なリガンドである TCDD (ダイオキシンの一種) を添加後、ルシフェラーゼ活性を測定した結果、濃度依存的な TCDD による AhR の転写活性上昇を検出した。さらに PAH のひとつである Benzo[a]pyrene も濃度依存的にホヤ AhR に応答することが明らかとなった。これらの結果は、ホヤ AhR がリガンド認識活性を持つことを意味する。これは、無脊椎動物で初めての発見である。本研究は、クリタ水・環境科学振興財団の助成のもとで実施された。

(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。そこでスチレンオリゴマーの毒性を調べた。ビスフェノール A を魚に投与することにより、骨代謝に関与するホルモンの分泌と血液中のカルシウム濃度に影響を及ぼすことを報告している（Suzuki and Hattori, Life Sciences 2003; Suzuki et al., Zoological Science, 2003）ので、骨代謝に注目してスチレンオリゴマーの影響を調べた。魚類のウロコを用いた *in vitro* バイオアッセイを用いて、淡水魚のキンギョのウロコの骨芽細胞及び破骨細胞に対する作用を解析した。即ち、スチレンモノマー、スチレンダイマー及びスチレントリマー（10, 100 及び 1000 $\mu\text{g/l}$ ）を入れてウロコを 6 時間培養後に破骨細胞及び骨芽細胞の活性を測定した。その結果、キンギョにおいては、スチレンオリゴマー（10 及び 100 $\mu\text{g/l}$ ）は、破骨細胞及び骨芽細胞の活性を上昇させるように作用した。したがって、スチレンオリゴマーは、魚類の骨代謝に影響を及ぼしていることが判明した。今後、詳細な機構を調べていく予定である。

(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，審査請求中）。本年度、この特許を基にして三井物産ケミカル（株）と共に申請した科学技術振興機構の A-STEP が採択された。さらに今年度、三井物産ケミカル（株）に加えて、赤穂化成工業（株）との共同研究も開始した。海洋深層水を魚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) 地質学分野（塚脇真二）

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) 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今年度は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、同世界遺産の自然環境が徐々に回復している状況の把握につとめた。

2) 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。今年度は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た。

3) 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ブーケット校観光学部の研究者と実施した。

4) 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行った。

5) 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、関連する論文 2 編を公表した。これとともに、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) 地球年代学・地球化学分野（長谷部徳子・福士圭介）

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) モンゴル南部塩湖の古環境解析

モンゴルの気候は偏西風、アジアモンスーン、シベリア高気圧の勢力に依存し、近年の温暖化で乾燥化が懸念されている地域である。オルゴイ湖はモンゴル中南部「Valley of the Gobi Lakes」と呼ばれる湖が集中している谷に存在し、この地域の湖の主な水供給源であるハンガイ山脈の麓に位置する湖である。Valley of the Gobi Lakes には干上がってしまった湖も多く、水源に近いオルゴイ湖の研究は水供給量の変遷の理解に適している。本研究では、オルゴイ湖で掘削された長尺コアに石英、カリ長石を対象とした光励起ルミネッセンス（以下 OSL）年代測定と、堆積物 TOC、

植物残査，貝化石を対象とした放射性炭素（以下 14C）年代測定を適用し，年代の比較・検討を行った。

その結果同じ層準からの年代値は 14C 年代が最も古く，石英の OSL 年代が最も若かった。カリ長石の年代はその中間であるが，下部の試料は 14C 年代と同等の値を出す層準もあった。これらの結果から，OSL 年代は光曝の影響，もしくは含水率の変動に伴う年間線量の過大評価のため，見かけ年代が若く計算されたと考えられる。ただしカリ長石の年代は，その影響は下部試料では無視できる可能性があったことがうかがえた。その結果に基づき 14C 年代を堆積年代として採用し，統計的に扱うことによって，オルゴイ湖の環境変遷史に連続的な時間的情報を提供し，化学的指標から示唆されていたオルゴイ湖への氷河の融解水の供給と，既報により提案されていた氷河の発達史とを関連付け，氷河の融解によると思われる多量の水の供給時期を明らかにした。

2) アルカリ塩湖の水質制御物質に関する研究

地球上のアルカリ塩湖の水質は含水炭酸塩鉱物であるモノハイドロカルサイトと非晶質炭酸マグネシウムとの化学平衡によりコントロールされることが指摘されている。一方，自然界のアルカリ塩湖におけるこれら希少炭酸塩の生成過程はこれまで観察されていなかった。本研究はモンゴルのバレー・オブ・ゴビレイクに存在する 3 つの塩湖（オルゴイ湖，ブンツァガン湖，オログ湖）を対象に，湖水懸濁物質の採取を行った。得られた湖水試料から超遠心分離と凍結乾燥処理により浮遊物質を回収し，粉末 X 線回折法により鉱物同定を行った。その結果，検討を行った 3 つの塩湖から得られた試料すべてからモノハイドロカルサイトの存在が検出された。また得られた浮遊物質の選択抽出分析から，非晶質炭酸マグネシウムの存在が示唆された。

(3) 環境汚染学分野（本田匡人・福士圭介）

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。また，日本海域地域の休廃止鉱山地域における有害微量元素の動態解析，有害重金属を除去する環境浄化材料の開発も行った。

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でヒト尿検体を収集し，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。石川県において 2019 年 1-3 月にヒト尿を収集し，農薬および代謝産物の尿中濃度を測定結果，前年度で 3 県間(石川県・新潟県・福岡県)の検体を分析した場合と同様に，Acetamiprid の代謝産物である Acetamiprid-N-desmethyl (N-DMA) が最も高頻度で検出され，それに続いて Thiamethoxam (THX) が良く検出された。地域差を検証するため金沢地方(都市部)と能登地方(郊外部)で比較を行ったが，有意な濃度差は検出されなかった。アンケート調査の結果と尿中濃度の比較解析を行った結果，野菜(小麦製品・芋類・シリアル類)を多く摂取するほど尿中濃度が増加する有意な傾向が検出された。

2) フナムシをモデル生物とした潮上帯の生態系での環境汚染調査

渚域・潮間帯，特に潮上帯での環境汚染の実態調査のため，本研究では九州大学と共同でフナムシを用いた渚域の環境バイオモニタリングを進めており，周辺地域の都市圏からの流出が特に多いと考えられる日本海沿岸地域を対象としている。日本海沿岸地域でのフナムシ(*Ligia* sp.)と周辺環境試料間の PAH 類の濃度分析し，PAH 類の暴露経路を推測した結果，3 環以下の PAH 類は

主に摂餌や土壌からの暴露が優位であり、4 環以上の PAH 類は海水やその他の環境因子からの暴露が優位であることが示唆された。この結果をまとめ、学術論文として国際誌にて発表した。またこれと並行して、2011 年の東日本大震災によって引き起こされた環境汚染を調査するため、九州大学などと共同してフナムシにおけるダイオキシン類および重金属類の汚染調査を行った。その結果、震災および津波被害の該当地域においてはその他の地域と比較して顕著に高濃度のダイオキシン類が検出された。この結果をまとめ、学術論文として国際誌にて発表した。

3) 不純物を含まないモノハイドロカルサイトの合成

モノハイドロカルサイト($\text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$: MHC)はアラゴナイトやカルサイトの準安定相であり、地質学的に希少な鉱物である。天然ではアルカリ塩湖のような特殊な環境でしか見られないが、実験室ではカルシウムとマグネシウムを多量に溶かした溶液に炭酸ナトリウムを添加することで容易に合成できる。MHC は安定相のアラゴナイトへ変質する際に効率的に汚染物質を取り込むことが知られており、ヒ素、リン、鉛などの複数の汚染物質に対して吸着除去作用を持つことが報告されている。MHC は環境浄化材料としての利点が多く、“汚染水に入れるだけで吸着が行われるため使用が簡易であること”、“MHC 自体がカルシウムや炭酸からできているため無害な物質であること”、稀少元素を含まず、海水からも合成が可能なので安価で入手しやすい“などの点が挙げられる。MHC は炭酸カルシウムであるが、合成にはマグネシウムが不可欠であり、合成によって作られた MHC は多量の Mg を不純物として含む。不純物 Mg は MHC の表面を覆うように分布しており、MHC の吸着作用を阻害するため、環境浄化材料として利用するために Mg を含まない MHC の合成方法の確立が望まれていた。本研究ではモンゴル・アルカリ塩湖に冬季に産する MHC は不純物として共存する Mg の量が著しく低いことを見出した。自然界での観察に基づき、冬季のアルカリ塩湖を模倣した低温条件で MHC を合成したところ Mg の含有量が著しく小さい MHC を合成できることを世界で初めて明らかにした。

4) 富山県汚染土壌の重金属の化学形態分析

土壌中重金属の化学形態の理解は、土壌中での重金属の移動性や生物利用性の評価にとって必須である。本研究では逐次選択抽出法と X 線吸収分光分析を組み合わせ、富山県亀谷鉱山土壌中のヒ素、鉛、カドミウムの化学形態を検討した。その結果、ヒ素の大部分は 5 価であり、硫化物の酸化によって形成された鉄酸化物に吸着していることが分かった。また、大部分の鉛も鉄酸化物に吸着しているが、ヒ素とは選択抽出に基づく溶出挙動が異なっていた。一方カドミウムはヒ素や鉛とは異なり、土壌中の粘土鉱物に分配していることが認められた。本地域の河川水の pH はややアルカリ性を示し、塩濃度は著しく低い。河川水中にはヒ素が検出されたものの、カドミウムと鉛は検出されなかった。鉄酸化物に吸着した鉛は弱アルカリ性では溶解度が著しく低い。また粘土鉱物に吸着したカドミウムは低塩濃度の溶液中ではほとんど溶出しにくい。一方、鉄酸化物に吸着したヒ素はアルカリ性条件において溶出する。本研究は亀谷鉱山地域の河川に認められた重金属の溶出挙動は、土壌における重金属の化学形態に基づき説明可能であることを示した。

(4) 生態学・保全学分野（西川 潮）

生態学・保全学分野では、地球温暖化や外来種の侵入といった環境リスク要因の生態系影響ならびに化学物質に頼らない資源循環型農業の構築を目的として、野外実験、室内実験、統計モデルを用いて、以下の研究課題に取り組んでいる。

1) 気候変動に対する侵入ザリガニ類の地球規模の分布予測

気候変動と侵入種は、生物多様性・生態系を脅かす主要因である。そのため、気候変動が侵入種の分布に与える影響を理解することは生態学・保全学の主要課題の一つとなる。本研究では、世界的な侵入種であるシグナルザリガニ *Pacifastacus leniusculus* とアメリカザリガニ *Procambarus clarkii* の現在および将来の世界的な分布を予測するためのアンサンブル種分布モデル (SDM) を構築した。最初に、これら 2 ザリガニ種の出現データを世界各地のデータベースや野外調査から収集し、各ザリガニ種の現在の気候ニッチを推定するための予測モデルを構築した。次に、2 つの異なる気候変動シナリオ (RCP2.6 および RCP8.5) の下で、各ザリガニ種の 2050 年代および 2070 年代の気候ニッチを推定した。SDM モデルから、年間平均気温が両ザリガニ種の分布を説明する主要因であることが示された。SDM モデルからは、現時点で 2 ザリガニ種は生息適地を完全に占有していないこと、将来の気候変動シナリオに対して 2 種は異なる分布応答を示すことが示された。シグナルザリガニの気候ニッチは、北アメリカとヨーロッパでは極方向にシフトし、分布範囲が拡大する一方で、アジアでは気候ニッチが縮小すると予測された。アメリカザリガニの気候ニッチは、ヨーロッパでは拡大するが、北米とアジアでは縮小することが予測された。以上の結果は、これら 2 侵入ザリガニ種の予防と管理に向けた管理策の立案に有用な情報を提供することが期待される。

2) 白山高山帯のゴミムシ類の日周活動パターン

一般に、高山帯や極域は気候変動に対して脆弱であることが知られる。そこで、高山帯に適応した生物の生態・行動特性を把握することは、今後気候変動の生態影響の把握や管理策の立案の面で有用な知見を提供する。ゴミムシ類は高山帯の昆虫群集の優占分類群であるが、高山帯のゴミムシ類の日周活動パターンはほとんど知られていない。そこで、白山高山帯のハイマツ帯、雪田、および礫帯の 3 つの異なる生息地タイプにおいて、2 年間にわたりゴミムシ類の日周活動パターンを調査した。結果、白山高山帯のゴミムシ類は、生息地タイプや地表温度によって日周活動パターンが異なることが示された。*Bembidion* sp. は雪田では昼行性であったのに対し、礫帯では地温の日較差が大きい年は夜行性を示したが、地温の日較差が小さい年は昼夜を問わず活動していた。一方、ハイマツ帯の *Pterostichus janoi* と礫帯の *Colpodes xestus* は地温の変化に関わらず常に夜行性であった。高山帯は環境条件が厳しいため、*Bembidion* sp. などの一部のゴミムシ類は気象条件の変化に対して柔軟に日周活動パターンを変化させることが示された。

3) 無農薬・自然栽培稲作の取り組みがトンボ類の多様性に及ぼす影響

アカトンボ (*Sympetrum*) をはじめとする水田のトンボ類は、かつて里地里山で普遍的に見られたが、近年、化学合成農薬の多用の影響を受けて、各地で個体数や種数が減少している。その主要因として、水稻栽培で使用される育苗箱施用殺虫剤 (以下、箱剤) があげられる。また、農薬・化学肥料を多用する慣行栽培の普及により、イネの過剰な分けつを止めるための中干しが行われている。本研究では、羽咋市から宝達志水町における 14 筆の自然栽培田と慣行栽培田を対象として 2 年間にわたる野外調査を行い、農法の異なる水田間でのトンボ類の羽化率と多様性の違いを明らかにした。

4) 里山の竹バイオマス資源を活かした無農薬稲作技術の開発

わが国では、過疎・高齢化の影響を受けて、過去数十年の間に里山の管理放棄が進み、結果、竹林面積が拡大している。そのため、竹バイオマスの有効活用法の提示が求められている。本研究では、たらいを用いたマイクロコスモ実験を通じて、無農薬稲作における竹粉碎物のマルチング資材としての有用性を試験した。具体的には、竹粉碎物の異なる器官 (稈、葉) および事前処

理（冷蔵，発酵）の違いが水田雑草の現存量，イネの生育，米生産，稲の理化学性，水田土壌の理化学性，田面水の栄養塩濃度に与える影響を調査した。竹稈・竹葉粉碎物の施用により，水田雑草の優占種であるコナギの現存量が抑制され，イネの成長が促進されたことが示された。結果，米の収量は，竹稈・竹葉粉碎物の4処理区で対照区と比べ1.7～2.0倍高かった。竹稈・竹葉粉碎物の施用は米の外観品質を低下させなかった。以上より，竹粉碎物の施用は高品質米の収量を増加させる上でポテンシャルがあることが示された。

【統合環境領域】

(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州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。中島地域の熊木川の上流・中流・下流の観測点で採取した河川懸濁粒子の有機物の炭素安定同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ），放射性炭素（ $\Delta^{14}\text{C}$ ）を測定した結果を解析した。その結果，流下方向では，上流から下流に向けて懸濁粒子の有機物の $\delta^{13}\text{C}$ は増加し， $\Delta^{14}\text{C}$ は減少した。また，河川流量の増加に対しては，有機物の $\delta^{13}\text{C}$ は減少し， $\Delta^{14}\text{C}$ は増加した。この結果より，七尾湾への懸濁態有機物の供給は，平水時には中流から下流域に拡がる水田，降雨時には主に下流域の森林土壌の寄与が増加する事を示唆している。

一方，能登半島に位置する貯水池（珠州市）とその集水域を対象に，大気由来放射性核種 ^7Be ， ^{210}Pb の流出挙動の検討を行った。セディメントトラップによる沈降粒子と水盤による大気降下物の採取を同時に行い，貯水池—集水域系内における ^7Be と $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の収支に基づいて集水域からの流入量を推定した。その結果， $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ は通年で集水域からの運搬がみられたのに対し， ^7Be は冬季にのみ運搬がみられた。この ^7Be と $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の挙動の違いは，1) 夏季には降下量の減少と樹冠による遮断効果により集水域土壌の ^7Be 存在量が減少したこと，2) 運搬中の土壌粒子に落葉から放射性核種が供給されるプロセスがあることの2つに起因していることが推定された。集水域から貯水池への ^7Be と $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の運搬量は冬季に増加する変動を示し，これは冬季の月間降雨日数および湖水流出量（≒集水域からの水の流出量）の変動傾向に概ね対応していた。このことから，この地域では冬季の降雨頻度の増加が，集水域の水の流出，および大気由来放射性核種の流出挙動に大きく影響していることが示唆された。

(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，コロナ禍の影響により，2020年6月から2021年3月まで1ヶ月に1回の水質観測を5測点で実施し，2020年1月から3月までの観測データも加えて湖内の有機物濃度の変動とその動態について流入河川の測定結果と比較検討した。その結果，木場潟の湖内生産に及ぼす集水域からの有機物の供給は降雨時を除くと限定的であると考えられる。また，湖内表層と底層では，溶存態と懸濁態の有機炭素濃度は2020年9月から10月で高く，表層では有機炭素含有量と $\delta^{13}\text{C}$ 値に正の相関性が認められることから，湖内の植物プランクトンの増殖による有機物の負荷，供給が起きていることを示唆している。

(3) 東アジアにおける有害化学物質の動態解析研究

1) 日本近海における多環芳香族炭化水素類の水平分布と経年変動解析

本研究は、2019 年と 2020 年における日本近海を中心とした北太平洋における有害有機物（多環芳香族炭化水素、 polycyclic aromatic hydrocarbons: PAHs）の越境汚染の実態を把握した。8 海域（①西部北太平洋熱帯域、②南シナ海、③東シナ海、④日本海、⑤北太平洋日本近海、⑥オホーツク海、⑦ベーリング海、⑧北極海）における全 PAHs（粒子態＋溶存態）は、中緯度域で高く、高緯度域で低くなる傾向を示したことから、東アジアの PAHs 排出が低・中緯度域の海水中 PAHs に大きく寄与していたことが分かった。一方、2020 年における日本海の全 PAHs は、2019 年と比べ有意に低下し、PAHs 濃度の高い浅層海水の寄与低下と東シナ海における黒潮系海水の PAHs 濃度低下によって引き起こされた可能性が示唆された。

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 の分離手法を開発した。七尾近辺の河川（熊木川、二宮川、及び大津川）を対象として、粒子態（ $> 0.5 \mu\text{m}$ ）、溶存態（Empore C18 disk 吸着画分）及び親水性溶存種（PcGF 吸着画分）の PAHs を分析した。3 河川水中の PAHs 濃度は、粒子態及び溶存態がそれぞれ約 5 ng L^{-1} 及び $10\text{-}15 \text{ ng L}^{-1}$ であり、親水性溶存種は約 $5\text{-}8 \text{ ng L}^{-1}$ であることが分かった。従来手法（Empore C18 disk）で検出されなかった溶存態 5 環 PAHs が、PcGF 法では検出されており、環境水中における PAHs の存在形態に共存する親水性溶存有機物が影響を及ぼすことが示された。

(4) 福島第一原発事故に絡む放射能汚染の調査・研究

1) 福島県内河川と海岸域での放射生セシウムの動態

福島県内の阿武隈川・夏井川・新田川、群馬県内の利根川上流では福島海洋科学館・群馬水試の協力の下に継続した調査を行った。河川水中の放射能濃度は平成 28 年度からほぼ横ばいで推移していた。

2) ^{134}Cs 濃度からみた東シナ海東部の海水循環

長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科の協力により、2019 年 6-12 月の 4 度にわたる調査航海東シナ海東部で海水試料（特に九州沖合の鉛直採水）を採取した。極低バックグラウンド γ 線測定法の適用により、低レベル ^{134}Cs 濃度の鉛直分布を求めた。その結果、2019 年に東シナ海東部においては、水深 200 m 付近で ^{134}Cs 濃度が、極大値を示すことが明らかになった。太平洋側から東シナ海への ^{134}Cs の流入にはこの亜表層海水の寄与が大きいと推測された。来年度はより広範囲の調査、研究を行う予定である。本成果は、日本海の海水の由来、例えば太平洋から日本海への流入メカニズムを探るうえで重要な知見をもたらす。

3) ^{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、2018-2019 年に採取した表層海水の ^{134}Cs 濃度分布を求めた。 ^{134}Cs 濃度は本採取期間に増加傾向がみられた（ $0.5\text{-}1 \text{ mBq/L}$ ）。これは、FDNPP から直接流出した放射性セシウムが亜寒帯循環によって道東海域に再流入したことを意味する。道東海域の海水はカムチャツカ海流水、宗谷暖流水、オホーツク表層海水の影響を受けている。3 つの水塊の塩分、 ^{134}Cs 濃度のエンドメンバーを設定することによって、秋季の道東海域における各水塊の混合比を見積もった。道東海域沿岸域には宗谷暖流変質水が分布する一方、沖合における親潮水の寄与率は 30 %を超えていることが示された。

4) 福島原発付近の沿岸域における放射生セシウムの動態研究

本研究では、東京電力株式会社福島第一原子力発電所から放出された放射性物質について、河口・沿岸域における動態を把握するため、昨年度に引き続き3地点で時系列式セジメントトラップを設置し、7期間（1期間は1日間）の沈降粒子を捕集し、懸濁物質の放射性セシウムのフラックス、有機物の同位体比等の分析を行った。その結果、沈降粒子の起源(河川懸濁粒子と海底土)とその移動方向、南北の海流の動き等が密接に関与し、令和元年度・2年度の2年間の観測から、6月から12月までの期間では同じ支配要因が作用していることが明らかとなった。本研究はJAEAからの受託研究として実施した。

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・准教授）を配置した。令和2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52号の出版

「日本海域研究」は環日本海域における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旧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52号には、論文5編「石川県小松市滝ヶ原碧玉原産地遺跡周辺地域の地質」、「加越海岸における汀線の時空間変動とその要因－GISを用いた汀線変化の定量的解析－」、「会食の特徴・機能と人々の認識：「キリコ祭り」に注目して」、「会食の特徴・機能と人々の認識：「ほうらい祭り」に注目して」、および「日中韓たばこメーカーの人的資源とD&Iに関する組織理念」、短報2編「石川県小松市西部「滝ヶ原石」石切り場跡の下部中新統赤穂谷層から産出した生痕化石群集（予報）」ならびに「日本統治解放後の韓国における日本語敬語学習についての一考察－韓国高校第2外国語選択科目である日本語教科書の分析をとおして－」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年度と同30年度に当部門の主催で開催した2回の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ている社会問題や環境汚染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、新型コロナウイルス問題のため学内関係者のみでの開催となった。そこで当年度は、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12日に開催した。

これに加えて、当部門が公立小松大学とともに主催するカンボジアのアンコール世界遺産での海外インターンシップについて、「アンコール世界遺産インターンシップ10周年記念シンポジウム～10年間の海外プログラムをふりかえって～」を令和3年3月13日に金沢大学自然科学系大講義棟で開催した。

(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、前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は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、当年度の7月、11月、3月にセンターのニュースレターを発行した。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) Aoyama, M., Tsumune, D., Inomata, Y. and Tateda, Y., 2020, Mass balance and latest fluxes of radiocesium derived from the Fukushima accident in the western North Pacific Ocean and coastal regions of Japan. *Journal Environmental Radioactivity*, **217**, 106206.
- 2) Choi, Y., Kanaya, Y., Takigawa, M., Zhu, C., Park, S.-M., Matsuki, A., Sadanaga, Y., Kim, S.-W., Pan, X. and Pisso, I., 2020, Investigation of the wet removal rate of black carbon in East Asia: validation of a below- and in-cloud wet removal scheme in FLEXible PARTicle (FLEXPART) model v10.4. *Atmospheric Chemistry and Physics*, **20**, 13655-13670.
- 3) El-Aal, M.A., Seto, T. and Matsuki, A., 2020, The effects of operating parameters on the morphology, and the SERS of Cu NPs prepared by spark discharge deposition. *Applied Physics A*, **126**, 572.
- 4) Hayakawa, K., Tang, N., Xing, W.L., Oanh, P.K., Hara, A. and Nakamura, H., 2021, Seasonal changes in concentrations and sources of atmospheric PM, polycyclic aromatic hydrocarbons and nitropolycyclic aromatic hydrocarbons in Kanazawa, Japan. *Atmosphere*, **12**, 256.
- 5) Hayakawa, K., Tang, N., Toriba, A. and Nagato, E., 2020, Calculating sources of combustion-derived particulates using 1-nitropyrene and pyrene as markers. *Environmental Pollution*, **265**, 114730.
- 6) Iwasaki, M., Hirai, K., Fukumori, K., Higashi, H., Inomata, Y. and Seto, T., 2020, Characterization of submicron oil mist particles generated by metal machining processes. *Aerosol and Air Quality Research*, **20**, 1469-1479.
- 7) Kajino, M., Deushi, M., Sekitama, T., T., Oshima, N., Yumimoto, K., Tanaka, T., Y., Ching, J., Hashimoto, A., Yamamoto, T., Ikegami, M., Kamada, A., Miyashita, M., Inomata, Y., Shima, S., Khatri, P., Shimizu, A., Irie, H., Adachi, K., Zaizen, Y., Igarashi, Y., Ueda, H., Maki, T. and Mikami, M., 2021, Comparison of three aerosol representations of NHM-Chem (v1.0) for the simulations of air quality and climate-relevant variables. *Geoscientific Model Development*, **14**, 2235-2264.
- 8) Li, X.Q., Shang, Y., Yao, W.W., Li, Y., Tang, N., An, J. and Wei, Y.J., 2020, Comparison of Transcriptomics Changes Induced by TCS and MTCS Exposure in Human Hepatoma HepG2 Cells. *ACS Omega*, **5**, 10715-10724.
- 9) Ono, K., Mizushima, Y., Furuya, M., Kunihiisa, R., Tsuchiya, N., Fukuma, T., Iwata, A. and Matsuki, A., 2020, Direct measurement of adhesion force of individual aerosol particles by atomic force microscopy. *Atmosphere*, **11**, 489.
- 10) Sase, H., Saito, T., Takahashi, M., Morohashi, M., Yamashita, N., Inomata, Ohizumi, T. and Nakata, M., 2021, Transboundary air pollution reduction rapidly reflected in stream water chemistry in forested catchment on the sea of Japan coast in central Japan. *Atmospheric Environment*, **248**, 118223.
- 11) Yang, L., Zhang, L., Zhang, H., Zhou, Q., Zhang, X., Xing, W., Takami, A., Sato, K., Shimizu, A., Yoshino, A., Kaneyasu, N., Matsuki, A., Hayakawa, K., Toriba, A. and Tang, N., 2020, Comparative analysis of PM_{2.5}-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), nitro-PAHs (NPAHs), and water-soluble inorganic ions (WSIIs) at two background sites in Japan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, 8224.

