

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

令和元年度 **年報**



2019

<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	9
3. 研究・運営活動	12
4. 研究成果リスト	24
5. 研究費	65
6. 研究指導	69
7. その他	72
研究報告	76

表紙写真説明

「森と水にかこまれたアンコール・ワット寺院」

アンコール・ワット寺院で知られるカンボジアのアンコール世界遺産は、大小800もの石造建築物からなる文化遺産であるが、4万ヘクタールもの広大な指定区域には熱帯の豊かで多様な自然があり、13万人ものひとびとが伝統の暮らしをいとなむという、文化財と自然、そして地域社会の巨大な複合体である。しかしながら、観光産業の急激な発達とともに環境汚染や文化財の劣化といった諸問題が顕在化している。当センター連携部門では、国際的な人材育成プログラムとして、この世界遺産を維持管理する国立アンコール遺跡整備公団に学生たちを例年派遣している。

(撮影：塚脇真二，環日本海域環境研究センター連携部門，※撮影許可取得)

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。拠点として我々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。当センターの研究施設が存在する能登半島は、東アジアからの大気を経由する越境汚染を観測する拠点として中国北東部からの移行に対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たサイトとして位置づけられます。一方、日本海の表層水では対馬海流による有害物質の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築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。

2019 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 43 件（国際共同研究 11 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 5 件と平成 30 年度に比べて総採択件数は 8 件増加し、国内外の共同研究のネットワークが順調な拡がりを見せています。ただし、新型コロナウイルスの影響により、2 月末に予定していた共同研究の成果報告会は環日本海域環境研究センターの web site での開催に変更いたしました。その他、3 月上旬に予定していた市民講演会も残念ながら中止といたしました。しかし、2019 年度全体で見ると、平成 30 年度に比べていくつかの項目について進展を確認することが出来ます。若手研究者の人材育成として平成 30 年度に金沢大学の留学生を対象にした開講した統合環境型のサマースクールを国外の大学、Yale-NUS college と国立モンゴル大学の大学生・大学院生を対象にしたサマースクールにステップアップすることが出来ました。また、北京大学とは中核となる大気環境研究とその関連分野への拡充を目的としたシンポジウムを北京大学で開催することが出来ました。令和 2 年度には新型コロナウイルスの影響を補うために共同利用・共同研究拠点の活動方法を工夫することも求められていますが、共同研究のネットワークを活用して進める予定です。本年報では、今後の展開を検討するためにも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・web site 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 2 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) 第16回 East Eurasia International Workshop on Present Earth Surface Processes and Long-Term Environmental Changes in East Eurasia (2019年9月16日～20日, ウランバートル, モンゴル, 約70名)
- 2) Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental Issues (2019年12月17日～19日, 金沢大学自然科学研究科棟大講義室A, 金沢, 約185名)
- 3) 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4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)」(2020年2月29日, 金沢大学自然系図書館棟, 金沢, 13名)
- 4) Research Seminar on the Recent Various Changes in Angkor World Heritage Site - Natural and Social Environment, and Peoples Livelihood – and Research Method and Its Significance Surveying the Living Environment in the Angkor Park (2020年2月4日, Conference Hall of APSARA National Authority, Siem Reap, Cambodia, 160名)
- 5) Research Seminar on the Recent Various Changes in Cambodia - Recognised and Investigated by the Overseas Researchers - Natural and Social Environment, and Peoples Livelihood (2020年2月6日, Seminar Room, National University of Management, Phnom Penh, Cambodia, 60名)
- 6) 世界遺産の自然と水環境の保全に関する日本・カンボジア研究交流会議(Japan-Cambodia Research Exchange Conference on Conservation of Nature and Water Environment of World Heritage Sites) (2020年3月13日, 滋賀大学大津サテライトプラザ, 大津, 9名)

(2) 研究会等の開催

- 1) 報告会「第10回アンコール遺跡整備公団インターンシップ報告会－アンコール世界遺産での就業体験－」(2019年10月30日, 金沢大学総合教育講義棟, 金沢, 20名)
- 2) 報告会「第10回アンコール遺跡整備公団インターンシップ報告会－アンコール世界遺産での就業体験－」(2019年10月31日, 公立小松大学中央キャンパス英語カフェ, 小松, 14名)
- 3) 研究集会「東アジア地域の環境保全における中日協力のあり方」(2020年1月7日, 北京大学, 北京, 12名) 共同利用研究報告会(2020年2月28日～29日, 新型コロナウイルス感染症のためウェブサイトでのスライドによる報告会として開催)

(3) 社会教育を目的とした実習・講義

- 1) 塚脇真二: アンコール・ワットをとりまく水環境－アンコール世界遺産の水管理, 2019年度公益社団法人日本水道協会石川県支部総会(2019年4月24日, 金沢市ものづくり会館, 金沢, 65名)
- 2) 関口俊男: 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～, ニュージーランド固有の動物とその保護活動」(2019年5月11日, 金沢大学サテライトプラザ, 金沢, 29名)

- 3) 塚脇真二：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～，カンボジアのアンコール世界遺産と暴走する観光産業」（2019年5月11日，金沢大学サテライトプラザ，金沢，29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～，モンゴルの大草原と鉱山開発による環境汚染」（2019年5月18日，金沢大学サテライトプラザ，金沢，29名）
- 5) 落合伸也：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～，台湾の自然・文化と湖沼“日月潭”の環境問題」（2019年5月18日，金沢大学サテライトプラザ，金沢，29名）
- 6) 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～，九州有明海の干潟の生き物と環境問題」（2019年5月25日，金沢大学サテライトプラザ，金沢，29名）
- 7) 松中哲也：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～，チベット高原の天空の湖“プマユムツォ”における気候変動」（2019年5月25日，金沢大学サテライトプラザ，金沢，29名）
- 8) 鈴木信雄：公開講演会「目指セイカ博士」（2019年5月26日，小木漁業協同組合，石川）
- 9) 鈴木信雄：実験教室「海のおたからどっちがホンモノ？」（2019年6月22日，金沢海みらい図書館，金沢）
- 10) 関口俊男・木谷洋一郎：一般展示（2019年6月22日，金沢海みらい図書館，金沢）
- 11) 塚脇真二：北陸地方における後期新生代地質構造発達史，令和元年度富山応用地質研究会総会・講演会および研究発表会（2019年8月10日，富山大学理学部1号館，富山，25名）
- 12) 塚脇真二：カンボジアのアンコール世界遺産における環境変遷史，令和元年度富山応用地質研究会総会・講演会および研究発表会（2019年8月10日，富山大学理学部1号館，富山，25名）
- 13) 塚脇真二：日本海の歴史を金沢の地層にたどる，2019年度石川県自然史資料館自然史講演会（2019年10月6日，石川県自然史資料館，金沢，80名）
- 14) 塚脇真二：金沢市ならびにその周辺地域における上部新生界層序について－とくに高窪層と大桑層との不整合について－，北陸地盤工学会第69回例会「清水谷バイパス周辺地域の報告・討論会ならびにアートなまちづくりに関する講演会」（2019年11月30日，金沢大学サテライトプラザ，金沢，42名）

(4)シンポジウム開催報告

- 1) 第16回 East Eurasia International Workshop on Present Earth Surface Processes and Long-Term Environmental Changes in East Eurasia

陸域環境領域 長谷部徳子

2019年9月16日～20日にモンゴル，ウランバートルにて開催した。モンゴル・日本をはじめ，韓国・台湾・中国・ロシア・ドイツ等から約70名の参加者があった。巡検では砂丘，火山台地の溪谷，単成火山，テルヒン・ツァガン湖等を見学した。学生実習「アジアの地球惑星環境学リーダー育成プログラム」にも貢献し，学生の参加・発表をサポートした。

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4回国際テーマシンポジウム）

「東アジアの都市・農村をめぐる環境とその持続可能な発展（城乡可持续发展与生态文明）」

連携部門／陸域環境領域 塚脇真二

2017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2018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2020年2月29日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の研究者が来日できず、そのため学内関係者のみでの情報交換会として金沢大学自然科学系図書館棟で開催した。情報交換会ではありながらも、わが国における「農業農村消滅の危機と再生の可能性」、「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」、「人間社会への農薬の暴露と蓄積」といった講演に加えて、「世界農業遺産サイトでの若手医人材育成」や「世界農業遺産サイトの相互交流」といった国際的な話題の提供があり、このテーマにかかる文理融合型学際的研究を今後進める上で有意義な会合となった。

3) Research Seminars on “Recent Various Changes in Angkor World Heritage Site - Natural and Social Environment, and Peoples Livelihood – and Research Method and Its Significance Surveying the Living Environment in the Angkor Park” and “Recent Various Changes in Cambodia - Recognised and Investigated by the Overseas Researchers - Natural and Social Environment, and Peoples Livelihood”

連携部門／陸域環境領域 塚脇真二

約25年間もの期間にわたって内戦下にあったカンボジアであるが、1993年の国民総選挙の成功によって同国には平和がもどってきた。その後の同国の社会経済の発展にはめざましいものがある。アンコール世界遺産は世界でも第一級の観光地となり国内外から多くの観光客が訪れるようになった。がれきの山ばかりが目立った首都プノンペンには高層ビルが建ちならぶようになった。しかしながら、その負の側面ともいえる自然環境の破壊や環境汚染、文化財の劣化や地域文化の消失、貧困問題などもまた急速に顕在化してきた。これまでの20年以上にわたって同国で実施してきた学術調査「カンボジアの自然環境の成立とその将来変化予測」や「トンレサップ湖における生態系維持機構の評価」、「アンコール世界遺産における自然環境の破壊と汚染の現状評価」などで得られた同国の自然環境にかかる調査研究の成果を同国の研究者や学生たちにわかりやすく総括して伝えるとともに、山積しつつある諸問題の解決のために今後実施すべき文理融合型学際的研究の意義やその必要性を伝えることを目的として、2020年2月4日にシェムリアップのアンコール世界遺産管理機構で、また同年2月6日にプノンペンのカンボジア国立経営大学で研究セミナーとして開催した。

4) 世界遺産の自然と水環境の保全に関する日本・カンボジア研究交流会議 (Japan-Cambodia Research Exchange Conference on Conservation of Nature and Water Environment of World Heritage Sites)

陸域環境領域／連携部門 塚脇真二

カンボジアの中央部に位置するトンレサップ湖は、東南アジア最大の淡水湖であるとともに熱帯低地にある湖としては世界最大であり、乾季と雨季とでその面積や水深が大きく変化する湖として知られる。また、世界最高水準の淡水生物多様性で有名でもあり、同湖の一部はユネスコの生物圏保護区やラムサール条約地区に指定されている。当センターを中心とする研究チームは、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。カンボジアにおける昨今の社会経済の劇的な発展や、メコン河流域での大規模な開発によって同湖の生態系は大きく変わっていることが予想される。そのため、科学研究費補助金による海外学術調査として、同湖全域における生物多様性維持機構の総合調査を2016年度から再度開始した。この調査の最終年度なる昨年度末に、カウンターパートとなるカンボジアのアンコール遺跡整備公団、カンボジア工科大学、UNESCO プノンペン事務所とともに、これまでの研究活動を総括しつつ内外の研究の動向をとりまとめる研究セミナーをカンボジアで開催し、それをふまえてのわが国でのシンポジウムを今年度末に滋賀大学との共催で開催予定であったが、新型肺炎問題のためカンボジア側参加者の来日がかねわらず、そのため国内関係者のみでの情報交換会として滋賀大学大津サテライトプラザでこれを開催した。規模を縮小しての開催とはなったが、これまでの調査研究の成果を国内研究者内で総括するとともに、カンボジアの社会経済の発展にともなう自然環境の変化やその将来変化予測についての意見交換や情報交換を行うことができた。

5) 報告会「第9回アンコール遺跡整備公団インターンシップ報告会ーアンコール世界遺産での就業体験ー」(2019年10月30日、金沢大学、金沢、約20名；2019年10月31日、公立小松大学、小松、約15名)

連携部門／陸域環境領域 塚脇真二

カンボジアのアンコール世界遺産を維持管理する同国立アンコール遺跡整備公団で実施した第10回海外学生インターンシップについて、公立小松大学国際文化交流学部、同保健医療学部、金沢大学人間社会学域国際学類、同理工学域環境デザイン学類ならびに同自然科学研究科環境デザイン学専攻からの参加学生計6名ならびにチューター1名による成果報告会を金沢大学総合教育講義棟で2019年10月30日に、また公立小松大学中央キャンパス英語カフェで同年10月31日に開催した。参加学生たちは、アンコール世界遺産で従事した環境保全、洪水対策、地域社会支援、観光産業の振興といった業務について報告するとともに、同世界遺産が直面するさまざまな問題についての考察とその改善策を提案した。

(5) 人材育成プログラム

1) 大学コンソーシアム石川 海洋生化学実習(2019年4月26-28日、臨海実験施設、10名)

2019年4月26-28日、臨海実験施設において、石川県内の大学生対象の臨海実習を行った。

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) サマースクール(2019年6月30日～7月9日, 臨海実験施設および低レベル放射能実験施設, 14名)

モンゴル国立大学およびイェール大学シンガポール校より合計12名および金沢大学より2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に, サマースクールを実施した。学生は3~4名からなる4つ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, 地形・地質学等の課題に取り組みその成果を発表した。修了証は, 大谷吉生国際担当学長補佐および長尾誠也センター長より授与された。またJSTのHPや文教ニュース第2583号にて, その活動内容が報告された。

- 3) 富山国際大学 臨海実習 (2019年7月12-13日, 臨海実験施設, 19名)

2019年7月12-13日に, 臨海実験施設にて, 富山国際大学の環境デザイン実習の一環の臨海実習を実施した。学生は, 磯採集と採集動物の分類を行い, またビオトープでアカテガニの生育状況を調べることで, 海産動物多様性について体験的に学習した。さらにイカの解剖を行い, 軟体動物の内部構造の特徴を学んだ。

- 4) 石川県立七尾高校 スーパーサイエンスハイスクール (2019年7月9-11日, 臨海実験施設, 45名)

2019年7月9-11日に石川県立七尾高校のスーパーサイエンスハイスクールの取り組みとして, 臨海実習を実施した。生徒は, 磯から海産動物を採集し, 図鑑等を頼りに分類を行なうことで, 海産動物の多様性を学んだ。さらにその基礎知識をもとに採集された海産動物を用い自由研究を行い, ポスター発表を行った。この実習により科学実験の基礎知識を習得することができ, 2019年12月7日に金沢市文化ホールで開催された日本動物学会中部支部大会でも発表した。

- 5) 富山県立富山中部高校 スーパーサイエンスハイスクール (2019年7月23-25日, 臨海実験施設, 45名)

2019年7月23-25日に富山県立富山中部高校のスーパーサイエンスハイスクールの取り組みとして, 臨海実習を実施した。生徒は, 磯採集やその採集物の分類を通して, 海産動物の多様性を学び, その基礎知識をもとに自由研究を行い, ポスター発表を行った。一部の生徒は, 臨海実習で実施した研究を高校に戻ってから継続して実験を行い, 2019年12月7日に金沢市文化ホールで開催された日本動物学会中部支部大会でも発表した。

- 6) 富山県立砺波高校 臨海実習 (2019年7月29-31日, 臨海実験施設, 36名)

2019年7月29-31日に富山県立砺波高校の臨海実習を臨海実験施設で実施した。生徒は, 磯から海産動物を採集し, 実験施設で分類することで, 海産動物の多様性について学習した。さらに採集動物を用い自由研究を行い, ポスター発表を行った。一部の生徒は, 臨海実

習で実施した研究を高校に戻ってから継続して実験を行い、課題研究の成果を第2回いしかわ海洋教育フォーラム（2020年2月22日）で発表した。

- 7) アンコール遺跡整備公団インターンシッププログラム（2019年8月20日～8月31日、アンコール遺跡整備公団、カンボジア、6名）

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公立小松大学と共催した。金沢大学の人間社会学域国際学類1名、理工学域環境デザイン学類1名、自然科学研究科環境デザイン学専攻1名の計3名に、公立小松大学の国際文化交流学部2名、保健医療学部1名を加えた6名の参加学生たちは、アンコール世界遺産の内外において環境保全事業や洪水対策事業、地域社会支援事業、そして観光誘致事業に2週間従事した。また、これにかかる成果報告会を金沢大学と公立小松大学で10月末にそれぞれ開催したうえで2月に成果報告書を出版した。このインターンシッププログラムは外務省の「日メコン交流年2019」事業に認定された。

- 8) 金沢二水高校 臨海実習（2019年8月19-20日、臨海実験施設、22名）

2019年8月19-20日に臨海実験施設において、金沢二水高校の臨海実習を実施した。磯採集と採集物の分類により海産動物の多様性を体験し、自由研究で深く海産動物について学んだ。この実習により科学実験の基礎知識を習得することができ、2019年12月7日に金沢市文化ホールで開催された日本動物学会中部支部大会でも発表した。

- 9) 東京医科歯科大学 臨海実習（2019年8月21-23日、臨海実験施設、22名）

2019年8月21-23日に臨海実験施設において、東京医科歯科大学の一般教養科目の臨海実習を実施した。学生は、磯採集と採集動物の分類を通じて海産動物の多様性を、ウニの発生実験を通じて発生学の基礎を学んだ。

- 10) 第1回公開臨海実習 環境保全に関する実習（2019年8月28-30日、臨海実験施設、12名）

全国公開臨海実習の一つとして、2019年8月28-30日、「アカテガニに着目した海岸環境の保全に関する実習」と題した実習を臨海実験施設で行なった。石川県立大と韓国外国語大学の先生を特別講師として招き、それぞれアカテガニの生態学的な実習と韓国の大気汚染についての講義を実施した。全国から集まった学生12名は、アカテガニの生息する環境やその保全、海外汚染の実態について理解を深めた。

- 11) 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（2019年9月2-7日、臨海実験施設、16名）

全国公開臨海実習の一つとして、2019年9月2-7日、臨海実験施設において、「能登半島の海洋動物相と生化学実習」と題した実習を実施した。全国から集まった大学生は、磯採集、乗船実習による海産動物採集、最終動物の分類により海洋の多様性を学んだ後、その生態をスノーケリングにより観察した。また生化学実習を魚類コースと海産無脊椎動物コースに分けて実施した。魚類コースでは、硬骨魚を用いた採血といった生理学的操作や血中カル

シウム濃度測定といった生化学的手法を学んだ。無脊椎動物コースでは、カタユレイボヤを用いトランスジェニック個体の観察等を学んだ。

- 12) アジアの地球惑星環境学リーダー育成プログラム (2019年9月15日～24日, モンゴル, 12名: 8月7日-8月16日, モンゴル, 1名)

アジアの地球惑星環境学リーダー育成プログラムの一環として, 学生をモンゴル国立大学に派遣した。2019年9月15日～24日に参加した11名は, 当センターが主催する第16回東ユーラシア国際会議に参加し研究成果を発表し, 多くの海外研究者と交流し研究にアドバイスを受けた。また巡検に参加し, 河川地形や砂丘, 火山丘, 堰き止め湖などのモンゴルの自然・地形・地質, およびその調査方法を学ぶとともに, 中世モンゴルの歴史や当時の生活様式についても学んだ。また8月7日～16日に参加した学生は, 河川や土壌の調査法に関する実習を行った。

- 13) 長浜バイオ大学 生物多様性実習 (2019年9月17-19日, 臨海実験施設, 16名)

2019年9月17-19日, 長浜バイオ大学の生物多様性実習を臨海実験施設で実施した。学生は, 磯採集や乗船による動物採集, 採集海産動物の分類を通じて動物の多様性について学び, 鱗の色素顆粒の変化についての実験により魚類生理学について知見を得た。

- 14) さくらサイエンスプラン「東アジア地域における大気汚染の越境輸送機構への理解を深めよう」

2019年12月3日～9日, 中国東北大学・冶金学院環境科学系の韓沖教授と大学院生5名(博士前期課程3名, 博士後期課程2名)を迎え, センター輪島大気測定局(KUWAMS)と角間キャンパスで, 大気汚染物質の観測・測定を行った。本プランを通じて, アジア大陸で発生した汚染物質は, 日本に長距離輸送している間に, 物理的/化学的な変質を経由して毒性がより強まる恐れがあることを知り, 環境保全の意識を一層高めることができた。

- 15) 超然プロジェクト若手海外国際会議参加支援 (2019年12月9日～13日, 米国, 3名)

米国地球物理連合(AGU)Fall Meetingに博士研究員1名と博士課程学生2名を派遣した。3名は環日本海域における環境研究を発表し, 多くの海外研究者からアドバイスを受けた。

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】

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

連携部門

環日本海域を中心としながらも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

准教授：福士圭介，濱島靖典，猪股弥生，井上睦夫，木下栄一郎，松木 篤，西川 潮，唐 寧

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】

准教授 猪股弥生, 松木 篤, 唐 寧
博士研究員 Nicosia Alessia
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 岡村隆行
事務補佐員 曾良美智子
客員教授 山内皓平, 大嶋雄治
研究員・協力員 浦田 眞, 坂井恵一, 笹山雄一, 清水宣明, 染井正徳, 中林逸子, 布村 昇, 平山 順, 堀田素志, 三宅裕志, 安田 寛, 谷内口孝治, 山田外史, Mohamed I. Zanaty

【陸域環境領域】

教授 長谷部徳子, 塚脇真二 (兼任)
准教授 木下栄一郎, 西川 潮, 福士圭介
助教 本田匡人
客員教授 Hang Peou, 関根康人
連携研究員 小形 学, 石丸信一, 松本京子, 柏谷健二, 糸野妙子, 平松新一

【統合環境領域】

教授 長尾誠也
准教授 井上睦夫, 浜島靖典
助教 落合伸也, 松中哲也
博士研究員 岩井久則
研究員 西川方敏
技術補佐員 斉藤和子
事務補佐員 茶木春奈
客員教授 谷口真人, 黄 誌川
連携研究員 宇都宮大輔, 木村一也, 邱 振勉, 中山節子, 野村進也, エドパリナ リサリタ ロサレホ
奈良郁子, 木村繁男, 中村浩二, 飯田義彦, 嘉瀬井恵子

連携部門

教授 塚脇真二（兼任），長谷部徳子（兼任）
准教授 唐 寧（兼任）
外来研究員 荒木祐二（埼玉大学），小沢広和（日本大学），堂満華子（滋賀県立大学），本村浩之（鹿児島大学），大八木英夫（日本大学），金岡克文（高岡経済大学），池田誠司（福井農林高校），作本達也（小松市埋蔵文化財センター），木村 誠（小松短期大学）

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

理工系事務部総務課人事係 加藤貴彦
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】

(ア) 主要大気汚染物質の経年変動調査

2001年 - 2015年の期間について有害大気汚染物質（優先取組物質 21 種類）の属性別（一般環境(I), 固定発生源周辺(H), 沿道(E)) 及び、属性毎の地域別（日本全国, 阪神, 関東, 九州, 瀬戸内, 東海, 本州日本海沿岸）濃度のトレンド解析を行った。いくつかの物質（1-2 ジクロロエタン I 29%, H 77%, E 34% 増加率, クロロホルム H 7%, 酸化エチレン H 1%, ヒ素及びその化合物, H 37%）を除くと, [濃度]（トレンド解析結果の主成分と季節変動成分の和）は, I で 12 - 75%, H で 17 - 58%, E で 17 - 70% 減少していた。環境基準値或いは指針値の設定がある物質の[濃度]は環境基準値或いは指針値より小さい値であった。I におけるジクロロメタン, テトラクロロエチレン, トリクロロエチレン, ヒ素及びその化合物, 1,3-ブタジエン, ベンゼンは冬春季に[濃度]が高いことからアジア大陸からの越境輸送の寄与が大きいと考えられた。アクリロニトリル, アセトアルデヒド, 水銀その他の化合物, ホルムアルデヒド, 塩化メチルは, 夏季に[濃度]が高く, 国内発生源からの寄与が大きいと考えられた。ベンゾ[a]ピレンなどピークが双山分布の物質は, 越境輸送と国内発生源寄与の混合タイプであると考えられた。多くの物質において, その [濃度]の減少は 2000 年代初めに大きく, 2010 年頃から地域による濃度差が小さくなる傾向にあった。

(イ) 能登大気観測スーパーサイト（珠洲測定局）

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。大気中の微量なガスが前駆物質となって粒子化する新粒子生成（NPF）は, 最終的に雲凝結核の濃度を決定付け, 地球の気候に影響を与える大気エアロゾルの重要な発生プロセスである。しかし, 質量の極めて小さい新粒子（ナノ粒子）に感度を持った測定法がなかったために, プロセスに関与する化学成分についての理解が進んでいない現状があった。そこで本研究では, 水蒸気によるナノ粒子の凝縮成長と表面増強ラマン散乱（Surface Enhanced Raman Scattering: SERS）技術を組み合わせた全く新しい個別ナノ粒子（<100nm）の超高感度分析法を確立し, 室内実験や能登大気観測スーパーサイトでの野外観測を通じてその実用性を検証した。その結果, 粒子わずか 20 nm という極めて小さい個別のナノ粒子から, 硫酸 $\nu(\text{SO}_4^{2-})$ と有機物 $\nu(\text{C-H})$ を半定量的に検出することに初めて成功した。さらに, 珠洲測定局で採集したナノ粒子は大きさによって両成分の比が大きく異なっていることが分かった。これは珠洲測定局で連続的に測られている吸湿性パラメータから予想される有機物/無機物比とも整合的であった。以上の結果は, 従来の分光学的な粒子分析の検出限界サイズを従来に比べ 1 桁近く大幅に更新する画期的な成果であり, 今後, 実大気エアロゾルへのさらなる応用を通じて, 新粒子生成プロセスの解明, ならびにその健康, 気候影響の評価に大きな貢献が期待される。

(ウ) 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。本年度の大気中帯 PAH の平均濃度は、 220 pg/m^3 であり、総浮遊粒子状物質（TSP）濃度は $13.58 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ であった。これらはいずれも昨年度（PAH: 310 pg/m^3 ; TSP: $17.7 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ ）より減少した。偏西風の卓越時期（1～3月、11～12月）における輪島測定局の大気中 PAH と TSP の平均濃度は、それぞれ 291 pg/m^3 と $9.17 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ であり、昨年度（PAHs : 540 pg/m^3 ; TSP : $18.3 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ ）よりいずれも大幅に低減した。しかし、長距離輸送されてきた TSP あたりの PAH 濃度は本年度では $31.7 \text{ pg}/\mu\text{g}$ であり、昨年度と大差がなくもしくは若干高かった（ $29.5 \text{ pg}/\mu\text{g}$ ）。一方、新型コロナウイルス（COVID-19）の影響で、春節（1月25日）後に中国各地で相次ぐ経済産業の停止に伴って、2月と3月に産業活動及び自動車に由来する PAH 濃度と長距離輸送分が減少と推測し、比較を行ったところ、本年度2月～3月の輪島測定局の大気中 PAH と TSP 濃度は、それぞれ 231 pg/m^3 と $9.26 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ であった。対して、昨年度の同時期にはそれぞれ 420 pg/m^3 と $19.6 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ であったため、新型コロナウイルスの影響により中国経済活動の減速で越境輸送大気 PAH と TSP はいずれも半減したと試算される。しかし、対応する TSP あたりの PAH 濃度が本年度では $24.9 \text{ pg}/\mu\text{g}$ であり、昨年度のそれより大きかったため（ $21.4 \text{ pg}/\mu\text{g}$ ）、詳細な解析は必要であろう。一方、本年度も引き続き、連続測定装置を用いて OC, EC, SO₂, NO/NO₂, O₃ を観測した。昨年度と同様にいずれも低濃度レベルで推移していた（研究報告書）。

2005年～2015年までに輪島測定局で採集した TSP 中水溶性イオン成分（ナトリウムイオン、カリウムイオン、マグネシウムイオン、カルシウムイオン、アンモニウムイオン、塩化物イオン、硝酸イオン、硫酸イオン）の分析を行った。11年間の総水溶性イオンの平均濃度の平均値は、 $7.93 \pm 3.93 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ であり、TSP の 40% を占めていた。うち、硫酸イオンのほとんどは、非海塩由来（64%～99%）で、PAH と同様にアジア大陸による影響が強く示唆された。硝酸塩においても、海洋由来のほか、アジア大陸からの越境輸送分は硝酸塩濃度の増加に大きく寄与していた。毎年春に高かった TSP 濃度は、非海塩由来カルシウムが主要因の1つでアジアダストとの関連性を確認できた。レセプターモデルの1つである PMF (Positive Matrix Factorization) を用いて解析したところ、輪島測定局で採集した TSP の主要発生源は、二次生成硫酸塩、二次生成硝酸塩、海塩と越境輸送分に分けることができ、それぞれの寄与率は 34.9%、9.1%、3.2%、と 52.8% であった。

(エ) 黄砂と PAH との相互作用に関する研究

主のガス相に存在するナフタレン（Nap）をモデル PAH とし、中国の典型的な砂漠地域で採集したバックグラウンド黄砂（タクラマカン砂漠、ゴビ砂漠、黄土高原、ホルチン沙地）との相互作用を評価した。飽湿条件における黄砂の Nap の物理吸着は、黄土高原から採集した黄砂以外に殆ど示さなかった。黄土高原の黄砂では、Nap をラングミュア吸着モデルに当てはまる、単分子層的に吸着したが、その吸着容量が非常に小さかった。また、紫外照射における Nap の光分解反応は、2-ホルミルシンナムアルデヒドと 1,4-ナフトキノンとの生成が確認されたが、黄砂共存下では、生成反応速度がいずれも遅かった。その原因として、黄砂の共存による消光作用が考えられた。しかし、実際に黄砂と PAH が越境輸送時に、共存する酸性ガスや粒子の表面性状により、PAH の酸化メカニズムが極めて複雑化になると考えられるため、なお多くの研究課題が残されている。

【海洋環境領域】

(1) 魚類の自然免疫系に関する研究：抗微生物因子 L-アミノ酸オキシダーゼについて

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、この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) ファミリータンパク質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。

令和元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* 血清 LAO を対象として、病原微生物の侵入や外傷時の産生機序について検討している。病原菌等に対する反応性を調べるため、菌体外膜成分であるリポポリサッカライド、病原菌 *Vibrio anguillarum*, *Vibrio harveyi* および *Aeromonas salmonicida* の死菌、*Vibrio harveyi* の生菌をキジハタ幼魚の腹腔内に投与した。その後、免疫組織におけるキジハタ血清 LAO 遺伝子の変動についてキジハタ LAO 部分塩基配列をもとに設計されたキジハタ LAO 遺伝子特異的プライマーを用いて定量 PCR で調べた。興味深いことに、これらの投与は LAO 遺伝子の発現量に変化を与えなかった。一方、外傷を再現するために、皮膚への穿孔および虚血を行い同様に定量 PCR で LAO 遺伝子発現量の変化を調べたところ、皮膚への穿孔による LAO 遺伝子発現量の変化は見られなかったが、虚血により肝臓における LAO 遺伝子発現量が健康な状態と比較して大幅に増加することが明らかとなった。これらの結果から、キジハタ LAO は常に細菌の侵入に備えてある程度の濃度を保っているが、LAO 分子を多量に失った場合においてのみ発現が誘導されると予想された。

以上の成果は小坂優斗君の修士論文研究「魚類血清に含まれる抗菌性 L-アミノ酸オキシダーゼの性状と機能」として取りまとめられ、その一部は令和 2 年度日本水産学会春季大会 (2020 年 3 月) で公表された。

(2) 水産未利用資源の有効利用に関する研究

木谷助教は水産未利用資源問題の解決にも取り組む。漁業活動において混獲、すなわち対象以外の生物を漁獲してしまうことは避けられない。特に市場価値の低い生物の混獲は漁業者の労力や漁船の輸送能力を圧迫することで多大なコストとなり、また生命倫理的問題にもつながる。また水産加工に伴い漁獲物の不可食部が廃棄物として排出され、これも環境負荷となりうる。本研究では、混獲生物や水産加工廃棄物等の未利用資源から有用な物質を探索し、これらの付加価値を高めることが可能となれば廃棄物減量による環境負荷低減のみならず、漁業者の収入増加とそれに伴う地域活性化にも繋がる。

過去の研究で水産加工廃棄物である魚骨が骨代謝に与える影響を調べたところ、魚骨の人工胃液消化物は骨形成および骨破壊両者に関連する遺伝子の発現量を増加させた。これを端緒として、魚類におけるカルシウム経口投与による血中カルシウム動態を調べたところ、海水魚 (メジナ *Girella punctata*) は淡水魚 (キンギョ *Carassius auratus*) と比較してカルシウム体内取り込みが極めて少ないことが明らかとなった。この結果は *International Journal of Zoological Investigation* で報告された。

(3) 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、血中カルシウム濃度調節などの恒常性維持に着目し、脊椎動物の神経・内分泌系の起源や進化を研究している。本年度は、軟骨魚類の血中カルシウム濃度調節ホルモンの研究を実施した。本研究の目的は、脊椎動物において原始的形質を持つと考えられている軟骨魚類を用いて脊椎動物のカルシウム代謝機構の多様化機構を探ることである。はじめにアカエイ (*Dasyatis akajei*) を用い、血中カルシウム濃度調節機構の解析系の構築を試みた。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、その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。このようにアカエイの血中カルシウム濃度調整機構に対する解析系を確立した。続いて、カルシウム代謝に関わるホルモンの一つとして、カルシトニン (CT) に着目し、血中 CT 濃度を測定するための競合 ELISA 系の確立を試みた。はじめにアカエイ CT の抗血清を作製した。そして検量線作成可能な競合ペプチドの濃度を 0~12ng/ml に決定した。さらにこの ELISA の系を用いることで、鰓後腺 (CT 産生器官) の抽出物から CT を検出できた。加えて血漿中の CT 濃度も測定可能であることを確認した。今後は、上記の高カルシウムコンソメ溶液の経口投与実験における血漿 CT 濃度の経時変化を測定する予定である。一方、CT 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研究を進めている。はじめにカルシウム輸送体 TRPV5 遺伝子 (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) の組織発現分布を RT-PCR 法で検討した。予備的な実験の段階であるが、アカエイ TRPV5 mRNA が鰓、胃、腎臓で発現しているというデータを得た。上記の研究は東野将也君の卒業論文の一環として実施された。

(4) 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*) 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。カタユウレイボヤは、ゲノム配列が解読されており、トランスジェニックやゲノム編集といった発生工学的技術が利用可能である。本年度は、長浜バイオ大学の和田修一准教授、旭川医科大学の矢澤隆志講師、当センターの早川和一名誉教授、鈴木信雄教授、千葉大学の小笠原道生准教授と共同で、カタユウレイボヤの初期発生と変態に対する PAH 類の影響を検討するとともに、PAH 受容体候補であるホヤ AhR の発現パターンを解析した。その結果、PAH 類である dibenzothiophene, fluorene, phenanthrene がホヤの初期発生及び変態の異常を引き起こすことを突き止めた。さらに AhR は、これらの PAH 類により影響される発生ステージで発現していることを明らかにした。これらのことから PAH 類は、ホヤ AhR を介して作用することが示唆された。今後は、PAH 類に対するホヤ AhR の応答性や AhR の下流の遺伝子の同定などの解析を進める予定である。

上記の結果は、当センターの早川和一名誉教授と鈴木信雄教授がゲストエディターとして企画した *International Journal of Environmental Research and Public Health* (IF: 2.468) の特集号 "Recent Advances in Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Research: Occurrence, Fate, Analysis, and Risk Assessment" に受理・出版された。

(5) カルシウム代謝に関与するホルモンの応答解析

鈴木教授を中心とする研究グループは、ウロコを骨モデルとして用いて骨代謝の研究を行ってきた。今年度は、概日リズムを調整するホルモンであるメラトニンと骨吸収抑制ホルモンであるカルシトニンとのクロストークについて解析を行った。まず、メラトニンの受容体は骨組織に存在しており、ニワトリでは骨細胞に、キンギョのウロコでは骨芽細胞に2型のメラトニン受容体が発現していることを証明した（ニワトリ：*Journal of Endocrinology*, IF: 4.381；キンギョ：*Journal of Pineal Resarch*, IF: 15.221）。次に、骨芽細胞あるいは骨細胞に作用したメラトニンは、骨芽細胞あるいは骨細胞で発現しているカルシトニンの分泌を促すことにより、破骨細胞の活性を抑制していることを初めて証明した。さらにメラトニンの破骨細胞の抑制作用は、地上のみならず、宇宙においても確認できた（*J. Pineal Res.*, 2019）。したがって、メラトニンは、宇宙空間で進行する骨密度低下の治療薬の可能性がある。一方、金沢大学の小林 功助教との共同研究により、骨芽細胞と破骨細胞を蛍光標識したゼブラフィッシュを作製して、ウロコの破骨細胞と骨芽細胞の *in vivo* でのライブイメージングやセルソーターで分離したウロコの破骨細胞と骨芽細胞の遺伝子発現解析を可能にした（*Communications Biology*, in press）。このゲノム編集したゼブラフィッシュを用いた宇宙実験を、公立小松大学の平山 順教授及び東京医科歯科大学の服部淳彦教授と共に計画中である。

(6) 海洋汚染に関する研究

鈴木教授を中心とする研究グループは、早川和一名誉教授との共同研究により、多環芳香族炭化水素（PAH）類の魚類の骨代謝に対する毒性を調べている。PAH類は化石燃料の燃焼に伴って生成して大気中に放出される非意図的生成化学物質の一つであり、その中には Benz [a] pyrene のように発癌性/変異原性を有するものが多い。また、PAH類は原油にも含まれており、1997年1月に日本海で発生したロシア船籍タンカーナホトカ号の重油流出事故では、流出した大量の重油による海洋生態系への影響が危惧された。しかし、重油残留海域で採集した魚類に癌が見出された報告はこれまでなく、重油汚染海水で孵化した稚魚に脊柱彎曲が観察されている。そこで今年度は、海産魚のメジナに Benz[a]anthracene を投与して毒性を解析した。その結果、破骨細胞の活性が低下することにより、血液中のカルシウム濃度が低下していることがわかった。さらに骨芽細胞の活性も低下しており、腎臓や肝臓のマーカーも低下していることも判明した。これらの結果を早川和一名誉教授と鈴木信雄教授がゲストエディターとして企画した *International Journal of Environmental Research and Public Health* (IF: 2.468) の特集号 "Recent Advances in Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Research: Occurrence, Fate, Analysis, and Risk Assessment" に受理・出版された。一方、紅海の海洋汚染に関する研究も実施した。紅海の海水をキンギョのウロコで解析した結果、破骨細胞の活性が抑制され、重金属の破骨細胞に対する応答と同じような応答が見られた。紅海にはカドミウムや水銀の汚染が報告されているので、これらの重金属が応答した可能性が高い。この研究は、エジプトのベニスエフ大学や九州大学

などとの共同研究で実施しており，Fac. Agr., Kyushu Univ.に発表した。なお，この内容の一部を，ベニスエフ大学主催（フルガダ，エジプト）で開催された国際シンポジウムにおいて，鈴木教授が基調講演を行った。これらのベニスエフ大学との共同研究の成果は，現在申請中のエジプトとの二国間交流事業にも貢献できると思われる。