- 12) Yang, L., Zhang, X., Xing, W.L., Zhou, Q.Y., Zhang, L.L., Wu, Q., Zhou, Z.J., Chen, R.J., Toriba, A., Hayakawa, K. and Tang, N., 2021, Yearly variation of characteristics and health risk of PM-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and nitro-PAHs (NPAHs) in urban Shanghai, China. *Journal of Environmental Sciences*, **99**, 72-79.
- 13) Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, H., Zhang, X., Xing, W.L., Wang, Y., Bai, P.C., Yamauchi, M., Chohji, T., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Toriba, A. and Tang, N., 2021, Atmospheric behaviors of polycyclic and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons and water-soluble inorganic ions at a typical Japanese commercial city, Kirishima. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**, 688.
- 14) Yang, W.J., Han, C., Zhang, T.T., Tang, N., Yang, H. and Xue, X.X., 2021, Heterogenous photochemical uptake of NO₂ on the soil surface as an important ground-level HONO source. *Environmental Pollution*, **271**, 116289.
- 15) Yang, W.J., Zhang, T.T., Han, C., Tang, N., Yang, H. and Xue, X.X., 2021, Photoenhanced heterogeneous reaction of O₃ with humic acid: Focus on O₃ uptake and changes in the composition and optical property. *Environmental Pollution*, **268**, 115696.
- 16) Zhang, H., Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Hayakawa, K., Toriba, A. and Tang, N., 2021, Impact of COVID-19 outbreak on the long-range transport of common air pollutants in KUWAMS. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, **69**, 237-245. "Highlighted paper selected by Editor-in-chief"
- 17) Zhang, H., Yang, L., Zhang, X., Xing, W.L., Wang, Y., Bai, P.C., Zhang, L.L., Li, Y., Hayakawa, K., Toriba, A. and Tang, N., 2021, Characteristics and health risk of polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-PAHs in Xinxiang, China in 2015 and 2017. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**, 3017.
- 18) Zhang, L.L., Yang, L., Zhang, H., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Toriba, A., Hayakawa, K. and Tang, N., 2020, Impact of the COVID-19 outbreak on the long-range transport of particulate PAHs in East Asia. *Aerosol and Air Quality Research*, **20**, 2035-2046.
- 19) Zhang, L.L., Zhang, X., Xing, W.L., Zhou, Q.Y., Yang, L., Nakatsubo, R., Wei, Y.J., Bi, J.R., Shima, M., Toriba, A., Hayakawa, K. and Tang, N., 2020, Natural aeolian dust particles have no substantial effect on atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): a laboratory study based on naphthalene. *Environmental Pollution*, **263**, 114454.
- 20) Zhou, Q.Y., Zhang, L.L., Yang, L., Zhang, X., Xing, W.L., Hu, M., Chen, B., Han, C., Toriba, A., Hayakawa, K. and Tang, N., 2021, Long-term variability of inorganic ions in TSP at a remote background site in Japan (Wajima) from 2005 to 2015. *Chemosphere*, **264**, 128427.

(2) 著書・総説・資料・報告書

- 1) 長尾誠也・唐 寧, 先端的技术による環日本海域の環境解析: 地域発の分析化学. 2021, ぶんせき, **2**, 64-65.
- 2) 唐 寧, 能登の大气観測サイトを拠点とした東アジア越境汚染研究. 2021, 金沢大学環境報告書.
- 3) Toriba, A. and Hayakawa, K., 2021, What is necessary for next-generation atmospheric environmental standards? -Recent research trends for PM_{2.5}-bound polycyclic aromatic hydrocarbons and their derivatives-. *Biomedical Chromatography*, **35**, 1 (Special Issue: 2021 Review and Perspectives Issue), e-5038.
- 4) Yang, L., Zhang, H., Zhang, X., Xing, W.L., Wang, Y., Bai, P.C., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Toriba, A. and

Tang, N., 2021, Exposure to atmospheric particulate matter-bound polycyclic aromatic hydrocarbons and their health effects: a review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**, 2177.

- 5) Zhang, X. Yang, L., Zhang, H., Xing, W.L., Wang, Y., Bai, P.C., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Toriba, A. Wei, Y.J. and Tang, N., 2021, Assessing approaches of human inhalation exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: a review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**, 3124.

(3) 学術発表

- 1) Aoyama, M., Tsumune, D., Inomata, Y., Total Amount of Radiocaesium Released into the Environment by Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. Fukushima Dai-ichi and the Ocean: 10 years of study and insight, Tokyo, Japan, Online (2021.3.4).
- 2) Aoyama, M., Hamajima, Y., Inomata, Y., Kaeriyama, H., Kumamoto, Y., Nakano, T., Oka, K., Long range transport of radiocaesium derived from global fallout and the Fukushima accident in the ocean interior of the Pacific Ocean since 1960s through 2017. EGU 2020, Online (2020.4.26).
- 3) Bai, P.C., Yang, L., Zhang, H., Zhang, X., Xing, W.L., Wang, Y., Chen, L.J., Han, C., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Toriba, A., Tang, N., Seasonal characteristic and health risks of PM_{2.5}-bound polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons in Shenyang, China. 3rd Japan-Germany Symposium on Advanced Preventive Medicine 2021, Online (2021.3.4-6).
- 4) Choi, Y.-J., Kanaya, Y., Takigawa, M., Zhu, C., Park, S.-M., Matsuki, A., Sadanaga, Y., Kim, S.-W., Pan, X., Investigation of wet removal rate of black carbon in East Asia: A perspective from air mass pathways. JpGU-AGU Joint meeting 2020, Virtual meeting (2020.7.12-18).
- 5) 早川和一・唐 寧・鳥羽 陽, 金沢の大気中 PM₁₀, PAH 及び NPAH の季節変化に及ぼす発生源の影響. 日本薬学会第 141 年会, 広島, オンライン (2021.3.26-29).
- 6) Inomata, Y., Aoyama, M., Analysis of 60-y record of surface ¹³⁷Cs concentrations in the global ocean. EGU 2020, Online (2020.4.26).
- 7) 猪股弥生・青山道夫, 西部北太平洋表層水における ¹³⁷Cs 濃度再循環. JpGU2020, オンライン (2020.7.16).
- 8) 猪股弥生・武田真人・瀬戸章文・中村裕之・早川和一・梶野瑞王, モデル解析による PAH の慢性咳嗽疾患への影響. エアロゾル科学・技術研究討論会, オンライン (2020.8.25).
- 9) 猪股弥生・清水郁人・堂村祐太郎・加藤綜一郎・松本千草・東 秀憲・松本 篤・鈴木 亮・瀬戸章文, 大気微小粒子のキャラクタリゼーションと試料提供の可能性. JSTCREST 研究領域「細胞外微粒子」領域会議, オンライン (2021.1.6).
- 10) Inomata, Y., Aoyama, M., Transport of surface seawater in the global ocean labeled by chemical tracer ¹³⁷Cs from 1957 to 2018. Fukushima Dai-ichi and the Ocean: 10 years of study and insight, Tokyo, Japan, Online (2021.3.4).
- 11) Kubota, S., Nicosia, A., Iwamoto, Y., Kaneyasu, N., Iwata, A., Tsurumaru, H. and Matsuki, A., Long-term measurements of aerosol physical properties in the Noto Peninsula. JpGU-AGU Joint meeting 2020, Virtual meeting (2020. 7.12-18).
- 12) 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・松本 篤, 能登半島におけるエアロゾル粒径分布の経年変化. 東京理科大学研究推進機構総合研究院大気科学研究部門 第 5 回成果報告会, オンライン (2021.3.13).

- 13) Kurihara, K., Iwata, A., Kiriya, M., Yoshino, A., Takami, A., Seto, T., Matsuki, A., Hayashi, M., Hara, K., Nishita, C., Funato, K., Inoue, K. and Okuda, T., Lung deposited surface area concentrations of atmospheric particles at three observatories in Japan. European Aerosol Conference, Online (2020.8.31-9.4).
- 14) Kunihiisa, K., Iwata, A., Gen, M., Chan, C. K. and Matsuki, A., Application of Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) on the atmospheric aerosol research. Seminar at School of Civil and Environmental Engineering, Pusan National University, Korea (2021.1.25). (招待講演)
- 15) Kunihiisa, K., Kanai, R., Iwata, A., Gen, M., Chan, C. K. and Matsuki, A., Application of Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) on atmospheric aerosol research. The 8th Prince of Songkla University–Kanazawa University Joint Workshop (8th PSU-KZU-JWS), Hat Yai, Thailand (2021.3.24).
- 16) Kunihiisa, R., Iwata, A., Gen, M., Chan, C. K. and Matsuki, A., Application of SERS on the chemical speciation of individual nanoparticles. JpGU-AGU Joint meeting 2020, Virtual meeting (2020. 7.12-18).
- 17) 松木 篤, 越境輸送される PM_{2.5} は減少するのか?. 金沢大学環日本海域環境研究センター 市民講演会「コロナウイルス禍の影響ー産業活動の縮小により越境汚染はどの程度低減化するのか?」, 金沢サテライト・プラザ, 石川 (2020.11.21).
- 18) 諸橋将雪・四柳宏基・高橋雅昭・齋藤辰善・猪股弥生・申 基澈・陀安一郎・大泉 毅・佐瀬裕之, 中部日本の森林集水域における降水及び溪流水に溶存する微量元素等の季節変動とその地域特性. 第 10 回同位体環境学シンポジウム, 総合地球環境研究所, オンライン (2020.12.18).
- 19) 大野耕平・水島悠希・古家正規・國久亮太・土屋 望・福間剛士・岩田 歩・松木 篤, 原子間力顕微鏡を用いた個別エアロゾル粒子の付着力直接測定法. 第 37 回エアロゾル科学・技術研究討論会, オンライン (2020.8.27-28).
- 20) 大野耕平・水島悠希・古家正規・國久亮太・土屋 望・福間剛士・岩田 歩・松木 篤, 原子間力顕微鏡を用いた個別エアロゾル粒子の付着力測定法の開発と大気エアロゾルへの応用. 第 25 回大気化学討論会, 千葉大学, 千葉 (2020.11.11-13).
- 21) Tang, N., Zhou, Q.Y., Zhang, L.L., Yang, L., Zhang, H., Zhang, X., Xing, W.L., Toriba, A., Hayakawa, K., Characteristic and Long-term Variation of Inorganic Ions in the Atmosphere at a Japanese Remote Background Site, Wajima. 第 61 回大気環境学会年会, 松本, 誌上発表 (2020.9.14-10.4).
- 22) Tang, N., Zhang, L.L., Matsuki, A., Inomata, Y., Hayakawa, K., Nagao, S., Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) monitoring network in East Asia. Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussion, Kanazawa (2020.11.30-12.3). (招待講演)
- 23) 唐 寧, 有害有機物の輸送量は低減化したのか?. 金沢大学環日本海域環境研究センター 市民講演会「コロナウイルス禍の影響ー産業活動の縮小により越境汚染はどの程度低減化するのか?」, 金沢大学サテライト・プラザ, 石川 (2020.11.21).
- 24) 鳥羽 陽・森井彩香・本間千春・唐 寧・早川和一, 大気粒子の粒径別酸化能測定の最適化と粒径別実大気試料の評価. 日本薬学会第 141 年会, 広島, オンライン (2021.3.26-29).
- 25) 鳥羽 陽・Walaiporn Orakij・Thaneeya Chetianukornkul・唐 寧・早川和一, タイ農村の屋内バイオマス燃焼に由来する多環芳香族炭化水素類の特性解析. 第 61 回大気環境学会年会, 松本, 誌上発表 (2020.9.14-10.4).
- 26) 土屋 望・加藤祥生・松木 篤・川崎一雄, 大気エアロゾルの磁気特性と新たな大気汚染指標としての応用可能性. 第 37 回エアロゾル科学・技術研究討論会, オンライン (2020.8.27-28).

- 27) 田所耕平・岩田 歩・伊藤康平・水上知行・松木 篤, 長石の鉱物学的特性と氷晶核能との関連性. 第 25 回大気化学討論会, 千葉大学, 千葉 (2020.11.11-13).
- 28) Tsumune, D., Bryan, F., Lindsay, K., Misumi, K., Tsubono, T., Inomata, Y., Aoyama, M., Comparison of ¹³⁷Cs activity between an ocean general circulation model and the global database. EGU 2020, Online (2020.4.26).
- 29) 王 琰・周 全渝・楊 露・張 昊・張 璇・邢 万里・白 芃楚・早川和一・張 露露・鳥羽陽・唐 寧, バックグラウンド地域である輪島の大気中無機イオンの特徴と主要発生源解析. 日本薬学会第 141 年会, 広島, オンライン (2021.3.26-29).
- 30) Wang, Y., Zhou, Q.Y., Yang, L., Zhang, H., Zhang, X., Xing, W.L., Bai, P.C., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Tang, N., Analysis of compositional variation and source characteristics of Water-soluble ions in TSP at a remote background site in Japan (Wajima) from 2005 to 2015. 3rd Japan-Germany Symposium on Advanced Preventive Medicine 2021, Online (2021.3.4-6).
- 31) Wang, Y., Zhou, Q.Y., Yang, L., Zhang, H., Zhang, X., Xing, W.L., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Tang, N., The seasonal characteristics and the potential sources of inorganic ions in the atmosphere at a Japanese remote background site, Wajima. Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussion, Kanazawa (2020.11.30-12.3).
- 32) 邢 万里・楊 露・張 昊・張 璇・王 琰・白 芃楚・張 露露・早川和一・鳥羽 陽・唐 寧, 金沢の山科自排局の大気中多環芳香族炭化水素及び水溶性イオンの季節変動特徴. 日本薬学会第 141 年会, 広島, オンライン (2021.3.26-29).
- 33) Xing, W.L., Zhang, L.L., Yang, L., Zhang, H., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., Characteristics of PM-bound polycyclic aromatic hydrocarbons at a Roadside Air Pollution Monitoring Station, Kanazawa, Japan. 第 61 回大気環境学会年会, 松本, 誌上発表 (2020.9.14-10.4).
- 34) Xing, W.L., Yang, L., Zhang, H., Zhang, X., Wang, Y., Bai, P.C., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Tang, N., Characteristics of PM_{2.5} at a Roadside Air Pollution Monitoring Station from 2017 to 2020 in Kanazawa, Japan. 3rd Japan-Germany Symposium on Advanced Preventive Medicine 2021, Online (2021.3.4-6).
- 35) Xing, W.L., Yang, L., Zhang, H., Zhang, X., Wang, Y., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Tang, N., Characteristics of PM_{2.5} bound PAHs and WSIs at a roadside air pollution monitoring station from 2017 to 2020 in Kanazawa, Japan. Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussion, Kanazawa (2020.11.30-12.3).
- 36) 矢田茂久・Hon-Lam-Hong Sandra・加藤俊吾・定永靖宗・松木 篤, 能登半島珠洲での VOC 長期測定. 第 25 回大気化学討論会, 千葉大学, 千葉 (2020.11.11-13).
- 37) 楊 露・張 露露・張 昊・周 全渝・張 璇・邢 万里・鳥羽 陽・早川和一・柏倉桐子・呉慶・周 志俊・陳 仁杰・Heon Kim・Vassily Mishukov・Andrey Neroda・唐 寧, アジアの都市域における大気中多環芳香族炭化水素の特徴及び健康リスク評価. 第 61 回大気環境学会年会, 松本, 誌上発表 (2020.9.14-10.4).
- 38) 楊 露・張 昊・張 璇・邢 万里・王 琰・白 芃楚・酒井茂克・芥川智子・張 露露・早川和一・鳥羽 陽・唐 寧, 札幌市の大気中多環芳香族炭化水素及びそれらのニトロ誘導体の挙動解析. 日本薬学会第 141 年会, 広島, オンライン (2021.3.26-29).
- 39) Yang, L., Zhang, H., Zhang, X., Xing, W.L., Wang, Y., Takami, A., Sato, K., Shimizu, A., Yoshino, A., Kaneyasu, N., Zhang, L.L., Matsuki, A., Hayakawa, K., Tang, N., Atmospheric behavior comparison of

polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), Nitro-PAHs (NPAHs), and water-soluble inorganic ions (WSIIs) at two background sites in Japan. 3rd Japan-Germany Symposium on Advanced Preventive Medicine 2021, Online (2021.3.4-6).

- 40) Yang, L., Zhang, H., Zhang, X., Xing, W.L., Wang, Y., Takami, A., Sato, K., Shimizu, A., Yoshino, A., Kaneyasu, N., Zhang, L.L., Matsuki, A., Hayakawa, K., Tang, N., Comparative analysis of PM_{2.5}-bound polycyclic and nitropolycyclic aromatic hydrocarbons and water soluble inorganic ions between Wajima and Fukue Island, Japan. Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussion, Kanazawa (2020.11.30-12.3).
- 41) Zhang, H., Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Hayakawa, K., Toriba, A., Tang, N., Impact of COVID-19 Outbreak on the Long-range Transport of Common Air Pollutants in KUWAMS. 第 61 回大気環境学会年会, 松本, 誌上発表 (2020.9.14-10.4).
- 42) 張 昊・楊 露・張 璇・邢 万里・王 琰・白 芑楚・張 露露・李 英・早川和一・鳥羽 陽・唐 寧, 中国新郷の大気中多環芳香族炭化水素類の特性と健康リスク. 日本薬学会第 141 年会, 広島, オンライン (2021.3.26-29).
- 43) Zhang, H., Yang, L., Zhang, X., Xing, W.L., Wang, Y., Bai, P.C., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Toriba, A., Tang, N., How COVID-19 lockdown in China significantly influenced the air pollutants at the Wajima Air Monitoring Station of Japan?. 3rd Japan-Germany Symposium on Advanced Preventive Medicine 2021, Online (2021.3.4-6).
- 44) Zhang, H., Yang, L., Zhang, X., Xing, W.L., Wang, Y., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Tang, N., Changes of long range transported air pollutants from the East Asian continent. Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussion, Kanazawa (2020.11.30-12.3).
- 45) 張 露露・楊 露・閉 建栄・魏 永杰・鳥羽 陽・早川和一・長尾誠也・唐 寧, 中国黄土高原の西部地域における PM_{2.5} 中多環芳香族炭化水素とそれらのニトロ誘導体の特徴. 日本薬学会第 141 年会, 広島, オンライン (2021.3.26-29).
- 46) Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Zhang, H., Nakatsubo, R., Bi, J.R., Wei, Y.J., Shima, M., Hayakawa, K., Toriba, A., Tang, N., Effect of water-saturated Kosa particles on the degradation of naphthalene. 第 61 回大気環境学会年会, 松本, 誌上発表 (2020.9.14-10.4).
- 47) Zhang, L.L., Yang, L., Bi, J.R., Wei, Y.J., Hayakawa, K., Toriba, A., Tang, N., The unique source of polycyclic aromatic hydrocarbons on the northwestern highland of China. 3rd Japan-Germany Symposium on Advanced Preventive Medicine 2021, Online (2021.3.4-6).
- 48) Zhang, L.L., Yang, L., Bi, J.R., Wei, Y.J., Hayakawa, K., Toriba, A., Tang, N., Characteristics of PM_{2.5}-bound polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro - polycyclic aromatic hydrocarbons at a mountainous site in Lanzhou, China. Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussion, Kanazawa (2020.11.30-12.3).
- 49) 張 璇・楊 露・張 昊・邢 万里・王 琰・白 芑楚・張 露露・早川和一・鳥羽 陽・魏 永杰・唐 寧・中国北京と保定の都市住民における大気汚染の曝露実態と肺機能への影響調査. 日本薬学会第 141 年会, 広島, オンライン (2021.3.26-29).
- 50) Zhang, X., Zhang, L.L., Yang, L., Zhang, H., Zhou, Q.Y., Xing, W.L., Wei, Y.J., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., The impact of exposure to particulate matter and gaseous pollutants to human lung function in

Beijing and Baoding, China. 第 61 回大気環境学会年会, 松本, 誌上発表 (2020.9.14-10.4).

- 51) Zhang, X., Yang, L., Zhang, H., Xing, W.L., Wang, Y., Bai, P.C., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Toriba, A., Wei, Y.J., Tang, N., Air pollution exposure and respiratory health of office workers in current China: a pilot survey in a heavy-polluted region. 3rd Japan-Germany Symposium on Advanced Preventive Medicine 2021, Online (2021.3.4-6).
- 52) Zhang, X., Yang, L., Zhang, H., Xing, W.L., Wang, Y., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Wei, Y.J., Tang, N., Personal exposure to air pollution and lung function of urban residents in Beijing and Baoding, China. Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussion, Kanazawa (2020.11.30-12.3).

(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. 国立研究所 (高見昭憲)
- 3) 猪股弥生: 小型無人機による大気微小粒子の時空間濃度分布. 福岡大学 (林 政彦)
- 4) 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)
- 5) 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)
- 6) 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)
- 7) 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)
- 8) 松木 篤: 大気中の新粒子生成過程解明に向けた新規実験手法の開発. カリフォルニア工科大学 (Richard Flagan)
- 9) 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)
- 10) 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)
- 11) 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)
- 12) 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)
- 13) 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 (鴨川 仁)
- 14) 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)
- 15) 松木 篤: 立山における一冬季の降雪に含まれる不溶性粒子の分析. 石川県立大学 (皆已幸也)
- 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: 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: 札幌の大気汚染物に関する研究. 北海道環境科学研究センター (芥川智子・酒井茂克)
 - 25) 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) 猪股弥生: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: Telkom University, Indra Chandra), 令和 2 年度, Data validation and forecasting for long-term observation of environmental1 pollutions using low-cost sensors. 210 千円
 - 2) 猪股弥生: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: 聖路加国際大学, 大西一成), 越境大気汚染物質 PAHs の輸送経路と健康影響との関係. 200 千円.
 - 3) 猪股弥生: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: 戸坂女子短期大学, 苗村晶彦), 石川県能登半島および手取層群における渓流水質に関する研究. 200 千円.
 - 4) 猪股弥生: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: 筑波大学, 青山道夫), 日本海地中海などの深い縁辺海と外洋での深層への核実験起源放射性物質の長期輸送の研究. 170 千円.
 - 5) 松木 篤: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (重点: 国立研究開発法人国立環境研究所, 坂田昂平), 令和 2 年度, 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. 650 千円
 - 6) 松木 篤: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: City University of Hong Kong, Chak K. Chan), 令和 2 年度, Spectroscopic chemical characterization of aerosol particles during atmospheric aging processes. 210 千円.
 - 7) 松木 篤: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: 慶應義塾大学, 岩田 歩), 令和 2 年度, 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～. 200 千円.
 - 8) 松木 篤: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: 富山大学, 青木一真), 令和 2 年度, 富山湾におけるエアロゾルの光学的特性の時空間変動. 200 千円.
 - 9) 松木 篤: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: 東京都立大学, 加藤俊吾), 令和 2 年度, 日本海沿岸地点における揮発性有機化合物および水素の大気観測. 200 千円.
 - 10) 松木 篤: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: 石川県立大学, 皆巳幸也), 令和 2 年度, 立山における一冬季の降雪に含まれる不溶性粒子の分析. 200 千円.
 - 11) 唐 寧: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: Vietnam

National University of Agriculture, PHAM CHAU THUY) , 令和 2 年度, Comparison of particle-bound PAHs and NPAHs concentration between rice straw burning area of Hanoi and automobile area of Kanazawa. 210 千円.

- 12) 唐 寧: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: Northeastern University, 韓 沖 (Chong Han)) , 令和 2 年度, Investigation of compositions and optical properties of humic-like substances in atmospheric aerosols near Japan sea region. 210 千円.
- 13) 唐 寧: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: Fudan University, 吳 慶 (Qing Wu)) , 令和 2 年度, Comparison of characteristics and health risks of PM2.5-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the atmosphere of coastal cities in China and Japan. 210 千円.
- 14) 唐 寧: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: 北京大学, 吳 志軍) , 令和 2 年度, The atmospheric ice nucleating particles activities in Wajima, Japan. 210 千円.
- 15) 唐 寧: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: Chinese Academy of Sciences, 陳彬 (Chen Bin)) , 令和 2 年度, Aerosol Characteristics in Wajima and Beijing: Comparison of Downstream and Source Regions. 210 千円.
- 16) 唐 寧: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: Chinese Research Academy of Environmental Sciences (CRAES), 魏 永杰) , 令和 2 年度, Comparative Study on Cytotoxicity of Atmospheric Particulates in China and Japan. 210 千円.
- 17) 唐 寧: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (研究集会: 復旦大学, 陳 仁杰) , 令和 2 年度, 公衆衛生の観点から見た環境汚染物質観測の重要性. 540 千円.

(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~現在)
- 2) 猪股弥生: 大気環境学会 Asian Journal of Atmospheric Environment 編集委員 (2020.10~現在)
- 3) 猪股弥生: 大気化学会 女性活躍ワーキンググループ (2019.4~現在)
- 4) 松木 篤: 日本エアロゾル学会 理事
- 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~現在)
- 6) 松木 篤: Aerosol and Air Quality Research 誌, エディター (2017.2~現在)
- 7) 松木 篤: Air Quality, Atmosphere & Health 誌, エディター (2020.10~現在)
- 8) 唐 寧: 大気環境学会 Asian Journal of Atmospheric Environment 編集委員 (2020.10~現在)
- 9) 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 (2020.10~2021.10)

● 社会活動

- 1) 早川和一: 環境省複合影響研究班, 委員
- 2) 早川和一: 警察庁科学警察研究所, 顧問
- 3) 早川和一: 日本学術振興会科学研究費助成事業国際科学研究費部会, 委員

- 4) 早川和一：科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業，領域アドバイザー
- 5) 早川和一：石川県環境審議会，会長
- 6) 早川和一：石川県薬物審議会，委員長
- 7) 早川和一：石川県保健環境研究センター外部評価委員会，委員長
- 8) 早川和一：環日本海環境協力センター，理事
- 9) 早川和一：大気環境総合センター，監事
- 10) 早川和一：鉄鋼環境基金技術委員会，委員
- 11) 早川和一：東京生化学研究会，評議員
- 12) 早川和一：日本自動車研究所大気中微小粒子の健康影響に関する調査研究員会，委員

【海洋環境領域】

(1) 学術論文

- 1) Furusawa, Y., Yamamoto, T., Hattori, A., Suzuki, N., Sekiguchi, T., Hirayama, J. and Tabuchi, Y., 2020, *De novo* transcriptome analysis and gene expression profiling in fish scales isolated from *Carassius auratus* during space flight: A impact of melatonin on the expression of genes responsive to space radiation. *Molecular Medicine Reports*, **22**, 2627-2636.
- 2) Idowu, A., Benjakul, S., Sinthusamran, S., Sae-leaw, T., Suzuki, N., Kitani, Y. and Sookchoo, P., 2020, Effect of alkaline treatment on characteristics of bio-calcium and hydroxyapatite powders derived from salmon bone. *Applied Sciences*, **10**, 4141.
- 3) Igarashi-Migitaka, J., Seki, A., Ikegame, M., Honda, M., Sekiguchi, T., Mishima, H., Shimizu, N., Matsubara, H., Srivastav, A.K., Hirayama, J., Maruyama, Y., Kamijo-Ikemori, A., Hirata, K., Hattori, A. and Suzuki, N., 2020, Oral administration of melatonin contained in drinking water increased bone strength in naturally aged mice. *Acta Histochemica*, **122**, 151596.
- 4) Iwamoto, S., Shimizu, K., Negishi, L., Suzuki, N., Nagata, K. and Suzuki, M., 2020, Characterization of the chalky layer-derived EGF-like domain-containing protein (CgELC) in the pacific oyster, *Crassostrea gigas*. *Journal of Structural Biology*, **212**, 107595.
- 5) 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 Investigation*, in press.
- 6) Kitani, Y., Srivastav, A.K. and Suzuki, N., 2020, Influence of oral administration of a high-calcium solution into a marine teleost (nibbler fish) and a freshwater teleost (goldfish) on their plasma calcium levels. *International Journal of Zoological Investigations*, **6**, 65-70.
- 7) Kobayashi-Sun, J., Kondo, M., Yamamori, S., Kuroda, J., Ikegame, M., Suzuki, N., Kitamura, K., Hattori, A., Yamaguchi, M. and Kobayashi, I., 2020, Uptake of osteoblast-derived extracellular vesicles promotes the differentiation of osteoclasts in the zebrafish scale. *Communications Biology*, **3**, 190.
- 8) Kobayashi-Sun, J., Suzuki, N., Hattori, A., Yamaguchi, M. and Kobayashi, I., 2020, Melatonin suppresses both osteoblast and osteoclast differentiation through repression of epidermal Erk signaling in the zebrafish scale. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, **530**, 644-650.
- 9) Osaka, Y. and Kitani, Y., 2021, Blood loss induces L-amino acid oxidase gene expression in the head kidney of the red-spotted grouper, *Epinephelus akaara*. *Developmental & Comparative Immunology*, **114**, 103842.