(7) 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て（能登海洋深層水のストレス低減作用，特願 2018-022738），平成 30 年金沢大学新技術説明会で発表した。この新技術説明会で興味をもっていたいただいた三井物産ケミカル（株）と金沢大学とは秘密保持契約を締結した。さらに三井物産ケミカル（株）と共に申請した科学技術振興機構の A-STEP が採択され，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) 地球年代学・地球化学分野

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

1) サグ池堆積物の分析によるインドネシアジャワ島西部のレンバン断層の災害史研究

インドネシア・日本は両国とも活動的な島弧に属し，地震，火山，津波による災害にさらされているという共通の問題を抱えている。日本では歴史時代の文書記録が比較的豊富で，過去の地震・火山・津波災害について最近 1,500 年間の被害等について歴史記録の解読および地域の地質・自然に残された記録を，地球科学的手法を用いて読み解くことにより，理解をすすめることが可能である。しかしインドネシアでは歴史記録はほとんどなく，口伝として災害の情報が伝わっているのみである。また熱帯雨林に属す気候の影響で断層露頭は風化にさらされ，かつ農業による地形改変も著しいため，過去の地震によって生じた地形から研究を進めることも難しい。

本研究は人口密集地であるバンドン市の近くを通るレンバン断層に焦点を当て，断層沿いに発生するサグ池の発達史から過去の地震災害がいつ発生したかを調べた。サグ池からコアを採取し，岩層変化に基づき 5 つのユニットに分類した。また粒径，含水率，有機物含有量，炭酸塩含有量の変動，および珪藻観察に基づくサグ池の水深変化を見積もった。サグ池の水深が深くなるのは断層の活動によるものであり，その後は周辺からの堆積物の移入や植生の発達により池が埋まってしまうと仮説に基づき，水深が急に深くなるイベントを検出した。その結果，かなり信頼性の高い地震イベントが少なくとも過去 2,000 年間に 2 回発生していたこと，また大地震に伴うものかどうかははっきりしないものの，水深深化イベントがさらに複数回あることも明らかにした。

2) 環境化学的手法を利用した初期火星に存在した湖沼の水質復元

これまでの欧米による周回衛星や探査車の調査から、火星表面には河川跡などの流水地形や、水の作用で生成する鉱物が存在することが確認されており、約 40~35 億年前の太古の火星には液体の水があったことが確認されている。しかし、生命の存否にとって重要となる、当時の水の塩分や pH などの水質はわかっていなかった。そこで本研究では、火星探査車キュリオシティが探査を行っているゲール・クレータ内部に存在した巨大湖に着目し、その湖底にたまった堆積物の探査データに、環境化学分野で開発された手法を応用することで解析した。その結果、かつて火星に存在した水の水質が、地球海水の 1/3 程度の塩分で、pH は中性であり、ミネラルやエネルギーも豊富に含むことが分かり、生命の生存に適したものであることを明らかにした。また、そのような塩分を達成するためには、100 万年程度の期間、塩分やミネラルが河川を通じて湖に運ばれ、濃縮されることが必要であるということも分かった。このような溶存物質の濃縮が起きる場合は、生命の誕生にとっても必須と考えられている。本研究はかつて液体の水が存在したゲール・クレータが、化学進化や生命の誕生にとっても適した場である可能性があることを示唆している。

(2) 地質学分野

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

1) 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実施している。今年度は、アンコール世界遺産公園内外に設置予定の高速通信設備が同公園の自然環境や地域住民の生活におよぼす影響についての現地調査を日本の通信関係の専門家 2 名とともにに行った。また、これまでの成果にかかる総括しての情報提供をアンコール世界遺産管理機構ならびにカンボジア国立経営大学で研究セミナーとして 2020 年 2 月 4 日ならびに同年 2 月 6 日に行った。

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。今年度には、その成果をわが国側でとりまとめるための研究集会を 2020 年 3 月 13 日に滋賀大学大津サテライトプラザで開催した。

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、プーケット島西岸、とくにパトンビーチにおける津波襲来後の地域社会や観光産業の変化についての意見交換、情報交換をプリンスオブソンクラ大学プーケ

ット校観光学部の研究者と実施した。

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。今年度には、日本海中央部の富山深海扇状地末端部で採集した海底柱状堆積物試料の高解像度解析用試料の採集と堆積相の予備的分析とを行った。

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、小松市北部、富山県西部の調査が終了している。今年度には前年度に引き続いて小松市東部から南部にかけて点在する石切場や採石場の地質精査を、同市埋蔵文化財センターとの連携のもとに実施した。これとともに能登半島北西岸における地形調査、地質の概要調査を実施した。

(3) 環境汚染学分野

環境汚染学分野では、日本海沿岸地域を対象に環境汚染学/分析化学的な手法や指標生物にもとづき以下の研究を進めている。また、有害微量元素の動態を解析するためのモデル化手法の開発も行った。

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た。また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。国内3ヶ所(石川県・新潟県・福岡県)から2019年1~3月に計109検体のヒト尿を収集し、農薬および代謝産物の尿中濃度を測定した。その結果、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(84.4%, 中央値0.36 ng/mL), それに続いてThiamethoxam (THX)が良く検出された(52.3%, 0.09 ng/mL)。3県間で総濃度・THX濃度・N-DMA濃度のそれぞれで比較を行い、新潟県>福岡県>石川県の順で濃度が高い傾向が見られたが有意な差は検出されなかった。検体収集と同時に行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。今後は未分析の尿検体の分析を進めていくと同時に、更なるアンケート調査結果との比較と尿中のバイオマーカーとの比較を行っていく予定である。

2) フナムシをモデル生物とした潮上帯の生態系でのPAH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、太平洋沿岸地域と比較して水交換が小さく、また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

海沿岸地域計 12 地点で、フナムシ (*Ligia sp.*)・イガイ類 (*Mytilus sp.*)・土壌・海水・フナムシの主要な摂食対象である流れ藻・周辺に存在する漂着プラスチックごみのサンプリングを行った。フナムシと周辺環境試料間の PAHs 分析の結果、3 環以下の PAHs は主に海水からの暴露が優位であり、4 環以上の PAHs は主に摂食、続いて土壌からの暴露が優位であることが示唆された。この結果からフナムシを潮上帯の環境モニタリング生物として用いることで、PAHs の周辺環境への汚染を幅広くモニタリング可能であると考えられた。またこれら以外の環境要因が周辺生物への PAHs 暴露に寄与している可能性が示唆された。

3) 鉄さび (フェリハイドライト) によるウラン吸着予測モデルの開発

放射性廃棄物の地層埋設移設処分において、微量金属やアクチノイド等の放射性核種の挙動を解析し理解することは、1 万年にわたる地下水を經由して移動性を評価するために必要な基盤情報であり、精度・確度がある基礎的な吸着・脱離過程を明らかにすることが必要不可欠である。また、地下水のヒ素汚染など、微量元素の挙動が関連した環境問題として取り上げられる様々な課題を解決することが求められている。そのために微量金属元素の土壌や堆積物を構成する鉱物に対する吸着・脱離過程を整備し、モデルによる解析手法を確立する必要がある。本研究ではこれまでに報告される鉄さび (フェリハイドライト) による様々な水質条件におけるウラン吸着挙動を表面錯体モデリングにより解析することで、自然界で想定される幅広い pH、塩濃度、ウラン濃度、二酸化炭素分圧条件における鉄さびによるウラン吸着挙動を予測できるモデルを構築した。

4) 化学合成農薬の施用がアカトンボの羽化率に及ぼす影響

アカトンボ (アカネ属 ; *Sympetrum*) 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。フェルテラ®箱剤は、ジアミド系のクロラントラニリプロールを主成分とする箱剤である。本箱剤は、2010 年以降に国内で普及しはじめ、現在国内で使用されている主要な箱剤の一つとなっている。本箱剤は実験室内の毒性試験等では、アカネ属の幼虫に対する毒性は比較的低いと報告されているが、野外での生態影響はほとんどわかっていない。そこで、農家の協力を得て、羽咋市の 10 筆の水田で箱剤の施用の有無を操作した野外実験を行なった結果、フェルテラの散布はノシメトンボの羽化数を減少させる可能性が示された。

(4) 生態学・保全学分野

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) 外来ザリガニの侵入歴の違いに伴う行動特性の変化

北米原産のシグナルザリガニ (*Pacifastacus leniusculus*) は、これまでヨーロッパと日本に導入され、侵入先で在来生態系を脅かしている世界的な侵入種である。先行研究から、日本に導入されたシグナルザリガニは、3 つの創始集団 (北海道、長野、滋賀) から構成され、うち北海道由来の集団が近年分布域を拡大するとともに、侵入年の新しい集団ほど鉗脚が大型化していることが示されている。大型の鉗脚を持つ個体は攻撃性が強く、生存や成長に有利な行動形質を発達させていることが想定される。本研究では、室内実験を通じて、「侵入年の新しい集

団ほど攻撃的で活発に採餌する」ことを仮説として、創始集団の一つである北海道摩周湖(1930年導入)と、摩周湖由来の二次侵入集団である阿寒湖(1970年代定着)、然別湖(1993年定着)、洞爺湖(2005年定着)、長野県片桐ダム湖(2010年定着)の5つのシグナルザリガニ集団を対象として室内実験を行った。最初に、各集団の攻撃性を明らかにするため、侵入集団ごとに対戦実験を行い、平均攻撃スコアと接近回数を記録した。次に、各集団の活発さを明らかにするため、各個体の初めて見る餌(ニンジン)の12時間後の消費量を測定した。結果、侵入年と、平均攻撃スコアおよび接近回数は有意な正の相関を示した。侵入年と活発さの間にも正の相関傾向が認められた。しかし、攻撃性と活発さの相関(行動シンドローム)は、然別湖集団でのみ確認された。以上より、国内のシグナルザリガニ侵入集団は、侵入年の新しい集団ほど鉗脚が大型化するとともに攻撃性や活発さも増加する傾向が認められた。一方で、行動シンドロームが特定の湖沼でのみ発現する原因については精査を要する。

2) 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。本研究では無農薬・自然稲作における竹粉碎物の活用について検討するため、植物園の16筆の実験圃場を用いて3年間におよぶ野外実験を行った。野外実験に際し、5処理区を3-4反復ずつ設け、実験圃場に無作為に割り当てた:1) 対照区, 2) 手除草区, 3) 竹粉碎物少量散布区(0.5t/10a), 4) 竹粉碎物中量散布区(1.0t/10a), 5) 竹粉碎物多量散布区(2.0t/10a)。竹粉碎物散布区には、モウソウチクを樹木粉碎機で粉碎し、ガラス温室で発酵させたものを田植え直後に散布した。野外実験1年目は、対照区と比べ、竹粉碎物中量・多量散布区において、イネの茎数が多く、SPAD(葉の葉緑素量)が高く、玄米収量が1.7~1.8倍多かった。しかし、実験2~3年目では、処理区間でイネの成長や玄米収量に差は認められなかった。いずれの年も処理区間で雑草現存量に差はなかった。3年の連作により、10a当たりの平均玄米収量は2017年の555kgから2019年は111kgへと大きく低減した。実験2~3年目の圃場において、玄米収量と収穫後の水田土壌の栄養素の関係を調べたところ、玄米収量と、窒素含量、カリウム含量との間には有意な相関は認められなかったが、両年ともにリン含量との間に有意な正の相関が認められた。稲わらの化学分析を行ったところ、除草区と比べ、竹粉碎物多量散布区においてリン含量が低かったことから、竹粉碎物の施用はリンの消費を助長させる可能性がある。以上より、竹粉碎物の施用は土壌中の栄養素(特にリン)が欠乏していない条件下では水稻収量の向上に効果的であると考えられた。

【統合環境領域】

(1) 地球・環境化学的研究

1) 能登半島における統合環境研究

最近の環境汚染物質の中には大気・海洋・陸域環境を広範囲に移動して、ヒトの健康や生態系に影響を及ぼすものがある。このような多様な環境問題の原因を明らかにして有効な対策を講じるためには、従来の大気環境、海洋環境、陸域環境といった個別研究では限界がある。これらの枠を超えて総合する「統合環境」の概念を導入して取り組む必要がある。

環日本海域環境研究センターでは、センターの研究施設が集中し、少子高齢化に関係した社会・自然環境問題が発生している能登半島において、大気—陸域—沿岸海洋を繋ぐ観測を珠洲

市と七尾市旧中島町の熊木川—七尾西湾での観測を開始した。中島地域の熊木川では、平成 30 年度に引き続き毎月 1 回の観測を実施し、河川水中の懸濁粒子の起源を推定するため、大気フオールアウト由来の ^7Be 、 ^{210}Pb と有機物の ^{14}C と炭素・窒素安定同位体比を測定した。その結果、 ^7Be 、 ^{210}Pb の沈着から流出までの時間スケールを反映していると考えられる懸濁粒子中の $^7\text{Be}/^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 比は、夏季に低く冬季に高い傾向が見られ、これらの核種の滞留時間は冬季には短いことが示唆された。有機物の $\delta^{13}\text{C}$ は降雨の影響がある場合には平水時に比べて軽くなり、 $\Delta^{14}\text{C}$ はプラス側にシフトすることが明らかとなった。このことは、森林等の表層土壌侵食量の増加が反映した結果と考えられる。

珠洲市の貯水池（新池）では、昨年度に引き続きセディメントトラップによる沈降粒子採取と水盤による大気降下物採取を同時に行い、大気由来放射性核種 (^{210}Pb 、 ^7Be 等) を用いて貯水池—流域系における地表物質の侵食・運搬プロセスの解明を試みた。その結果、 ^7Be の堆積フラックスは降下フラックスとほぼ同程度の値を示し、流域からの寄与は少なく、湖面への直接沈着によるものが主と考えられた。一方、 ^{210}Pb の堆積フラックスは同期間の降下フラックスに比べて高い値を示し、流域からの流入および湖底での再懸濁・再堆積による寄与が大きいことが示唆された。このことから、系内での地表物質の流出の時間スケールは ^7Be の半減期（53 日）より長く、 ^{210}Pb の半減期（22.3 年）より短いと推定された。

2) 小松市木場潟における有機汚濁の原因解明研究

本研究では、2019 年 4 月から 2020 年 3 月までほぼ 1 ヶ月に 1 回の水質観測を 5 測点で実施し、2019 年 1 月から 12 月までの観測データを用い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栄養塩と有機物の供給は限定的であると考えられる。降雨による湖水の希釈効果は、降水量 43.5mm では一時的に湖水水位は上昇するが、DOC 濃度、栄養塩濃度変動は観測されなかった。しかし、総降水量 143mm、観測前 5 時間から観測終了までの降水量 55.5mm の降雨時には湖水の pH が 9.06 から 6.30 へ低下し、降雨による希釈の効果が観測された。

3) 日本海における水塊移動・物質循環研究

トリウムはその粒子吸着性の特徴から、海洋環境では粒子除去のトレーサーとして利用されてきた。本研究では、日本海沿岸を中心に空間的高分解能の $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 放射能比および $^{234}\text{Th}/^{238}\text{U}$ 放射能比の水平分布および季節変動を探ることにより、日本海表層における粒子吸着性核種のスキヤベンジングの寄与を検討してきた。今年度は、さらに鉛直方向の分布を解析した。空間的な日本海を舞台とした粒子除去の海域による違いも明らかになりつつある。

有害有機物の 1 つである多環芳香族炭化水素（Polycyclic aromatic hydrocarbons: PAHs）は、主として化石燃料やバイオマスの不完全燃焼および原油を起源にもち、発癌性と変異原性に関連した影響をおよぼす。日本海をはじめとする東アジア縁辺海は、豊かな漁場であることから、有害有機物の生態リスクに関する研究が必要不可欠である。これまで研究例が少なかった日本海を対象とし、溶存態と懸濁態の PAHs の濃度レベル、供給源、および供給経路を明らかにするため、2017–2019 年の夏季（7–9 月）に、表面海水のサンプリングを広域的に実施し PAHs 分析を行った。日本海における表面海水中の全 PAHs 濃度（溶存態 PAHs + 懸濁態 PAHs）は、2017–2018 年の 7–9 月にかけて、 $1.3\text{--}6.0\text{ ng L}^{-1}$ の範囲（平均： 3.3 ng L^{-1} ）にあり、日本沿岸からの 4 観測線において、それぞれ 34.5°N 、 36.0°N 、 36.5°N 、 39.1°N 付近に極大をもつ緯度分布であった。また、日本海中央域から北東域における全 PAHs 濃度は高緯度で高くなる傾向を示

した。一方、2019年7月における日本海の全PAHs濃度は、2.2–6.6 ng L⁻¹の範囲（平均：4.3 ng L⁻¹）にあり、中央域から北東域において42.9°Nと38.5°N付近で高くなる緯度分布であった。対馬海流の流軸分布とPAHs水平分布の関連性を解析する。

(2) 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。米国ウッズホール海洋研究所と共同で福島県いわき市の四ツ倉海岸において、2019年7月9-10日に海岸砂試料を鉛直的に8測点で採取し、Ge半導体検出器で¹³⁴Cs,¹³⁷Cs濃度を測定した。その結果、海岸線よりも奥地で地下水が存在する深さで¹³⁴Cs,¹³⁷Cs濃度増加が確認された。また、海岸の微地形を考慮して¹³⁴Cs,¹³⁷Cs濃度が高い地下水深度の空間分布との関係を検討するため、ドローンによる詳細地形観測を金沢大学藤生研究室の協力により実施した。現在、微地形データを解析中である。

2) ¹³⁴Cs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¹³⁴Cs濃度の鉛直分布を明らかにした。その結果、2019年に東シナ海東部においては、水深200m付近で¹³⁴Cs濃度が、極大値を示すことが明らかになった。日本海の表層海水の¹³⁴Cs濃度が、東シナ海に比べ高い値を示すのは、この亜表層海水の寄与であると推測された。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) 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、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。それらの結果、河口沖に位置している水深10m程度の浅い沿岸域では、河川の影響を強く受けているためにmass fluxが大きく変動す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。

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., Inomata, Y., Tsumune, D., Tateda, Y., 2019, Fukushima radionuclides in the marine environment from coastal region of Japan to the Pacific Ocean through the end of 2016. *Progress in Nuclear Science and Technology*, **6**, 1-7.
- 2) Aoyama, M., Tsumune, D., Inomata, Y., 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.
- 3) Choi, Y., Kanaya, Y., Park, S.-M., Matsuki, A., Sadanaga, Y., Kim, S.-W., Uno, I., Pan, X., Lee, M., Kim, H., Jung, D. H., 2020, Regional variability in black carbon and carbon monoxide ratio from long-term observations over East Asia: assessment of representativeness for black carbon (BC) and carbon monoxide (CO) emission inventories. *Atmospheric Chemistry and Physics*, **20**, 83-98.
- 4) Hayakawa, K., Tang, N., Nagato, E. G., Toriba, A., Lin, J.-M., Zhao, L.X., Zhou, Z.J., Wu, Q., Yang, X.Y., Mishukov, V.F., Neroda, A.S., Chung, H.Y., 2020, Long-term trends in urban atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons and nitropolycyclic aromatic hydrocarbons: China, Russia and Korea from 1999 to 2014. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, 431.
- 5) Inomata, Y., Ohizumi, T., Saito, T., Morohashi, M., Yamashita, N., Takahashi, M., Sase, H., Takahashi, M., Kaneyasu, N., Fujiwara, M., Iwasaki, A., Nakagomi, K., Shiroma, T., Yamaguchi, T., 2019, Estimating transboundary transported anthropogenic sulfate deposition in Japan using the sulfur isotopic ratio. *Science of Total Environment*, **691**, 779-788.
- 6) 猪股弥生・梶野瑞王・植田洋匡, 2020, 2001–2015年における大気中有害大気汚染物質濃度のトレンド解析, *大気環境学会誌*, **55**, 78-91.
- 7) Iwasaki, M., Hirai, K., Fukumori, K., Higashi, H., Inomata, Y., Seto, T. Characterization of submicron oil mist particles generated by metal machining processes. *Asian Air Quality Research*, in press.
- 8) Iwata, A., Imura, M., Hama, M., Maki, T., Tsuchiya, N., Kunihisa, R., Matsuki, A., 2020, Release of Highly Active Ice Nucleating Biological Particles Associated with Rain, *Atmosphere*, **10**, 605.
- 9) Kalisa, E., Nagato, E.G., Bizuru, E., Lee, L.V., Tang, N., Pointing, S.B., Hayakawa, K., Archer, S.D.J., Lacap-Bugler, D.C., 2019, Pollution characteristics and risk assessment of ambient PM_{2.5}-bound PAHs and NPAHs in typical Japanese and New Zealand cities and rural sites. *Atmospheric Pollution Research*, **10**, 1396-1403.
- 10) Kunihisa, R., Iwata, A., Gen, M., Chan, C. K., and Matsuki, A., 2020, Application of SERS on the chemical speciation of individual Aitken Mode Particles after condensational growth. *Aerosol Science and Technology*, in press.
- 11) 松木 篤・岩田 歩・張 代洲・小島知子・山田 丸・當房 豊, 2020, 黄砂の混合状態が持つ気候学的重要性—個別粒子観察の見地から—, *エアロゾル研究*, **35**, 5-13.
- 12) Matsunaka, T., Nagao, S., Inoue, M., Mundo, R., Tang, N., Suzuki, N., Ogiso, S., Hayakawa, K., 2020, Temporal variations of polycyclic aromatic hydrocarbons in seawater in Tsukumo Bay, Noto Peninsula, Japan, during 2014-2018. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, 873.