- 10) Mori, T., Kitani, Y., Hatakeyama, D., Machdia, K., Goto-Inoue, N., Hayakawa, S., Yamamoto, N., Kashiwagi, K. and Kashiwagi, A., 2020, Predation threats for a 24-hour period activated the extension of axons in the brains of *Xenopus* tadpoles. *Scientific Reports*, **10**, 11737.
- 11) Srithongthum, S., Au, H.-L., Amornsakun, T., Chesoh, S., Jantararat, S., Suzuki, N., Takeuchi, Y., Hassan, A., Kawamura, G. and Lim, L.-S., 2020, Yolk-sac absorption, mouth size development, and first exogenous feeding of Sultan fish, *Leptobarbus hoevenii*. *AACL Bioflux*, **13**, 1320-1327.
- 12) Srivastav, A.K., Agarwal, K., Kumar, A., Prasad, M.R., Srivastav, S.K. and Suzuki, N., Effect of chromium chloride on serum calcium and phosphate levels of stinging catfish *Heteropneustes fossilis*. *International Aquatic Research*, in press.
- 13) Srivastav, A.K., Agarwal, K., Kumar, A., Prasad, M. and Suzuki, N., 2020, Acute toxicity of mercuric chloride to the freshwater catfish, *Heteropneustes fossilis*. *International Journal of Zoological Investigations*, **6**, 301-305.
- 14) Srivastav, A.K., Kumar, A., Srivastav, S.K. and Suzuki, N., 2020, Effects of chlorpyrifos on ultimobranchial and parathyroid glands of Indian skipper frog, *Euphlyctis cyanophlyctis*. *European Journal of Biological Research*, **10**, 296-306.
- 15) Srivastava, B.D., Srivastava, M., Srivastav, S.K., Urata, M., Suzuki, N. and Srivastav A.K., 2020, Efficacy of jamun (*Syzygium cumini*) seed and orange (*Citrus sinensis*) peel extracts against microcystin LR induced histological damage in the kidney of rat. *Brazilian Journal of Biological Sciences*, **7**, 247-259.
- 16) Srivastava, B.D., Srivastava, M., Srivastav, S.K., Urata, M., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., 2020, Jamun seed and orange peel extracts protects effects of microcystin LR on serum calcium and phosphate of rats. *European Journal of Biological Research*, **10**, 198-206.
- 17) Srivastava, B.D., Srivastava, M., Srivastav, S.K., Urata, M., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., Cypermethrin-induced alterations in serum calcium and phosphate of rats: protective role of jamun seed and orange peel extracts. *Jordan Journal of Biological Sciences*, in press.
- 18) 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.
- 19) Srivastava, B.D., Srivastava, M., Srivastav, S.K., Urata, M., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., The protective effects of jamun seeds and orange peels extracts on calcitonin cells and parathyroid glands against cypermethrin toxicity. *Iranian Journal of Toxicology*, in press.
- 20) Srivastav, S., Mishra, D., Srivastav, S.K. and Suzuki, N. and Srivastav, A.K., 2020, Estradiol affects ultimobranchial gland of a freshwater catfish, *Heteropneustes fossilis* kept in different calcium environments. *Jordan Journal of Biological Sciences*, **13**, 519-523.
- 21) Tabuchi, Y., Hasegawa, H., Kondo, T., Suzuki, N., Furusawa, Y., Hirano, T., Nagaoka, R., Takeuchi, S., Shiiba, M. and Mochizuki, T., 2020, Identification of early response genes to low-intensity pulsed ultrasound in bone marrow stromal cells. *Journal of Medical Ultrasonics*, **47**, 193-201.
- 22) 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.

- 23) Takahashi, Y., Kawago, U., Shimasaki, Y., Oshima, Y. and Suzuki, N., Simple analysis method of hexavalent chromium in soil using a portable device. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, in press.
 - 24) Yamamoto, T., Ikegame, M., Kawago, U., Tabuchi, Y., Hirayama, J., Sekiguchi, T., Furusawa, Y., Yachiguchi, K., Matsubara, H., Urata, M., Hattori, A. and Suzuki, N., 2020, Detection of RANKL-producing cells and osteoclastic activation by the addition of exogenous RANKL in the regenerating scales of goldfish. *Biological Science in Space*, **34**, 400-403.
 - 25) Yamamoto, T., Ikegame, M., Hirayama, J., Kitamura, K., Tabuchi, Y., Furusawa, Y., Sekiguchi, T., Endo, M., Mishima, H., Seki, A., Yano, S., Matsubara, H., Hattori, A. and Suzuki, N., 2020, Expression of sclerostin in the regenerating scales of goldfish and its increase under microgravity during space flight. *Biomedical Research (Tokyo)*, **41**, 279-288.
 - 26) Yazawa, T., Imamichi, Y., Uwada, J., Sekiguchi, T., Mikami, D., Kitano, T., Ida, T. Sato, T., Nemoto, T., Nagata, S., Khan, R., Takahashi, S., Ushikubi, F., Taniguchi, A., Suzuki, N. and Umezawa, A., 2020, Evaluation of 17 β -hydroxysteroid dehydrogenase activity using androgen receptor-mediated transactivation. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, **196**, 105493.
 - 27) 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 α -dihydrotestosterone 1 and 11-ketodihydrotestosterone are active androgens produced in eel gonads. *Frontiers in Endocrinology*, in press.
 - 28) 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., 11-ketotestosterone is a major androgen produced in porcine 1 adrenal and testis. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, in press.
 - 29) 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.
 - 30) 川村龍矢・中町 健・小木曾正造・岡村隆行・鈴木信雄, 2020, 能登半島の九十九湾沿岸林周辺に生息するアカテガニ *Chiromantes haematocheir* の食性に関する研究. のと海洋ふれあいセンター研究報告, **26**, 13-18.
 - 31) 関 友信・松田 乾・馬久地みゆき・鈴木道生・鈴木信雄・大平 剛, 2020, ナンキョクオキアミのフッ素取り込み機構の分子基盤の解明. *Science Journal of Kanagawa University*, **31**, 75-78.
- (2) 著書・総説・資料・報告書
- 1) Katayama, Y., Kitahashi, T., Suzuki, N. and Sakamoto, T., 2020, Chapter 4.3 Endocrinology, In “Japanese Marine Life - A Practical Training Guide in Marine Biology”, Inaba, K. ed., Springer Nature Singapore Pte Ltd., Singapore, 197-204.
 - 2) Kitani, Y. and Nagashima, Y., 2020, L-Amino acid oxidase as a fish host-defense molecule. *Fish & Shellfish Immunology*, **106**, 685–690.
 - 3) Okamoto-Uchida, Y., Nishimura, A., Izawa, J., Hattori, A., Suzuki, N. and Hirayama, J., 2020, The use of chemical compounds to identify the regulatory mechanisms of vertebrate circadian clocks. *Current Drug Targets*, **21**, 425-432.

- 4) 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, in press.
- 5) 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, in press.
- 6) 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, in press.
- 7) 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, in press.
- 8) 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, in press.
- 9) 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, in press.
- 10) Suzuki, N., 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, in press.
- 11) Suzuki, N., 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, in press.
- 12) Suzuki, N., 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, in press.
- 13) Suzuki, N., 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, in press.
- 14) Suzuki, N., 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, in press.
- 15) Suzuki, N., 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, in press.
- 16) Suzuki, N., Staniocalcin. In “Handbook of Hormones: Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research”. H. Ando, K. Ukena, and S. Nagata. 2nd eds. ELSEVIER, Oxford, United Kingdom, in press.
- 17) 松原 創・永見 新・藤井寛之・木下邦則・鈴木信雄・中村 将・山内皓平・長浜嘉孝・柳町隆造, 2020, 世界農業遺産「能登の里山里海」で行う持続可能なオーガニック養殖. ケミカルエンジニアリング, **65**, 415-421.
- 18) 松原 創・永見 新・鈴木信雄・藤井寛之・木下邦則・中村 将・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.

- 19) 関口俊男, 2020, 棘皮動物・原索動物. “動物の事典”, 末光隆志他編, 朝倉書店, 東京, 455-456.
 - 20) 鈴木信雄, 2020, カルシウム代謝とホルモン. “動物の事典”, 末光隆志他編, 朝倉書店, 東京, 461-463.
- (3) 学術発表
- 1) Atthi, N., Sripumkhai, W., Pattamang, P., Meananeatra, R., Saengdee, P., Thongsook, O., Ranron, N., Pankong, K., Uahchinkul, W., Radomyos, S., Klunngien, N., Jeamsaksiri, W., Kitani, Y., Ogiso, S., Suzuki, N., Robust PDMS micro-structures with hydrophobic properties for marine antifouling applications. Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussions, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2020.11.30-12.3).
 - 2) Kawago, U., Yachiguchi, K., Sekiguchi, T., Hattori, A., Yamamoto, M., Kitamura, K., Tabuchi, Y., Suzuki, N., Both inorganic mercury and methylmercury decrease osteoclastic and osteoblastic activities in the scales of marine teleosts. Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussions, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2020.11.30-12.3).
 - 3) Migitaka, J., Seki, A., Hattori, A., Suzuki, N., Effect of melatonin on bone metabolism in naturally aged mice. Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussions, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2020.11.30-12.3).
 - 4) Seki, T., Miyuki, M., Matsuda, T., Nakajima, K., Suzuki, N., Suzuki, M., Ohira, T., Identification and characterization of a cuticular protein from the Antarctic krill *Euphausia superba*. The 20th Annual Meeting of the Protein Science Society of Japan, Tokyo, Japan (2020.7.28).
 - 5) Sekiguchi, Identification of polycyclic aromatic hydrocarbons receptor in marine invertebrate ascidian *Ciona intesitinalis* Type A. International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussions, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2020.11.30-12.3).
 - 6) Srivastav, A.K., Suzuki, N., Environmental Toxicants: Impact on Fish. Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussions, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2020.11.30-12.3).
 - 7) Yamamoto, T., Ikegame, M., Kawago, U., Tabuchi, Y., Hirayama, J., Sekiguchi, T., Furusawa, Y., Yachiguchi, K., Matsubara, H., Urata, M., Hattori, A., Suzuki, N., Detection of RANKL-producing cells and osteoclastic activation by the addition of RANKL in the regenerating scales of goldfish. Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration Through Online Discussions, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2020.11.30-12.3).
 - 8) 鈴木信雄, 宇宙空間における骨代謝制御: キンギョの培養ウロコを骨のモデルとした解析. 日本宇宙生物科学会特別 WEB 講演会~2020 年度受賞者を囲んで~, オンライン, 東京, 日本 (2020.9.26) .
 - 9) 鈴木信雄・池亀美華・田渕圭章・古澤之裕・北村敬一郎・関口俊男・山本 樹・矢野幸子・平山順・服部淳彦, メラトニンは骨芽細胞で産生されるカルシトニンの分泌を促進する. 日本動物学会第 91 回オンライン大会, 東京, 日本 (2020.9.4-5) .
 - 10) 浦田 慎・木下靖子・能丸恵理子・谷内口孝治・松原道男・鈴木信雄, コロナ時代に適応した体験型海洋教育: 「里海科体験学習キット」の開発と地域外展開. 第 8 回 全国海洋教育サミット, オンライン, 東京, 日本 (2021.2.11) .

(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：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）
- 3) 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）
- 4) 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）
- 5) 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）
- 6) 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）
- 7) 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）
- 8) 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）
- 9) 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）
- 10) 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）
- 11) 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）
- 12) 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）
- 13) 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）
- 14) 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）
- 15) 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）
- 16) 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. ボラクプール大学（インド）（Prof. Ajai K. Srivastav）
- 17) 鈴木信雄：魚類の骨代謝に対するフッ素の影響に関する研究. カントー大学（ベトナム）（Prof. Tran Ngoc Hai）, 富山大学研究推進機構研究推進総合支援センター（教授 田淵圭章）
- 18) 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）
- 19) 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）
- 20) 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）
- 21) 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）

- 22) 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）
 - 23) 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）
 - 24) 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）
 - 25) 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）
 - 26) 鈴木信雄：インドール化合物の抗菌活性及び植物の根の成長促進作用に関する研究．富山大学大学院理工学研究部（客員教授 神坂盛一郎，教授 唐原一郎）
 - 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) 木谷洋一郎：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：富山大学，田渕圭章），令和2年度，水酸化多環芳香族炭化水素類の毒性機構の解明：特に骨代謝に及ぼす影響評価．200 千円．

- 2) 関口俊男：日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（重点：旭川医科大学，矢澤隆志），令和 2 年度，PAHs が生殖腺機能に及ぼす影響の包括的な解析．650 千円．
- 3) 関口俊男：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：東京大学，濱崎恒二），令和 2 年度，安定海水泡沫「波の花」の成因に関する研究．200 千円．
- 4) 関口俊男：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：島根大学，吉田真明），令和 2 年度，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．170 千円．
- 5) 関口俊男：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所，川島武士），令和 2 年度，海洋プランクトン動態研究のための環境 DNA と画像データ統合システムの開発．200 千円．
- 6) 関口俊男：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：長浜バイオ大学，和田修一），令和 2 年度，海産無脊椎動物における芳香族受容体 AhR の分子機能および発現調節機構の研究．200 千円．
- 7) 鈴木信雄：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：D.D.U. Gorakhpur University, Ajai K. Srivastav），令和 2 年度，魚類のミネラル代謝に及ぼす環境汚染物質の毒性影響．210 千円．
- 8) 鈴木信雄：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：公立小松大学，平山 順），令和 2 年度，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．200 千円．
- 9) 鈴木信雄：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：鹿児島大学，宇野誠一），令和 2 年度，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．200 千円．
- 10) 鈴木信雄：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：新潟大学，豊田賢治），令和 2 年度，沿岸性甲殻類の幼生変態における昆虫成長制御剤の毒性影響評価．200 千円．
- 11) 鈴木信雄：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：東京医科歯科大学，服部淳彦），令和 2 年度，多環芳香族炭化水素類の肝臓に対する毒性機構の解明．200 千円．
- 12) 鈴木信雄：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：東京大学，鈴木道生），令和 2 年度，カキの貝殻微細構造による重金属を濃集する機構解明に関する研究．200 千円．
- 13) 鈴木信雄：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：富山県立大学，古澤之裕），令和 2 年度，マイクロプラスチックの魚類生理に対する作用：腸内細菌によるプラスチックの分解．200 千円．
- 14) 鈴木信雄：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：富山大学，酒徳昭宏），令和 2 年度，七尾湾に特異的な底質環境の解析：海底堆積物中の溶存遊離アミノ酸の変動と微生物群集との関係．200 千円．
- 15) 鈴木信雄：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：富山県立大学，西本壮吾），令和 2 年度，多環芳香族炭化水素類の免疫系に対する作用．200 千円．

- 非常勤講師

- 1) 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 中部支部代表委員（2016～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 Environmental Research and Public Health (Gest Editor)（2019～2020）
- 9) 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) Aadrean and Usio. N., 2020, Spatiotemporal patterns of latrine-site use by small-clawed otters in a heterogeneous rice field landscape. *Mammal Study*, **45**, 103-110.
- 2) Battsengel, E., Murayama, T., Fukushi, K., Nishikizawa, S., Chonokhuu, S., Ochir, A., Tsetsgee, S. and Davaasuren, D., 2020, Ecological and Human Health Risk Assessment of Heavy Metal Pollution in the Soil of the Ger District in Ulaanbaatar, Mongolia. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, **17**(13), 4668.
- 3) De Sanctis, M.C., Mitri, G., Castillo-Rogez, J., House, C.H., Marchi, S., Taymond, C.A. and Sekine, Y., 2020, Relict Ocean Worlds: Ceres. *Space Sci Rev.*, **216**, 60.
- 4) Fukushi, K., Imai, E., Sekine, Y., Kitajima, T., Gankhurel, B., Davaasuren, D. and Hasebe, N., 2020, In situ formation of monohydrocalcite in alkaline saline lakes of the Valley of Gobi Lakes: prediction for Mg, Ca, and total dissolved carbonate concentrations in Enceladus' ocean and alkaline-carbonate ocean worlds, *Minerals*, **10**, 669.
- 5) 福士圭介・関根康人，2020，火星は生命の誕生と生存に適した環境だった．日本原子力学会誌 ATOMOS, **62**.
- 6) Gankhurel, B., Fukushi, K., Akehi, A., Takahashi, Y., Zhao, X. and Kawasaki, K., 2020, Comparison of Chemical Speciation of Lead, Arsenic, and Cadmium in Contaminated Soils from a Historical Mining Site: Implications for Different Mobilities of Heavy Metals. *ACS Earth Space Chem.* **4**, 1064–1077.

- 7) Goto, G.T., Sekine, Y., Shimoda, G., Hein, J.R., Aoki, S., Ishikawa, A., Suzuki, K., Gordon, G.W. and Anbar, D.A., 2020, A framework for understanding Mo isotope records of Archean and Paleoproterozoic Fe- and Mn-rich sedimentary rocks: Insights from modern marine hydrothermal Fe-Mn oxides. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **280**, 221-236.
- 8) 長谷部徳子・末岡 茂・田上高広, 2021, フィッショントラック年代測定の基礎：これまでの経緯と今後の発展の可能性. *Radioisotopes*, **70**, 117-130.
- 9) Hiramatsu, S. and Usio, N., 2020, Diel activity patterns of alpine carabid beetles differ according to habitat type. *The Pan-Pacific Entomologist*, **96**, 99-107.
- 10) 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**, 1–15.
- 11) 平澤 聡・塚脇真二, 2021, 石川県小松市西部「滝ヶ原石」石切り場跡の下部中新統赤穂谷層から産出した生痕化石群集（予報）. 日本海域研究, **52**, 81-91.
- 12) Honda, M., Mukai, K., Nagato, E., Uno, S. and Oshima, Y., 2021. Correlation between Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Wharf Roach (*Ligia* spp.) and Environmental Components of the Intertidal and Supralittoral Zone along the Japanese Coast. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**(2), 630.
- 13) Honda, M., Qiu, X., Lydia Undap, S., Kimura, T., Hori, T., Shimasaki, Y. and Oshima, Y., 2021. Contamination of Heavy Metals, Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins/Furans and Dioxin-Like Polychlorinated Biphenyls in Wharf Roach *Ligia* spp. In Japanese Intertidal and Supratidal Zones. *Applied Sciences*, **11**, 1856.
- 14) Hubert, B., Furt, J.-M. et Tsukawaki, S., 2020, Rapport du groupe d'experts ad hoc pour le développement durable. *Actes du 27ème Session plénière, UNESCO / Comité international de coordination pour la sauvegarde et la mise en valeur du site historique d'Angkor*, Bureau de l'UNESCO à Phnom Penh, Cambodge, **27**, dans la presse.
- 15) 梶田侑弥・福田将眞・末岡 茂・長谷部徳子・田村明弘・森下知晃・Barry P. Kohn・田上高広, 2020, 熱年代学を用いた北上山地の隆起・削剥史の推定. フィッション・トラック ニュースレター, **33**, 28-30.
- 16) Kitajima, T., Fukushi, K., Yoda, M., Takeichi, Y. and Takahashi, Y., 2020, Simple Reproducible Synthesis of Pure Monohydrocalcite with Low Mg Content. *Minerals* 2020, **10**, 346.
- 17) Tsukawaki, S., Furt, J.-M. and Hubert, B., 2020, Report from the ad hoc group of experts on sustainable development. *Proceedings of the 27th Plenary Session, UNESCO/International Coordinating Committee for the Safeguarding and Development of the Historic Site of Angkor*, UNESCO Office Phnom Penh, Cambodia, **27**, in press.
- 18) 小山博晃・長谷部徳子, 2020, ジルコンの薄片エッチングをめざした取り組み. フィッション・トラック ニュースレター, **33**, 36-39.
- 19) 小林侑生・末岡 茂・福田将眞・長谷部徳子・田村明弘・森下知晃・田上高広, 2020, 伊豆弧の衝突と南部フォッサマグナ地域の山地形成：低温領域の熱年代学による知見. フィッション・トラック ニュースレター, **33**, 25-27.
- 20) Makino, W., Machida, R.J., Okitsu, J. and Usio, N., 2020, Underestimated species diversity and hidden habitat preference in *Moina* (Crustacea, Cladocera) revealed by integrative taxonomy. *Hydrobiologia*, **847**,

857-878.

- 21) Margolis, A.E., Pagliaccio, D., Ramphal, B., Banker, S., Thomas, L., Robinson, M., Honda, M., Sussman, T., Posner, J., Kannan, K. and Herbstman, J., 2021. Prenatal environmental tobacco smoke exposure alters children's cognitive control circuitry: A preliminary study. *Environment International*, **155**, 106516.
- 22) Munemoto, T., Solongo, T., Okuyama, A., Fukushima, K., Yunden, A., Batbold, T., Altansukh, O., Takahashi, Y., Iwai, H. and Nagao, S., 2020, Rare earth element distributions in rivers and sediments from the Erdenet Cu–Mo mining area, Mongolia. *Applied Geochemistry*, **123**, 104800.
- 23) Oohashi, K., Minomo, Y., Akasegawa, K., Hasebe, N. and Miura, K., 2021, Optically stimulated luminescence signal resetting of quartz gouge during sub-seismic to seismic frictional sliding; a case study using granite-derived quartz. *JGR Solid Earth*, **125**, e2020JB019900.
- 24) Sekine, Y., Kitajima, T., Fukushima, K., Gankhurel, B., Tssetsgee, S., Davaasuren, D., Matsumiya, H., Chida, T., Nakamura, M. and Hasebe, N., 2020, Hydrogeochemical Study on Closed-Basin Lakes in Cold and Semi-Arid Climates of the Valley of the Gobi Lakes, Mongolia: Implications for Hydrology and Water Chemistry of Paleolakes on Mars. *Minerals*, **10**, 792.
- 25) Sekine, Y., 2021, Habitability and planetary redox. *Viva Origino*, **48**, 1-13.
- 26) Souza, M.C.O., Saraiva, M.C.P., Honda, M., Barbieri, M.A., Bettiol, H., Barbosa, F. and Kannan, K., 2020, Exposure to per-and polyfluorinated alkyl substances in pregnant Brazilian women and its association with fetal growth. *Environmental Research*, **187**, 109585.
- 27) 末岡 茂・島田耕史・長谷部徳子・田上高広, 2021, フィッショソ・トラック法における近年の新たな展開 ―測定技術の高度化,アニーリング特性の理解,新手法の開発―. *Radioisotopes*, **70**, 189-297.
- 28) Tan, S., Sekine, Y., Shibuya, T., Miyamoto, C. and Takahashi, Y., 2021, The role of hydrothermal sulfate reduction in the sulfur cycles within Europa: Laboratory experiments on sulfate reduction at 100 MPa. *Icarus*, **357**, 114222, 1-13.
- 29) 塚脇真二・岡田隆司・田知清英・作本達也・樫田 誠, 2021, 石川県小松市滝ヶ原碧玉原産地遺跡周辺地域の地質. *日本海域研究*, **52**, 1-12.
- 30) Udaanjargal, U., Hasebe, N., Davaasuren, D., Igarashi, Y., Hasegawa, H., Gankhurel, B., Katsuta, N., Ganbat, S., Niiden, I. and Fukushima, K., 2020, Statistical approach on preliminary geochemical records from Lake Olgoi, Valley of the Lakes, Mongolia. *Transactions, Japanese Geomorphological Union*, **41**, 261-275
- 31) Usio, N., Lailati, M., Huynh, T.Q., Shang, Y., Ito, K., Katsumi, N., Mizuuchi, Y. and Ino, M., 2020, Effectiveness of ground bamboo mulching in suppressing weeds and enhancing rice production: a microcosm experiment. *Paddy and Water Environment*, **96**, 99–107.
- 32) 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.
- 33) Zhang, Z., Capinha, C., Usio, N., Weterings, R., Liu, X., Li, Y., Landeria, J.M., Zhou, Q. and Yokota, M., 2020, Impacts of climate change on the global potential distribution of two notorious invasive crayfishes. *Freshwater Biology*, **65**, 353-365.

(2) 著書・総説・資料・報告書

- 1) 福士圭介・関根康人（分担執筆），2021，第 12 章 初期火星の水質復元；分子地球化学，高橋嘉夫編，名古屋大学出版会，愛知。
- 2) 福士圭介（分担執筆），2021，第 6 章 塩湖の地球化学；分子地球化学，高橋嘉夫編，名古屋大学出版会，愛知。
- 3) 福士圭介（分担執筆），2021，第 3 章 表面錯体モデリング；分子地球化学，高橋嘉夫編，名古屋大学出版会，愛知。
- 4) Japan Delegation (Miyazaki, K., Takarada, S., Bandibas, J., Masuda, K., Takahashi, Y., Tsukawaki, S., Saito, Y., Uchida, Y., Uchida, T., *et al.*), 2020, Member Country Report of Japan. *The 56th CCOP Annual Session, Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia (CCOP)*, CCOP Technical Secretariat, Bangkok, **56**, 32.
- 5) 西川 潮（分担執筆），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
- 6) 西川 潮（分担執筆），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
- 7) 西川 潮（分担執筆），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
- 8) 西川 潮（分担執筆），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
- 9) 西川 潮（分担執筆），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

(3) 学術発表

- 1) 福田将真・末岡 茂・長谷部徳子・田村明弘・森下知晃・田上高広，2020，東北日本弧北部における白亜紀花崗岩類の AFT 熱年代学：熱史逆解析に基づく熱史・削剥史の推定．日本地球惑星科学連合 2020 年大会，オンライン（2020.7.12-16）。
- 2) 福士圭介・関根康人・佐久間博・森田康暉・Robin Wordsworth, R., Habitable aqueous environment on Early Mars inferred from reconstructed water chemistry at Gale. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会，オンライン（2020.7.12-16）。（招待講演）
- 3) 福士圭介・関根康人，Evolution of aqueous environment on Early Mars inferred from reconstructed water chemistry at Gale. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会，オンライン（2020.7.12-16）。
- 4) Fukushi, K., Sekine, Y., Water Chemistry of Early Mars Recorded in Interlayer of Smectite and Secondary Minerals from Gale. 57th Annual Meeting of the Clay Minerals Society, オンライン（2020.10.18-23）。（招待講演）
- 5) Gankhurel, B., Fukushi, K., Akehi, A., Takahashi, Y., Zhao, X., Kawasaki, K., Comparison of speciation and solubility of arsenic, lead, and cadmium in contaminated soils from Kamegai mine tailing, Toyama Japan. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会，オンライン（2020.7.12-16）。
- 6) Hubert, B., Furt, J.-M. et Tsukawaki, S., Rapport du groupe d'experts ad hoc pour le développement durable. 27ème Session plénière, UNESCO / Comité international de coordination pour la sauvegarde et la mise en valeur du site historique d'Angkor, Siem Reap (en ligne), Cambodge (2020.12.16).