- 13) Mundo, R., Matsunaka, T., Iwai, H., Ogiso, S., Suzuki, N., Tang, N., Hayakawa, K., Nagao, S., 2020, Interannual survey on polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in seawater of North Nanao Bay, 2015 to 2018: Sources, pathways and ecological risk assessment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, 904.
- 14) Pham, C.T., Nghiem, T.D., Le, H.T., Bongla, Y., Tang, N., Toriba, A., Hayakawa, K., 2019, Emission characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbon and nitropolycyclic aromatic hydrocarbon from open rice straw burning in the North of Vietnam. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **16**, 2343.
- 15) Toriba, A., Kasahara, C., Bekki, K., Samizo, M., Tang, N., Hayakawa, K., 2019, Quantification of hydroxylated polycyclic aromatic hydrocarbons in airborne particulate matter by GC/MS. *Bunseki Kagaku*, **68**, 839-845.
- 16) Xing, W.L., Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., 2020, Characteristics of PM_{2.5}-bound polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons at a roadside air pollution monitoring station in Kanazawa, Japan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, 805.
- 17) Yang, L., Suzuki, G., Zhang, L.L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Shima, M., Yoda, Y., Nakatsubo, R., Hiraki, T., Sun, B.J., Fu, W.H., Qi, H.Y., Hayakawa, K., Toriba, A., Tang, N., 2019, The characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons in different emission source areas in Shenyang, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **16**, 2817.
- 18) 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., 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*, in press.
- 19) Zhang, L.L., Morisaki, H., Wei, Y.J., Li, Z.G., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Hu, M., Shima, M., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., 2020, PM_{2.5}-bound polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons inside and outside a primary school classroom in Beijing: Concentration, composition, and inhalation cancer risk. *Science of the Total Environment*, **705**, 135840.
- 20) Zhang, L.L., Tokuda, T., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Wu, Q., Zhou, Z.J., Chen, R.J., Kameda, T., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., 2019, Characteristics and health risks of particulate polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons at urban and suburban elementary schools in Shanghai, China. *Asian Journal of Atmospheric Environment*, **13**, 266-275.
- 21) Zhang, L.L., Morisaki, H., Wei, Y.J., Li, Z.G., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Hu, M., Shima, M., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., 2019, Characteristics of air pollutants inside and outside a primary school classroom in Beijing and respiratory health impact on children. *Environmental Pollution*, **255**, 113147.
- 22) Zhang, X., Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Xing, W.L., Toriba, A., Hayakawa, K., Wei, Y.J., Tang, N., 2020, Characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and common air pollutants at Wajima, a remote background site in Japan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, 957.
- 23) Nagato, E. G., Hayakawa, K., 2019, The Presence of nitroarenes formed by secondary atmospheric processes

in the Japanese freshwater environment. *Environmental Pollution*, **250**, 554.

(2) 著書・総説・資料・報告書

- 1) Inomata, Y., Aoyama, M., Hamajima, Y., Yamada, M., Analysis of increased radiocaesium activity derived from Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident until 2017. *5th International Conference on Environmental Radioactivity EINVIRA 2019: Variations of Environmental Radionuclides*, Proceedings. 27-30.
- 2) Kalisa, E., Archer, S., Nagato, E., Bizuru, E., Lee, E., Tang, N., Pointing, S., Hayakawa, K., 2019, Lacap-Bugler, D., Chemical and Biological Components of Urban Aerosols in Africa: Current Status and Knowledge Gaps. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **16**, 941.
- 3) 松木 篤, 2019, 大気環境の辞典 : 2-1 地上での大気汚染連続観測, 大気環境学会編, 朝倉書店, 東京, 464p (ISBN978-4-254-18054-1 C3540).
- 4) Zhang, L.L., Yang, L., Wei, Y.J., Hu, M., Zhao, L.X., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., 2020, Size distribution of particulate polycyclic aromatic hydrocarbons in fresh combustion smoke and ambient air: A review. *Journal of Environmental Sciences*, **88**, 370-384.
- 5) Hayakawa K., Suzuki, N. (Eds), 2020, Special Issue "Recent Advances in polycyclic aromatic hydrocarbons research: Occurrence, fate, analysis and risk assessment", *International Journal of Environmental Research and Public Health*.

(3) 学術発表

- 1) Choi, Y.-J., Kanaya, Y., Park, S.-M., Matsuki, A., Sadanaga, Y., Kim, S.-W., Uno, I., Pan, X., Lee, M.-H., Kim, H.-J. and Jung D.-H., Regional variability in black carbon and carbon monoxide ratio from long-term observations over East Asia: Assessment of representativeness for BC and CO emission inventories. AGU fall meeting 2019, Moscone Convention Center, San Francisco, USA (2019.12.9-13).
- 2) Fujioka, R., El-Aal, M. A., Lee, K.-Y., Matsuki, A. and Seto, T., Co-spray drying of silver nanocolloids and target molecules for surface-enhanced Raman spectroscopy. Asian Aerosol Conference 2019, City University, Hong Kong (2019. 5.27-30).
- 3) 早川和一・唐 寧・鳥羽 陽, 新規 NP 法を用いた極東アジア都市の大気中 PM, PAH 及び NPAH 類の発生源比較. 日本薬学会第 140 年会, 京都 (2020.03.25-28).
- 4) 早川和一・鳥羽 陽・唐 寧, NPAH と PAH をマーカーとする NP 法による都市大気粒子状物質の発生源解析. 第 60 大気環境学会年会, 府中 (2019.09.18-20).
- 5) 早川和一・鳥羽 陽・唐 寧, 1-Nitropyrene と Pyrene を用いた東アジアの都市大気中粒子状物質の発生源解析. フォーラム 2019, 京都 (2019.08.31-09.01).
- 6) 早川和一・鳥羽 陽・唐 寧, 多環芳香族炭化水素類から見た日本のいくつかの都市の燃焼 PM 排出特性. 第 28 回環境化学討論会, 埼玉 (2019.06.12-14).
- 7) 光川彩夏・大河内博・勝見 尚・松木 篤, 大気中フミン様物質の動態・起源・環境リスクに関する研究 (2) . 第 60 回大気環境学会年会, 東京農工大学, 東京都 (2019.8.18-20).
- 8) Inomata, Y., Kakuchi, M., Yang, X., Kajino, M., Seto, T., Tang, N., Hayakawa, K., Simulated and observed gas-particulate phase PAHs at Noto and Beijing in 2017. 11th Asian Aerosol Conference, China (2019.5.29).
- 9) 猪股弥生・K. Lee・瀬戸章文・大谷吉生・高見昭憲・吉野彩子, 福江島における粒径別化学成分の

- 濃度変動. 第 35 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 広島大学, 広島 (2019.9.5).
- 10) 猪股弥生・大泉 毅・斎藤辰善・諸橋将雪・山下尚之・高橋雅昭・佐瀬裕之・高橋克行・兼保直樹・藤原 誠・岩崎 綾・中込和徳・城間朝彰・山口高志, 硫黄同位体比を用いた日本における越境輸送由来の硫酸イオン沈着量の評価. 大気環境学会年会, 東京農工大学, 府中 (2019.9.19).
 - 11) 猪股弥生・長田桃香・藪崎志穂・佐瀬裕之・諸橋将雪・高橋雅昭・大泉 毅. 都市大気と離島における日降水中の安定同位体比変動解析. 第 9 回同位体環境学シンポジウム. 京都 (2019.12.20).
 - 12) Iwata, A., Kiriyama, M., Okuda, T., Yoshino, A., Takami, A., Chandra, I., Seto, T., Furuya, M., Matsuki, A., Hayashi, M., Nishita-Hara, C., Hara, K., Funato, K., and Inoue, K., Observations of atmospheric particles surface area at several observatories in Japan. Asian Aerosol Conference 2019, City University, Hong Kong (2019. 5.27-30).
 - 13) 岩田 歩・栗原一嘉・桐谷美穂・奥田知明・吉野彩子・高見昭憲・西田千春・原圭一郎・林 政彦・瀬戸章文・松木 篤・兼保直樹・船戸浩二・井上浩三, 福岡・福江・能登における粒子表面積濃度の地域的特徴. 第 60 回大気環境学会年会, 東京農工大学, 東京都 (2019.8.18-20).
 - 14) 晶 瑩・大河内博・光川彩夏・村上周平・勝見尚也・皆巳幸也・松木 篤, 大気中陰イオン界面活性物質の動態と起源推定(8). 第 60 回大気環境学会年会, 東京農工大学, 東京都 (2019.8.18-20).
 - 15) 川井 萌・寺村優希・本間千春・山崎 陸・唐 寧・早川和一・鈴木 亮・鳥羽 陽, 大気粒子及び燃焼発生源粒子の酸化能に対する多環芳香族炭化水素キノロン類の寄与評価. 日本薬学会第 140 年会, 京都 (2020.03.25-28).
 - 16) 河本公威・初瀬 裕・牧野雅英・加藤真美・大田 聡・柿本 均・唐 寧・早川和一, 石川県における微小粒子状物質 (PM_{2.5})中の多環芳香族炭化水素類の濃度と毒性評価について. 第 60 回大気環境学会年会, 府中 (2019.09.18-20).
 - 17) 國久亮太・松木 篤・岩田 歩・玄 大雄・Chak K. Chan, SERS を用いた実大気ナノ粒子の化学組成分析. 第 36 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 広島大学, 広島 (2019. 9.5-6).
 - 18) Kuniyoshi, R., Ayumi Iwata, A. and Matsuki, A., Application of SERS on the Chemical Analysis of Nanometer Sized Aerosol Particles. Asian Aerosol Conference 2019, City University, Hong Kong (2019. 5.27-30).
 - 19) Kuniyoshi, R., Gen, M., Matsuki, A. and Chan, C. K., Application of Electro Spray Surface-Enhanced Raman Scattering (ES-SERS) Technique for the Characterization of Core-Shell Particles. Asian Aerosol Conference 2019, City University, Hong Kong (2019. 5.27-30).
 - 20) Kuniyoshi, R., Iwata, A., Gen, M., Chan, C. K. and Matsuki, A., Application of SERS on the Chemical Analysis of Individual Nanoparticles. AGU fall meeting 2019, Moscone Convention Center, San Francisco, USA (2019.12.9-13).
 - 21) Kuniyoshi, R., Iwata, A., Gen, M., Chan, C. K. and Matsuki A., Application of SERS on the chemical analysis of Aitken mode particles. Joint Usage/Joint Research Symposium on Integrated Environmental Studies, Kanazawa University, Ishikawa (2019.12.17-18)
 - 22) Lee, K., Inomata, Y., Chandra, I., Seto, T., Ayako, Y., Takami, A. Vertical distributions of particle number concentrations associated with new particle formation by aerial observation in Fukue Island, Japan. 11th Asian Aerosol Conference, China (2019.5.29).
 - 23) Matsuki, A., Hyono, H., Kinouchi, K., Furuya, M., Tsurumaru, H. and Iwamoto, Y., Linkage between nighttime new particle formation and winter monsoon: Based on the long-term observation in Noto region,

- western coast of Japan. Asian Aerosol Conference 2019, City University, Hong Kong (2019. 5.27-30).
- 24) Matsuki, A., Hyono, H., Kinouchi, K., Furuya, M., Tsurumaru, H. and Iwamoto, Y., Investigation on the Factors Controlling Atmospheric New Particle Formation: Based on the long-term observation in Noto peninsula, Japan, Kanazawa Day at Tsinghua, Tsinghua University, China (2019.5.23).
- 25) Matsuki, A., Yamada, R., Ikemori, F., Kinouchi, K., Iwamoto, Y., Kato, S., Kaneyasu, N., Watanabe, T., Kameda, T., Minami, M. and Nakamura, T., Isotopic source apportionment of carbonaceous aerosols observed in Noto Region, Japan: Impact of biomass burning on the East Asian outflow., East Asia Forum on Particulate Air Pollution, Korea Institute of Science and Technology (KIST), Korea (2019.10.10). (招待講演)
- 26) 松木 篤・表野宏之・木ノ内健人・古家正規・岩本洋子・鶴丸 央, 能登半島における新粒子生成の季節的特徴. 第36回エアロゾル科学・技術研究討論会, 広島大学, 広島 (2019. 9.5-6).
- 27) 松本 淳・定永靖宗・松木 篤・能登半島珠洲における粒子状有機硝酸エステル濃度の通年観測. 第36回エアロゾル科学・技術研究討論会, 広島大学, 広島 (2019. 9.5-6).
- 28) Miyamoto, C., Matsuki, A., Itai T. and Takahashi, Y., Estimation of Emission Source of Sulfate Aerosol Collected in the Northwestern Region in Japan. Goldschmidt2019, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain (2019.8.18-23).
- 29) Nagai, Y., El-Aal, M. A., Matsuki, A. and Seto, T., Surface enhanced Raman scattering of size-selected Si quantum dots. Asian Aerosol Conference 2019, City University, Hong Kong (2019. 5.27-30).
- 30) Nicosia, A., Kubota, S., Ono, K., Kunihisa, R., Tsuchiya, N. and Matsuki, A., Long-term measurements of aerosol physical properties in the Noto Peninsula. Joint Usage/Joint Research Symposium on Integrated Environmental Studies, Kanazawa University, Ishikawa (2019.12.17-18).
- 31) Noda, J., Nishioka, K., Nakaya, T., Yumimoto, K., Hagiwara, K., Hoshino, B., Baba, K., Noguchi, I., Maki, T., Matuki, A., Nishita-Hara, C., Hayash, M., Davaanya, E., Munkjargal, E., Kawai, K. and Kai, K., Bioaerosol measurements in Mongolia, China, and Japan during the spring of 2015. European Aerosol Conference 2019, The Swedish Exhibition & Congress Centre, Gothenberg, Sweden (2019.8.25-30).
- 32) 大野耕平・水島悠希・岩田 歩・古家正規・土屋 望・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. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 千葉 (2019. 5.26-30).
- 33) 大野耕平・水島悠希・古家正規・土屋 望・松木 篤・岩田 歩, 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. 第36回エアロゾル科学・技術研究討論会, 広島大学, 広島 (2019. 9.5-6).
- 34) Ono, K., Mizushima, Y., Matsuki, A. and Iwata, A. Measurement of adhesion force of individual aerosol particles by atomic force microscopy. Joint Usage/Joint Research Symposium on Integrated Environmental Studies, Kanazawa University, Ishikawa (2019.12.17-18).
- 35) Pham, T.C., Bongla, Y., Tang, N., Toriba, A., Hayakawa, K., Emission of Polycyclic aromatic hydrocarbon from open burning of rice straw in Hanoi, Vietnam, Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental issues, KU-INET, Kanazawa (2019.12.17-19).
- 36) 佐藤 碧・Lee Kwangyul・伊藤絵里香・Kim Injeong・猪股弥生・東 秀憲・瀬戸章文. 微粒子の細胞応答解析のためのモデル粒子生成. 化学工学会姫路大会, 姫路 (2019.12.16).
- 37) 瀬戸章文・キムインジョン・高岩滉平・佐藤 碧・東 秀憲・猪股弥生・鈴木 亮. 気液界面に

- おけるエアロゾルの沈着とその細胞応答. 化学工学会第 85 年会, 大阪 (2020.3.16).
- 38) 唐 寧, 東アジア地域の大气中多環芳香族類化合物の環境動態. 東北大学, 瀋陽 (2019.5.22) (招待講演).
- 39) Tang, N., Zhang, L.L., Morizaki, H., Wei, Y.J., Li, Z.G., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Hu, M., Shima, M., Toriba, A., Hayakawa, K., Distribution and health risk of indoor and outdoor particulate polycyclic aromatic hydrocarbons of a school classroom in Beijing, China, Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental issues, KU-INET, Kanazawa (2019.12.17-19).
- 40) 土屋 望・加藤祥生・松木 篤・川崎一雄, 能登半島における大气エアロゾル粒子の磁気調査. 第 36 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 広島大学, 広島 (2019.9.5-6).
- 41) 寺嶋紘輝・平井幸次郎・岩崎守顕・福森幹太・瀬戸章文・東 秀憲・猪股弥生. 製造環境におけるオイルミストの捕集. 化学工学会姫路大会, 姫路 (2019.12.16).
- 42) 鳥羽 陽・寺村優希・森井彩香・川井 萌・深川真夢・本間千春・唐 寧・早川和一, 大气粒子による活性酸素種産出に対する多環芳香族炭化水素キノン類の寄与評価. 第 60 大気環境学会年会, 府中 (2019.09.18-20).
- 43) 鳥羽 陽・長岡祐樹・深川真夢・Thaneeya Chetiyakornkul・唐 寧・早川和一, タイのタクシー車内における PM_{2.5} 曝露と粒子中多環芳香族炭化水素類の特徴. フォーラム 2019, 京都 (2019.08.31-09.01).
- 44) 鳥羽 陽・長岡祐樹・深川真夢・Thaeeya Chetiyakornkul・唐 寧・早川和一, タイにおいて捕集された自動車排ガス由来の PM_{2.5} に含まれる多環芳香族炭化水素類の分析. 第 28 回環境化学討論会, 埼玉 (2019.06.12-14).
- 45) Tsuchiya, N., Kawasaki, K., Kato, S. and Matsuki, A., Magnetic investigations of atmospheric aerosol particles in Noto region. Joint Usage/Joint Research Symposium on Integrated Environmental Studies, Kanazawa University, Ishikawa (2019.12.17-18).
- 46) 上田紗也子・長田和雄・宋 秦平・高見昭憲・中山智喜・松木 篤・岩本洋子・足立光司, 硫酸塩粒子の形態: 大气エアロゾル粒子に観られる形態と室内実験による再現. 第 36 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 広島大学, 広島 (2019.9.5-6).
- 47) Xing, W.L., Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Toriba, A., Hayakawa, K., The characteristics of PM_{2.5}-bound polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons at a Roadside Air Pollution Monitoring Station, Kanazawa, Japan, Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental issues, KU-INET, Kanazawa (2019.12.17-19).
- 48) 邢 万里・張 露露・楊 露・周 全渝・張 璇・鳥羽 陽・早川和一・唐 寧, 日本の金沢の沿道大気汚染モニタリングステーションにおける PM_{2.5} 中多環芳香族炭化水素類及びニトロ多環芳香族炭化水素類の特性. 日本薬学会第 140 年会, 京都 (2020.03.25-28).
- 49) Xing, W.L., Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Wu, Q., Zhou, Z.J., Toriba, A., Hayakawa, K. Tang, N., Measurement and behavior analysis of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons in different particulate sizes in Shanghai, China. 第 60 大気環境学会年会, 府中 (2019.09.18-20).
- 50) Yang, L., Zhang, L.L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Zhou, Z.J., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., Characteristics of atmospheric PM-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and nitro-PAHs in Shanghai, China, Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental issues,

KU-INET, Kanazawa (2019.12.17-19).

- 51) 楊 露・張 露露・周 全渝・張 璇・邢 万里・吳 慶・周 志俊・陳 仁杰・鳥羽 陽・早川和一・唐 寧, 中国上海市における大気中粒子状多環芳香族炭化水素及びニトロ多環芳香族炭化水素の経年変動特性. 日本薬学会第 140 年会, 京都 (2020.03.25-28).
- 52) 楊 露・鈴木元気・張 露露・周 全渝・張 璇・邢 万里・陳 立江・島 正之・余田佳子・中坪良平・平木隆年・斉 宏業・符 文華・孫 百軍・鳥羽 陽・早川和一・唐 寧, 中国瀋陽市における大気中多環芳香族炭化水素類の経年変動. 第 60 大気環境学会年会, 府中 (2019.09.18-20).
- 53) 山崎 陸・川井 萌・唐 寧・早川和一・鈴木 亮・鳥羽 陽, 加熱式たばこ煙中多環芳香族炭化水素キノン類の定量と酸化能への寄与. 日本薬学会北陸支部第 131 回例会, 金沢 (2019.11.17).
- 54) Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Wei, Y.J., Bi, J.R., Nakatsubo, R., Shima, M., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., Conversion of naphthalene in the aqueous phase under the action of Asian dust particles, Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental issues, KU-INET, Kanazawa (2019.12.17-19).
- 55) 張 露露・楊 露・周 全渝・張 璇・邢 万里・魏 永杰・閉 建榮・中坪良平・島 正之・鳥羽 陽・早川和一・唐 寧, アジアンダスト共存下における水相中ナフタレンの転化反応. 日本薬学会第 140 年会, 京都 (2020.03.25-28).
- 56) Zhang, L.L., Morisaki, H., Wei, Y.J., Li, Z.G., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Shima, M., Hayakawa, K., Toriba, A., Tang, N., Distribution and health risk of indoor and outdoor particulate polycyclic aromatic hydrocarbons and nitropolycyclic aromatic hydrocarbons of a school classroom in Beijing, China. 第 60 大気環境学会年会, 府中 (2019.09.18-20).
- 57) Zhang, X., Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Xing, W.L., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., Yearly variations of gas phase air pollutants at Wajima, Japan. 第 60 大気環境学会年会, 府中 (2019.09.18-20).
- 58) 張 璇・張 露露・楊 露・周 全渝・邢 万里・鳥羽 陽・早川和一・唐 寧, 輪島における多環芳香族炭化水素とオゾンの特徴. 日本薬学会第 140 年会, 京都 (2020.03.25-28).
- 59) Zhang, X., Wei, Y.J., Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Xing, W.L., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., Effects of short-term exposure of air pollutants on lung function of residents, Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental issues, KU-INET, Kanazawa (2019.12.17-19).
- 60) Zhang, X., Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Xing, W.L., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., Yearly variations of air pollutants at Kanazawa University Wajima Air Monitoring Station (KUWAMS), a background site in Japan, Understanding Present Environmental Situation of Marginal Sea (II), Kanazawa (2019.12.16).
- 61) Zhou, Q.Y., Zhang, L.L., Yang, L., Zhang, X., Xing, W.L., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., Acidity and source apportionment of particles at a remote background site, Japan, Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental issues, KU-INET, Kanazawa (2019.12.17-19).
- 62) 周 全渝・張 露露・楊 露・張 璇・邢 万里・鳥羽 陽・早川和一・唐 寧, アジアにおける硫酸塩の空間的変動と遠隔バックグラウンドサイトでのエアロゾル酸性度への影響. 日本薬学会第 140 年会, 京都 (2020.03.25-28).
- 63) Zhou, Q.Y., Zhang, L.L., Yang, L., Zhang, X., Xing, W.L., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., Acidity of Atmospheric Aerosol Particles at a remote background site, Japan. 第 60 大気環境学会年会, 府中

(2019.09.18-20).

(4) 研究交流

● 共同研究

- 1) 猪股弥生：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，アジア大気汚染研究センター（佐瀬裕之）
- 2) 猪股弥生：多元素安定同位体解析を活用した大気由来の物質の生態系内での動態・影響評価法の検討，総合地球環境研究所（陀安一郎）
- 3) 猪股弥生：日本海及び北太平洋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輸送の時定数と輸送量の推定，筑波大学（青山道夫）
- 4) 猪股弥生：福江島における新粒子生成過程，国立環境研究所（高見昭憲）
- 5) 猪股弥生：無人航空機観測における新粒子生成観測，福岡大学（林政彦）
- 6) 猪股弥生：オイルミストの除去に関する研究，三機工業（福森幹太・岩崎守顕）
- 7) 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）
- 8) 松木 篤：能登半島における PM2.5 濃度の長期観測，産業技術総合研究所（兼保直樹）
- 9) 松木 篤：能登半島における揮発性有機化合物の長期観測，首都大学東京（加藤俊吾）
- 10) 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）
- 11) 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）
- 12) 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）
- 13) 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）
- 14) 唐 寧，早川和一：北京の大気汚染に関する調査研究，中国科学院（趙 利霞）
- 15) 唐 寧，早川和一：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）
- 16) 唐 寧，早川和一：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）
- 17) 唐 寧，早川和一：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）
- 18) 唐 寧，早川和一：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）
- 19) 唐 寧，早川和一：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，兵庫医科大学（島 正之）
- 20) 唐 寧，早川和一：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）
- 21) 唐 寧，早川和一：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）
- 22) 唐 寧，早川和一：輪島，福江島の大気中多環芳香族炭化水素類の調査，国立環境研究所（高見昭憲）

● 共同研究・共同利用（文科省）

- 1) 猪股弥生：Data validation and forecasting for long-term observation of environmental pollutions using low-

cost sensors (一般研究), Telkom University (Indra Chandra)

- 2) 猪股弥生: 越境大気汚染物質 PAHs の輸送経路と健康影響との関係 (一般研究), 聖路加国際大学 (大西一成)
 - 3) 猪股弥生: 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 (一般研究), 戸板女子短期大学 (苗村晶彦)
 - 4) 猪股弥生: 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 (一般研究), 筑波大学 (青山道夫)
 - 5) 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 (重点研究), 国立研究開発法人国立環境研究所 (坂田昂平)
 - 6) 松木 篤: Spectroscopic chemical characterization of aerosol particles during atmospheric aging processes (一般研究), University of Hong Kong (Chak K. Chan)
 - 7) 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～ (一般研究), 慶応義塾大学 (岩田 歩)
 - 8) 松木 篤: 富山湾におけるエアロゾルの光学的特性の時空間変動 (一般研究), 富山大学 (青木一真)
 - 9) 松木 篤: 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 (一般研究), 東京都立大学 (加藤俊吾)
 - 10) 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 (一般研究), 石川県立大学 (皆已幸也)
 - 11) 唐 寧: Comparison of particle-bound PAHs and NPAHs concentration between rice straw burning area of Hanoi and automobile area of Kanazawa (一般研究), Vietnam National University of Agriculture (Phan Chau Thuy)
 - 12) 唐 寧: Investigation of compositions and optical properties of humic-like substances in atmospheric aerosols near Japan sea region (一般研究), 東北大学 (中国) (韓 沖)
 - 13) 唐 寧: Comparison of characteristics and health risks of PM_{2.5}-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the atmosphere of coastal cities in China and Japan (一般研究), 復旦大学 (呉慶)
 - 14) 唐 寧: The atmospheric ice nucleating particles activities in Wajima, Japan (一般研究), 北京大学 (呉志軍)
 - 15) 唐 寧: Aerosol Characteristics in Wajima and Beijing: Comparison of Downstream and Source Regions (一般研究), Chinese Academy of Sciences (陳 彬)
 - 16) 唐 寧: Comparative Study on Cytotoxicity of Atmospheric Particulates in China and Japan (一般研究), Chinese Research Academy of Environmental Sciences (魏 永杰)
 - 17) 唐 寧: 公衆衛生の観点から見た環境汚染物質観測の重要性 (研究集会), 復旦大学 (陳 仁杰)
- 海外渡航
 - 1) 猪股弥生: Asian Aerosol Conference 2019, Hong Kong City University (中国), 学会出席 (2019.5.27-30)
 - 2) 猪股弥生: ENVIRA2019, Prague (Czech Republic), 学会出席 (2019.9.8-14)
 - 3) 松木 篤: Korea Institute of Science and Technology (韓国), 招待講演 (2019.10.9-11)

- 4) 松木 篤 : Kanazawa Day at Tsinghua, Tsinghua University (中国), シンポジウム出席 (2019.5.23)
 - 5) 松木 篤 : Asian Aerosol Conference 2019, Hong Kong City University (中国), 学会出席 (2019.5.27-30)
 - 6) 唐 寧 : 東北大学 (中国), 招待講演, 共同研究打合せ (2019.5.21-24)
 - 7) 唐 寧 : 中国環境科学研究院, 中国科学院 (中国), 共同研究打合せ (2019.6.17-20)
 - 8) 唐 寧 : 復旦大学 (中国), 共同研究打合せ (2019.9.23-26)
 - 9) 唐 寧 : 北京大学 (中国), 研究集会 (2020.1.6-9)
 - 10) 早川和一 : 清華大学 (中国), 第3回大気汚染分析に関する日中合同研究会, 会議コメンテーター (2019.4.16-18)
 - 11) 早川和一 : Asian Aerosol Conference 2019, Hong Kong City University (中国), 学会出席 (2019.5.27-31)
 - 12) 早川和一 : 2019 International Conference on Advances in Civil and Ecological Engineering Research, I-Shou University (台湾), 招待講演 (2019.7.1-4)
 - 13) 早川和一 : The 9th International Forum on Green Technology and Management, National University on Civil Engineering (ベトナム), 招待講演 (2019.9.26-29)
 - 14) 早川和一 : 2019 China-Japan-Korea Symposium on Analytical Chemistry, Kyung Hee University (韓国), 招待講演 (2019.10.11-15)
 - 15) 早川和一 : 大気サンプリングと解析に関する国際共同研究, Yale College-National University of Singapore (Prof. S. Pointing) (2019.12.8-11)
-
- 1) 訪問外国人研究者
 - 1) Indra Chandra, Telkom University (Indonesia), 研究打合せ, 猪股弥生 (2019.7.20-28)
 - 2) Munkhtsetseg Erdenebayarm, モンゴル国立大学 (モンゴル), 共同研究打ち合わせ, 松木 篤 (2020.1.21)
 - 3) 李 志剛, 中国環境科学研究院 (中国), 共同研究打合せ, 唐 寧 (2019.10.19-26)
 - 4) 錢 岩, 中国環境科学研究院 (中国), 共同研究打合せ, 唐 寧 (2019.10.19-26)
 - 5) 韓 沖, 東北大学 (中国), さくらサイエンスプラン, 長尾誠也・唐 寧・本田匡人 (2019.12.3-9)
 - 6) 楊 望巾, 東北大学 (中国), さくらサイエンスプラン, 長尾誠也・唐 寧・本田匡人 (2019.12.3-9)
 - 7) 楊 紅星, 東北大学 (中国), さくらサイエンスプラン, 長尾誠也・唐 寧・本田匡人 (2019.12.3-9)
 - 8) 王 愛杰, 東北大学 (中国), さくらサイエンスプラン, 長尾誠也・唐 寧・本田匡人 (2019.12.3-9)
 - 9) 許 Wenwen, 東北大学 (中国), さくらサイエンスプラン, 長尾誠也・唐 寧・本田匡人 (2019.12.3-9)
 - 10) 張 婷婷, 東北大学 (中国), さくらサイエンスプラン, 長尾誠也・唐 寧・本田匡人 (2019.12.3-9)
 - 11) 陳 彬, 中国科学院大気物理研究所 (中国), センター国際シンポジウム参加, 長尾誠也・唐 寧 (2019.12.16.20)
 - 12) 胡 敏, 北京大学 (中国), センター国際シンポジウム参加, 長尾誠也・長谷部徳子・唐 寧 (2019.12.16-22)
 - 13) 孟 夏, 復旦大学 (中国), センター国際シンポジウム参加, 長尾誠也・長谷部徳子・唐 寧 (2019.12.16-20)

- 14) 韓 沖，東北大学（中国），センター国際シンポジウム参加，長尾誠也・長谷部徳子・唐 寧（2019.12.16-22）
- 15) Pham Chau Thuy, ベトナム国立農業大学（ベトナム），センター国際シンポジウム参加，長尾誠也・長谷部徳子・唐 寧（2019.12.16-22）
- 16) Pham Chau Thuy, ベトナム国立農業大学（ベトナム），共同研究の実施，唐 寧（2020.2.23-3.31）

(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
- 2) 猪股弥生：大気化学学会，女性活躍ワーキンググループ
- 3) 松木 篤：日本エアロゾル学会，理事
- 4) 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~）
- 5) 松木 篤：Aerosol and Air Quality Research 誌，エディター（2017.2~）
- 6) 早川和一：日本薬学会環境衛生部会フォーラム，世話人
- 7) 早川和一：アジア環境変異原会議/日本環境変異原学会合同シンポジウム Exposure and Health Risk of Air Pollutants in Asia（東京，2019.11.19）主催
- 8) 早川和一：アジア環境変異原会議/日本環境変異原学会/金沢大学環日本海域環境研究センター共催シンポジウム Current Issue on Behavior and Health Effect on Air Pollutants in Asia（金沢，2019.11.21）主催

• 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：富山県衛生研究所研究評価委員会，委員
- 9) 早川和一：環日本海環境協力センター，理事
- 10) 早川和一：大気環境総合センター，監事
- 11) 早川和一：鉄鋼環境基金技術委員会，委員
- 12) 早川和一：東京生化学研究会，評議員
- 13) 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) Amornsakun, T., Srithongthum, S., Promkaew, P., Hassan, A.B., Matsubara, H., Takeuchi, Y., Mukai, K., Shimasaki, Y., Oshima, Y. and Suzuki, N., 2019, Effects of water salinity on the egg hatching, growth, and survival of larvae and fingerlings of climbing perch, *Anabas testudineus*. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, **64**, 281-286.
- 2) Furusawa, Y., Yamamoto, T., Hattori, A., Suzuki, N., Sekiguchi, T., Hirayama, J. and Tabuchi, Y., *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*, in press
- 3) Ikegame, M., Hattori, A., Tabata, M.J., Kitamura, K., Tabuchi, Y., Furusawa, Y., Maruyama, Y., Yamamoto, T., Sekiguchi, T., Matsuoka, R., Hanmoto, T., Ikari, T., Endo, M., Omori, K., Nakano, M., Yashima, S., Ejiri, S., Taya, T., Nakashima, H., Shimizu, N., Nakamura, M., Kondo, T., Hayakawa, K., Takasaki, I., Kaminishi, A., Akatsuka, R., Sasayama, Y., Nishiguchi, T., Nara, M., Iseki, H., Chowdhury, V.S., Wada, S., Ijiri, K., Takeuchi, T., Suzuki, T., Ando, H., Matsuda, K., Somei, M., Mishima, H., Mikuni-Takagaki, Y., Funahashi, H., Takahashi, A., Watanabe, Y., Maeda, M., Uchida, H., Hayashi, A., Kambegawa, A., Seki, A., Yano, S., Shimazu, T., Suzuki, H., Hirayama, J. and Suzuki, N., 2019, Melatonin is a potential drug for the prevention of bone loss during space flight. *Journal of Pineal Research*, **67**, e12594.
- 4) 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., Umezawa, A. and Yazawa, T., 2020, Evaluation of 17 β -hydroxysteroid dehydrogenase activity using androgen receptor-mediated transactivation. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, **196**, 105493.
- 5) Kitani, Y., Hieu, D.Q. and Kiron, V., 2019, Cloning of selected body surface antimicrobial peptide/protein genes of Atlantic salmon and their responses to *Aeromonas salmonicida*. *Fisheries Science*, **85**, 847-858.
- 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., Uptake of osteoblast-derived extracellular vesicles promotes the differentiation of osteoclasts in the zebrafish scale. *Communications Biology*, in press
- 8) Matsunaka, T., Nagao, S., Inoue, N., Mundo, R., Tang, N., Suzuki, N., Ogiso, S. and Hayakawa, K., 2020, Temporal variations of polycyclic aromatic hydrocarbons in seawater in Tsukumo Bay, Noto Peninsula, Japan, during 2014–2018. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, 873.
- 9) Mori, T., Kitani, Y., Hatakeyama, D., Machdia, K., Goto-Inoue, N., Hayakawa, S., Yamamoto, N., Kashiwagi, K. and Kashiwagi, A., Predation threats for a 24-hour period activated the extension of axons in the brains of *Xenopus* tadpoles. *Scientific Reports*, in press
- 10) Mundo, R., Matsunaka, T., Iwai, H., Ogiso, S., Suzuki, N., Ning, T., Hayakawa, K. and Nagao, S., 2020, Interannual survey on polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in seawater of Nanao North Bay, 2015 to 2018. Sources, pathways and ecological risk assessment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, 904.