- 7) Honda, M., Satone, H., Kawashima, H., Oshima, Y., Human Biomonitoring of Neonicotinoid Insecticides in Three Prefecture, Japan. *SETAC SciCon2: SETAC North America 41st Annual Meeting*, Online (2020.11.16).
- 8) Hyun, L.S., Honda, H., Mukai, K., Hirasawa, T., Hatakeyama, T., Tsuruda, Y., Shimasaki, Y., Oshima, Y., 2021, 令和 2 年度 日本環境毒性学会オンライン研究発表会, オンライン (2021.3.9).
- 9) Hyun, L.S., Honda, H., Mukai, K., Hirasawa, T., Hatakeyama, T., Tsuruda, Y., Shimasaki, Y., Oshima, Y., 2021, Detection of microplastics in Wharf roach collected from coastal of Japan. 令和 2 年度日本水産学会九州支部総会・大会, オンライン (2021.1.9).
- 10) Hubert, B., Furt, J.-M. et Tsukawaki, S., Rapport du groupe d'experts ad hoc pour le développement durable. *27ème Session plénière, UNESCO / Comité international de coordination pour la sauvegarde et la mise en valeur du site historique d'Angkor, Siem Reap (en ligne)*, Cambodge (2021.1.27).
- 11) 五十嵐雄大・Udaanjargal. U.・國分陽子・渡邊隆広・長谷川精・Ichinnorov, N.・勝田長貴・Davaasuren, D.・長谷部徳子, モンゴル Valley of the Gobi Lakes における第四紀後期堆積物の OSL と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. 第 37 回 ESR 応用計測研究会・2020 年度ルミネッセンス年代測定研究会・第 45 回フィッション・トラック研究会合同研究会, オンライン (2021.2.20).
- 12) 今村和貴・本田匡人・鈴木信雄・國師恵美子・宇野誠一, 金沢市河北潟周辺域底質の生物影響評価と化学物質汚染との関連性. 令和 2 年度 日本環境毒性学会オンライン研究発表会, オンライン (2021.3.9).
- 13) 井上皓介・福士圭介・森田康暉・菅 大暉・高橋嘉夫, 地球外試料中の粘土鉱物に対する新たな鉱物学的キャラクタリゼーション法の開発. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16).
- 14) 井上皓介・福士圭介・森田康暉・菅 大暉・河合敬宏・高橋嘉夫・武市泰男, 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. 2020 年度日本地球化学会第 67 回オンライン年会, オンライン (2020.11.12-26).
- 15) 伊藤陽平・田村明弘・長谷部徳子, レーザーパラメータが LA-ICP-MS 分析結果に及ぼす影響. 第 37 回 ESR 応用計測研究会・2020 年度ルミネッセンス年代測定研究会・第 45 回フィッション・トラック研究会合同研究会, オンライン (2021.2.20).
- 16) Japan Delegation (Miyazaki, K., Takarada, S., Bandibas, J., Masuda, K., Takahashi, Y., Tsukawaki, S., Saito, Y., Uchida, Y., Uchida, T., et al.), Member Country Report of Japan. The 55th CCOP Annual Session, Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia (CCOP), Online (2020.9.14).
- 17) 梶田侑弥・岡 茂・福田将眞・長谷部徳子・田村明弘・森下知晃・Barry, K.・田上高広, 熱年代学を用いた北上・阿武隈山地における熱史と削剥史の推定. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16).
- 18) 梶谷伊織・中田亮一・小池みずほ・田辺 学・臼井寛裕・横山哲也・福士圭介, Sulfur species in carbonates of a 4.1-billion-year old Martian meteorite constraining conditions of water on ancient Mars. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16).
- 19) 河合敬宏・菅 大暉・武市泰男・井上皓介・福士圭介・片山郁夫・高橋嘉夫, 走査型透過 X 線顕微鏡(STXM)による隕石や地球熱水変質物に含まれる有機物や二次鉱物中の炭素や鉄の局所化学種解析. 2020 年度日本地球化学会第 67 回オンライン年会, オンライン (2020.11.12-26).

- 20) 北島卓磨・福士圭介・ガンフレル バーサンスレン・関根康人・依田優大・ダバースレン ダバードルジ, 氷形成を駆動力とした鉱物形成過程の検証: 南モンゴルのアルカリ塩湖凍結時にみられる自生炭酸塩鉱物生成. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16).
- 21) 北島卓磨・福士圭介・関根康人・依田優大・Gankhurel, B.・Davaasuren, D.・武市泰男・高橋嘉夫, 低温条件におけるモノハイドロカルサイトの生成. 2020 年度日本地球化学会第 67 回オンライン年会, オンライン (2020.11.12-26).
- 22) 小林侑生・末岡 茂・福田将眞・Barry, K.・横山立憲・長谷部徳子・田村明弘・森下知晃・田上高広, Izu-Bonin arc collision and mountain formation of the South Fossa Magna region: New insights from low-temperature thermochronology. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16).
- 23) 小山博晃・長谷部徳子, Thin section etching of zircon for micro thermochronology by fission track method: A trial. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16).
- 24) 工藤秀平・高嶋忠夫・西川 潮, 水田地帯におけるカエル類の生息数と食性に及ぼす農法, 草刈りおよび排水路構造の影響. 日本生態学会第 68 回大会, 神戸市, オンラインポスター発表 (2021.3).
- 25) 中島大輝・長谷部徳子・山田記大・横山明彦, 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. 第 37 回 ESR 応用計測研究会・2020 年度ルミネッセンス年代測定研究会・第 45 回フィッション・トラック研究会合同研究会, オンライン (2021.2.20).
- 26) 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, オンライン (2021.3.2). (招待講演)
- 27) 岡田 遥・辻原毬乃・荒木祐二・塚脇真二, 草地生態系における絶滅危惧種の保全ーさいたま市田島ヶ原サクラソウ自生地を例にー. 第 5 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」, 金沢大学自然科学系大講義棟, 金沢 (2021.3.12).
- 28) 奥山晃浩・Tsetsgee, S.・福士 圭介, 酸化物によるモリブデン吸着挙動: モンゴル・エルデネト地域の河川中におけるモリブデンの動態解析. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16).
- 29) 奥山晃浩・福士圭介, 酸化物による As(V)吸着のロバストな予測モデル. 2020 年度日本地球化学会第 67 回オンライン年会, オンライン (2020.11.12-26).
- 30) Ridwan, J., Hasebe, N., Yulianto, E., Supriatna, N., Amar, A., Analyses of Sag Pond Stratigraphy to Assess the Disaster History along Lembang Fault, West Java, Indonesia. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16).
- 31) 関根康人・中村麻也・Davaasuren, D.・庄司大悟・森田康暉・福士圭介・長谷部徳子・Shawn, M., Recurring slope lineae on Earth: Implications for hydrological cycles and potential habitability on Mars. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16).
- 32) 関根康人・福士圭介, 初期火星の水循環とアストロバイオロジー: 中央アジア・モンゴル, 半乾燥地域の水循環からの示唆. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16).
- 33) 関根康人・中村麻也・Davaasuren, D.・庄司大悟・森田康暉・福士圭介・長谷部徳子・Shawn, M., Recurring slope lineae on Earth: Implications for hydrological cycles and potential habitability on Mars. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16). (招待講演)
- 34) 田上高広・末岡 茂・長谷部 徳子・Herman, F., Overview of geo- and thermo-chronology applicable to unravel the earth's surface evolution. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16).

- 35) 高井優生, 富永晃世, 早稲田真未, 内田祐紀哉, 本田匡人, 島崎洋平, 大嶋雄治, マイクロプラスチックとアントラセンの複合暴露が海産メダカへ与える影響. 令和2年度 日本環境毒性学会オンライン研究発表会, オンライン (2021.3.9).
- 36) Tsetsgee, S., Fukushima, K., Ochir, A., Takahashi, Y., Munemoto, T., Akehi, A., Yunden, A., Odgerel, E., Batbold, T. and Hasebe, N., Source Identification of Molybdenum in Natural Water Around Erdenet City, Mongolia. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16).
- 37) Tsukawaki, S., Furt, J.-M., Hubert, B., Report from the ad hoc group of experts on sustainable development. *27th Plenary Session, UNESCO/International Coordinating Committee for the Safeguarding and Development of the Historic Site of Angkor, Siem Reap* (online), Cambodia (2020.12.16).
- 38) Tsukawaki, S., Furt, J.-M. and Hubert, B., Report from the ad hoc group of experts on sustainable development. *27th Plenary Session, UNESCO/International Coordinating Committee for the Safeguarding and Development of the Historic Site of Angkor, Siem Reap* (online), Cambodia, **27**, (2021.1.27).
- 39) 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5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」, 金沢大学自然科学大講義棟, 金沢 (2021.3.12).
- 40) 塚脇真二, アンコール世界遺産インターンシップの10年間. アンコール世界遺産インターンシップ10周年記念シンポジウム「10年間の海外プログラムをふりかえって」, 金沢大学自然科学大講義棟, 金沢 (2021.3.13).
- 41) Udaanjargal, U., Hasebe, N., Davaasuren, D., Igarashi, Y., Fukushima, K., Hasegawa, H., Gankhurel, B., Katsuta, N., Ganbat, S., Niiden, I., Preliminary results of 10.5 m core record from lake Olgoi, Valley of the Lake in Mongolia. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16).
- 42) Usio, N., Effectiveness of wildlife-friendly farming on paddy field biodiversity: a case of Sado Island in central Japan. 2020 International Conference on Eco-Agriculture: Technology Development and Landscape Management (Online Presentation), Taiwan (5 November 2020) (Online presentation) (招待講演)
- 43) 依田優大・関根康人・福士圭介・北島卓磨・ガンフレル バーサンスレン・ダバスーレン ダバドルジ・庄司大悟・高橋嘉夫, Field investigation on capturing of lake water salts within surface ice on ice-covered saline lakes in Mongolia: Implications for icy shell compositions of Solar System icy bodies. 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, オンライン (2020.7.12-16).

(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：第四紀火山岩の年代測手法の開発．韓国地質資源研究院（韓国），浦項工科大学（韓国）
- 6) 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
- 7) 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
- 8) 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
- 9) 西川 潮：水田における農法の違いがアカトンボ類の個体数に与える影響の解明．国立環境研究所
- 10) 西川 潮：里山のバイオマス資源を活かした無農薬稲作技術の開発．石川県立大学，岐阜大学，JA はくい，石川県農林総合研究センター農業試験場
- 11) 西川 潮：環境 DNA を用いた水田のトンボ類の多様性評価．神戸大学
- 12) 西川 潮：河川生態系における外来ザリガニ類の侵入予測に関する研究．北海道大学，University of Illinois
- 13) 塚脇真二：アンコール世界遺産区域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，日本大学，埼玉大学，滋賀大学，京都大学，弘前大学
- 14) 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，日本大学，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
- 15) 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
- 16) 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
- 17) 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
- 18) 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) 長谷部徳子：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：慶熙大学校，田中幸哉），令和 2 年度，東部モンゴルにおける湖水面変動と環境変化．210 千円．
- 2) 長谷部徳子：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：茨城大学，瀧田敏行），令和 2 年度，プログラム評価を活用した複合領域における研究マネジメント手法の実証的研究．190 千円．
- 3) 長谷部徳子：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：富山大学，石川尚人），令和 2 年度，日本海形成過程の解明：エチオピア・アフ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．200 千円．

- 4) 長谷部徳子：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：島根大学，山口啓子），令和 2 年度，二枚貝および堆積物に含まれる微量元素から読み解く汽水湖の環境変化．190 千円．
- 5) 福士圭介：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：モンゴル国立大学，ダバドルジ・ダバスレン），令和 2 年度，モンゴル南部アルカリ塩湖における重金属の濃集過程調査．210 千円．
- 6) 福士圭介：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：石川県工業試験場，宗本隆志），令和 2 年度，東アジア最大の鉱山地域における希土類元素の地球化学．
- 7) 福士圭介：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（若手：東京大学大学院，依田優大），令和 2 年度，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．200 千円．
- 8) 本田匡人：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：秋田県立大学，川島洋人），令和 2 年度，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．200 千円．
- 9) 本田匡人：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：新潟食料農業大学，佐藤根妃奈），令和 2 年度，魚類における有害有機フッ素化合物の体内動態と解毒機構の解明．200 千円．
- 10) 本田匡人：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：九州大学，島崎洋平），令和 2 年度，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．200 千円．
- 11) 本田匡人：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（若手：九州大学大学院，高井優生），令和 2 年度，有害化学物質とマイクロプラスチックのベクター効果が海産メダカへ与える影響．200 千円．
- 12) 西川 潮：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：琉球大学，陳 碧霞），令和 2 年度，気候変動に対応する棚田の持続可能な維持管理方策．200 千円．
- 13) 西川 潮：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：滋賀大学，田中勝也），令和 2 年度，環日本海域における成果連動型農業環境支払制度の可能性：経済実験によるアプローチ．200 千円．

- 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）
- 2) 福士圭介：広島大学地球惑星システム学科集中講義「水質地球化学」

(5) 各種活動

- 学会活動

- 1) 福士圭介：日本地球化学会理事（2017～現在）
- 2) 福士圭介：2020 年度日本地球化学会第 67 回オンライン年会 大会実行委員（2020）
- 3) 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）
- 4) 長谷部徳子：International Conference on Thermochronology, Standing Committee member（2016～現在）

- 5) 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)
 - 6) 長谷部徳子：日本学術会議連携会員 (2020～現在)
 - 7) 長谷部徳子：I G U(International Geographical Union)合同分科会 I A G(International Association for Geomorphology)小委員会委員 (副委員長) (2020～現在)
 - 8) 長谷部徳子：INQUA(The International Union for Quaternary Research) 小委員会委員, (2020～現在)
 - 9) 長谷部徳子：PAGES((Past Global Changes)小委員会委員 (2020～現在)
 - 10) 長谷部徳子：日本学術振興会研究費審査員 (2020)
 - 11) 本田匡人：2021 年度環境毒性学会研究発表会 大会実行委員 (2020～現在)
 - 12) 西川 潮：Limnology Editorial Advisor (2019～現在)
 - 13) 西川 潮：Water Editorial Board (2021～現在)
 - 14) 塚脇真二：日本応用地質学会中部支部顧問 (2013～現在)
 - 15) 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)
 - 16) 塚脇真二：International Union of Geological Sciences, GeoHazard Task Group 委員 (2017～現在)
- 社会活動
- 1) 富士圭介：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 (2013～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 (2017～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：星稜高校土曜講座講師「多様な視点で STEM 分野を牽引しよう」(2020)
 - 7) 長谷部徳子：石川県高等学校文化連盟理科部行事「第 10 回 石川県中学・高校生徒物理研究発表会」における講師 (2019)
 - 8) 長谷部徳子：石川県環境審議会専門委員 (2020～現在)
 - 9) 長谷部徳子：金沢市井戸設置許可審査部会委員 (2019～現在)
 - 10) 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)
 - 11) 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～現在)
 - 12) 本田匡人：ジュニアドクター育成塾指導教員 (2019～現在)
 - 13) 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)
 - 14) 西川 潮：プレック研究所環境省請負業務「令和 2 年度対策困難外来種防除手法等検討調査業務」委員 (2020)
 - 15) 西川 潮：特別研究員等審査会専門委員, 卓越研究員候補者選考委員会書面審査員及び国際事業委員会書面審査員・書面評価委員 (2020)
 - 16) 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) (2020)

- 17) 西川 潮 : Journal of Environmental Management, Landscape and Ecological Engineering, Sustainability, Water 査読者 (2020)
- 18) 塚脇真二 : こまつ SATOYAMA 評議会委員 (2015～現在)
- 19) 塚脇真二 : 環境王国こまつアドバイザー (2015～現在)
- 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., Takehara, R., Hanaki, S., Kameyama, H., Nishioka, J. and Nagao, S., 2020. Distributions of radiocesium and radium isotopes in the western Bering Sea in 2018. *Marine Chemistry*, **225**, 103843.
- 2) Inoue, M., Takehara, R., Takikawa, T., Shirotani, Y., Morita, T., Honda, N. and Nagao, S., 2020. Circulation paths of ¹³⁴Cs in seawater southwest of Japan in 2018 and 2019. *Journal of Environmental Radioactivity*, **223-224**, 106382.
- 3) Inoue, M., Shirotani, Y., Morokado, T., Hanaki, S., Ito, M., Kameyama, H., Kofuji, H., Okino, A., Shikata, T., Yoshida, M. and Nagao, S., 2021, Kuroshio fractions in the southwestern Sea of Japan; implications from radium isotopes. *Continental Shelf Research*, **214**, 104328.
- 4) Itono, T., Kashiwaya, K. and Ochiai, S., 2020, A Study of Sedimentary Environments Based on Long-term Observation in a Small Lake-catchment System in Central Japan. *Environmental Processes*, **7**, 615-630.
- 5) Iwai, H., Yamamoto, M., Matsuo, M., Liu, D. and 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*, in press.
- 6) Kaeriyama, H. Fujimoto, K., Inoue, M. and Minakawa, M., 2020, Radiocesium in Japan Sea associated with sinking particles from Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *Journal of Environmental Radioactivity*, **222**, 106348.
- 7) Katsumi, N., Kusube, T., Nagao, S. and Okochi, H., 2020, The role of coated fertilizer used in paddy fields as a source of microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, **161**, 111727.
- 8) Katsumi, N., Kusube, T., Nagao, S. and Okochi, H., 2021, Accumulation of microcapsules derived from coated fertilizer in paddy fields. *Chemosphere*, **267**, 129185.
- 9) Katsuta, N., Naito, S., Ikeda, H., Tanaka, K., Murakami, T., Ochiai, S., Miyata, Y., Shimizu, M., Hayano, A., Fukui, K., Hasegawa, H., Nagao, S., Nakagawa, M., Nagashima, K., Niwa, M., Murayamai, M., Kagawa, M. and Kawakami, S., 2020, Sedimentary rhythm of Mn-carbonate laminae induced by East Asian summer monsoon variability and human activity in Lake Ohnuma, southwest Hokkaido, northern Japan, *Quaternary Science Reviews*, **248**, 106576.
- 10) Matsumura, M., Sasa, K., Matsunaka, T., Sueki, K., Takahashi, T. and Matsuzaki, H., 2020, Contamination assessment of chemical preparation rooms for I-129 AMS, *Analytical Science*, **36**, 631-636.

- 11) Munemoto, T., Solongo, T., Okuyama, A., Fukushi, K., Yunden, A., Batbold, T., Altansukh, O., Takahashi, Y., Iwai, H. and Nagao, S., 2020, Rare earth element distributions in rivers and sediments from the Erdenet Cu–Mo mining area, Mongolia. *Applied Geochemistry*, **123**, 104800.
 - 12) Nagao, S., Terasaki, S., Ochiai, S., Fukushi, K., Tomihara, S., Charette, M.A. and Buesseler, K.O., 2020, Desorption behavior of fukushima-derived radiocesium in sand collected from yotsukura beach in Fukushima Prefecture. *Analytical Sciences*, **36**, 569-575.
 - 13) 長尾誠也・金森正樹・落合伸也, 2020, 九頭竜川水系河川水における九頭竜川水系河川水における懸濁態有機物の炭素同位体組成とその変動要因. 分析化学, **69**, 707-714.
 - 14) Nishimura, M., Matsunaka, T., Wang, J., Matoba, S., Tsushima, A., Zhu, L. and Izutsu, Y., 2020, Sources and behavior of monsoon air masses in the lowest-latitude region on the Tibetan Plateau, and their paleoclimatic implications, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **554**, 109750.
 - 15) Ochiai, S., Tokunari, T., Suzuki, T. and Nagao, S., 2020, Transport processes of suspended and riverbed sediments inferred from atmospheric radionuclides in the Kumaki River, *Transactions, Japanese Geomorphological Union*, **41**, 313-326.
 - 16) Takata, H., Aono, T., Aoyama, M., Inoue, M., Kaeriyama, H., Suzuki, S., Tsuruta, T., Wada, T. and Wakiyama, Y., 2020, Suspended Particle–Water Interactions Increase Dissolved ¹³⁷Cs Activities in the Nearshore Seawater during Typhoon Hagibis. *Environmental Science and Technology*. in press.
 - 17) Yamamoto, S., Hubert-Ferrari, A., Lamair, L., Miyata, Y., Ochiai, S., Nagao, S., Miyauchi, N., Yoshida, K., Fujiwara, O., Yokoyama, Y., Heyvaert, V.M.A, De Batist, M. and the QuakeRecNankai Team, 2020, Organic carbon accumulation and productivity over the past 130 years in Lake Kawaguchi (central Japan) reconstructed using organic geochemical proxies, *Journal of Paleolimnology*, **64**, 365-377.
 - 18) Yamamoto, M., Iwai, H., Matsuo, M., Liu, D. and Fukushima, M., 2020, Mechanism of the elution of iron from a slag-compost fertilizer for restoring seaweed beds in coastal areas — Characteristic changes of steelmaking slag and humic acids derived from the fertilizer during the elution process. *Analytical Sciences*, **36**, 545-551.
- (2) 本・総説・資料・報告書
- 1) Matsumura, M., Sasa, K., Takahashi, T., Ochiai, Y., Matsunaka, T., Yokoyama, Y., Gao, Y., Hashimoto, M., Sakaguchi, A. and Sueki, K., 2020, The Performance of Iodine-129 AMS measurements at the University of Tsukuba in FY 2019. *UTTAC ANNUAL REPORT 2019*, **UTTAC-89**, 16-17.
 - 2) Matsunaka, T., Nagao, S., Ochiai, S., Takahashi, T., Matsumura, M., Sueki, K. and Sasa, K., 2020, Anthropogenic iodine-129 depositions at the Japan Sea and Pacific sides of the archipelago, during 2017-2018. *UTTAC ANNUAL REPORT 2019*, **UTTAC-89**, 18-19.
 - 3) 長尾誠也・唐 寧, 2021, 先端技術による環日本海域の環境解析：地域初の分析化学. ぶんせき, **2**, 64-65.
 - 4) 長尾誠也, 2020, 分光学的指標による溶存腐植物質の起源推定. 日本水環境学会誌, **43** (9), 317-320.
 - 5) Ochiai, Y., Sasa, K., Tosaki, Y., Matsunaka, T., Takahashi, T., Matsumura, M. and Sueki, K., 2020, Regional dependences of ¹⁰Be and ³⁶Cl concentrations in rainwater. *UTTAC ANNUAL REPORT 2019*, **UTTAC-89**, 14-15.

- 6) 落合伸也・酒井英男・柏谷健二・長尾誠也・丹保俊哉・飯田 肇, 2020, 堆積物の放射性核種・磁化特性・物理特性に基づく過去の洪水イベント推定の試み. 富山県立山カルデラ研究紀要, **17**, 7-12.
- (3) 学会発表
- 1) Bat-Erdene Ariunsanaa, Nagao, S., Fukushi, K., Sakaguchi, K., Matsunaka, T., Seasonal variation of dissolved trace elements in Lake Kiba-gata. *The JpGU-AGU Joint Meeting 2020*, On-line meeting (2020.7.16).
 - 2) 花木祥太郎・井上睦夫・竹原亮成・諸角季生・城谷勇陸・滝川哲太郎・吉田真明・沖野 晃・三木志津帆・長尾誠也, Ra-228/Ra-226 比と Cs-134 濃度からみた日本海南西域表層の物質動態, 日本放射化学会第 64 回討論会, 大阪, オンライン (2020.9.9-11).
 - 3) Inoue, M., Migration of Cs-134 in the northwestern North Pacific Ocean; implications for water circulations. Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration, Kanazawa (2020.11.30-12.3).
 - 4) 岩井久典・山本光夫・松尾基之・劉 丹, 海水中施肥による製鋼スラグ堆肥混合物中の腐植酸の構造変化: EEM 及び蛍光検出 HPSEC による検討. 日本分析化学会第 69 年会, 名古屋, オンライン (2020.9-16-18).
 - 5) 岩井久典, 逐次抽出された堆肥の海水可溶有機物分画の蛍光特性及び分子量特性の変化. 日本分析化学会第 69 年会, 名古屋, オンライン (2020.9-16-18).
 - 6) 岩井久典, アルギン酸コーティング GF/F を用いた溶存鉄の膜分離と褐藻成熟における鉄生物利用性. 日本分析化学会第 69 年会, 名古屋, オンライン (2020.9-16-18).
 - 7) 岩井久典・山本光夫・松尾基之・劉 丹, 製鋼スラグ混合による堆肥由来腐植酸の海水浸漬に伴う蛍光特性変化. 日本腐植物質学会, 大阪, オンライン (2020.11.28).
 - 8) 岩井久典・Rodrigo Mundo・長尾誠也, 河川水中の多環芳香族炭化水素類 (PAHs) の存在状態に及ぼす溶存有機物の影響. 日本腐植物質学会, 大阪, オンライン (2020.11.28).
 - 9) Iwai, H., Separation of polycyclic aromatic hydrocarbon associated with humic substances. "Chozen International Symposium on Understanding the Transboundary Pollution along North-South Transect in western Pacific region", Kanazawa, Japan (2020.12.2-3).
 - 10) 岩井久典, 鉄酸化物からの鉄還元溶出における腐植酸の効果. 日本鉄鋼協会第 181 回春季講演大会, オンライン (2021.3.17-19).
 - 11) 岩井久典・山本光夫・松尾基之・劉 丹, 製鋼スラグと堆肥を利用した藻場再生技術ー堆肥腐植酸の変化からみえる製鋼スラグの機能と鉄溶出ー. 日本鉄鋼協会シンポジウム: 評価・分析・解析部会「化学的または生物学的処理によるスラグの機能変化とその評価・分析」, オンライン (2021.3.18).
 - 12) 亀山紘旭・井上睦夫・花木祥太郎・諸角季生・城谷勇陸・竹原亮成・森田貴己・三木志津帆・本多直人・長尾誠也, $^{234}\text{Th}/^{238}\text{U}$ 比の空間分布からみた日本海の粒子除去. 日本放射化学会第 64 回討論会, 大阪, オンライン (2020.9.9-11).
 - 13) 加藤寛巳・芳村 毅・伊佐田智規・黒田 寛・白岩孝行・長尾誠也・西岡 純・杉山愛子・山下洋平, 湿原起源の鉄の海洋への輸送プロセスの解明. 2020 年日本海洋学会, オンライン (2020.11.27).

- 14) 加藤寛己・芳村 毅・伊佐田智規・黒田 寛・白岩孝行・長尾誠也・西岡 純・村山愛子・山下洋平, 湿原起源の鉄の海水接触による挙動. 金沢大学共同研究集会「陸起源物質が沿岸海洋に及ぼす影響評価 (その2)」北海道大学, オンライン (2021.1.18).
- 15) Matsunaka, T., Temporal and spatial distributions of polycyclic aromatic hydrocarbons in the Sea of Japan. "Kick-off for opening for Alumni Association & Japan-Russia Joint Symposium 2020: Inter-University Exchange Project", Kanazawa, Online (2020.9.29).
- 16) Matsunaka, T., Nagao, S., Mundo, R., Tanaka, S., Inoue, M., Tang, N., Suzuki, N., Ogiso, S., Yoshida, M., Hirohashi, N., Ando, H., Morita, M., Hayakawa, K., Environmental behavior of polycyclic aromatic hydrocarbons in the East Asian marginal seas. "Chozen International Symposium on Understanding the Transboundary Pollution along North-South Transect in western Pacific region", Kanazawa, Online (2020.12.2-3).
- 17) Matsunaka, T., Seasonal variations of PAHs in the coastal region on the Japanese side of Japan Sea. "Understanding Present Environmental Situation of Marginal Sea (III)", Kanazawa, Online (2021.3.10).
- 18) 松中哲也・平尾茂一・脇山義史・笹 公和・末木啓介, 年輪中の原発事故由来 C-14 の分布範囲と実効線量評価. 放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点 2020 年度オンライン年次報告会, つくば, オンライン (2021.3.15).
- 19) 宮川和大・長尾誠也・芳村 毅・加藤寛己・伊佐田智規, 河川・汽水・沿岸域における溶存有機物の特性, 2020 年日本地球化学会, オンライン (2020.11.20).
- 20) Mundo, R., Matsunaka, T., Iwai, H., Inoue, M., Morita, T., Nagao, S., Surface distribution of dissolved polycyclic aromatic hydrocarbons along northeastern Japan Sea and Okhotsk Sea. 日本地球化学会第 67 回オンライン年会, オンライン(2020.11.12-21).
- 21) Mundo, R., Matsunaka, T., Iwai, H., Ochiai, S., Nagao, S., Spatial-temporal distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in seawater at West Nanao Bay, Noto Peninsula. 日本地球化学会第 67 回オンライン年会, オンライン(2020.11.12-21).
- 22) Mundo, R., Matsunaka, T., Iwai, H., Ochiai, S., Nagao, S., Spatial-temporal distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in seawater at West Nanao Bay, Noto Peninsula. 日本化学会近畿支部 2020 年度北陸地区講演会と研究発表会, オンライン(2020.11.20).
- 23) Mundo, R., Matsunaka, T., Iwai, H., Inoue, M., Morita, T., Nagao, S., Oceanic currents driven PAHs surface distribution differences in 2017 and 2019 at northeast Japan Sea. "Chozen International Symposium on Understanding the Transboundary Pollution along North-South Transect in western Pacific region", Kanazawa, Online (2020.12.2-3).
- 24) Mundo, R., Matsunaka, T., Iwai, H., Ochiai, S., Nagao, S., Spatial-temporal distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface water at West Nanao Bay, Noto Peninsula, during 2019–2020. "Chozen International Symposium on Understanding the Transboundary Pollution along North-South Transect in western Pacific region", Kanazawa, Online (2020.12.2-3).
- 25) Nagao, S., Tahara, R., Goto, A., Hasegawa, T., Ochiai, S., Downward variation of $\delta^{13}\text{C}$ and $\Delta^{14}\text{C}$ in riverine particulate organic matter at Kumaki River, a small river in Noto Peninsula. *The JpGU-AGU Joint Meeting 2020*, Online (2020.7.14).
- 26) Nagao, S., Sakaguchi, K., Matsunaka, T., Ochiai, S., Katsumi, N., Variation of carbon isotope ($\delta^{13}\text{C}$ and $\Delta^{14}\text{C}$) of organic matter in suspended solids at Lake Kiba-gata. *The JpGU-AGU Joint Meeting 2020*, Online

(2020.7.16).

- 27) 長尾誠也, 能登半島の小河川における懸濁態有機物の移行挙動. 日本土壌肥料学会中部支部第 100 回例会及び中部土壌肥料研究会第 110 回例会 (2020.11.16). (招待講演)
- 28) Nagao, S., The outline of chosen project and science under the COVID-19 pandemic. Joint International Symposium: Challenging the Research Development and Collaboration, Kanazawa (2020.11.30-12.3).
- 29) 長尾誠也・田原龍之介・後藤晶子・長谷川卓・落合伸也, 能登半島小河川の懸濁態有機物の流出挙動. 金沢大学共同研究集会「陸起源物質が沿岸海洋に及ぼす影響評価(その2)」北海道大学, オンライン (2021.1.18).
- 30) 長尾誠也・宮川和大・岩井久則・芳村 毅・伊佐田智規, 河川流域—海洋沿岸域を流域圏とした物質動態研究. 研究集会「陸海結合システムの解明—マルチスケール研究と統合的理解」, 北海道大学低温科学研究所, オンライン (2021.1.26).
- 31) 長尾誠也, 七尾湾で検出される地球温暖化シグナル. 第4回富山湾研究会, 金沢大学 (2021.3.2). (特別講演)
- 32) Nagao, S., Charkin, A., Semkin, P., Tischenko, T., Lobanov, V., Fujita, A., Sugimoto, R., Ochiai, S., Sunmarine groundwater at Nanao Bay: Field research results during 2018-2020. "Understanding Present Environmental Situation of Marginal Sea (III)", Kanazawa, Japan (2021.3.10).
- 33) Nagao, S., Research activities of Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University. "Workshop on Environmental Issues: Latest Advances on Public health and Environmental Pollution", Kanazawa, Japan (2021.3.29).
- 34) 落合伸也・酒井英男・ト部厚志・丹保俊哉・飯田 肇・鶴岡幹矢・長尾誠也, 堆積物の放射性核種・磁化特性を用いた洪水イベント履歴の復元, 2020 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 (2021.2.27).
- 35) 落合伸也・長尾誠也・中西貴宏・鶴田忠彦・御園生敏治・渡辺 峻・鈴木究真・富原聖一, 福島県および周辺地域の河川水系における放射性セシウムの移行動態. 放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点 2020 年度オンライン年次報告会, オンライン (2021.3.15).
- 36) 岡田往子・熊谷尚人・松浦治明・渡辺 俊・野原精一・木川田喜一・森 勝伸・葉袋佳孝・長尾誠也, 赤城大沼における放射性セシウムの動態解明. 日本原子力学会 2021 年春の年会, オンライン開催 (2021.3.19).
- 37) 竹原亮成・井上睦夫・花木祥太郎・松中哲也・森田貴己・三木志津帆・黒田 寛・谷内由貴子・葛西広海・長尾誠也, ^{134}Cs の空間分布からみた北太平洋北西部における海水循環. 日本放射化学会第 64 回討論会, 大阪, オンライン (2020.9.9-11).
- 38) 竹原亮成・井上睦夫・松中哲也・長尾誠也・黒田 寛・谷内由貴・葛西広海・森田 貴・三木志津帆・西岡 純, Cs-134 の水平分布からみた北海道東部太平洋海域における海水循環. 日本海洋学会秋季大会, 東京, オンライン (2020.11.27-29).
- 39) 鶴岡幹矢・落合伸也・松木 篤・長尾誠也, 大気由来放射性核種 ^7Be と ^{210}Pb を用いた貯水池-集水域系における土壌粒子の動態把握. 日本放射化学会第 64 回討論会, オンライン (2020.9.9-11).

(4) 研究交流

- 共同研究

- 1) 長尾誠也: 機能強化事業支援経費: 共通政策課題分, 令和元年度, 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，1,000 千円。

- 2) 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
 - 3) 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 (本多直人)
 - 4) 松中哲也: 年輪中の原発事故由来 C-14 の分布範囲と実効線量評価。筑波大学 (末木啓介)
 - 5) 松中哲也: 日本海と太平洋における ^{129}I 降下量の変動。筑波大学 (笹 公和)
 - 6) 松中哲也: 出水時の河川水の Cs-137 および I-129 濃度の時系列変化。福島大学 (脇山義史)
 - 7) 松中哲也: 蔵王山・御釜火口の活動調査。東北大学 (後藤章夫)
- 共同研究・共同利用 (文科省)
 - 1) 長尾誠也: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (重点: ロシア科学アカデミー極東支部, A. Charkin), 令和 2 年度, 環日本海域沿岸域における海底湧水の実態把握。1,190 千円。
 - 2) 長尾誠也: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: ロシア極東連邦大学, Olga. V. Nesterova), 令和 2 年度, 環日本海域海底堆積物における重金属の分布状況。210 千円。
 - 3) 長尾誠也: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: Quaid-i-Azam University, Riffat N. Malik), 令和 2 年度, パキスタンのヒマラヤ地域の湖沼堆積物における残留有機汚染物質(POPs)の歴史的再建。210 千円。
 - 4) 長尾誠也: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: モンゴル国立大学, Ochir Altansukh), 令和 2 年度, 流域の人間活動がモンゴル湖沼水質へ及ぼす影響評価。210 千円。
 - 5) 長尾誠也: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: 石川県立大学, 勝見尚也), 令和 2 年度, 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。200 千円。
 - 6) 長尾誠也: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: 東京大学, 乙坂重嘉), 令和 2 年度, 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。200 千円。
 - 7) 長尾誠也: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: 富山大学, 張 勁), 令和 2 年度, 複数の化学トレーサーを用いた東シナ海の水塊形成と物質輸送過程の把握。200 千円。
 - 8) 長尾誠也: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (一般: 中央大学, 山村 寛), 令和 2 年度, NOM の固体励起-蛍光スペクトルデータベースの拡充。190 千円。
 - 9) 長尾誠也: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (若手: 広島大学, 辻 浩明), 令和 2 年度, 瀬戸内海・伊勢湾の海底堆積物中多環芳香族炭化水素(PAH)の分布。140 千円。
 - 10) 長尾誠也: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (研究集会: ロシア科学アカデミー極東支部, V. B. Lobanov), 令和 2 年度, 日本海における越境汚染の実態把握。540 千円。
 - 11) 長尾誠也: 環日本海域環境研究センター共通政策課題分: 越境汚染・共同研究 02 (研究集会: 北

海道大学，白岩孝行），令和２年度，陸起源物質が沿岸海洋に及ぼす影響評価（その２）．540 千円．

- 12) 井上睦夫：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：Auckland University of Technology, Stephen Archer），令和２年度，放射性核種からみた日本海—ニュージーランド沖合域の物質循環．210 千円．
- 13) 井上睦夫：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：福島大学，高田兵衛），令和２年度，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．200 千円．
- 14) 井上睦夫：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：岐阜大学，中村 琢），令和２年度，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．200 千円．
- 15) 井上睦夫：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：国立研究開発法人海洋研究開発機構，熊本雄一郎），令和２年度，セシウム 137 を用いた日本海深層水の循環に関する研究．200 千円．
- 16) 井上睦夫：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：公益財団法人海洋生物環境研究所，城谷勇陸），令和２年度，襟裳岬周辺海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．99 千円．
- 17) 落合伸也：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：国立台湾大学，黄 誌川），令和２年度，台湾と日本の山地小河川における地表水と地下水の相互作用と溶存有機物の流出挙動．210 千円．
- 18) 松中哲也：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：筑波大学，笹 公和），令和２年度，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．200 千円．
- 19) 松中哲也：環日本海域環境研究センター共通政策課題分：越境汚染・共同研究 02（一般：中京大学，奈良郁子），令和２年度，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．200 千円．

(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：環境技術研究所排出放射能環境動態調査検討委員会委員（2013～現在）
- 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書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：東京大学大気海洋研究所 運営委員会委員（2019～現在）
- 11) 長尾誠也：北海道大学大学院地球環境科学研究院・大学院環境科学院外部評価委員会委員
- 12) 長尾誠也：総合地球環境学研究所 運営委員会委員
- 13) 長尾誠也：総合地球環境学研究所 人事委員会委員
- 14) 長尾誠也：石川県原子力環境安全管理協議会委員
- 15) 長尾誠也：石川県環境放射線測定技術委員会委員
- 16) 長尾誠也：石川県温排水影響検討委員会委員
- 17) 井上陸夫：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) 池田誠司，2021，日本統治解放後の韓国における日本語敬語学習についての一考察－韓国高校第2外国語選択科目である日本語教科書の分析をとおして－，日本海域研究，52，93-109.

(2) 学術発表

- 1) 岡田 遥・辻原毬乃・荒木祐二・塚脇真二，草地生態系における絶滅危惧種の保全－さいたま市田島ヶ原サクラソウ自生地を例に－，第5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」，金沢大学自然科学系大講義棟，金沢（2021.3.12）．
- 2) 荒木祐二，農地の生物多様性をはぐくむ日本の環境保全型農業．第5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」，金沢大学自然科学系大講義棟，金沢（2021.3.12）．
- 3) 木村 誠，小松短期大学/公立小松大学の海外インターンシップ：海外インターンシップ参加学生の意識と行動変化～報告書の分析からみえてきたも～，アンコール世界遺産インターンシップ10周年記念シンポジウム「10年間の海外プログラムをふりかえって」，金沢大学自然科学系大講義棟，金沢（2021.3.13）．
- 4) 荒木祐二，埼玉大学の海外学生フィールド実習プログラム，アンコール世界遺産インターンシップ10周年記念シンポジウム「10年間の海外プログラムをふりかえって」，金沢大学自然科学系大講義棟，金沢（2021.3.13）．

5 研究費

研究領域部門

【大気環境領域】

(1) 科学研究費

- 1) 猪股弥生，基盤研究（C）一般（基金），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 2 年度，800 千円。
- 2) 早川和一，挑戦的研究（開拓）（基金），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，代表者，平成 29～令和 3 年度，4,100 千円。
- 3) 早川和一，基盤研究（B）（補助金），環境中化学物質による気管支喘息症の中心的役割としてのエクソソームとその miRNA（代表：中村裕之），分担者，令和元年～4 年度，200 千円。
- 4) 松木 篤，基盤研究（B）（補助金），超微小エアロゾルの革新的捕集法の開発と応用に基づく新粒子生成時の化学的動態解明，代表者，平成 30～令和 2 年度，3,100 千円。
- 5) 唐 寧，基盤研究（C）一般（基金），活性酸素を生成する大気中多環芳香族炭化水素類の粒径分布解析と毒性評価（代表：鳥羽 陽），分担者，平成 30～令和 2 年度，100 千円。
- 6) 唐 寧，挑戦的研究（開拓）（基金），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) 猪股弥生，鉄鋼環境基金，越境輸送に伴う微小粒子中化学成分のヒトの健康への影響に関する研究，令和元年 11 月-2 年 10 月，1,500 千円。
- 2) 唐 寧，住友財団環境助成，アジア大陸由来 PM_{2.5} による我が国の大気質への影響評価，平成 30～令和 2 年度，1,000 千円。
- 3) 唐 寧（楊 露），笹川科学研究助成，広域アジア地域における大気中微小粒子状物質の組成特徴及び健康リスク評価に関する研究，指導者，令和 2 年度，790 千円。
- 4) 張 露露，笹川科学研究助成，海洋由来ジメチルスルフィド共存下における越境輸送多環芳香族炭化水素と黄砂との相互作用に関する研究，令和 2 年度，750 千円。

(3) 共同研究費

- 1) 猪股弥生，パナソニック，エアロゾル成分調査および模擬エアロゾル製作に関する研究，令和 2 年度，1,250 千円。
- 2) 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 2 年度，150 千円。
- 3) 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，令和 2 年度。
- 4) 猪股弥生，三機工業株式会社，ナノサイズ オイルミストの捕集・除去に関する研究，令和 2 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～令和 5 年年度，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 2 年度, 2,880 千円.

- 3) 早川和一, 唐 寧, 日本自動車工業会, 発生源から見た環日本海域の都市大気汚染の解析—粒子状物質と多環芳香族炭化水素類—, 令和 2 年度, 1,100 千円.
- 4) 早川和一, 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 (リーダー: 中村裕之), サブテーマリーダー, 平成 31~令和 2 年度, 5,670 千円.
- 5) 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 (リーダー: 中村裕之), サブテーマメンバー, 平成 31~令和 2 年度.

【海洋環境領域】

(1) 科学研究費

- 1) 木谷洋一郎, 基盤研究 (C) (基金), 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, 平成 31 年~令和 2 年度, 250 千円.
- 2) 鈴木信雄, 基盤研究 (C) (基金), 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 2~4 年度, 1,000 千円.
- 3) 鈴木信雄, 基盤研究 (C) (基金), 血中 Ca 濃度調節機能の進化的変遷: 円口類と軟骨魚類に注目したカルシトニンの研究 (代表: 関口俊男), 分担者, 平成 30~令和 2 年度, 100 千円.
- 4) 関口俊男, 基盤研究 (C) (基金), 血中 Ca 濃度調節機能の進化的変遷: 円口類と軟骨魚類に注目したカルシトニンの研究, 代表者, 平成 30~令和 2 年度, 1,400 千円.
- 5) 関口俊男, 基盤研究 (C) (基金), 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 2~4 年度, 100 千円.

(2) 研究助成金等

- 1) 鈴木信雄, 公益財団法人 住友財団研究助成, マイクロプラスチック由来の有害化学物質による魚類の骨吸収促進作用の解析, 代表者, 1,500 千円.
- 2) 鈴木信雄, 公益財団法人 渡邊財団 第 26 回磁気健康科学研究助成, 魚のウロコ (骨モデル) を用いた磁場による骨形成機構の解析: 渦電流による新規機構の解明, 代表者, 1,000 千円.
- 3) 関口俊男, クリタ水・環境科学振興財団 継続助成, 海産無脊椎動物における多環芳香族炭化水素のバイオモニタリングシステムの確立, 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), 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, 代表, 140 千円.

(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, 能登海洋深層水のストレス低減作用の水産増養殖への応用, 代表者, 3,000 千円.

【陸域環境領域】

(1) 科学研究費

- 1) 富士圭介, 国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(C))(基金), モンゴル国エルデネト鉱山周辺の堆積物におけるモリブデンの化学形態と溶出性, 代表者, 平成30～令和2年度, 4,900千円.
- 2) 富士圭介, 新学術領域(研究計画)(補助金), 水惑星学創成に向けた分子地球化学分析, 代表者, 平成29～令和3年度, 31,500千円.
- 3) 富士圭介, 新学術領域(研究領域提案型)(補助金), 水惑星学創成(代表: 関根康人), 分担者, 平成29～令和3年度.
- 4) 富士圭介, 基盤研究(A)(補助金), 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2～4年度.
- 5) 長谷部徳子, 基盤研究(B)(補助金), 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～令和3年度.
- 6) 本田匡人, 若手研究(基金), 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～令和3年度, 1,200千円.

(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, 代表者, 1,000千円.
- 2) 本田匡人, 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(リーダー: 中村裕之), サブテーマメンバー, 平成31～令和2年度.
- 3) 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), 2020年度, 分担者, 100千円.

(3) 奨学寄付金

- 1) 長谷部徳子, 応用地質株式会社 エネルギー事業部, 環日本海域環境研究センターの地質年代学教育研究助成, 805千円.

(4) 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2年度, 900千円. (コロナ禍のため中止)
- 2) 長谷部徳子, 日本・アジア青少年サイエンス交流事業(さくらサイエンスプラン) Cコース: 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」, 代表者, 令和2年度, 4,703,072円. (コロナ禍のため中止)

【統合環境領域】

(1) 科学研究費等

- 1) 長尾誠也, 基盤研究(C)(基金), 赤城大沼における放射性セシウムの特異性分析による動態解明(代表: 岡田往子), 分担者, 平成30～令和2年度, 20千円.

- 2) 長尾誠也，基盤研究（C）（基金），溶存性および吸着性放射性核種を利用した日本列島近海の汚染物質循環の解析（代表：井上睦夫），分担者，平成 30～令和 2 年度，100 千円。
- 3) 井上睦夫，基盤研究（C）（基金），溶存性および吸着性放射性核種を利用した日本列島近海の汚染物質循環の解析，代表者，平成 30～令和 2 年度，1,136 千円。
- 4) 落合伸也，基盤研究（C）（基金），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～令和 3 年度，1,123 千円。
- 5) 落合伸也，基盤研究（B）（補助金），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：長島佳菜），分担者，平成 30～令和 3 年度，600 千円。
- 6) 松中哲也，若手研究（基金），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 2～5 年度，1,200 千円。
- 7) 岩井久典，若手研究（基金），褐藻に対する鉄の細胞壁吸着性及び生物利用性への腐植物質の寄与，代表者，平成 30～令和 2 年度，1,167 千円。

(2) 共同研究費

- 1) 長尾誠也，㈱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 2～4 年度，300 千円。

(3) 受託研究費

- 1) 長尾誠也，国立研究開発法人日本原子力研究開発機構，福島沿岸域における放射性セシウムの移動挙動の解明を目的とした係留調査試料の分析及び動態研究，令和 2 年度，4,075 千円。
- 2) 長尾誠也，㈱KANSO テクノス，極微量放射能の分布に関する研究，令和 2 年度，2,730 千円。
- 3) 長尾誠也，小松市，木場潟の水質改善調査，令和 2 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 2 年度，1,000 千円。
- 2) 松中哲也，放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点（重点共同研究），令和 2 年度，年輪中の原発事故由来 C-14 の分布範囲と実効線量評価，2020 年度，150 千円。
- 3) 松中哲也，ジョイントシンポジウム等発表，DDP 留学生受入に伴う国際共同研究スプラウティング支援，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，令和 2 年度，500 千円。
- 4) 落合伸也，2020 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・磁化特性を用いた洪水イベント履歴の復元，令和 2 年度，300 千円。
- 5) 落合伸也，放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点（重点共同研究），令和 2 年度，福島県および周辺地域の河川水系における放射性セシウムの移行動態，2020 年度，150 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) 岩崎守顕, 生産プロセスにおけるオイルミスト捕集技術の検討, 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) 玉舘知也, 気相分子イオンの輸送と衝突過程の分子動力的解析, 自然科学研究科自然システム学専攻, 博士(工学), 猪股弥生
- 3) 張 露露, Interaction between water-saturated Kosa particles and polycyclic aromatic hydrocarbons (飽湿状態における黄砂と多環芳香族炭化水素との相互作用に関する研究), 医薬保健学総合研究科創薬科学専攻, 博士(学術), 唐 寧

(2) 修士論文

- 1) 清水郁人, 細胞曝露実験のための大気エアロゾルの分級捕集とその化学組成解析, 自然科学研究科自然システム学専攻物質循環コース, 修士(工学), 猪股弥生
- 2) 堂村祐太郎, 回転体を用いたエアロゾル捕集装置の開発と乾式・湿式捕集への応用, 自然科学研究科自然システム学専攻物質循環コース, 修士(工学), 猪股弥生
- 3) 寺嶋紘輝, 金属加工プロセスにおいて発生するオイルミストの計測と捕集, 自然科学研究科自然システム学専攻物質循環コース, 修士(工学), 猪股弥生
- 4) 大野耕平, 原子間力顕微鏡を用いた個別粒子の付着力測定法の開発と実大気エアロゾルへの応用, 自然科学研究科自然システム学専攻, 修士(理学), 松木 篤・長谷部徳子・福士圭介
- 5) 周 全渝, Characteristic and long-term variation of inorganic ions in the atmosphere at a Japanese remote background site, Wajima (バックグラウンドサイトの輪島における大気中無機イオン成分の汚染特徴と長期変動に関する研究), 医薬保健学総合研究科創薬科学専攻, 修士(創薬科学), 唐 寧
- 6) 川井 萌, 環境中粒子成分による活性酸素生成能に関する研究, 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) 後藤謙治, 福江島における新粒子生成解析と化学成分解析, 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) 千木良祐貴, 大気微小粒子(PM_{2.5})とブラックカーボン(BC)の越境輸送における経年変化, 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
- 3) 石井悠人, 生物氷晶核のシングルセルゲノミクス実現に向けた個別粒子単離法の開発, 理工学域自然システム学類地球学コース, 学士(理学), 松木 篤
- 4) 金井遼河, ES-SERS 法による個別鉍物粒子および表面に吸着した PAH 類の高感度検出, 理工学域自然システム学類地球学コース, 学士(理学), 松木 篤
- 5) 筒居剛大, 大気中ナノ粒子の化学組成変化の追跡にむけた CG-SERS 法の定量性評価, 理工学域自然システム学類地球学コース, 学士(理学), 松木 篤

【海洋環境領域】

(1) 博士論文

- 1) 右高潤子, Study on the mechanism of bone metabolism by melatonin in aged mice, 自然科学研究科自然システム学専攻生命システムコース, 博士(理学), 鈴木信雄

(2) 修士論文

- 1) 関本愛香, クルマエビの外骨格の石灰化に関与する基質ペプチドの機能解析, 自然科学研究科自然システム学専攻生命システムコース, 修士(理学), 鈴木信雄

(3) 卒業研究

- 1) 川村龍矢, アカテガニ幼生の浸透圧調節機構に関する研究, 理工学域自然システム学類生物コース, 学士(理学), 鈴木信雄
- 2) 山本葉月, 組織化学的手法による魚類抗菌タンパク質の局在について, 理工学域自然システム学類生物学コース, 学士(理学), 木谷洋一郎

【陸域環境領域】

(1) 博士論文

- 1) 室内良隆, Structure changes of silicon, germanium, wollastonite, diopside, and fluorite by mechanical milling, 自然科学研究科環境科学専攻, 博士(理学), 長谷部徳子(副査)
- 2) GUOTANA Juan Miguel Ramirez, Petrology and metamorphic evolution of the ultramafic rocks in the Eoarchean Isua supracrustal belt: Implications to Archean geodynamics, 自然科学研究科自然システム学専攻, 博士(理学), 長谷部徳子(副査)
- 3) Sultana Afroza, Studies of coexistence mechanism between *Aedes albopictus* and *Aedes flavopictus*, 自然科学研究科自然システム学専攻, 博士(理学), 西川 潮(副査)
- 4) Huynh Quang Thien, Effects of agrochemical-free rice farming on Odonate diversity, 自然科学研究科自然システム学専攻, 博士(理学), 西川 潮(主査)

(2) 修士論文

- 1) 五十嵐雄大, モンゴル Valley of the Gobi Lakes における第四紀後期堆積物の OSL と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, 自然科学研究科自然システム学専攻, 修士(理学), 長谷部徳子
- 2) 北島卓磨, Formation of monohydrocalcite at temperatures around the freezing point, 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)
- 3) 森田康暉, スメクタイトの膨張挙動, 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)
- 4) 石川大智, カマドウマを中心にした夜行性キノコ食昆虫の生態学的研究, 自然科学研究科自然システム専攻, 修士(理学), 西川 潮(副査)

(3) 卒業研究

- 1) 伊藤陽平, レーザーパラメータが LA-ICP-MS 分析結果に及ぼす影響, 理工学域自然システム学類, 学士 (理学), 長谷部徳子
- 2) 渋谷侑磨, モンゴル, オルゴイ湖における化学指標分析, 理工学域自然システム学類, 学士 (理学), 長谷部徳子
- 3) 中島大輝, 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, 理工学域自然システム学類, 学士 (理学), 長谷部徳子
- 4) 酢山真衣, 炭酸カルシウム 1/2 水和物の生成条件, 理工学域自然システム学類, 学士 (理学), 福士圭介
- 5) 武田夏泉, 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, 理工学域自然システム学類, 学士 (理学), 福士圭介
- 6) 徳門弘都, サポナイト層間における Na^+ - NH_4^+ 選択係数の測定: セレス初期海洋の水質制約, 学士 (理学), 福士圭介
- 7) 後藤龍佑, 海浜砂丘における準絶滅危惧種オオヒョウタンゴミムシの分布を規定する環境要因の解明, 理工学域自然システム学類, 学士 (理学), 西川 潮
- 8) 宮崎健太, 石川県の砂浜海岸に生息する節足動物の分布に影響する環境要因に関する研究, 理工学域自然システム学類, 学士 (理学), 西川 潮

【統合環境領域】

(1) 修士論文

- 1) 竹原亮成, ^{134}Cs 濃度の空間分布からみた北海道東部太平洋海域における海水循環, 自然科学研究科物質化学専攻, 修士 (理学), 井上睦夫
- 2) 花木祥太郎, ラジウム同位体からみた日本列島をとりまく表層海水循環, 自然科学研究科物質化学専攻, 修士 (理学), 井上睦夫
- 3) 鶴岡幹矢, 放射性核種・物理特性を用いた貯水池-集水域系における地表物質の侵食・運搬プロセスの解明, 自然科学研究科物質化学専攻, 修士 (理学), 落合伸也
- 4) 宮川和大, 流域環境が異なる陸域から海洋への溶存有機物の動態研究. 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) 田中さき, 西部北太平洋および北極海における多環芳香族炭化水素類の水平分布. 理工学域物質化学類化学コース, 学士 (理学), 長尾誠也

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) 張 露露, 2020 年度笹川科学研究奨励賞, 日本科学協会

(2) 新聞等報道

- 1) 早川和一, 2020 年 10 月 27 日 (環境展望台, 国立環境研究所 HP) : 金沢大, 燃焼由来 PM の発生源解析ができる簡便な測定法を開発
- 2) 唐 寧, 2020 年 11 月 12 日 (北國新聞朝刊 34 面) : 中国汚染物質飛来少なく
- 3) 唐 寧, 松木 篤, 2020 年 11 月 22 日 (北國新聞朝刊 32 面) : PM2.5 飛来減コロナの影響解説
金大市民講演会

【海洋環境領域】

(1) 学術賞等の受賞状況

- 1) 関口俊男, 「脊索動物における骨代謝ホルモンペプチド, カルシトニンの構造と機能の進化についての研究」, 日本比較内分泌学会奨励賞 (2020.10)
- 2) 鈴木信雄, 「宇宙空間における骨代謝制御: キンギョの培養ウロコを骨のモデルとした解析」, 日本宇宙生物科学学会賞 (2020.9)

(2) 新聞等報道

- 1) 鈴木信雄, 2020 年 10 月 2 日 (北國新聞朝刊) : 県内初の日本宇宙生物科学学会賞
- 2) 鈴木信雄, 2020 年 10 月 2 日 (北國新聞朝刊) : スルメイカの解剖 (能登町立松波中学校の出前講義)
- 3) 鈴木信雄, 2020 年 10 月 4 日 (北國新聞朝刊 18 面) : 九十九湾の生物を観測 小木小 6 年, 金大施設
- 4) 鈴木信雄, 2020 年 10 月 26 日 (北國新聞) : DNA の抽出を体験 (海未来図書館の公開講座に関する記事)
- 5) 鈴木信雄, 2020 年 11 月 28 日 (北國新聞夕刊 1 面) : 九十九湾固有の動物 (夕刊の舞台の記事)
- 6) 中町 健, 早川和一, 2021 年 3 月 9 日 (北陸中日新聞朝刊 17 面) : 実習できない今 里海教育紹介

【陸域環境領域】

(1) 新聞等報道

- 1) 福士圭介, 2020 年 10 月 5 日 (北國新聞朝刊 22 面) : 深海生物の生息環境学ぶ 金大市民講演会
- 2) 本田匡人, 2020 年 8 月 16 日 (北陸中日新聞朝刊 19 面) : メダカがすすめる水質は 七尾中・北川さん, 金大生と調査
- 3) 本田匡人, 2020 年 8 月 16 日 (北國新聞朝刊 24 面) : メダカ住みやすい水質を七尾で調査 金大ジュニアドクター塾
- 4) 本田匡人, 2020 年 12 月 25 日 (北陸朝日放送) : 小中学校が優れた研究成果 受講生が金大の学長

に報告

- 5) 西川 潮，2021 年 1 月 17 日（読売新聞 36 面 サイエンス・投書）：外来種のザリガニ飼育禁止
環境省
- 6) 塚脇真二，2020 年 9 月 11 日，9 月 12 日（NHK 総合）：NHK いしかわ令和プレミアム「九十九
湾」（九十九湾形成史の情報提供・CG 作成指導）
- 7) 塚脇真二，2020 年 9 月 12 日（NHK-BS1）：NHK「さわやか自然百景」（九十九湾形成史の情報提
供・CG 作成指導）
- 8) 塚脇真二，2021 年 1 月 13 日（NHK 金沢放送局）：NHK かがのとイブニング「いしかわの宝～大
桑層」

【統合環境領域】

(1) 新聞等報道

- 1) 長尾誠也，2020 年 12 月 1 日（北國新聞朝刊 28 面），国際シンポが始まる 金大のセンター
- 2) 長尾誠也，2021 年 3 月 12 日（北國新聞朝刊 36 面），環日本海の環境共同研究を報告

研究報告

【大気環境領域】

- ・ 中国上海市の多環芳香族炭化水素とニトロ多環芳香族炭化水素の経年変動と健康リスク
- ・ 原子間力顕微鏡を用いた個別粒子の付着力測定法の開発と実大気エアロゾルへの応用
- ・ モデル解析による PAH の慢性咳嗽疾患への影響

【海洋環境領域】

- ・ アカテガニ幼生の浸透圧調節機構に関する研究
- ・ クルマエビの外骨格の石灰化に関与する基質ペプチドの機能解析
- ・ 組織化学的手法による魚類抗菌タンパク質の局在について

【陸域環境領域】

- ・ 氷点付近の温度条件におけるモノハイドロカルサイトの生成
- ・ 無農薬栽培田はトンボ類の避難場所になるか？

【統合環境領域】

- ・ ^{134}Cs 濃度の空間分布からみた北海道東部太平洋海域における海水循環
- ・ ラジウム同位体からみた日本列島をとりまく表層海水循環
- ・ 流域環境が異なる陸域から海洋への溶存有機物の動態研究
- ・ 放射性核種・物理特性を用いた貯水池-集水域系における地表物質の侵食・運搬プロセスの解明

中国上海市の多環芳香族炭化水素とニトロ多環芳香族炭化水素の経年変動と健康リスク
Yearly variation in characteristics and health risk of polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons in urban Shanghai, China

Lu Yang¹, Xuan Zhang¹, Wanli Xing¹, Quanyu Zhou¹, Lulu Zhang¹, Qing Wu², Zhijun Zhou², Renjie Chen²,
Arira Toriba³, Kazuichi Hayakawa⁴, Ning Tang^{3,4}

¹Graduate School of Medical Sciences, Kanazawa University

²School of Public Health, Fudan University

³Institute of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences, Kanazawa University

⁴Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

Introduction

Particulate matter (PM) plays a major role in air pollution. In PM, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are a class of ubiquitous toxic organic species that are well known for their carcinogenicity and/or mutagenicity. As nitro derivatives of PAHs, nitro-PAHs (NPAHs) have become a concern because they exhibit a more profound direct-acting mutagenicity than PAHs. Similar to PAHs, most NPAHs originate directly from incomplete burning, while several kinds of NPAHs are generated in the atmosphere via secondary formation. Shanghai is one of the largest economic centers in China. Due to the rapid development of urbanization and industrialization, the health risks to humans caused by PM-bound PAHs and NPAHs inhalation exposure are particularly important with the high population density of Shanghai. Therefore, after the observation of PAHs and NPAHs in 2010, we regularly collected PM samples at the same site in Shanghai in summer and winter from 2013 to 2018, to clarify how the concentrations, compositions, major sources, and estimated health risks of PM-bound PAHs and NPAHs changed in recent years.