- 11) Nakano, M., Ikegame, M., Igarashi-Migitaka, J., Maruyama, Y., Suzuki, N. and Hattori, A., 2019, Suppressive effect of melatonin on osteoclast function via osteocyte calcitonin. *Journal of Endocrinology*, **242**, 13-23.
- 12) Patel, D. M., Kitani, Y., Korsnes, K., Iversen, M. H. and Brinchmann, M. F., 2020, A truncated galectin-3 isolated from skin mucus of Atlantic salmon *Salmo salar* binds to and modulates the proteome of the gram-negative bacteria *Moritella viscosa*. *Marine Drugs*, **18**, 102.
- 13) Sekiguchi, T., Akitaya, H., Nakayama, S., Yazawa, T., Ogasawara, M., Suzuki, N., Hayakawa, K. and Wada, S., 2020, Effect of polycyclic aromatic hydrocarbons on development of the ascidian *Ciona intestinalis* type A. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, 1340.
- 14) Sookchoo, P., Idowu, A.T., Benjakul, S., Sinthusamran, S., Sae-leaw, T., Suzuki, N. and Kitani, Y., 2019, Amino acid composition, volatile compounds and bioavailability of biocalcium powders from salmon frame as affected by pretreatment. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, **28**, 772-780.
- 15) Srivastav, S., Mishra, D., Srivastav, S.K., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., 2019, Prolactin induced alterations in plasma minerals (calcium and phosphate) and ultimobranchial gland of stinging catfish, *Heteropneustes fossilis* maintained in different calcium media. *International Journal of Zoological Investigations*, **5**, 97-107.
- 16) Srivastav, A.K., Srivastava, S., Srivastav, S.K., Faggio, C., Sekiguchi, T. and Suzuki, N., 2019, Response of ultimobranchial gland and parathyroid gland of the indian skipper frog, *Euphlyctis cyanophlyctis* to cadmium toxicity. *Iranian Journal of Toxicology*, **19**, 33-44.
- 17) Srivastav, S., Mishra, D., Srivastav, S.K., Suzuki, N. and Srivastav, A.K., Estradiol affects ultimobranchial gland of a freshwater catfish, *Heteropneustes fossilis* kept in different calcium environments. *Jordan Journal of Biological Sciences*, in press
- 18) Suzuki, N., Sekiguchi, T., Yachiguchi, K., Urata, M., Kinoshita, Y., Matsubara, H., Asahina, K., Kambegawa, A. and Srivastav, A.K., 2019, Physiological role of a calcitonin-like substance in the life cycle of lamprey, *Lampetra japonica* (Cyclostomata). *International Journal of Zoological Investigations*, **5**, 23-30.
- 19) Suzuki, N., Watanabe, K., Sekimoto, A., Urata, M., Zanaty, M.I., Sekiguchi, T., Kitani, Y., Matsubara, H., Srivastav, A.K. and Hattori, A., 2019, Gadolinium at low concentration suppresses both osteoclastic and osteoblastic activities in the scales of goldfish. *American Journal of Environmental Sciences*, **15**, 137-144.
- 20) Takagi, T., Sekiguchi, T., Sasayama, Y., Hattori, A., Watanabe, T.X., Kitani, Y., Tabuchi, Y., Matsubara, H., Srivastav, A.K., Hai, T.N., Amornsakun, T. and Suzuki, N., 2019, Development of a system for measuring calcitonin in the stingray *Dasyatis akajei* (a cartilaginous fish): the possible involvement of stingray calcitonin in reproductive physiology. *International Aquatic Research*, **11**, 267-276.
- 21) Yazawa, T., Imamichi, Y., Yuhki, K., Uwada, J., Mikami, D., Shimada, M., Miyamoto, K., Kitano T., Takahashi, S., Sekiguchi, T., Suzuki, N., Khan, R., Ushikubi, F., Umezawa, A., and Taniguchi, A., 2019, Cyclooxygenase-2 is acutely induced by CCAAT/enhancer-binding β protein to produce prostaglandin E₂ and F_{2 α} following gonadotropin stimulation in Leydig cells. *Molecular Reproduction and Development*, **86**, 786-797.
- 22) Yazawa, T., Imamichi, Y., Sekiguchi, T., Miyamoto, K., Uwada, J., Khan, R., Suzuki, N., Umezawa, A. and Taniguchi, T., 2019, Transcriptional regulation of ovarian steroidogenic genes: Recent findings obtained from stem cell-derived steroidogenic cells. *BioMed Research International*, e8973076.
- 23) Zanaty, M.I., Nassar, H.F., Mahmoud, H.M., Fagr, Kh. Abdel-Gawad, F.K., Sato, M., Yachiguchi, K.,

- Shimizu, N., Hayakawa, K., Hattori, A., Mukai, K., Shimasaki, Y., Oshima, Y. and Suzuki, N., 2019, Influence of polluted sea water in the Red Sea on the osteoclasts and osteoblasts of goldfish, *Carassius auratus*. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, **64**, 287-291.
- 24) Zanyat, M.I., Sawada, N., Kitani, Y., Nassar, H.F., Mahmoud, H.M., Hayakawa, K., Sekiguchi, T., Ogiso, S., Tabuchi, Y., Urata, M., Matsubara, H., Takeuchi, Y., Hattori, A., Srivastav, A.K., Amornsakun, T. and Suzuki, N., 2020, Influence of Benz[a]anthracene on bone metabolism and on liver metabolism in nibbler fish, *Girella punctata*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, 1391.
- 25) 安田 寛・榊原千秋・城戸照彦・北村敬一郎・鈴木信雄, 2019, 北陸三県住民における有害金属体内蓄積に関する調査研究. 北陸公衆衛生学会誌, **46**, 1-9.
- 26) 小木曾正造・広瀬雅人・東出幸真・又多政博, 2019, 能登半島沿岸に生息するスズメガイダマシ属(腕足動物門, スズメガイダマシ科)の2種について. のと海洋ふれあいセンター研究報告, **25**, 1-8.
- 27) 村山寛記・小木曾正造・岡村隆行・柳井清治・関本愛香・丸山雄介・服部淳彦・鈴木信雄, 2019, 能登半島九十九湾に生息するアカテガニの生態学的研究. のと海洋ふれあいセンター研究報告, **25**, 19-28.
- (2) 著書・総説・資料・報告書
- 1) Honda, M. and Suzuki, N., 2020, Toxicities of polycyclic aromatic hydrocarbons for aquatic animals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, 1363.
- 2) Katayama, Y., Kitahashi, T., Suzuki, N. and Sakamoto, T., Chapter 4.3 Endocrinology, In “Japanese Marine Life - A Practical Training Guide in Marine Biology”, Inaba, K. ed., Springer Nature Singapore Pte Ltd., Singapore, in press
- 3) Okamoto-Uchida, Y., Izawa, J., Nishimura, A., Hattori, A., Suzuki, N. and Hirayama, J., 2019, Post-translational modifications are required for circadian clock regulation in vertebrates. *Current Genomics*, **20**, 332-339.
- 4) Okamoto-Uchida, Y., Nishimura, A., Izawa, J., Hattori, A., Suzuki, N. and Hirayama, J., The use of chemical compounds to identify the regulatory mechanisms of vertebrate circadian clocks. *Current Drug Targets*, in press
- 5) 鈴木信雄, 2019, 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 印刷中
- 6) 関口俊男, 2019, 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 印刷中
- 7) 佐藤貴弘・井田隆徳・関口俊男・中町智哉・児島将康, 2019, 消化管関連ペプチドが拓く恒常性フロンティア. “実験医学増刊, 臓器連環による生体恒常性の破綻と疾患” 春日雅人編集, 羊土社, 東京, **37**, 129-135.
- (3) 学術発表
- 1) Amornsakun, T., Srithongthum, S., Chesoh, S., Jantararat, S., Seng, L.L., Suzuki, N. and Hassan, A., Study on sultan fish, *Leptobarbus hoevenii* (Bleeker, 1851) breeding. 9th International Fisheries Symposium 2019, Seri Pacific Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia (2019.11.18-21).

- 2) Migitaka, J., Seki, A., Hattori, A. and Suzuki, N., Influence of melatonin on bone metabolism in aged mice. “Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental issues”, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2019.12.17-19).
- 3) Seki, T., Miyuki, M., Suzuki, N., Suzuki, M. and Ohira, T., Isolation of an exoskeletal protein involved in fluoride deposition from the Antarctic krill *Euphausia superba*. The 10th International Congress of Comparative Physiology and Biochemistry, Canada’s Capital, Ottawa, Canada (2019.8.5-9).
- 4) Sekiguchi, T., Ecotoxicological study of the influence of marine pollutants on marine animals. The Signing Ceremony for MoU on the Establishment of the Consortium for Academic Exchange between Russia and Ishikawa and the Commemorative Symposium Takes Place, Kanazawa (2019.7.16). (招待講演)
- 5) Sekiguchi, T., Investigation of the effect of polycyclic aromatic hydrocarbons on marine invertebrates. “Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental issues”, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2019.12.17-19). (招待講演)
- 6) Sekimoto, A., Ohira, T. and Suzuki, N., Functional analysis of a matrix peptide associated with calcification in the exoskeleton of the Kuruma prawn, *Marsupenaeus japonicus*. “Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental issues”, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2019.12.17-19).
- 7) Srithongthum, S., Amornsakun, T., Chesoh, S., Jantararat, S., Seng, L.L., Suzuki, N. and Hassan, A., Reproductive characteristics of matured female sultan fish, *Leptobarbus hoevenii* (Bleeker, 1851) spawner. 9th International Fisheries Symposium 2019, Seri Pacific Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia (2019.11.18-21).
- 8) Suzuki, N., Biological effect of the polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): Toxic analysis for the aquatic animals. “Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental issues”, Kanazawa University, Ishikawa, Japan (2019.12.17-19). (招待講演)
- 9) Suzuki, N., The effects of heavy metals and endocrine disruptors on osteoblasts and osteoclasts in the fish scales. The 5th International Conference on Advanced Sciences, Sea Gull Hotel, Hurghada, Egypt (2019.11.9-12). (基調講演)
- 10) Zaihurin, D.S.R., Kian, A.Y.S., Amornsakun, T., Chesoh, S. and Suzuki, N., Fish meal replacement by using alternative ingredient in climbing perch, *Anabas testudineus* diet. 9th International Fisheries Symposium 2019, Seri Pacific Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia (2019.11.18-21).
- 11) 花木祥太郎・井上睦夫・諸角季生・城谷勇陸・伊藤 雅・本多直人・小藤久毅・藤田充司・鈴木信雄・小木曾正造・広橋教貴・安東宏徳・佐藤勇介・森脇和也・長尾誠也, $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比からみた対馬暖流三分枝の循環. 日本放射化学会第 63 回討論会 (2019), いわき産業創造館, 福島 (2019.9.24-26) .
- 12) 川村龍矢・村山寛記・小木曾正造・岡村隆行・鈴木信雄, 九十九湾に生息するアカテガニの食性に関する研究. 令和元年度日本動物学会中部支部大会, 金沢市文化ホール, 石川 (2019, 12.7-8) .
- 13) 木谷洋一郎, 魚類の生体防御機構を利用した魚病感染制御. 2019 年度新技術説明会, JST 東京本部別館, 東京 (2019.8.22) .
- 14) 木谷洋一郎, キジハタ血中 L-アミノ酸オキシダーゼ: 酵素化学的性状について. 日本水産学会令和 2 年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大学, 東京 (2020.3.26-30) .
- 15) 北橋隆史・上村佳正・鈴木信雄・小木曾正造・安東宏徳, 日本海産クサフグの脳および眼における光受容体オプシン遺伝子の日周発現変動. 第 44 回日本比較内分泌学会, 埼玉大学, 埼玉

(2019.11.8-10) .

- 16) 小林蒼・松川裕大・濱田麻友子・筒井直昭・吉田真明・関口俊男・Hay, D.L.・Gingell, J.J.・坂本竜哉・坂本浩隆, 原始神経葉ホルモン「プラチトシン」の同定と機能解析. 平成30年度中国四国地区生物系三学会, 広島大学, 広島 (2019.5.12) .
- 17) 小林 蒼・松川祐大・濱田麻友子・筒井直昭・吉田真明・関口俊男・Hay, D.L.・Gingell, J.J.・坂本竜哉・坂本浩隆, 原始神経葉ホルモン「プラチトシン」の末梢と中枢での機能. 公益社団法人日本動物学会第90回大会, 大阪市立大学, 大阪 (2019.9.12-14) .
- 18) 小林 寛・高橋優太・大倉俊介・重松惇志・永見 新・中尾勝哉・川崎琢真・山口浩志・横田高士・中野美和・春見達朗・鈴木信雄・松原 創, シシャモの初期発生を制御する環境要因. 令和元年度公益社団法人日本水産学会秋季大会, 福井県立大学, 福井 (2019.9.8-10) .
- 19) 小林静静・山森汐莉・近藤真央・黒田純平・池亀美華・鈴木信雄・服部淳彦・北村敬一郎・山口正晃・小林 功, ゼブラフィッシュ鱗における骨芽細胞由来の細胞外小胞の取り込みは破骨細胞の分化を促進する. 令和元年度日本動物学会中部支部大会, 金沢市文化ホール, 石川 (2019.12.7-8) .
- 20) 松原 創・小林 寛・重松惇志・永見 新・近藤昌和・鈴木信雄, 魚類における炭酸ガスの麻酔作用. 令和元年度公益社団法人日本水産学会秋季大会, 福井県立大学, 福井 (2019.9.8-10) .
- 21) 村山寛記・小木曾正造・岡村隆行・柳井清治・関本愛香・丸山雄介・服部淳彦・鈴木信雄, アカテガニの生態学的研究. 令和元年度日本動物学会中部支部大会, 金沢市文化ホール, 石川 (2019.12.7-8) .
- 22) 中山 理・関口 俊男・笹倉 靖徳・小笠原 道生, カタユウレイボヤ腩臓転写因子 *Ptfla* による消化酵素遺伝子の発現制御. 公益社団法人日本動物学会第90回大会, 大阪市立大学, 大阪 (2019.9.12-14) .
- 23) 小坂優斗, 町 敬介, 木谷洋一郎, キジハタ血中L-アミノ酸オキシダーゼ: 産生部位および産生条件について. 日本水産学会令和2年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大学, 東京 (2020.3.26-30) .
- 24) 関 友信・馬久地みゆき・村瀬弘人・鈴木信雄・鈴木道生・大平 剛, ナンキョクオキアミのフッ素沈着に關与するタンパク質の同定と組み換え体の作製. 公益社団法人日本動物学会第90回大会, 大阪市立大学, 大阪 (2019.9.12-14) .
- 25) 関口俊男・中山理・矢澤隆士・小笠原道生・鈴木信雄・早川和一・和田修一, カタユウレイボヤにおける多環芳香族炭化水素受容体の探索. 公益社団法人日本動物学会第90回大会, 大阪市立大学, 大阪 (2019.9.12-14) .
- 26) 関口俊男, ニュージーランド固有の動物とその保護活動. 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～」, 金沢大学サテライトプラザ, 石川 (2019.5.11) .
- 27) 関口俊男, カタユウレイボヤ CCK/gastrin ホモログの研究. 第10回ペプチドホルモン研究会, 富山大学, 富山 (2019.8.22) .
- 28) 関口俊男・高木貴志・笹山雄一・服部淳彦・渡邊卓司・木谷洋一郎・田淵圭章・松原 創・鈴木信雄. アカエイ (*Dasyatis akajei*) カルシトニンにおける生殖腺調節機能の解析. 第44回日本比較内分泌学会, 埼玉大学, 埼玉 (2019.11.8-10) .
- 29) 関本愛香・大平 剛・鈴木信雄, クルマエビの石灰化に關与する基質ペプチドの機能解析. 令和元年度日本動物学会中部支部大会, 金沢市文化ホール, 石川 (2019.12.7-8) .
- 30) 鈴木信雄, 目指セイカ博士. (公開講演会), 小木漁業協同組合, 石川 (2019.5.26) .

- 31) 鈴木信雄, 海のおたからどっちがホンモノ. 金沢海みらい図書館, 石川 (2019.6.23) .
- 32) 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. メラトニンは宇宙空間で引きこされる骨吸収を抑制する治療薬になる可能性がある. 日本宇宙生物科学会第 33 回大会, 千葉市文化センター, 千葉 (2019.9.20-22) .
- 33) 鈴木信雄, 魚類のストレスを低減する海洋深層水. 令和元年度日本動物学会中部支部大会, 公開シンポジウム, 能登における海洋生物学の新展開～魚類の発生工学から養殖まで～, 金沢市文化ホール, 石川 (2019.12.7-8) (招待講演) .
- 34) 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. 宇宙空間で引き起こされる骨吸収を抑制する治療薬(メラトニン)の作用. 令和元年度日本動物学会中部支部大会, 金沢市文化ホール, 石川 (2019.12.7-8) .
- 35) 鈴木信雄・五十里雄大・松原 創・木谷洋一郎・小木曾正造・関口俊男・古澤之裕・田渕圭章・神戸川 明・朝比奈潔・服部淳彦. 能登海洋深層水の魚類生理に対する影響. 令和 2 年度日本水産学会春季大会, 東京海洋大学, 東京 (2019.3.26-30) .
- 36) 鈴木晶子・関口俊男・服部淳彦・Srivastav, A.K.・鈴木信雄. キンギョの骨芽細胞及び破骨細胞に対するスタニウス小体抽出物の作用. 令和元年度日本動物学会中部支部大会, 金沢市文化ホール, 石川 (2019.12.7-8) .
- 37) 田渕圭章・鈴木信雄, 低出力パルス超音波の細胞応答. シンポジウム基礎 1. 生体組織に対する超音波照射の影響とその応用. 日本超音波医学会第 92 回学術集会, 東京 (2019.5.24-26) (招待講演) .
- 38) 田渕圭章・長谷川英之・鈴木信雄・平野哲史・長岡 亮・竹内真一・椎葉倫久・望月 剛. マウス ST2 骨髄間質細胞の最初期遺伝子発現に対する低出力パルス超音波の効果. 日本超音波医学会第 92 回学術集会, グランドプリンスホテル新高輪, 東京 (2019.5.24-26) .
- 39) 田渕圭章・長谷川英之・鈴木信雄・平野哲史・長岡 亮・望月 剛. 低出力パルス超音波に対する初期応答遺伝子群の同定. オーガナイズドセッション「LIPUS の現状と最前線」. 第 18 回日本超音波治療研究会, 東京農工大学, 東京 (2019.12.7) (招待講演) .
- 40) 浦田 慎・木下靖子・松原道男・鈴木信雄, 科学実験を活用した環境教育: 海洋プラスチックごみ問題への取り組みと課題. 令和元年度 日本理科教育学会北陸支部大会, 新潟大学, 新潟 (2019.11.9) .
- 41) 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, 石川県における海洋教育「能登モデル」の新展開～地域に広がる持続的活動を目指して～. 令和元年度日本動物学会中部支部大会, 金沢市文化ホール, 石川 (2019.12.7-8) .