Methods

PM sampling was performed in the School of Public Health, Fudan University (31.2°N, 121.4°E), located in Xuhui District, which is the central area in Shanghai, China. The PM samples with aerodynamic diameters $> 2.1 \mu\text{m}$ and $\leq 2.1 \mu\text{m}$ were separately collected by a low-volume air sampler loaded onto quartz fiber filters. The flow rate was 28.3 L/min. PM samples were collected in summer (Aug. 2013, Jun. 2015, and Jul. 2017) and winter (Dec. 2013, Dec. 2015, and Jan. 2018). After pretreatment, nine PAHs and three NPAHs (fluoranthene, pyrene, benz[a]anthracene, chrysene, benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, benzo[ghi]perylene, indeno[1,2,3-cd]pyrene, 1-, 2-nitropyrenes, and 2-nitrofluoranthene (1-, 2-NPs, and 2-NFR)) in each PM sample were detected by a high-performance liquid chromatography system. The BaP-equivalent (BaP_{eq}) concentration was used to assess the potential health risk of PAHs and NPAHs.

Results

The results showed that the mean concentrations of total PAHs (ΣPAHs) in summer did not change substantially and were relatively high in 2015 and low in 2013. Compared with data in 2010, the mean concentrations of 1-NP decreased in 2013 and 2015, whereas all three NPAHs increased in 2017. In winter, as shown in Figure 1,

the mean concentrations of Σ PAHs and 1-NP decreased by 39.7% and 79.0% from 2010 to 2018, and the mean concentrations of 2-NP and 2-NFR decreased by 31.2% and 46.5% from 2015 to 2018, respectively. Meanwhile, the mean total BaP_{eq} (Σ BaP_{eq}) concentrations decreased by 50.8% from 2010 to 2018. Through the correlation analysis with meteorological conditions, it revealed that the PAHs and NPAHs concentrations were both influenced by ambient temperature. The diagnostic ratios of PAHs and factor analysis showed that they were mainly affected by traffic emissions with some coal and/or biomass combustion. The secondary formation played an important role of NPAHs in Shanghai, and OH radical-initiated reaction was the main pathway 2-NP and 2-NFR. Moreover, backward trajectories revealed different air mass routes in each sampling period, indicating a high possibility of source effects from the northern area in winter in addition to local and surrounding influences.

Implications

Mid-to-long-term observation is important and necessary because it is beneficial to clarify the variations in pollutants in nature (concentration, composition, etc.) and emission sources in the regional atmosphere. This is the first study on the characteristics of mid-to-long-term changes in PM-bound PAHs and NPAHs in Shanghai. A series of measures have been implemented to control air pollutant emissions from various sources in China in recent years. PAHs and NPAHs results in this study indicated the positive effects of various policies and regulations. However, the air pollution in winter is still severe. To further control and reduce air pollutant emissions, some measures such as improve combustion technology should be strengthened.

For more details:

Yang, L., Zhang, X., Xing, W.L., Zhou, Q.Y., Zhang, L.L., Wu, Q., Zhou, Z.J., Chen, R.J., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., 2021. Yearly variation in characteristics and health risk of polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-PAHs in urban Shanghai from 2010 to 2018. *Journal of Environmental Sciences*, 99, 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2020.06.017>

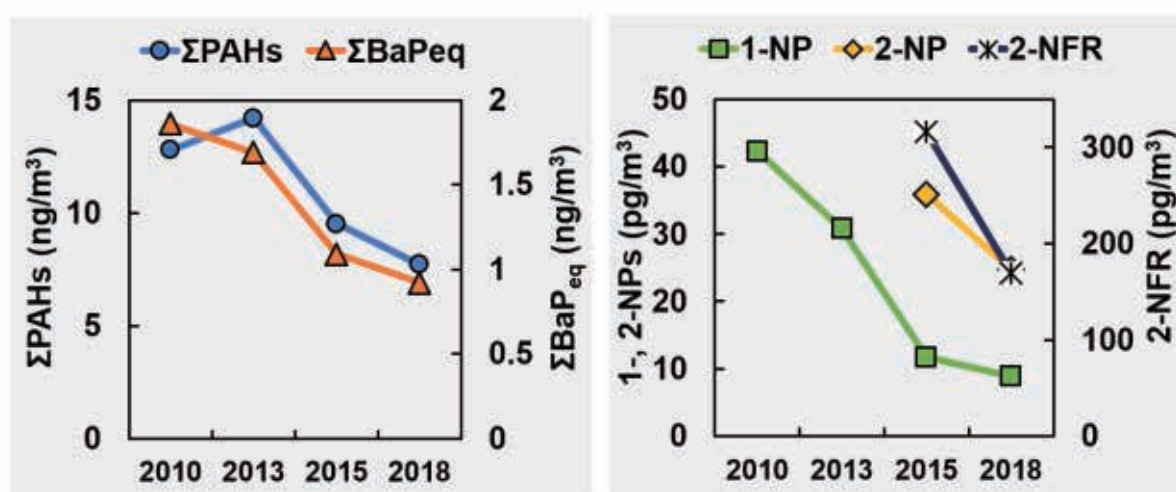


Figure 1. Yearly variations of total PAHs (Σ PAHs), total BaP_{eq} (Σ BaP_{eq}), 1-, 2-NPs, and 2-NFR concentrations in PM_{2.1} in winter from 2010 to 2018.

原子間力顕微鏡を用いた個別粒子の付着力測定法の開発と実大気エアロゾルへの応用

Development and application of atomic force microscopy-based method for characterizing adhesivity of individual aerosol particles

Kohei Ono¹, Yuki Mizushima², Masaki Furuya¹, Ryota Kuniyoshi¹, Nozomu Tsuchiya¹, Takeshi Fukuma³,
Ayumi Iwata⁴, Atsushi Matsuki⁵

¹Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University

²College of Science and Engineering, Kanazawa University

³Nano Life Science Institute, Kanazawa University

⁴Faculty of Science and Technology, Keio University

⁵Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

Introduction

The adhesion force of particles strongly influences the behavior and fate of atmospheric aerosols. The lack of extensive studies on the adhesion force of atmospheric aerosols is partly related to the technical difficulty associated with its direct and quantitative evaluation. In this study, we utilize the high spatial resolving power of the AFM to perform a more comprehensive measurement of adhesion force of individual aerosol particles, by considering the spatial variation and topographic effects within the surface of a single particle. The proposed method was tested on various types of atmospherically relevant model particles. Furthermore, the adhesion forces of Asian dust particles after long-range transport were also evaluated to demonstrate the applicability of this method on ambient aerosol particles with complex composition and mixing states and shapes.

Methods

The measurement of adhesion force was performed in contact mode (Nanofinder®HE, Tokyo Instruments, Tokyo, Japan) using silicon AFM tips (ATEC-CONT, NANOSensorSTM, Neuchatel, Switzerland) with a typical tip radius with a curvature of 10 nm. The topographic effect was first evaluated by measuring Polystyrene latex (PSL) standard particles, and the optimized method was then applied on atmospherically relevant model dust particles (quartz, ATD, and CJ-1) and inorganic particles (ammonium sulfate and artificial sea salt) to inter-compare the adhesion forces among different aerosol types. The method was further applied on the actual ambient aerosol particles collected on the western coast of Japan when the region was under the influence of Asian dust plume. The ambient particles were classified into sea salt (SS), silicate dust, and Ca-rich dust particles based on individual particle analysis (micro-Raman or SEM-EDX).

Results

A comparison of the mapping images of the slope and adhesion force suggested that the tip loading force, as well as the slope of the measurement point were found to affect the adhesion force based on the initial tests on PSL. By considering these effects, measurement protocol and post data processing were optimized for a more comprehensive evaluation of the adhesion force. Comparable adhesion forces were obtained from model and ambient particles for both SS and silicate dust. While dust particles tended to show smaller adhesion forces,

however, the adhesion force of Ca-rich dust particles was larger than most silicate dust particles and was comparable with the inorganic salt particles (Figure 1 and 2).

Implications

This study demonstrated that force-distance curve mapping can be used as a new tool to quantitatively characterize the physical properties of aerosol particles on an individual basis. Above results highlight that the original chemical composition, as well as the aging process in the atmosphere, can create significant variation in the adhesion force among individual particles. This further illustrates the need to characterize the physical properties on an individual particle basis for accurately assessing the environmental impact of aerosols following their deposition and interaction with the deposition surface.

For more details:

Ono, K., Mizushima, Y., Furuya, M., Kuniyoshi, R., Tsuchiya, N., Fukuma, T., Iwata, A. and Matsuki, A., 2020, Direct measurement of adhesion force of individual aerosol particles by atomic force microscopy. *Atmosphere*, 11(5), 489. <https://doi.org/10.3390/atmos11050489>

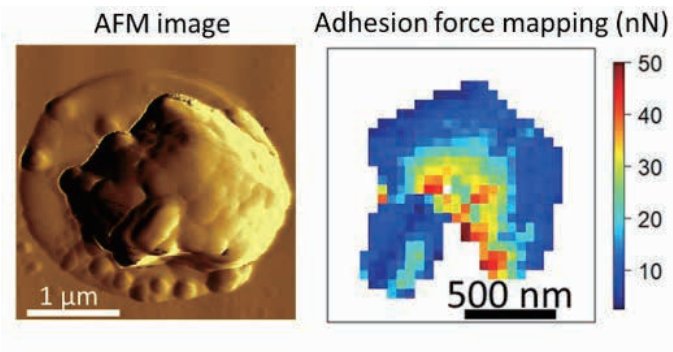


Figure 1. Left panel: AFM image of an ambient (sea salt) particle; Right panel: Adhesion force mapping of the same particle.

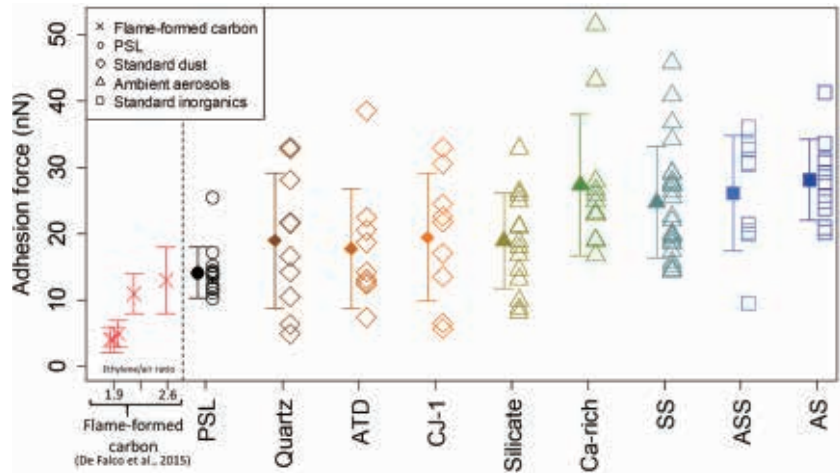


Figure 2. Comparison of adhesion force of aerosol particles measured in this study.

モデル解析による PAH の慢性咳嗽疾患への影響

猪股弥生¹

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

Yayoi INOMATA : Particulate PAH transport associated with adult chronic cough occurrence closely connected with meteorological condition: A modelling study

東アジアにおいて気管支喘息などによる呼吸器疾患の増加は、粒子状物質 (PM) などに含まれる多環芳香族炭化水素 (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, PAH) 類や黄砂の増加と関連していることはよく知られている。一方、慢性咳嗽などの呼吸器疾患は、咳喘息、アトピー性咳嗽や副鼻腔気管支症候群など、典型的な気管支喘息とは発症機序が異なることから、新たな慢性咳嗽疾患であると考えられている。本研究では、大気微小粒子のなかでも、PAH に着目した。PAH は、化石燃料などの燃焼により発生する。さらに、こうした有害物質を含んだ汚染物質は中国など様々な地域を発生源とし、越境輸送によって日本に影響を与えている。PAH には発がんや慢性咳嗽疾患を引き起こす物質があるとされている。しかしながら PAH と慢性咳嗽疾患との因果関係は知見が少ない。そこで、本研究では PAH の観測データと慢性咳嗽疾患の疫学データに関する研究結果に基づいて、化学輸送モデル (RAQM2-POP)を用いた発生源寄与率と慢性咳嗽疾患との関係についての解析を行った。

大気微小粒子の PAH 濃度と咳疾患の疫学調査は、Anyenda et al. (Atmos. Environ., 140, 34-41.2016) の結果を使用した。大気微小粒子は、2011 年 1 月—6 月に、金沢大学医学部で捕集された。化学輸送モデルには、大気中の PAHs の動態をより正確に把握するために、3 次元領域化学輸送モデル (RAQM2-POP)を使用した (e.g., Inomata et al., 2013)。

Fig.1 に慢性咳嗽疾患の患者割合の時系列変化と PAH 濃度の時系列変化を示す。呼吸器疾患のない非喘息者が咳を発症する割合が、喘息の持病がある人に比べると、冬季に高いことが明らかになった。さらに、PAH の高濃度観測時に、非喘息者の咳発症率の増加が認められた。なお、Anyenda et al. (2016) の解析では、PAH の高濃度が観測された 2 日後及び 6 日後に、慢性咳嗽疾患者数が増加することを報告している。

Fig.2 は、モデル解析による発生源別 PAH 濃度及び各発生源からの寄与率を示す。PAH 濃度の高かった冬季には、NCHN 及び CCHN からの PAH 越境輸送の寄与率が高く、両地域からの寄与率が 70% 以上であった。特に、PAH 濃度が高濃度で、非喘息者の有症率が高い日には、CCHN からの寄与率が大きく、中国起源の PAH の輸送が多いことが明らかになった。また、NCHN の空気塊が多く到達している日には、中国北部からの PAH 越境輸送に加えて、極東ロシアからの寄与も大きかった。気象解析から、PAH 高濃度・非喘息者の有症率が高い日は、その数日前から上空への空気の輸送・拡散が抑えられた冷たい空気が金沢上空に流れてきていた。このことは、越境輸送による PAH、或いは他の成分も含めた有害大気汚染物質による慢性咳嗽は、気象状況と密接に関係している可能性が示唆された。

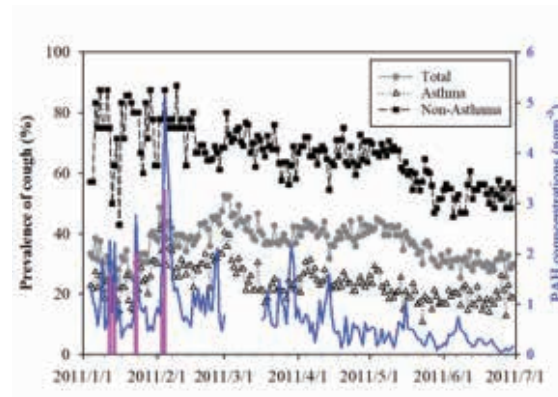


Fig. 1. Temporal variations of daily prevalence of cough for total, asthma and non-asthma patients (%) versus p-PAH concentrations (ngm-3) at Kanazawa city from 4th January to 30th June 2011. Bar means the per unit increase of p-PAH concentrations. These data were provided by Ayenda et al. (2016).

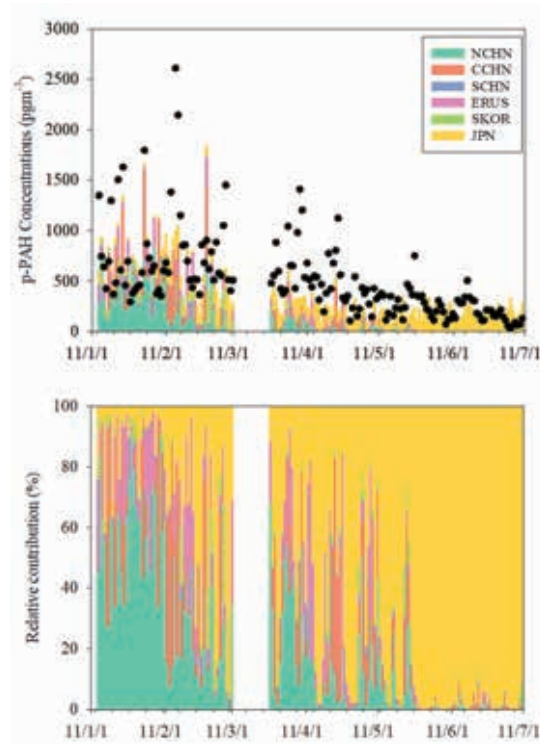


Fig. 2. Temporal variations of p-PAH concentrations at Kanazawa from 1st January to 30th June 2011. (a) Simulated and observed concentrations, (b) Relative contribution from the six-source regions. • denotes the observed p-PAH concentrations.本文

アカテガニ幼生の浸透圧調節機構に関する研究

川村龍矢, 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

Ryoya KAWAMURA, Nobuo SUZUKI: Study on the mechanism of osmoregulation in the larva of red-clawed crab *Chiromantes haematochea*

BACKGROUNDS

Red-clawed crab *Chiromantes haematochea* (DE HAAN) (Figure 1) are crabs that belong to Decapoda, Sesarmidae and that habits on the coastal forests. These crabs have unique life history. The adults are highly adapted to the life on lands while larvae are released into the sea by adult female crabs and spend in the sea during the growth process from the zoea period to the megalopa period. From June to September, adult red-clawed crab mated and then females carried eggs in their abdomen. Thereafter, the zoea larvae released into the sea by female crabs transform into juvenile crabs *via* megalopa larvae. Juvenile crabs land on ashore *via* brackish water and begin their land life.



Figure 1. Photograph of male red-clawed crab, *Chiromantes haematochea* collected in the coastal forests of Tsukumo bay.

Continuing from last year, we conducted a survey of megalopa larvae from September to November in this year. Similar to last year's results, no megalopa larvae were collected on the revetment coast. However, megalopa larvae were collected in the estuary. Therefore, it is presumed that the larvae move from the sea to the coastal ashore in where freshwater flows to the sea, transform into juvenile crabs, and then land as grabbing the root of reed. In the present study, thus, we investigated changes in the osmoregulatory functions of larvae of red-clawed crab, in order to elucidate the mechanism of the behavior by which megalopa larvae are attracted to the estuary.

METHODS

In the present study, we tried to examine artificial breeding of zoea larvae to obtained megalopa larvae and then investigated the mRNA expression of Na^+/K^+ -ATPase (NAKA), an enzyme involved in osmoregulation, in the eggs carried in their abdomen, zoea larvae and megalopa larvae immediately after metamorphosis. Total RNA

extraction and cDNA synthesis were performed using respective kit (Takara Bio Inc., Otsu, Japan). The obtained cDNAs were used for NAKA mRNA expression analysis. Based on the RNA sequencing data using zoea larvae, the sequence of NAKA gene in red-clawed crab was determined. Primer sets were designed based on the sequence of NAKA gene. The expression levels of NAKA mRNA in the eggs and larvae were examined by quantitative real-time PCR.

Next, in order to investigate the osmoregulatory ability of zoea larvae immediately after release into seawater, zoea larvae were placed in artificial seawater with several salt concentrations to examine the survival rate of zoea larvae in these environmental water.

RESULTS and DISCUSSION

In the present study, we succeeded in transforming the zoea larva of red-clawed crab into megalopa larva by artificial breeding. Then, we examined the NAKA mRNA expression in the eggs carried in their abdomen, zoea larvae and megalopa larvae immediately after metamorphosis.

The expression levels of NAKA mRNA were very low values in the eggs immediately after spawning. Subsequently, the NAKA mRNA expression increased with the development of the eggs. In the eggs just before hatching, NAKA mRNA expression rose remarkably. This indicating that red-clawed crab has osmoregulatory ability even before hatching. Thereafter, the hatched zoea larvae released into the sea showed higher values than the NAKA expression level in the eggs. However, the expression levels of NAKA mRNA in megalopa larvae was significantly lower than those in zoea larvae. We speculated that megalopa larvae reduce their abilities to seawater adaption and promote their specific behavior that moves from the sea to the coastal ashore.

Next, the osmoregulatory ability of zoea larvae immediately after release was examined using several salt concentration of breeding water (0 PSU, 9 PSU: diluted seawater, 33 PSU:100% seawater). In both 9 and 33 PSU, the zoea larvae were found to be 100% survival at least for 3 days. Additionally, even 0 PSU water, zoea larvae can survive for a short period of time. The survival rate of zoea larvae was $88.9 \pm 6.41\%$ in one day after keeping with 0 PSU water. We are planning to investigate the changes in osmoregulatory ability during early development of red-clawed crab. NAKA mRNA expression will be examined in detail during the developmental stage from eggs to juvenile crabs.

本研究は、金沢大学自然システム学類生物コース 川村龍矢氏の学位論文の一環として行われた。

クルマエビの外骨格の石灰化に関与する基質ペプチドの機能解析

関本愛香, 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

Aika SEKIMOTO, Nobuo SUZUKI: Functional analysis of a matrix peptide associated with calcification in the exoskeleton of the Kuruma prawn, *Marsupenaeus japonicus*

BACKGROUNDS

Many living organisms have unique hard tissues inside and outside of their body for body retention, protection from foreign enemies, and storage of minerals. These minerals made by living organisms are called biominerals, and the process of forming biominerals is called biomineralization. The main component of vertebrate biominerals such as bones, teeth and fish scales are calcium phosphate ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). In contrast, the main component of invertebrate biominerals are calcium carbonate (CaCO_3). Among invertebrates, the exoskeleton of crustaceans is a typical calcified tissue. The exoskeleton of crustaceans has a layered structure. From the outside of their exoskeletons, it is composed of epicuticle, exocuticle, endocuticle, and epidermal cells in order. The both exocuticle and endocuticle form a chitin-protein complex, and the exoskeleton contributes to hardening by depositing and calcifying calcium carbonate in this chitin-protein complex.

For the first time, a substrate peptide involved in exoskeleton calcification called Calcification Associated Peptide-1 (CAP-1) has been purified and determined the amino acid sequence in freshwater crayfish (*Procambarus clarkii*) (Inoue et al. 2003). Additionally, another type of CAP (CAP-2) have been identified from the crayfish (Inoue et al., 2004). However, the calcium-binding activity of the American crayfish CAP-1 (Prc-CAP-1) was stronger than that of Prc-CAP-2. (Inoue et al. 2003; Inoue et al., 2004). In crayfish, therefore, Prc-CAP-1 seems to be mainly involved in exoskeleton calcification.

In marine crustaceans, the substrate peptides involved to exoskeleton calcification have not been reported. In the present study, for the purpose of clarifying the calcification mechanism of marine crustaceans, we searched for candidate molecules of CAP-1 from the data of RNA-sequencing in kuruma prawn (*Marsupenaeus japonicus*). Secondly, we tried to examine functional analyses such as chitin- and calcium-binding activities and mRNA expression of kuruma prawn CAP-1 in their molt-cycle. Thirdly, the determination of CAP-1 producing cells in the exoskeleton of kuruma prawn was examined using by *in situ* hybridization methods.

METHODS

Firstly, a sequence homologous to Prc-CAP-1 was searched from the data of RNA-sequencing from kuruma prawns. In order to perform functional analyses of the searched sequence, thereafter, total RNA was extracted from adult prawn tail fan, and sequence of kuruma prawn CAP-1 (Maj-CAP-1) was determined by PCR methods with specific primer sets. Next, a recombinant peptide (rMaj-CAP-1) for functional analyses was prepared. Both

chitin-binding and a calcium carbonate crystal formation inhibition activities were carried out using the prepared rMaj-CAP-1.

Furthermore, in order to clarify a part of the physiological function of Maj-CAP-1, mRNA expression analysis was performed using juvenile prawns. The molting stage of juvenile prawn was discriminated, and the mRNA expression level of Maj-CAP-1 was examined by quantitative real-time PCR using cDNAs prepared from the swimming legs and tail fans of each molting stage. In addition, in order to identify Maj-CAP-1 expressing cells, the swimming legs collected at each molting stage were fixed and tissue sections were prepared. We attempted to identify Maj-CAP-1 expressing cells by *in situ* hybridization of these tissue sections.