(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) 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)

- 5) 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）
- 6) 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）
- 7) 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）
- 8) 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）
- 9) 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）
- 10) 関口俊男：バソプレッシンファミリー受容体の機能解析，オークランド大学（ニュージーランド）（Dr. Joseph J. Gingell）
- 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，ゴラクプール大学（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：ヒラメの初期発生におけるカルシトニンの作用，東北大学農学研究科（教授 鈴木 徹），独立行政法人水産総合研究センター 東北区水産研究所 海区水産業研究部 資源培養研究室（室長 黒川忠英）
- 24) 鈴木信雄：超音波の骨代謝に及ぼす影響，富山大学大学院医学薬学研究部特任教授 近藤 隆，富山大学研究推進機構研究推進総合支援センター（教授 田淵圭章），昭和大学（准教授 舟橋久幸），JAXA（主任研究員 矢野幸子）
- 25) 鈴木信雄：歯の石灰化に関する研究，鶴見歯科大学（講師 三島弘幸）

- 26) 鈴木信雄：静磁場の骨代謝に及ぼす影響，独立行政法人 物質・材料研究機構 強磁場研究センター（主任研究員 廣田憲之，特別研究員 木村史子）
 - 27) 鈴木信雄：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）
 - 28) 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）
 - 29) 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）
 - 30) 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）
 - 31) 鈴木信雄：魚類の骨代謝におけるビタミンKの作用，神戸薬科大学（准教授 中川公恵）
 - 32) 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 田淵圭章）
 - 33) 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）
 - 34) 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）
 - 35) 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 中村省吾，教授 田中大祐，助教 酒徳昭宏）
 - 36) 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（教授 近藤 隆，教授 田淵圭章）
 - 37) 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）
 - 38) 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）
 - 39) 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（助教 小林 功）
- 共同利用・共同研究（文科省）
 - 1) 木谷洋一郎：海産魚類のカルシウム代謝に対するフッ素の影響評価（一般研究），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）
 - 2) 関口俊男：安定海水泡沫「波の花」の成因に関する研究（一般研究），東京大学大気海洋研所（教授 濱崎恒二）
 - 3) 関口俊男：環境ホルモンが生殖腺ステロイドホルモン産生に与える影響に対する評価系の確立と分子メカニズム解析（一般研究），旭川医科大学大学生化学講座（講師 矢澤隆志）
 - 4) 関口俊男：海洋酸性化が炭酸カルシウムの殻・骨格を持たない動物ホヤに与える影響の解析（一般研究），長浜バイオ大学バイオサイエンス学部（准教授 和田修一）

- 5) 関口俊男：海産無脊椎動物における PAH 認識機構の研究（若手研究），千葉大学大学院融合理工学府（博士後期課程 3 年 中山 理）
 - 6) 鈴木信雄：大気汚染物質，多環芳香族炭化水素類が体内時計に与える影響の解明（一般研究），公立小松大学保健医療学部（教授 平山 順）
 - 7) 鈴木信雄：カキの貝殻チョーク層の形成が海洋環境から受ける影響の解析（一般研究），東京大学大学院農学生命科学研究科（准教授 鈴木道生）
 - 8) 鈴木信雄：能登半島七尾湾における底質の溶存遊離アミノ酸及び微生物群集構造に関する研究（一般研究），北海道大学地球環境科学研究院（教授 沖野龍文）
 - 9) 鈴木信雄：金沢市及び能登半島の周辺河口域底質の生物影響リスク評価（一般研究），鹿児島大学水産学部（教授 宇野誠一）
 - 10) 鈴木信雄：富山湾沿岸の流れの経年変化とその環境に及ぼす影響について（一般研究），富山高専専門学校（准教授 福留研一）
 - 11) 鈴木信雄：多環芳香族炭化水素類のタイ産淡水魚への毒性評価（一般国際研究），プリンスオブソクラ大学（タイ）（Dr. Thumronk Amornsaku N.）
- 海外渡航
 - 鈴木信雄：モスクワ大学（ロシア），学生交流・研究交流（2019.10.19-24）
 - 鈴木信雄：ベニスエフ大学（エジプト），国際シンポジウム参加（2019.11.7-14）
- 2) 訪問外国人研究者
 - 鈴木信雄：Dr. Thumronk Amornsaku N., プリンスオブソクラ大学（2019.7.15-19）
 - 木谷洋一郎：Dr. Nithi Atthi, Witsaroot Sripunkhai, Pattaraluck Pattamang, タイ国立電子コンピューター技術研究センター（NECTEC）（2019.5.13-17）
 - 木谷洋一郎：Witsaroot Sripunkhai, Pattaraluck Pattamang, タイ国立電子コンピューター技術研究センター（NECTEC）（2019.12.20-21）
 - 3) 非常勤講師
 - 関口俊男：長浜バイオ大学バイオサイエンス学部非常勤講師，2015-現在
 - 6) 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) 鈴木信雄：日本動物学会 中部支部代表委員，2016-現在
 - 4) 鈴木信雄：日本宇宙生物科学会 代議員，2012-現在
 - 5) 鈴木信雄：Journal of Experimental Zoology part A (Editorial board), 2014-現在
 - 6) 鈴木信雄：International Journal of Zoological Investigations (Editorial board), 2017-現在
 - 7) 鈴木信雄：International Journal of Environmental Research and Public Health (Gest Editor), 2019-2020
 - 8) 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) De Sanctis, M. C., Mitri, G., Castillo-Rigez, J., House, C. H., Marchi, S., Raymond, C. A. and Sekine, Y., 2020, Relict ocean worlds: Ceres. *Space Science Review*, in press.
- 3) Endo, N., Matsumura, Y., Hasebe, N. and Davaasuren, D., 2019, Paleolake reconstruction and estimation of paleo-inflow in the Olgoi Basin, Mongolia, based on GIS and hydraulic analyses. *Island Arc*, **28**, e12299.
- 4) Fukuda, S., Sueoka, S., Hasebe, N., Tamura, A., Arai, S. and Tagami, T., 2019, Thermal history analysis of granitic rocks in an arc-trench system based on apatite fission-track thermo-chronology: a case study of the Northeast Japan Arc. *Journal of Asian Earth Sciences: X*, **1**, 100005.
- 5) 福田将真・末岡 茂・長谷部徳子・田村明弘・森下知晃・田上高広，2019，高空間解像度の熱年代マッピングによる奥羽脊梁山地の隆起形態の推定：アパタイトフィッション・トラック法による展開。フィッション・トラック ニュースレター，**32**，12-16.
- 6) Fukushi, K., Miyashita, S., Kasama, T., Takahashi, Y. and Morodome, S. 2019, Superior removal of selenite by periclase during transformation to brucite under high-pH conditions. *Journal of Hazardous Materials*, **371**, 370-380.
- 7) Fukushi, K., Sekine, Y., Sakuma, H., Morida, K. and Wordsworth, R., 2019, Semiarid climate and hyposaline lake on early Mars inferred from reconstructed water chemistry at Gale. *Nature Communications*, **10**, 4896.
- 8) Goto, K. T., Sekine, Y., Shimoda, G., Hein, J. R., Aoki, S., Ishikawa, A., Suzuki, K., Gordon, G. W. and Anbar, 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*, in press.
- 9) Hubert, B. et Tsukawaki, S., 2020, Rapport du groupe d'experts ad hoc pour le développement durable – tourisme dans le lac Tonlé Sap, nouvelle route du parc national de Phnom Kulen, cours inférieur de la rivière Siem Reap et plan de gestion du tourisme -. *Actes du 33ème Comité technique, 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, **33**, in press.
- 10) Hubert, B., Furt, J.-M. and Tsukawaki, S., 2019, Report from the ad hoc group of experts on sustainable development - hydrological network, Phnom Kulen National Park, bicycle lanes, Angkor Wat, Prasat Preah Pithu and Tourism Management Plan - *Proceedings of the 32nd Technical Committee, UNESCO / International Coordinating Committee for the Safeguarding and Development of the Historic Site of Angkor*; UNESCO Office Phnom Penh, Cambodia, **32**, 107-117.
- 11) Hubert, B., Furt, J.-M. et Tsukawaki, S., 2019, Rapport du groupe d'experts ad hoc pour le développement durable – réseau hydrologique, parc national de Phnom Kulen, pistes cyclables, Angkor Wat, Prasat Preah

Pithu et plan de gestion touristique -. *Actes du 32ème Comité technique, 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, **32**, 120-131.

- 12) 梶田侑弥・福田将眞・末岡 茂・長谷部徳子・田村明弘・森下知晃・田上高広, 2019, 東北日本弧前弧域における熱年代学的研究: アパタイトFT年代予報. *フィッション・トラック ニュースレター*, **32**, 6-7.
- 13) 上口 椋・長谷部徳子, 2019, 北陸層群における火山性堆積物のフィッショントラック年代及びU-Pb年代測定. *フィッション・トラック ニュースレター*, **32**, 17-19.
- 14) 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, 2019, 低温領域の熱年代学的手法に基づく南部フォッサマグナ地域の山地の隆起・削剥史解明. *フィッション・トラック ニュースレター*, **32**, 8-11.
- 15) Kobayashi, Y., Fukushi, K. and Kosugi, S. 2020, A robust model for prediction of U(VI) adsorption onto ferrihydrite consistent with spectroscopic observations. *Environmental Science & Technology*, **54**, 2304-2313.
- 16) 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.
- 17) Noda, T., Imamura, S., Sekine, Y., Kurisu, M., Fukushi, K., Terada, N., Uesugi, S., Numako, C., Takahashi, Y. and Hartmann, J., 2019, Highly oxidizing aqueous environments on early Mars inferred from scavenging pattern of trace metals on manganese oxides. *Journal of Geophysical Research: Planets*, **124**, 1282-1295.
- 18) Rahman, M. L., Zhang, C., Smarr, M. M., Lee, S., Honda, M., Kannan, K., Tekola-Ayele, F. and Louis, G. M. B. 2019, Persistent organic pollutants and gestational diabetes: A multi-center prospective cohort study of healthy US women. *Environment international*, **124**, 249-258, DOI: 10.1016/j.envint.2019.01.027.
- 19) Sueoka, S., Ikuho, Z., Hasebe, N., Murakami, M., Yamada, R., Tamura, A., Arai, S. and Tagami, T., 2019, Thermal fluid activities along the Mozumi-Sukenobu fault, central Japan, identified via zircon fission-track thermochronometry. *Journal of Asian Earth Sciences: X*, **2**, 100011.
- 20) Tsukawaki, S. and Hubert, B., 2020, Report from the ad hoc group of experts on sustainable development – tourism in Lake Tonle Sap, new road of Phnom Kulen National Park, lower reaches of Siem Reap River and Tourism Management Plan -. *Proceedings of the 33rd Technical Committee, UNESCO/International Coordinating Committee for the Safeguarding and Development of the Historic Site of Angkor*, UNESCO Office Phnom Penh, Cambodia, **33**, in press.
- 21) Zhang, Z., Capinha, C., Usio, N., Weterings, R., Liu, X., Li, Y., Landeira, 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) アンコール遺跡整備公団インターンシップ実施委員会 (青木あい, 木村 誠, 古泉達矢・上田長生・辻谷友紀・塚脇真二), 2020, 2019年度アンコール遺跡整備公団インターンシップ報告書. 前田印刷株式会社, 金沢, 54p.

- 1) Honda, M. and Suzuki, N. 2020. Toxicities of polycyclic aromatic hydrocarbons for aquatic animals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, 1363.
- 2) Japan Delegation (Miyazaki, K., Takarada, S., Bandibas, J., Masuda, K., Takahashi, Y., Tsukawaki, S., Saito, Y., Uchida, Y., Uchida, T., *et al.*), 2018, Member Country Report of Japan. *The 52nd CCOP Annual Session, Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia (CCOP)*, CCOP Technical Secretariat, Bangkok, **54**, 32p.
- 3) Sekine, Y., Shibuya, T., Genda, H., Fukushi, K. and Usui, T. 2019, Aquaplanetology-A project that quests for planetary habitability in the solar system and beyond. *ELEMENTS*, **15**, 122-122.

(3) 学術発表

- 1) Baasansure, G., Fukushi, K., Akehi, A., Takahashi, Y. and Kawasaki, K. Chemical speciation and solubility of heavy elements (lead, zinc, copper, arsenic and cadmium) in contaminated soil from Kamegai mine tailing, Toyama, Japan. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30).
- 2) Baasansure, G., Fukushi, K., Takahashi, Y., Akehi, A. and Kawasaki, K. Chemical speciation and solubility of heavy metals (arsenic, lead, cadmium) in contaminated soil from Kamegai mine Tailing, Toyama, Japan. The 16 the East Eurasia International Workshop Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Eurasia, Ulaanbaatar, Mongolia (2019.9.16-20).
- 3) Baasansure, G., Fukushi, K., Akehi, A., Takahashi, Y. and Kawasaki, K. Chemical speciation and solubility of arsenic, cadmium and lead in contaminated soil from abandoned mine tailing in Toyama prefecture, Japan. Fall meeting, American Geophysical Union, San Francisco, USA (2019.12.9-13).
- 4) 福田将真・末岡 茂・Kohn Barry・長谷部徳子・田村明弘・森下知晃・田上高広, 東北日本弧北部における白亜紀花崗岩類の低温領域熱年代学: 島弧平行方向の熱史/削剥史の復元を目指して. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30).
- 5) 福士圭介, 火星の古環境と水質と粘土. 第 63 回粘土科学討論会, 埼玉大学 (2019.9.10-12)
- 6) Fukushi, K., Solongo, T., Okuyama, A., Takahashi, Y., Munemoto, T., Ariuntungalag, Y., Taivanbat, B. and Altansukh, O., Cyclic behavior of molybdenum concentrations in river water controlled by adsorption/desorption reactions. Second International Conference on All Material Fluxes in River Eco-Systems, Pekin University, China (2019.9.10-11).
- 7) Hamada, M., Takikawa, T., Takuda, A., Kobayashi, W., Ishida, S., Hiramatsu, Y. and Hasebe, N., Au-Ag mineralization in Togi vein type deposits, Ishikawa, Japan. Goldschmidt, Balcelona, Spain (2019.8.18-23).
- 8) 長谷部徳子・上口 椋, 北陸層群からいくつかの年代測定結果の報告. 日本地球惑星科学連合 2019年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30).
- 9) 長谷部徳子・三寶 真・Udaanjargal U.・Ganbat S.・福士圭介・田中幸哉・Davaasuren D., モンゴル南部の湖の古水位変動. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30).
- 10) Hasebe, N., Sambo, M., Udaanjargal, U., Davaasuren, D., Igarashi Y., Tanaka, Y., Ganbat, S. and Tamura, A., Environmental change investigated by lacustrine sediment from terraces outcropped in Valley of Gobi Lakes Mongolia. The 16 the East Eurasia International Workshop Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Eurasia, Ulaanbaatar, Mongolia (2019.9.16-20).
- 11) 長谷部徳子・糸野妙子, 余呉湖および琵琶湖の堆積物にみる歴史時代の災害. 第 11 回汽水域研究会, あわら (2019.11.2-3).

- 12) 長谷川精・野間七瀬・勝田長貴・村山雅史・田村 亨・出穂雅実・イチノロフ N・ダワドルジ D・長谷部徳子・笹岡美穂・岩井雅夫, モンゴル南西部オログ湖堆積物から復元される最終氷期～完新世の古環境変動とホモ・サピエンス定着との関係性. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30).
- 13) Honda, M., Qiu, X., Uno, S., Undap, S. L., Shimasaki, Y. and Oshima Y., The wharf roach, a novel environmental indicator of polycyclic aromatic hydrocarbon contamination in coastal areas. Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting, Singapore (2019.7.28-8.2).
- 14) Honda, M., Robinson, M. and Kannan, K., Biomonitoring of environmental phenols in human urine from seven Asian countries, Greece and the United States. Society of Environmental Toxicology and Chemistry North America 40th Annual Meeting, Toronto, Canada (2019.11.3-7).
- 15) Hubert, B. et Tsukawaki, S., Rapport du groupe d'experts ad hoc pour le développement durable – tourisme dans le lac Tonlé Sap, nouvelle route du parc national de Phnom Kulen, cours inférieur de la rivière Siem Reap et plan de gestion du tourisme -. 33 Comité technique, UNESCO / Comité international de coordination pour la sauvegarde et le développement du site historique d'Angkor, Salle de séminaire, Autorité nationale APSARA, Siem Reap, Cambodge (2019.12.11)
- 16) Hubert, B., Furt, J.-M. and Tsukawaki, S., Report from the ad hoc group of experts for sustainable development – hydrological network, Phnom Kulen National Park, bicycle lanes, Angkor Wat, Prasat Preah Pithu and Tourism Management Plan -. The 32nd Technical Committee, UNESCO/International Coordinating Committee for the Safeguarding and Development of the Historic Site of Angkor, Seminar Hall, APSARA National Authority, Siem Reap, Cambodia (2019.6.12).
- 17) Hubert, B., Furt, J.-M. et Tsukawaki, S., Rapport du groupe d'experts ad hoc pour le développement durable – réseau hydrologique, parc national de Phnom Kulen, pistes cyclables, Angkor Wat, Prasat Preah Pithu et plan de gestion touristique -. 32 Comité technique, UNESCO / Comité international de coordination pour la sauvegarde et le développement du site historique d'Angkor, Salle de séminaire, Autorité nationale APSARA, Siem Reap, Cambodge (2019.6.12).
- 18) Huynh, T. Q., Sakata, M. K., Nakao, R., Minamoto, T., Lailati, M. and Usio, N., Application of bamboo biomass resources in agrochemical-free rice farming: effects on Odonata diversity. The 84th Japanese Society of Limnology Conference, Kanazawa (2019.9.28).
- 19) Huynh, T. Q., Sakata, M. K., Nakao, R., Minamoto, T., Lailati, M. and Usio, N., Application of bamboo biomass resources in agrochemical-free rice farming: effects on Odonata diversity. Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental Issues, Kanazawa (2019.12.17)
- 20) Huynh, T. Q., Sakata, M. K., Nakao, R., Minamoto, T., Lailati, M. and Usio, N., Application of bamboo biomass resources in agrochemical-free rice farming: effects on Odonata diversity. The 66th Ecological Society of Japan Conference, Kobe (2020.3) *Abstract presentation
- 21) 五十嵐雄大・長谷部徳子・勝田長貴・長谷川精・Davaasuren D.・田中幸哉・Udaanjargal U.・福士圭介・Niiden I., モンゴルオルゴイ湖掘削試料の OSL 年代測定. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30).
- 22) Igarashi, Y., Hasebe, N., Uyangaa, U., Sambo, M., Hasegawa, H., Ichinnorov, N., Katsuta, N. and Davaadorj, D., Reconstruction of the lake level fluctuation in Southern Mongolia by luminescence dating. The 16 the East Eurasia International Workshop Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental

Changes in East Eurasia, Ulaanbaatar, Mongolia (2019.9.16-20).

- 23) 五十嵐雄大・Uyangaa U., 長谷部徳子・長谷川精・Niiden I.・勝田長貴・Davaadorj D.・田中幸哉, モンゴルオルゴイ湖 10.5m コアの OSL 年代学. 第 36 回 ESR 応用計測研究会・2019 年度ルミネッセンス年代測定研究会・第 44 回フィッション・トラック研究会合同研究会, 土岐 (2019.11.27-29).
- 24) 井上皓介・福士圭介・森田康揮・菅 大暉・高橋嘉夫, 地球外試料中のスメクタイトに対する新たな鉱物学的キャラクター化法の開発. 日本地球化学会第 66 回年会, 東京大学(2019.9.17-19).
- 25) Japan Delegation (Miyazaki, K., Takarada, S., Bandibas, J., Masuda, K., Takahashi, Y., Tsukawaki, S., Saito, Y., Uchida, Y., Uchida, T., *et al.*), 2018, Member Country Report of Japan. The 55th CCOP Annual Session, Coordinating Committee for Geoscience Programmes in East and Southeast Asia (CCOP), Kantary Hills Hotel, Chiang Mai, Thailand (2019.11.5).
- 26) 梶田侑弥・末岡 茂・福田将眞・長谷部徳子・田村明弘・森下知晃・Kohn Barry・横山立憲・田上高広, 東北日本弧前弧域における熱年代学的研究. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30).
- 27) 梶田侑弥・末岡 茂・福田将眞・長谷部徳子・田村明弘・森下知晃・Kohn Barry・横山立憲・田上高広, 年代学を用いた北上山地の隆起・削剥史の推定. 第 36 回 ESR 応用計測研究会・2019 年度ルミネッセンス年代測定研究会・第 44 回フィッション・トラック研究会合同研究会, 土岐 (2019.11.27-29).
- 28) 北島琢磨・松宮春奈・福士圭介, アルカリ塩湖に生成する含水炭酸塩鉱物の結氷条件における生成と溶解度. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30).
- 29) 北島琢磨・福士圭介・依田優大・高橋嘉夫・関根康人, 含水マグネシウム炭酸塩を含まないモノハイドロカルサイトの合成. 第 63 回粘土科学討論会, 埼玉大学, さいたま (2019.9.10-12).
- 30) Kitajima, T. and Fukushi, K. Formation and solubility of hydrous carbonates formed in alkaline lakes under freezing condition. The 16 the East Eurasia International Workshop Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Eurasia, Ulaanbaatar, Mongolia (2019.9.16-20)
- 31) 小林侑生・末岡 茂・福田将眞・Kohn Barry・横山立憲・長谷部徳子・田村明弘・森下知晃・田上高広, Uplift and denudation history of the South Fossa Magna region using low-temperature thermochronometric methods. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30).
- 32) 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, 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新しい知見. 第 36 回 ESR 応用計測研究会・2019 年度ルミネッセンス年代測定研究会・第 44 回フィッション・トラック研究会合同研究会, 土岐 (2019.11.27-29).
- 33) 小山博晃・長谷部徳子, ジルコンの薄片エッチングをめざした取り組み. 第 36 回 ESR 応用計測研究会・2019 年度ルミネッセンス年代測定研究会・第 44 回フィッション・トラック研究会合同研究会, 土岐 (2019.11.27-29).
- 34) Lailati, M., Yichen, S., Huynh, T. Q., Ito, K., Katsumi, N., Mizuuchi, Y., Ino, M. and Usio, N., Application of bamboo biomass resources in agrochemical-free rice farming: effects on rice production. The 84th Japanese Society of Limnology Conference, Kanazawa (2019.9.28).
- 35) Lailati, M., Yichen, S., Huynh, T. Q., Ito, K., Katsumi, N., Mizuuchi, Y., Ino, M. and Usio, N.,

Application of bamboo biomass resources in agrochemical-free rice farming: effects on rice production. Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental Issues, Kanazawa (2019.12.17).