RESULTS and DISCUSSION

From the RNA-sequencing data, the sequence showing 68% homology with Prc-CAP-1 could be obtained. This sequence was presumed to be Maj-CAP-1 because specific sequences such as chitin binding sites and repeat sequence of aspartic acid in C-terminus possessed in this sequence. After cloning Maj-CAP-1 from kuruma prawn cDNA, the rMaj-CAP-1 was expressed by *E. coli*. Thereafter, the rMaj-CAP-1 was purified by RP-HPLC and determined N-terminal amino acids sequence. As a result of N-terminal amino acid sequence analysis of the main peak obtained by RP-HPLC, the sequence of rMaj-CAP-1 was confirmed. Namely, the sequence was identical to the amino acid sequence deduced from cDNA excepting that alanine residue was added to the N-terminus. Additionally, mass spectrometry was equivalent to the theoretical value.

Next, we performed the functional analysis of the recombinant. We demonstrated that both chitin-binding and calcium carbonate crystal formation inhibitory activities possessed in the prepared rMaj-CAP-1. As a result of mRNA expression analysis with the swimming limb and tail fan of juvenile prawn, it was clarified that the expression level of Maj-CAP-1 remarkably increased in the late pre-molt stage. In addition, we detected Maj-CAP-1 expressed cells in epidermis of exoskeleton using by *in situ* hybridization methods.

In marine crustaceans, CAP-1 was the first to determine from their exoskeleton in my study. Then, we confirm the chitin- and calcium-binding activities in Maj-CAP-1, changes in Maj-CAP-1 mRNA expression during molt-cycle, and determination of Maj-CAP-1 producing cells in exoskeleton. In kuruma prawn, thus, these obtained results indicated that Maj-CAP-1 plays important roles in the calcification of exoskeleton.

REFERENCES

- Inoue, H. et al., 2003. Cloning and expression of a cDNA encoding a matrix peptide associated with calcification in the exoskeleton of the crayfish. *Comp. Biochem. Physiol. Part B*, 136: 755–765.
- Inoue, H. et al., 2004. A novel calcium-binding peptide from the cuticle of the crayfish, *Procambarus clarkii*. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 318:649–654.

本研究は、金沢大学大学院自然科学研究科生命科学専攻 関本愛香氏の学位論文の一環として行われた。

組織化学的手法による魚類抗菌タンパク質の局在について

山本葉月, 木谷洋一郎

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

Hazuki YAMAMOTO, Yoichiro KITANI: Histological analysis of the antibacterial protein in fish

Introduction and purpose

All lives have complexed host-defense mechanisms to avoid the diseases – it called the immune system. The immune system consists of two types of systems: innate immunity (primitive and nonspecific) and adaptive immunity (sophisticated and specific). In fish, innate immunity is essential because of the poor adaptive immunity traceable to the less complexity of the lymphoid organs. Several substances were founded as the innate immune molecules from fishes, such as lysozymes, lectins, antimicrobial peptides, *et cetera*. However, unidentified innate immune molecules still exist. Previously, we identified an L-amino acid oxidase (LAO) as an antibacterial protein from the skin mucus and serum of the marine teleost (Kitani et al., 2007). The LAO is an amino acid metabolism enzyme and generates ammonia, alpha-keto acid and hydrogen peroxide. The LAO acts on various bioactivities such as apoptosis, antiviral activity and antibacterial activity via resulted hydrogen peroxide. However, few studies refer to the immunological functions of LAO in fish. In the case of Atlantic cod and Atlantic salmon, LAO gene expression was upregulated by the pathogen exposure and it suggested that LAO relates to infection control (Kitani et al., 2015, 2019). Recently, the novel LAO was isolated from the serum of the red-spotted grouper *Epinephelus akaara* in our lab (Osaka & Kitani, 2021). The grouper LAO was 450 kDa (67 kDa subunits) and could react with L-Methionine, L-Phenylalanine and L-Tryptophan. The grouper LAO gene was not altered by the pathogen injection, different from other fishes mentioned above. Interestingly, the grouper LAO gene was strongly induced in the head kidney one day after blood loss. This result suggested that grouper LAO is necessary to avoid pathogen invasion via a wound.

However, the detail of the LAO regulation system is still unclear. Identification of the LAO producing tissue and/or cell type could help understanding the LAO production mechanism in the grouper. In this study, we tried to clarify the intra-tissue and inter-tissue localization of the grouper LAO protein using immunochemical/immunohistochemical methods with an anti-grouper LAO antibody.

Materials and methods

To recognize LAO protein-containing tissues, the tissue extracts were prepared from the healthy red-spotted grouper tissues as follows; skin, gill, muscle, stomach, intestine, liver, spleen, head kidney, trunk kidney, brain and heart. Each tissue was homogenized with the phosphate buffered saline (PBS, pH 7.0) using a reciprocal beads disruptor. The homogenates were centrifuged ($18,000 \times g$ for 15 min at 4 °C) and the supernatants were used as the tissue extracts. The serum sample was diluted with PBS. These extracts were applied on SDS-PAGE (2.5 µg/lane) and electrophoretically blotted onto polyvinylidene difluoride membrane. The membrane was treated with a blocking solution; subsequently, anti-grouper LAO antibody and horseradish peroxidase-

conjugated secondary antibody. The grouper LAO cross-reactive protein was visualized by 3-amino-9-ethylcarbazol. In addition, the LAO activity of these tissue extracts was measured by the peroxidase/*o*-phenylenediamine method.

To observe the localization of the LAO protein, immunohistochemistry of the head kidney was tried as a first step. The head kidney was dissected and embedded into a frozen-sectioning compound without fixation and quickly frozen by dry ice-hexane coolant. The frozen block was sliced a thickness of 5 μ m using a cryostat and mounted onto the slide glass. The slices were treated with a blocking solution—subsequently, anti-grouper LAO antibody and horseradish peroxidase-conjugated secondary antibody. The grouper LAO cross-reactive protein was visualized with 3,3'-diaminobenzidine substrate solution and observed by a light microscope.

Results and Discussion

LAO activity measurement showed that the strongest activity was detected in serum, followed by intestine, skin, gill, head kidney and heart (n=3). The LAO cross-reactive protein (70 kDa) was detected dominantly in serum, following skin, gill, head kidney, heart and spleen. Similar results were observed in the other grouper (n=3). This reaction disappeared by the neutralization of the anti-grouper LAO antibody with the purified grouper LAO. Both experiments reflected that the LAO activity detected from these tissues was caused by the grouper LAO cross-reactive protein except the intestine. LAO activity in the grouper intestine might be caused by unknown LAO that could not detect by anti-grouper LAO antibody.

In the head kidney, anti-grouper LAO antibody was localized at blood vessel (BV), the periphery of renal tubes and vascular sinusoids in collecting tubules and hematopoietic tissue. The positive signal was also detected at adenoid tissue (glandular, sparse, lymphoid tissue-like). These signals disappeared by the neutralization of the anti-grouper LAO antibody with the purified grouper LAO. Similar reactions were found in the other specimen (n=4). In addition, the positive signals were observed in skin and gills. These results suggested that the grouper LAO may act as a host defense molecule to protect whole body protection from invaders.

References

- Kitani, Y., Tsukamoto, C., Zhang, G., Nagai, H., Ishida, M., Ishizaki, S., Shimakura, K., Shiomi, K., & Nagashima, Y. (2007). Identification of an antibacterial protein as L-amino acid oxidase in the skin mucus of rockfish *Sebastes schlegeli*. *The FEBS Journal*, 274(1), 125–136.
- Kitani, Y., Fernandes, J. M. O., & Kiron, V. (2015). Identification of the Atlantic cod L-amino acid oxidase and its alterations following bacterial exposure. *Developmental and Comparative Immunology*, 50(2), 116–120.
- Kitani, Y., Hieu, D. Q., & Kiron, V. (2019). Cloning of selected body surface antimicrobial peptide/protein genes of Atlantic salmon and their responses to *Aeromonas salmonicida*. *Fisheries Science*, 85(5), 847–858. <https://doi.org/10.1007/s12562-019-01331-1>
- Osaka, Y., & Kitani, Y. (2020). Blood loss induces l-amino acid oxidase gene expression in the head kidney of the red-spotted grouper, *Epinephelus akaara*. *Developmental and Comparative Immunology*, 114, 103842.

本研究は、金沢大学自然システム学類生物コース山本葉月氏の学位論文の一環として行われた。

氷点付近の温度条件におけるモノハイドロカルサイトの生成

北島 卓磨¹、福士 圭介²

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学大学院自然科学研究科

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

Takuma Kitajima¹ and Keiske Fukushi²: Formation of monohydrocalcite at temperatures around the freezing point..

[はじめに]

モノハイドロカルサイト ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$: MHC) はカルシウム炭酸塩の準安定相であり、地質学的に希少な鉱物である。天然ではアルカリ塩湖のような特殊な環境でしか見られないが、実験室では Ca と Mg を多量に溶かした溶液に Na_2CO_3 を添加することで容易に合成できる。MHC に関する研究は近年、多く行われておりその特性や生成条件などが明らかになっている。

MHC は安定相のアラゴナイトへ変質する際にヒ素やリンなどの複数の汚染物質を取り込むことが知られており、環境浄化材料として注目されている。MHC の合成条件は先行研究で報告されており、MHC の合成には Mg が不可欠であることが分かっている。したがって、合成した MHC には大量の Mg が含まれていた。

Mg は MHC の構造を置換するごく微量の Mg の他に、不純物 Mg として MHC とは異なる相が共存する。この不純物 Mg は非晶質 Mg 炭酸塩(AMC)という非晶質物質であることが明らかにされている。AMC は MHC の表面を覆うように分布している。この AMC が MHC の吸着作用を阻害すると考えられている。したがって、本研究は MHC の環境浄化材料としての実用性を高めるため、AMC の無い MHC を合成する方法を確立することを目的とした。

[野外調査]

自然界の MHC はアルカリ塩湖で生成するため、モンゴル南部の乾燥寒冷地域に位置するアルカリ塩湖で調査を行った。現地では pH や水温、アルカリニティ滴定、湖水の採取を行った。帰国後に湖水サンプルは遠心分離・濾過によって懸濁物と液相に分離した。液相は誘導結合プラズマ発光分光分析(ICP-OES)と高速液体クロマトグラフィーを用いて主要イオン(Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-})の濃度測定を行った。また、固相サンプルは X 線回折(XRD)を用いて懸濁物の結晶性生成物の解析を行った。1 月の冬期と 8 月の夏期に野外調査を実施し、夏期と冬期の水質変動を知ることができた。調査の結果、夏期の河川蒸発では Ca, Mg が共に湖水から排斥されていたが、冬期の凍結による濃縮では Ca のみが湖水から排斥していることが分かった(表 1)。これは夏期では MHC の生成と共に AMC も析出しているが、冬期では MHC のみが析出していることを示唆している。この結果は冬期に生成した MHC には Mg が含まれていないことを示している。

[合成実験]

調査の結果を受けて、合成実験を 5℃の低温実験室にて行った。初期濃度条件が MgCl_2 : 0.05mol/kg、 CaCl_2 : 0.01mol/kg の溶液に、0.03~0.12mol/kg となるように Na_2CO_3 を添加した合成溶液を 50ml ずつ用意した。溶液は 400 時間攪拌させ、0.2 μm のフィルターによって濾過。液

相は ICP-OES によって Ca, Mg 濃度を測定した。固相は XRD によって結晶性生成物の確認を行った。また、AMC は非晶質物質であり XRD で検出されないため、Mg-K 端 X 線吸収微細構造(XANES)測定を用いて生成の確認を行った。

XRD によって MHC の単相が確認されたサンプルは固相を溶解させ、固相中の Mg/Ca の計測を行った。その結果、先行研究よりも Mg/Ca が非常に低い値で安定して得られることが示された(図 1)。また、XANES 測定を用いて合成 MHC における Mg の構造スペクトルから AMC の有無を調べた。測定の結果、本研究の MHC のスペクトルは Mg-aragonite に一致した。これは本研究の合成 MHC に AMC が無いことを示している(図 2)。

[まとめ]

本研究は低温という比較的容易な条件で MHC を合成することによって、不純物のない MHC を合成することができることを示した。また、AMC によって MHC の鉱物学的特徴の議論が困難であったが、これにより検討がしやすくなったことも重要な成果であると言える。

表 1. 夏から冬にかけてのアルカリ塩湖の各イオンの濃縮割合。Na と Cl の平均を湖水全体の濃縮割合とした。

Location	pH		濃縮割合 (倍)						
	2018	2019	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	湖水
Orog	9.13	8.49	7.8	6.0	2.4	3.2	7.6	6.3	5.9
Olgoy	9.53	9.16	4.3	6.1	1.5	1.1	4.6	5.4	4.8

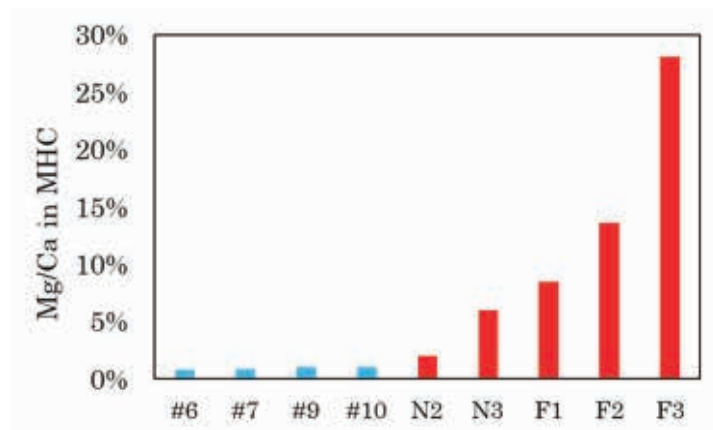


図 1. 青: 本研究の合成 MHC 粉末中の Mg/Ca。赤: 先行研究の合成 MHC 粉末中の Mg/Ca。
#: 本研究 Na₂CO₃ 濃度 0.09~0.12mol/kg, N: Nishiyama et al., (2013), F: Fukushi et al., (2017)

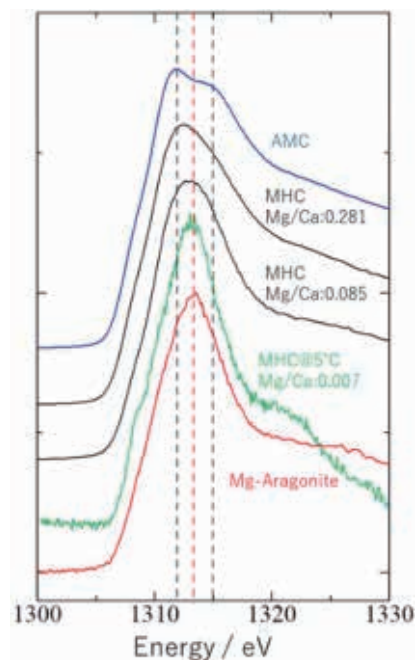


図 2. XAFS 測定による、合成物に含まれる Mg の構造スペクトル。

[引用文献]

Fukushi K and Matsumiya H., *ACS Earth Space Chem.* 2018, **2**, 735–744
Fukushi K, Suzuki Y, Kawano J, Ohno T, Ogawa M, Yaji T, Takahashi Y., *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2017, **213**, 457–474

無農薬栽培田はトンボ類の避難場所になるか？

Do agrochemical-free paddy fields serve as refuge habitats for Odonata?

Thien Quang Huynh^{1,2}, Aisha Oyabu³, Shinya Nomura⁴, Tadao Takashima⁵, Nisikawa Usio^{1,4}

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

² Southern Institute of Ecology, Vietnam Academy of Science and Technology, Ho Chi Minh City, Vietnam

³ Kanazawa Izumigaoka High School, Kanazawa 921-8116, Japan

⁴ Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Kanazawa 920-1192, Japan

⁵ JA Haku Head Office, Haku 925-8588, Japan

フィン クアン ティエン・大藪愛紗・野村進也・高嶋忠夫・西川潮

Introduction

Over the past century, land-use change has led to a 61% decline in natural wetlands in Japan. Among natural wetlands, floodplains have undergone extensive conversion into farmland, typically to rice (*Oryza sativa*) paddy fields. Although paddy fields were established to meet rising food demands, these anthropogenic wetlands also serve as refuge habitats for various aquatic and semi-aquatic wildlife (Usio and Miyashita 2014).

However, the development and widespread use of agrochemicals in recent decades have led to dramatic declines in farmland biodiversity in this area. To restore degraded farmland and revitalize depopulated rural communities while producing safe food, JA (Japan Agricultural Cooperatives) Haku and the Haku City Government have been promoting agrochemical- and fertilizer-free natural farming in rice agriculture since 2010.

In this study, we investigated the effects of natural rice farming on Odonata assemblages over their entire emergence periods by comparing emergence rates between natural and conventional paddy fields.

Methods

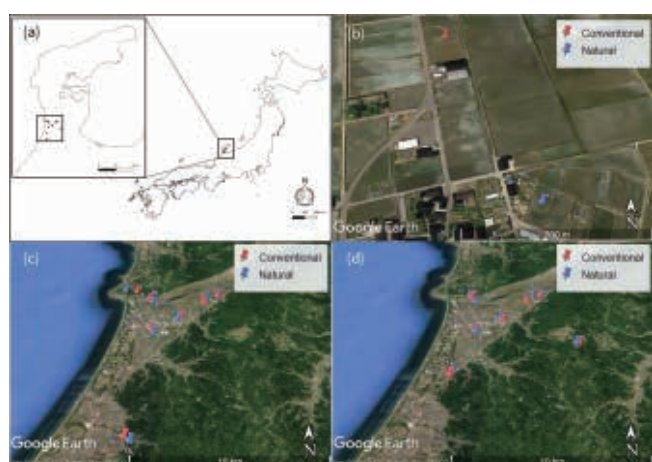


Figure 1 (a) Map of the study location in the Haku–Houdatsushimizu area on the Noto Peninsula, central Japan. (b) Example of a pair of conventional and natural paddy fields, and the sampling sites in (c) 2017 and (d) 2019. Map sources: (a) Geospatial Information Authority of Japan; (b–d) Google Earth (www.earth.google.com). After Huynh et al (2021).

We conducted field surveys in the Haku–Houdatsushimizu area in 2017 and 2019 (Figure 1). In both years, we adopted a paired design—one conventional paddy field and one natural paddy field were arbitrarily chosen from each of eight regions (blocks) for a total of 16 paddy fields (Figure 1). Within a region, paddy fields were similar in terms of surface area and were located in close proximity to one another (< 2 km). For both field types, we selected paddy fields that grew the cultivar “Koshihikari,” a major rice variety in the area.

We performed a preliminary survey to identify odonate emergence periods in conventional and natural paddy fields. From June 17 to August 5 of 2017, we collected exuviae once a week from 16 paddy fields (8 weeks of sampling in total). In each paddy field, we randomly chose 10 consecutive rice plants over three rows (30 rice plants) from two long sides and the outlet side, respectively, for a total of 90 rice plants (10 rice plants × 3 rows × 3 sides).

In 2019, we scaled up the spatial extent of sampling from the preliminary work done in 2017. From June 11 to August 20 of 2019, we performed weekly exuviae sampling in 16 paddy fields (11 weeks in total). In each paddy field, a 10-m-long belt transect was arbitrarily placed along levees on the two long sides of the paddy field and the outlet side, respectively. Within each transect, three rows of rice plants were selected as a sampling area. Thus, we sampled exuviae from three transects in each paddy field (10 m × 3 rows × 3 sides; approximately 450 rice plants).

We compared Odonata emergence rates between conventional and natural paddy fields using negative binomial generalized linear mixed models.

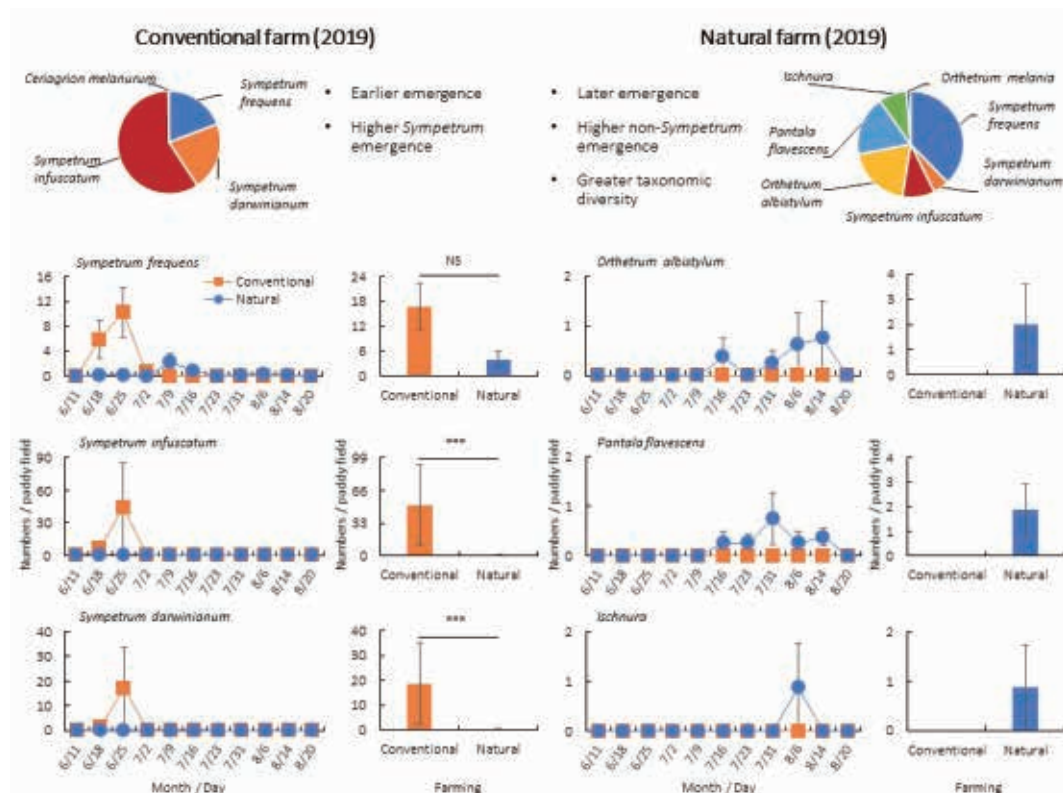


Figure 2 Odonata assemblage compositions (pie charts), the weekly mean ($\pm$ SE) numbers of Odonata exuviae (line graphs), and the total mean ($\pm$ SE) numbers of Odonata exuviae (bar graphs) in conventional and natural paddy fields in 2019; ***, $P < 0.001$; NS, not significant at $\alpha = 0.05$.

Results and Discussion

We found differences in Odonata assemblage compositions between conventional and natural paddy fields, but both were numerically dominated by *Sympetrum* species (Figure 2). Conventional paddy fields were dominated numerically by *Sympetrum infuscatum* (2017 and 2019), *S. frequens* (2017 and 2019), and *S. darwinianum* (2019), whereas natural paddy fields were primarily dominated by *S. frequens* in both sampling years. Although the abundance was low, more Odonata taxa emerged from natural paddy fields than from conventional paddy fields, especially in 2019. The three major non-*Sympetrum* taxa (*Orthetrum albiatylum*, *Pantala flavescens*, and *Ischnura*) that emerged from natural paddy fields in 2019 are multigenerational taxa [28]. *Pantala flavescens* migrates from continental Asia, and the remaining two are resident taxa that exhibit larval overwintering [28]. This suggests that natural paddy fields serve as reproductive or larval overwintering habitats for some non-*Sympetrum* Odonata.

We advocate that both conventional and natural paddy fields are important habitats for Odonata in our study area. Whereas conventional paddy fields can serve as habitats for the three dominant *Sympetrum* species, which reach peak emergence in late June, natural paddy fields can serve as habitats for *S. frequens*, which has a long emergence period. Although the overall emergence numbers were low, natural paddy fields also serve as habitats for various Libellulidae dragonflies and damselflies when conventional paddy fields are undergoing midseason drainage or insecticide application. Therefore, a mix of conventional and natural paddy fields may be desirable in supporting Odonata diversity in the paddy-dominated landscapes of rural Japan.

References

- Huynh TQ, Oyabu A, Nomura S, Takashima T, Usio N (2021) Do agrochemical-free paddy fields serve as refuge habitats for Odonata? *Ecologies* 2, 1–15.
- Usio, N., Miyashita, T. eds. (2014) Social-ecological restoration in paddy-dominated landscapes, Springer Japan, Tokyo.

^{134}Cs 濃度の空間分布からみた北海道東部太平洋海域における海水循環

竹原亮成¹、井上睦夫¹、松中哲也¹、黒田寛²、谷内由貴子²、葛西広海²、西岡純³、森田貴己²、三木志津帆²、長尾誠也¹

¹〒923-1224 石川県能美市宇気オ 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〒236-8648 神奈川県横浜市金沢区福浦 2-12-4 水産機構・資源研

³〒060-0819 北海道札幌市北区北 19 条西 8 丁目 北海道大学 低温科学研究所
環オホーツク観測研究センター

【はじめに】北海道東部太平洋海域（以下、道東海域と記す）では生物生産性が非常に高く、世界でも有数の漁場が形成される。それら水産資源は海域の水塊分布に大きく影響を受けるため、それら海水循環を明らかにすることは重要である。しかし、一般的に用いられる水温、塩分による水塊の区分は難しく、それを行うためには、観測が行われた時期の海洋学的な情報を頼りにする方法、ほかのパラメーターを用いた分類を行う方法が有効であると考えられる [1]。

^{134}Cs は 2011 年 3 月の福島第一原子力発電所事故（以下、FDNPP と記す）により海洋環境中に放出された溶存性の人工放射性核種である。これは半減期が 2.06 年と短いことから現在海水中で検出されるものはすべて FDNPP 事故由来のものであり、海洋環境中の物質循環の化学的トレーサーとして非常に優れている。

本研究では尾小屋地下測定室を用いた極低バックグラウンド γ 線測定法を適用することで、道東海域のみならず、東日本近海、ベーリング海における ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 濃度を測定した。そして、 ^{134}Cs を環境トレーサーとして利用することで道東海域の水塊構造を調べた。

【実験】2018-2020 年の蒼鷹丸、若鷹丸、北光丸、うしお丸、R/V *Multanovsky* による調査航海において、道東海域を含む東日本近海とベーリング海で表層海水試料を 15-120 L 採取した。本研究で適用した実験スキームを図 1 に示す。リンモリブデン酸アンモニウム (AMP) 沈殿により Cs を回収した。すべての AMP/Cs 試料は石川県小松市の尾小屋地下測定室に設置されたゲルマニウム半導体検出器を用いた、極低バックグラウンド γ 線測定を利用し、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 濃度を測定した。

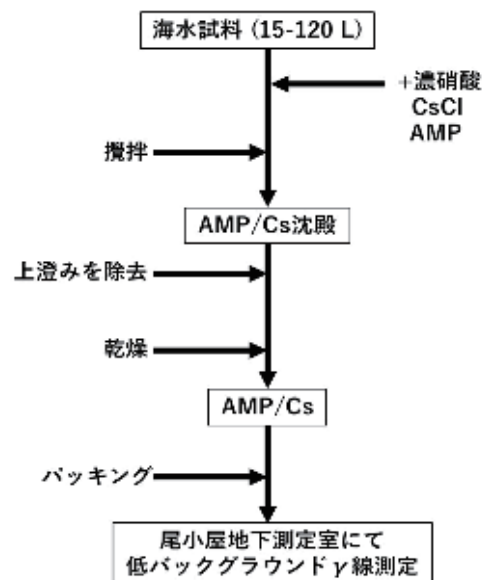


図 1 実験スキーム

【結果と考察】 本研究では放射性セシウム濃度を事故日に壊変補正して議論を進める。2018-2020 年の日本海北東域、太平洋側沿岸域、オホーツク海南西域、道東海域の ^{134}Cs 濃度の平均値はそれぞれ 0.68 ± 0.17 , 0.88 ± 0.13 , 0.42 ± 0.17 , 0.67 ± 0.16 mBq/L であり、海域ごとに異なる濃度を示した。また 2018 年のベーリング海における ^{134}Cs 濃度の平均値は 1.43 ± 0.41 mBq/L と、東日本近海と比較して高い値を示した。これは FDNPP から直接流出した放射性セシウムがベーリング海に到達したことを示している[2]。

道東海域における表層海水試料中の ^{134}Cs 濃度の経時変動を図 2 に示す。 ^{134}Cs 濃度は 2018 年から 2020 年にかけて増加傾向にある。この原因として、東カムチャツカ海流水中の放射性セシウム濃度が増加した可能性が挙げられる。これは、FDNPP から直接流出した放射性セシウムが亜寒帯循環によって道東海域に再流入したことを意味する。

道東海域の海水は、東カムチャツカ海流水、宗谷暖流水、オホーツク表層海水の影響を受けている。3 つの水塊の塩分、 ^{134}Cs 濃度のエンドメンバーとすることにより、2018-2019 年秋季の道東海域における各水塊の混合比を見積もった。道東海域における東カムチャツカ海流水の混合比を図 3 に示す。道東海域沿岸域には宗谷暖流変質水が分布する一方、沖合における親潮水の寄与率は少なくとも 30 %を超えていることが示された。

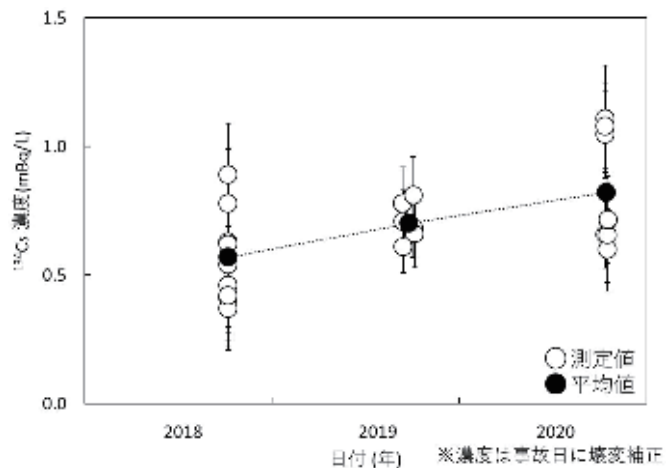


図 2 道東海域における ^{134}Cs 濃度の経時変動

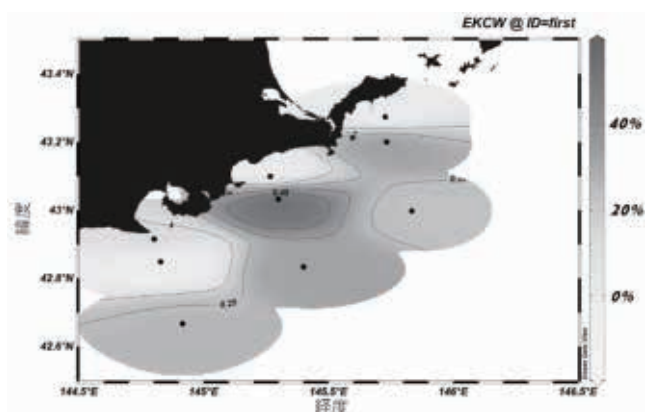


図 3 道東海域における東カムチャツカ海流水の混合比

【参考文献】

- [1] Kusaka, A., Azumaya, T., Kawasaki, Y., 2013. *Journal of Oceanography*. **69**, 295-312
- [2] Kumamoto, Y., Aoyama, M., Hamajima, Y., Nishino, S., Murata, A., Kikuchi, T., 2019. *Polar Science*. **21**, 228-232

【謝辞】

海水試料採取にご協力いただいた、蒼鷹丸、北光丸、うしお丸、若鷹丸、R/V *Multanovskiy* の船長、乗組員、および同乗研究者の皆様に感謝いたします。

ラジウム同位体からみた日本列島をとりまく表層海水循環

花木祥太朗¹、井上睦夫¹、諸角季生¹、城谷勇陸¹、亀山紘旭¹、吉田真明²、
沖野晃³、長尾誠也¹

¹〒923-1224 石川県能美市和気町オ 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〒685-0024 島根県隠岐郡隠岐の島町加茂 194 島根大学生物資源科学部附属 生物資源教育研究センター 海洋生物科学部門(隠岐臨海実験所)

³〒697-0051 浜田市瀬戸ヶ島町 25-1 島根県水産技術センター

Hanaki, S., Inoue, M., Morokado, T., Shirotani, Y., Kameyama, H., Yoshida, M., Okino, A., Nagao, S.

【はじめに】

ラジウム同位体 (^{226}Ra , 半減期 1600 年: ^{228}Ra , 半減期 5.75 年) は海洋環境において溶存性核種であり、海水と共に循環している。主な供給源は沿岸堆積物や浅層大陸棚で、 ^{228}Ra の短い半減期を反映して、沿岸域の表層海水では、 $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比が高くなる。世界最大級の大陸棚を有する東シナ海では、 $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比が ~ 4 と高いが、長期間の循環によって大部分の ^{228}Ra が壊変した黒潮海水では 0.1-0.4 と低い [1]。これらが混合して対馬海峡から日本海へ流入するため、海水循環の指標として $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比を用いることができる [2]。東シナ海東部においては、夏期に $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比が上昇し、冬期に減少する季節変動が報告されている [3]。対馬東水道を通過した海流は対馬暖流第一分枝として日本列島の沿岸を流れ、対馬西水道を通過した海流は朝鮮半島に沿って北上したのち第二分枝と第三分枝に分岐する [4]。第二分枝を含む日本海南西域表層の海水循環は未だ明らかではない。さらに、2011 年 3 月に福島第一原子力発電所事故由来の放射性セシウムの循環に関する最近の研究では、2016 年 7 月と 2018 年 7 月の日本海南西部表層水は、他の対馬暖流域に比べて低い放射性セシウム濃度を示すなど、海流の特異性が示唆された [5, 6]。

本研究では、ラジウム同位体をトレーサーとし、対馬暖流第二分枝の流路と、日本海南西部における溶存性物質の動態について議論した。また、日本海南西部対馬暖流第二分枝域における $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比と放射性セシウムの移動パターンを比較した。

【試料と処理】

2015–2019 年に季節変動の観測定点として、島根県浜田沿岸から沖合にかけての 4 地点 (HM 1-4) と隠岐島沿岸 (OK) で、1-2 か月

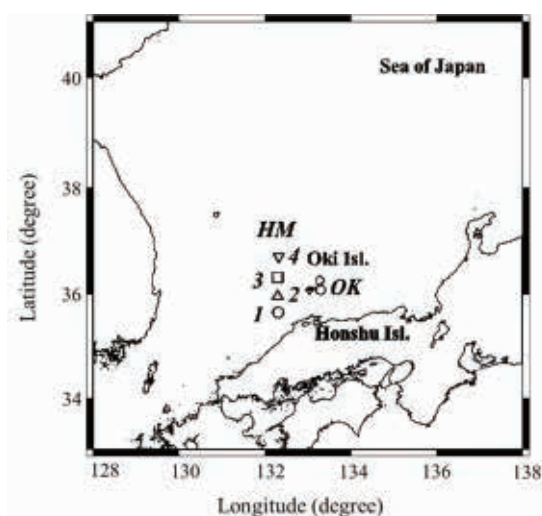


図 1. 海水試料採取地点

に一度の頻度で表層海水 20 L をバケツ採水した。BaSO₄ 共沈法により、海水から ²²⁸Ra および ²²⁶Ra を分離・回収した。すべての試料に尾小屋地下測定室に設置したゲルマニウム半導体検出器を用いた低バックグラウンド γ 線測定法を適用し、²²⁸Ra 及び ²²⁶Ra の放射能濃度を計測した。

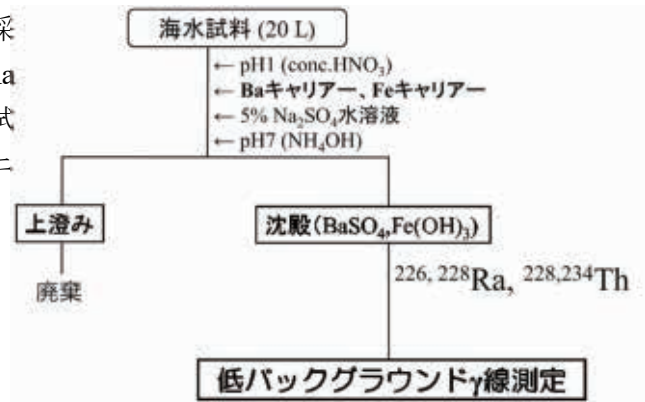


図 2. 実験スキーム

【結果と考察】

塩分は冬から春に 34-35 と高く、夏から秋にかけて 32-33 と低いという明瞭な季節変動を示した (図. 3 a)。これは、夏に低塩分の大陸側浅層海水および長江河川水の寄与が大きいことが要因である [7]。 ²²⁸Ra/²²⁶Ra 放射能比は、塩分とは逆の傾向を示し、冬から春に比が 0.5 - 1.5 と低く、夏から秋に 1.5 - 2.5 と高い。(図. 3b)。さらに HM 試料では OK 試料と比較して、6-8 月に ²²⁸Ra/²²⁶Ra 比が高くなる。これは HM 地点への浅層海水の寄与が大きい対馬第二分枝の影響によると推測される。

日本海における ¹³⁴Cs の供給源は、黒潮海水と考えられる。部分的 (HM2 と HM3 の中間地点) な ¹³⁴Cs 濃度の低減は、この対馬第二分枝の流入を反映する。 ²²⁸Ra/²²⁶Ra 放射能比は、日本海表層の溶存汚染物質循環に重要な知見をもたらす。

【参考文献】

- [1] M. Inoue *et al.*, *Cont. Shelf. Res.* **143**. 167-174 (2017)
- [2] Y. Nozaki *et al.*, *Geochim. Cosmochim. Acta.* **55**. 1265-1272 (1991)
- [3] M. Inoue *et al.*, *Geochem. J.* **46**. 429-441 (2012)
- [4] M. Ito *et al.*, *Prog. Oceanogr.* **121**. 83-93 (2014)
- [5] M. Inoue *et al.*, *J. Environ. Radioact.* **182**. 151-156 (2018a)
- [6] M. Inoue *et al.*, *Mar. Chem.* **214**. 103661 (2019)
- [7] T. Senjyu *et al.*, *J. Oceanogr.* **62**. 681-692 (2006)

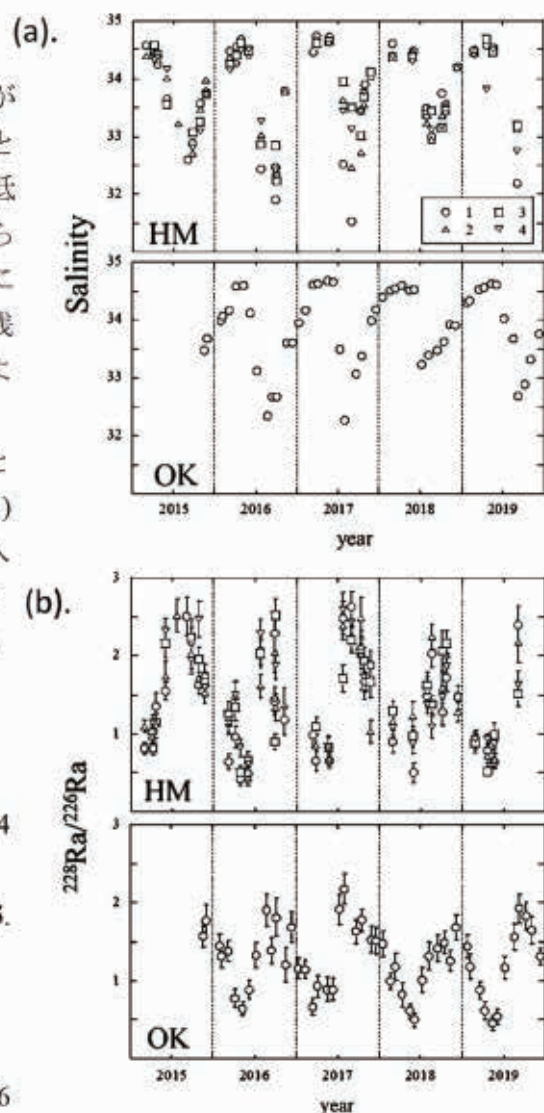


図 3. (a). 塩分

(b). ²²⁸Ra/²²⁶Ra 放射能比の季節変動

流域環境が異なる陸域から海洋への溶存有機物の動態研究

宮川和大¹・長尾誠也¹・岩井久典¹・芳村毅²・加藤寛己²・伊佐田智規³

¹〒923-1224 石川県能美市和気町オ 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〒060-0810 北海道札幌市北区北 10 条西 5 丁目 北海道大学大学院環境科学院

³〒088-1113 北海道厚岸郡厚岸町愛冠 1 番地 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 厚岸臨海実験所

【はじめに】

腐植物質は溶存態有機物(DOM)の主要成分であり、複雑で化学構造が特定できない高分子有機化合物の総称である。腐植物質は鉄との錯形成や有害有機物との疎水性相互作用によって、河川から沿岸海洋への様々な化学成分の輸送に重要な役割を果たしている。河川水中の腐植物質の特性はその供給源と考えられる湿原や森林といった河川流域の違いが関係し、河口域における凝集沈殿により変化することが明らかになっている。そのため、陸域から海洋への物質移動を理解するには、腐植物質の供給源と特性との関係、河口域・海洋沿岸域における濃度と特性の変化を理解することが重要である。本研究では水田や森林を流れる熊木川と熊木川が流入する七尾湾、および、湿原を流れる別寒辺牛川と別寒辺牛川が流入する厚岸湖、隣接する厚岸湾を対象に、異なる流域特性を持つ河川水中の腐植物質の河口から沿岸域までの動態を検討した。

【実験】

熊木川の河川水は 2017 年 12 月から 2019 年 8 月の月 1 回の調査と 2020 年 9 月、2020 年 10 月の調査を行い、上流から下流にかけての 3 地点で採水した。2020 年 9 月には熊木川河口と七尾湾でも採水を行った(Fig. 1)。別寒辺牛川と厚岸湖・厚岸湾の採水は 2017 年 10 月、2018 年 10 月、2019 年 9 月の 3 回行った(Fig. 2)。毎回の調査で多項目水質計もしくは CTD を用いて観測時に水質を測定した。試水は加熱処理した WhatmanGF/F ガラス繊維濾紙で濾過したのち、褐色瓶に入れて-30℃で冷凍保存した。日立 F-7100 蛍光分光光度計により三次元蛍光ス

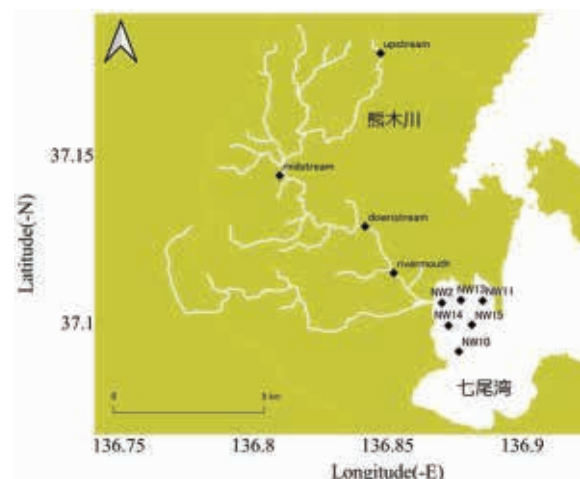


Fig. 1 熊木川と七尾湾の調査地点

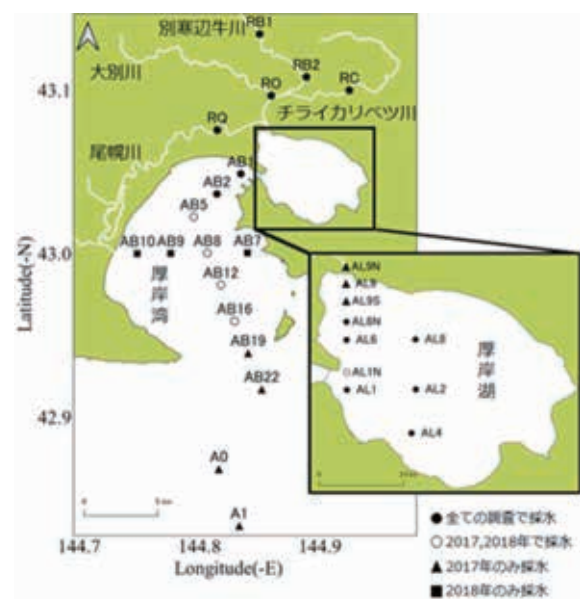


Fig. 2 別寒辺牛川・厚岸湖・厚岸湾の調査地点

ペクトル測定で検出される腐植物質の蛍光成分の波長位置、励起波長:Ex(nm)と蛍光波長:Em(nm)を特定し、各ピークについて 10 µg/L の硫酸キニーネ溶液を基準とした相対蛍光強度を求めた。分子量分布は日立 GL-W530(サイズ排除限界分子量:50,000Da)GPC カラムを用いた高速サイズ排除クロマトグラフィー(HPSEC)蛍光検出(河川:Ex/Em=320nm/430nm、湖水・海水:Ex/Em=300nm/430nm)と紫外(280nm)検出で計測した。

【結果と考察】

Fig.3 には塩分と腐植物質の相対蛍光強度の関係を示した。相対蛍光強度の変動は、別寒辺牛川から厚岸湖、厚岸湾にかけて 2 段階の単純 2 成分混合を示している。1 段階目は河川水と厚岸湖水の混合、2 段階目は河川水・厚岸湖水と厚岸湾の海水の混合と考えられる。また、厚岸湖内の混合の変換点は、上げ潮で海水が流入した 2017 年で河口に近く、下げ潮と降雨で河川の流入が強い 2019 年には河口から遠い地点となった。HPSEC の結果より、採水日前に降雨が観測された 2017 年と 2019 年では、塩分の上昇に伴う高分子画分の優先的な除去が、塩分 5.0 以下の低塩分の領域からみられた。これは、降雨によって湿原から高分子量の腐植物質が流出することと関係している。

三次元蛍光スペクトルで検出された腐植物質のピークは熊本川から七尾湾にかけて短波長側へシフトし、同様の結果が別寒辺牛川から厚岸湖でも認められた(Fig.4)。塩分 15.0 であった熊本川河口では河川に近い波長位置に腐植物質のピークが検出されたが、塩分 11.8 であった厚岸湖では腐植物質のピークが河川よりも短波長側へシフトした。これらの結果は、別寒辺牛川河川水の腐植物質が熊本川と比べて高分子であり、厚岸湖に流入した際の高分子画分の凝集沈殿により全体的な特性がより大きく変化したためと考えられる。

以上の結果より、河川流域から供給される腐植物質の濃度と特性の違いが熊本川と別寒辺牛川汽水域での腐植物質の動態の違いに反映したことを示唆している。また、河川から沿岸にかけての腐植物質の動態には、河川水や海水の流動と河川流域における降雨状況が関与していると考えられる。今後の研究ではそれらの状況を総合的に判断し、考慮する必要がある。

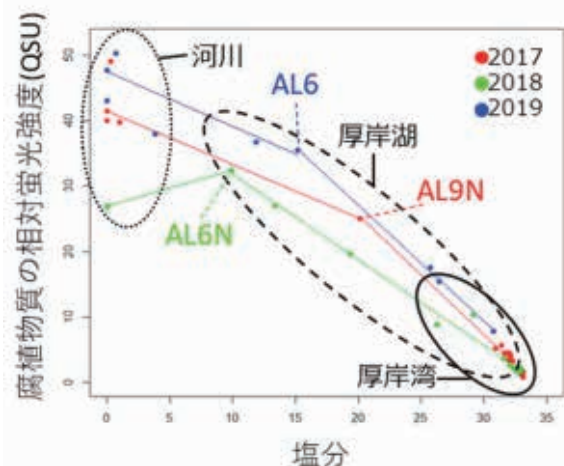


Fig. 3 塩分と腐植物質の相対蛍光強度の変動

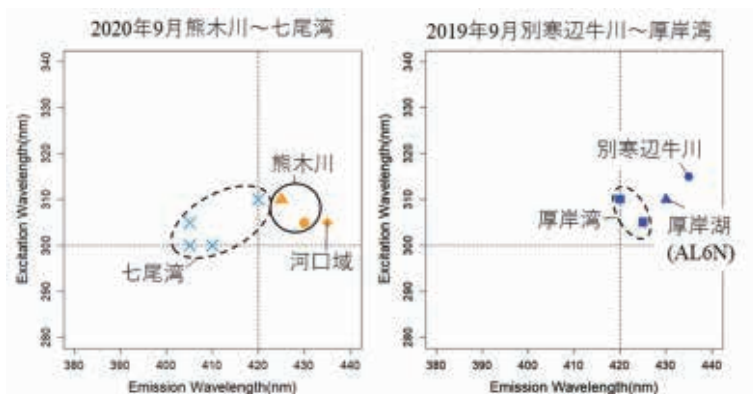


Fig. 4 三次元蛍光スペクトルで検出された腐植物質のピークの波長位置

放射性核種・物理特性を用いた貯水池-集水域系における 地表物質の侵食・運搬プロセスの解明

鶴岡幹矢¹・落合伸也¹・酒井英男²・松木 篤³・長尾誠也¹

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

²〒930-8555 富山市五福 3190 富山大学理工学部

³〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学環日本海域環境研究センター

M. Tsuruoka¹, S. Ochiai¹, H. Sakai², A. Matsuki³, S. Nagao¹: Erosion and transport processes of earth surface materials in the reservoir-catchment system revealed by using fallout radionuclides and physical properties

【はじめに】

河川流域における土壌粒子の侵食・運搬作用は、流域における地形の形成や陸域から海域への物質の流出に関係しており、流域の環境変動の予測や影響評価には土壌粒子の流出挙動の把握が必要である。大気由来天然放射性核種の ^7Be （半減期：53 日）と $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ （半減期：22.3 年）は、土壌粒子のトレーサーとして広く用いられてきたが、植生の多い大規模な河川流域では、植生による遮断効果などの課題点が指摘されている。本研究ではこの問題点を克服するために、物質の収支を把握しやすい貯水池－集水域系に着目した。貯水池－集水域系における ^7Be と $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の収支から、集水域における土壌粒子の侵食・運搬プロセスを解明することを目的とした。また、侵食・運搬力の強さを反映するパラメータの一種である沈降粒子の粒径・帯磁率を測定し、収支計算で得られた結果と比較した。

【実験】

2016 年 6 月から毎月 1 回、石川県珠洲市に位置する金沢大学能登学舎の屋上に水盤を設置し ^7Be と $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の降下量を観測した。2018 年 5 月から近傍の貯水池である新池にセディメントトラップを 1 箇所設置し、降水試料と同じタイミングで沈降粒子を採取して ^7Be と $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の堆積量を求めた。また、池の流出口に設置した水位計による水の流量と、水中の ^7Be と $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の濃度から ^7Be と $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の流出量を求めた。 ^7Be と $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の貯水池への堆積量と系外への流出量と壊変量の合計は、貯水池への降下量と集水域からの運搬量の合計と等しいと仮定し、収支計算に基づいて集水域からの運搬量を求めた。また、沈降粒子の帯磁率を測定するとともに、沈降粒子中の鉍物成分の粒径測定を行った。

【結果と考察】

貯水池内における ^7Be と $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の期間中の収支から、集水域からの運搬量を推定したところ、 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ は通年で運搬がみられたのに対し、 ^7Be は冬季にのみ運搬がみられた。 ^7Be と $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の挙動の違いは、1) 夏季は ^7Be の降下量が減少し、樹冠による遮断効果を受け、集水域土壌の ^7Be 存在量が極端に減少したこと 2) 運搬中の土壌粒子に落葉から放射性核種が供給されるプロセスがあることの 2 つに起因していることが推定された。集水域から貯水池への ^7Be と $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の運搬量は冬季に増加する変動を示した。このことは、地表物質の運搬力が冬季に大きくなったことを示す。また、 ^7Be と $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の運搬量の変動は、

月間降雨日数および湖水流出量（≡集水域からの水の流出量）の変動傾向に概ね対応していた。このことから、この地域では、系内における水の動きが降雨頻度に影響されており、その増大によって冬季の地表物質の運搬力が大きくなったと考えられる。沈降粒子中の鉍物成分の粒径は冬季に大きくなる傾向がみられた。このことは、冬季は集水域から貯水池への地表物質の侵食・運搬力が大きいことを示しており、放射性核種で示された結果と整合的であった。一方で、帯磁率は冬季よりも夏季のほうが高い傾向がみられた。このことから、強磁性鉍物（磁鉄鉍等）は主に細粒粒子に多く含まれており、冬季には粒径の大きい常磁性や反磁性の物質が集水域 から貯水池へ運搬された結果、強磁性鉍物の含有率が低下した可能性が示された。

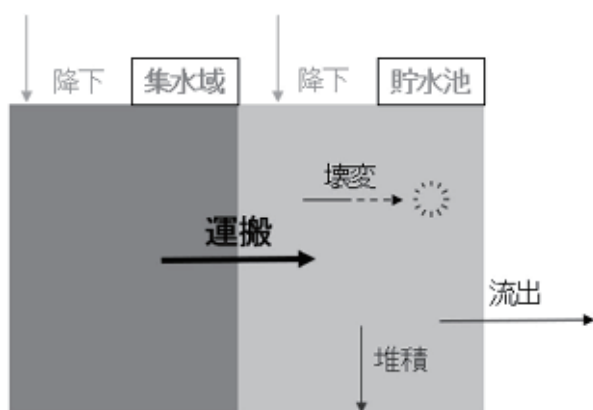


Fig. 1 貯水池-集水域系における放射性核種の動きの模式図

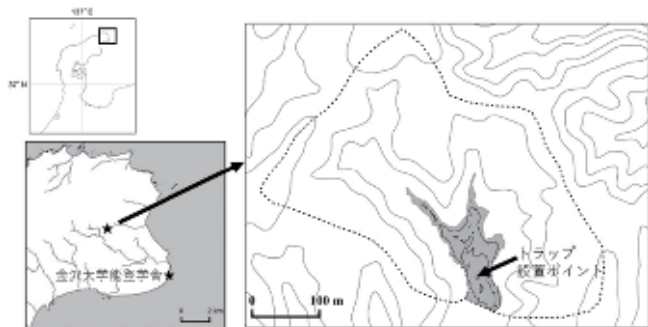


Fig. 2 新池の位置と試料採取地点

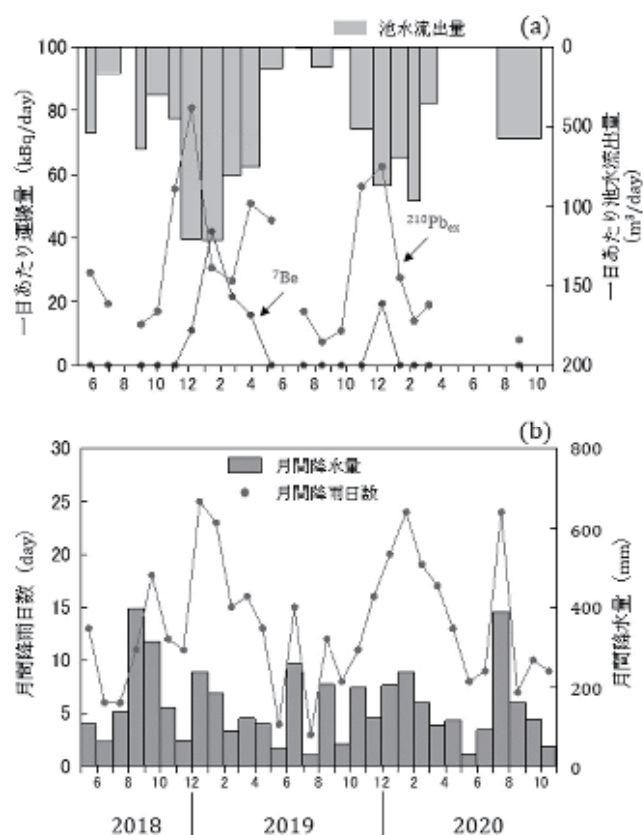


Fig. 3 (a) 集水域からの ${}^7\text{Be}$ と ${}^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の運搬量と湖水流出量の経時変動 (b) 月間の降雨日数と月間降水量の経時変動

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・幸西優香)

金沢大学環日本海域環境研究センター
令和二年度年報

発行日	2021年8月2日
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