- 36) 蓑毛裕希・大橋聖和・長谷部徳子・三浦知督, 地震時に石英ガウジが光刺激ルミネッセンス (OSL) 信号を消失する深度条件. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30)
- 37) 森田康暉・福士圭介・佐久間博, マグネシウム型スメクタイトの膨張挙動, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30).
- 38) 森田康暉・福士圭介・佐久間博, スメクタイトの膨張挙動に及ぼす雰囲気気体の影響. 第 63 回粘土科学討論会, 埼玉大学(2019.9.10-12).
- 39) Morida, K., Fukushi, K. and Sakuma, H. Swelling behavior of magnesium saturated smectites. The 16 the East Eurasia International Workshop Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Eurasia, Ulaanbaatar, Mongolia (2019.9.16-20).
- 40) 中村麻也・関根康人・福士圭介・長谷部徳子・Davaadorj D.・高橋嘉夫・長谷川精・小倉拓郎・森田康暉・Tuvshin G., Dark Streak Features in Mongolia: Implications for Formation Mechanisms of Recurring Slope Lineae on Mars. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30)
- 41) Nakamura, M., Sekine, Y., Fukushi, K., Hasebe, N., Davaadorj, D., Takahashi, Y., Hasegawa, H., Ogura, T., Morida, K. and Tuvshin, G., Terrestrial recurring slope lineae in Mongolia: its formation mechanism and implications for Mars, 9th International Conference of Mars, California, USA (2019.7. 22-25)
- 42) 中西康介・西川 潮・横溝裕行・林 岳彦, 水田で羽化するアカネ属に対する育苗箱施用殺虫剤クロラントラニリプロールの影響評価. 日本生態学会第 67 回大会, 名城大学, 名古屋 (2020.3) . ※要旨掲載発表
- 43) 中西康介・西川 潮・横溝裕行・林 岳彦, クロラントラニリプロールを成分とする育苗箱施薬が水田のアカネ属の羽化数におよぼす影響. 日本環境動物昆虫学会第 31 回年次大会茨城県県南生涯学習センター, 土浦 (2019.11.30).
- 44) 西川 潮, 侵略的外来種の影響と陸水域の生物多様性保全. 石川県高等学校教育研究会生物部会総会・研究協議会, 石川県地場産業振興センター, 金沢 (2019.5.15). 招待講演
- 45) 奥山晃浩・福士圭介, 酸化物によるモリブデン吸着挙動: モンゴル・エルデネット地域の河川中におけるモリブデンの動態解析. 日本地球化学会第 66 月回年会, 東京大学 (2019.9.17-19).
- 46) 大橋聖和・赤瀬川幸治・蓑毛裕希・長谷部徳子・三浦知督, 石英粒子の光刺激ルミネッセンス (OSL) に対する摩擦と粉砕の影響. 日本地球惑星科学連合2019年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30).
- 47) 大野優美子・内藤さゆり・勝田長貴・村上拓馬・落合伸也・長谷部徳子・川上紳一, 後期更新世におけるモンゴル北部の環境変動復元: ダラハド盆地湖成層の化学分析. 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30).
- 48) Ridwan J. and Hasebe H., Preliminary results and concept of diatom records in the tropical sagpond sediments, 第 11 回汽水域研究会, あわら (2019.11.2-3).
- 49) Solongo, T., Fukushi, K., Altansukh, O., Yoshio, T., Ariuntungalag, Y., Enkhjin, O. and Hasebe, N., Temporal observation of molybdenum concentrations in rivers from Erdenet mining area, Mongolia. 日本地球惑星科学連合2019年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30).

- 50) Solongo, T., Fukushi, K., Altansukh, O., Takahashi, Y., Akehi, A., Ariuntungalag, Y. Enkhjin, O. and Hasebe N., Spatial and temporal observation of molybdenum in surface aquatic environment, around Erdenet city, Mongolia. The 16 the East Eurasia International Workshop Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Eurasia, Ulaanbaatar, Mongolia (2019.9.16-20).
- 51) 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4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図書館棟, 金沢 (2020.2.29) .
- 52) 塚脇真二, アンコール・ワットをとりまく水環境ーアンコール世界遺産の水資源管理ー. 2019年度公益社団法人日本水道協会石川県支部総会, 金沢市ものづくり会館, 金沢 (2019.4.24) .
- 53) 塚脇真二, 北陸地方における後期新生代地質構造発達史. 富山応用地質研究会令和元年度講演会, 富山大学理学部, 富山 (2019.8.10) 招待講演.
- 54) 塚脇真二, カンボジアのアンコール世界遺産における環境変遷史. 富山応用地質研究会令和元年度講演会, 富山大学理学部, 富山 (2019.8.10) 招待講演.
- 55) 塚脇真二, 日本海の歴史を金沢の地層にたどる. 自然史講演会 2019, 石川県立自然史資料館, 金沢 (2019.10.6) .
- 56) 塚脇真二, 金沢市ならびにその周辺地域における上部新生界層序についてーとくに高窪層と大桑層との不整合についてー. 北陸地盤研究会第69回例会「清水谷バイパス周辺地質の報告・討論会ならびにアートなまちづくりに関する講演会」, 金沢大学サテライトプラザ, 金沢 (2019.11.30) 招待講演.
- 57) Tsukawaki, S., Environmental changes of the Angkor World Heritage site during the last 25 years and environmental changes of Cambodia over the last 20,000 years. Research Seminar at the APSARA National Authority on “Recent Various Changes in Angkor World Heritage Site - Natural and Social Environment, and Peoples Livelihood –“, Lecture Hall, APSARA National Authority, Siem Reap, Cambodia (2020.2.4).
- 58) Tsukawaki, S., Environmental changes of the Angkor World Heritage site during the last 25 years and environmental changes of Cambodia over the last 20,000 years. Research Seminar at the National University of Management on “Recent Various Changes in Angkor World Heritage Site - Natural and Social Environment, and Peoples Livelihood –“, Seminar Room, National University of Management, Phnom Penh, Cambodia (2020.2.6).
- 59) Tsukawaki, S., Introduction, background and objectives of the research programme EMSB Phase 2 “Re-evaluation of Mechanisms Sustaining the Biodiversity of Lake Tonle Sap”. International Symposium on “Japan-Cambodia Research Exchange Conference on Conservation of Nature and Water Environment of World Heritage Sites, Otsu Satellite Plaza, Shiga University, Otsu (2020.3.13).
- 60) 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4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図書館棟, 金沢 (2020.2.29) .
- 61) Tsukawaki, S. and Hubert, B., Report from the ad hoc group of experts for sustainable development – tourism in Lake Tonle Sap, new road of Phnom Kulen National Park, lower reaches of Siem Reap River and Tourism Management Plan -. The 33rd Technical Committee, UNESCO/International Coordinating Committee for

the Safeguarding and Development of the Historic Site of Angkor, Seminar Hall, APSARA National Authority, Siem Reap, Cambodia (2019.12.11).

- 62) 宇波謙介・福士圭介・高橋嘉夫・丹羽正和, 能登半島西岸域の中新世安山岩中に認められる粘土鉱物中のカリウムの存在状態. 第 63 回粘土科学討論会, 埼玉大学 (2019.9.10-12).
- 63) 宇波謙介・福士圭介・高橋嘉夫・板谷徹丸・丹羽正和, 能登半島西岸域の中新世安山岩中に認められる変質鉱物中のカリウムの存在状態と K-Ar 年代の意義. 日本地球化学会第 66 回年会, 東京大学 (2019.9.17-19).
- 64) Usio, N., Towards sustainable agriculture, forestry and fisheries using satoyama-satoumi resources. Program of the 7th Joint Workshop between Kanazawa University and Prince of Songkla University (2019.11.22).
- 65) Uyangaa, U., Hasebe, N., Fukushi, K., Yukiya, T., Davaadorg D., Sambo, M., Baasansuren, G., Katsuta, N., Ochiai, S. and Tuvshin G., Characteristics of lake sediment from southern part of Mongolia and comparison to meteorological data. 日本地球惑星科学連合2019年大会, 幕張メッセ, 幕張 (2019.5.26-30).
- 66) Uyangaa, U., Hasebe, N., Davaadoj, D., Igarashi, Y., Fukushi, K., Hasegawa, H., Baasansuren, G., Katsuta N., Shuuhaaz, G. and Ichinnorov, N., The preliminary result of 10.5m core from Lake Olgoy, Valley of the Lake in Mongolia. The 16 the East Eurasia International Workshop Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Eurasia, Ulaanbaatar, Mongolia (2019.9.16-20).
- 67) Uyangaa, U., Hasebe, N., Davaadoj, D., Igarashi, Y., Fukushi, K., Hasegawa, H., Baasansuren, G., Katsuta, N., Shuuhaaz, G. and Ichinnorov N., 10.5 m core record from lake Olgoy, Valley of the Lake in Mongolia. 第 36 回 ESR 応用計測研究会・2019 年度ルミネッセンス年代測定研究会・第 44 回フィッション・トラック研究会合同研究会, 土岐 (2019.11.27-29).
- 68) Uyangaa, U., Hasebe, N., Davaadoj, D., Igarashi, Y., Fukushi, K., Hasegawa, H., Baasansuren, G., Katsuta, N., Shuuhaaz, G. and Ichinnorov, N., The preliminary result of 10.5m core from lake Olgoy, Valley of the Lake in Mongolia. Fall meeting, American Geophysical Union, San Francisco, USA (2019.12.9-13).
- 69) 依田優大・関根康人・福士圭介・高橋嘉夫・北島卓磨・Baasansuren G.・Davaadorj D.・庄司大悟, モンゴル塩湖の凍結時における氷への塩取り込みと太陽系氷天体への応用. 日本地球化学会第 66 回年会, 東京大学 (2019.9.17-19).

(4) 研究交流

● 共同研究

- 1) 福士圭介: 水惑星学の創成. 東京大学, 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
- 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・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
- 4) 長谷部徳子・福士圭介: モンゴルダルハド盆地の環境変動研究. モンゴル古生物学地質学研究所 (モンゴル), ロシア地球科学研究所 (ロシア), 韓国地質資源研究院 (韓国), 岐阜大学
- 5) 長谷部徳子: 花崗岩類の年代測定に基づいた東北脊梁山地の隆起・削剝史の推定. 日本原子力研究所, 京都大学
- 6) 長谷部徳子・福士圭介: 北瀉湖の堆積物に用いた日本海沿岸域の環境・災害研究. 韓国地質資源

研究院（韓国），福井県，島根大学，立命館大学

- 7) 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）
- 8) 長谷部徳子：断層年代学の確立．山口大学
- 9) 長谷部徳子：炭酸塩鉱物のルミネッセンス年代測定の確立．原子力環境整備促進・資金管理センター，北海道大学
- 10) 長谷部徳子・福士圭介：台湾の湖沼における環境研究．国立台湾大学（台湾），台湾師範大学（台湾）
- 11) 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）
- 12) 長谷部徳子：インドネシアジャワ原人の時代決定．国立科学博物館
- 13) 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（米国）
- 14) 本田匡人：フナムシを用いた潮上帯を主とした渚域の PAH およびプラスチックごみ汚染調査．九州大学，島根大学，鹿児島大学
- 15) 西川 潮：水田における農法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
- 16) 西川 潮：Latitudinal variations of insect herbivore diversity in rice agroecosystem，台湾大学
- 17) 西川 潮：外来ザリガニの二次侵入に伴うパーソナリティー特性の変遷とその変動要因の解明，長野県環境保全研究所
- 18) 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，金沢大学地域連携推進センター，JA はくい，石川県農林総合研究センター農業試験場
- 19) 西川 潮：水田のトンボ類の環境 DNA に関する研究，神戸大学
- 20) 西川 潮：環日本海域の失われた氾濫原湿地の生物相を，現在の水田から復元する，東北大学
- 21) 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
- 22) 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
- 23) 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（タイ），プリンスオブソンクラ大学（タイ），タイ王国産業省地下資源局（タイ），信州大学，東北大学
- 24) 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
- 25) 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
- 26) 塚脇真二：ウズベキスタン南部のテルメズ周辺に分布する仏教遺跡の調査研究．立正大学，京都大学，テルメズ考古学博物館（ウズベキスタン）

- 共同利用・共同研究（文科省）

- 1) 福士圭介：モンゴル国エルデネト鉱山地域におけるモリブデンの環境動態（国際共同研究）．モン

ゴル国立大学 (Altansukh Ochir)

- 2) 福士圭介：モンゴル国エルデネト鉱山地域におけるモリブデンの環境動態（一般研究）．東京工業大学（関根康人）
- 3) 長谷部徳子：ロジックモデル・指標を活用した複合領域における研究マネジメント手法の開発（一般研究）．茨城大学（寫田敏行）
- 4) 長谷部徳子：東北日本弧における山地隆起・削剥史の推定と日本海への物質輸送（若手一般研究）．京都大学（福田将真）
- 5) 本田匡人：石川県沿岸域における PAH 類および水酸化 PAH 類の環境調査（一般研究）．島根大学（長門 豪）
- 6) 本田匡人：フナムシを用いた渚域の PAH 類の汚染調査（若手一般研究）．九州大学（向井幸樹）
- 7) 西川潮：環日本海域の失われた氾濫原湿地の生物相を，現在の水田から復元する（一般研究）．東北大学（牧野 渡）

● 海外渡航

- 1) 福士圭介，水質調査，エルデネト（モンゴル）（2019.8.7-16）
- 2) 福士圭介，講演会参加・研究討論，復旦大学（中国）（2019.10.9-10）
- 3) 福士圭介，講演会参加・研究討論，天津大学（中国）（2019.10.11）
- 4) 福士圭介，国際会議「Second International Conference on All Material Fluxes in River Eco-Systems」招待講演，北京大学（中国）（2019.10.12-13）
- 5) 福士圭介，研究討論，オークランド工科大学（ニュージーランド）（2019.11.27-30）
- 6) 福士圭介，研究討論，北京大学（中国）（2020.1.6-9）
- 7) 福士圭介，湖沼調査，オルゴイ湖・オログ湖（モンゴル）（2020.1.15-24）
- 8) 長谷部徳子，国際会議「第 16 回 EastEurasiaConference」出席および学生巡検引率，モンゴル国立大学，モンゴル古生物学地質学研究所（モンゴル）（2019.9.15-25）
- 9) 長谷部徳子，e-Asia JRP Conference on Climate Change and Natural Disasters 参加，ロシア極東大学（ロシア）（2019.8.12-15）
- 10) 長谷部徳子，世界展開力ロシア研究・教育連絡，モスクワ大学（ロシア）（2019.4.16.19）
- 11) 本田匡人，研究討論，Yale-NUS College（シンガポール）（2019.7.30）
- 12) 本田匡人，技術研修・研究討論，New York State Department of Health（米国）（2019.11.8-16）
- 13) 本田匡人，研究討論，北京大学（中国）（2020.1.6-9）
- 14) 塚脇真二，第 32 回アンコール世界遺産国際管理運営委員会技術委員会および特別専門家委員会，シェムリアプ・プノンペン（カンボジア）（2019.6.2-6.14）
- 15) 塚脇真二，第 10 回公立小松大学/金沢大学環日本海域環境研究センターアンコール世界遺産インターナショナルシッププログラム，シェムリアプ・プノンペン（カンボジア）（2019.8.15-9.4）
- 16) 塚脇真二，韓国の世界遺産ならびにグローバルジオパークにかかる研究打合せと現地視察，ソウル（韓国）（2019.9.20-9.23）
- 17) 塚脇真二，第 55 回東アジア・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）年次総会，チェンマイ（タイ）（2019.11.3-11.7）
- 18) 塚脇真二，カンボジアのトンレサップ湖生物多様性維持機構にかかる研究打合せ，シェムリアプ（カンボジア）（2019.11.7-11.）

- 19) 塚脇真二, 第 33 回アンコール世界遺産国際管理運営委員会技術委員会, 第 26 回アンコール世界遺産国際管理委員会本会議総会および特別専門家委員会, シェムリアップ・プノンペン (カンボジア) (2019.12.3-12.15)
 - 20) 塚脇真二, カンボジアのアンコール世界遺産保全と通信設備の設置にかかる打合せ, シェムリアップ (カンボジア) (2020.1.29-2.4)
 - 21) 塚脇真二, カンボジアにおける文理融合研究計画の研究打合せとセミナー開催, プノンペン (カンボジア) (2020.2.5-2.9)
 - 22) 塚脇真二, カンボジアのアンコール世界遺産ならびにサンボー・プレイ・クック世界遺産における環境保全状況の視察と打合せ, シェムリアップ・コンポントム・プノンペン (カンボジア) (2020.3.17-3.26)
- 訪問外国人研究者
 - 1) Ario Damar, Bogor Agricultural University (インドネシア), 教授, Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental Issues 参加, 長谷部徳子 (2019.12.17-19)
 - 2) 田中幸哉, Kyunghee University (韓国), 教授, 共同研究, 長谷部徳子 (2020.02.9-13)
 - 3) Michael Krochmal, Autoscan Systems Pty. Ltd (オーストラリア), PI, 研究連絡 (2019.7.27-30)
 - 4) 田中幸哉, Kyunghee University (韓国), 教授, 共同研究, 長谷部徳子 (2019.7.7-17)
 - 5) Ochir Altansukh, モンゴル国立大学 (モンゴル) 教授, サマースクール, 長谷部徳子, 福士圭介, 本田匡人 (2019.6.30-7.9)
 - 6) 笠間丈志, デンマーク工科大学主任研究員, 研究連絡, 福士圭介 (2019.4.10)
 - 7) Eunice Tan, イェール大学シンガポール校 (シンガポール) 助教, サマースクール, 長谷部徳子, 福士圭介, 本田匡人 (2019.6.30-7.9)
 - 8) Ochir Altansukh, モンゴル国立大学 (モンゴル) 教授, 研究連絡, 長谷部徳子 (2020.1.29-2.5)
 - 9) Chau Sun Kérya, カンボジア王国文化省 (カンボジア), 世界遺産担当長官 (Secretariat of the State), アンコール世界遺産における文化財保全・環境保全に関する打合せ, 塚脇真二 (2019. 9.6)
 - 10) Nou Niran, UNESCO/プノンペン事務所 (カンボジア), 文化部門 (世界遺産担当), アンコール世界遺産における文化財保全・環境保全に関する打合せ, 塚脇真二 (2019. 9.6)
 - 11) Phoeurn Sokhim, 国立アンコール世界遺産管理機構 (カンボジア), 水管理部門副部門長, アンコール世界遺産における動植物保護に関する打合せ, 塚脇真二 (2019.11.14-18)
 - 12) Vat Buntha, 国立アンコール世界遺産管理機構 (カンボジア), 水管理部門一般職員, アンコール世界遺産における動植物保護に関する打合せ, 塚脇真二 (2019.11.14-18)
 - 13) Chun Kimseng, 国立アンコール世界遺産管理機構 (カンボジア), 水管理部門一般職員, アンコール世界遺産における動植物保護に関する打合せ, 塚脇真二 (2019.11.14-18)
 - 14) Chen Chanvichet, 国立アンコール世界遺産管理機構 (カンボジア), 水管理部門技術職員, アンコール世界遺産における動植物保護に関する打合せ, 塚脇真二 (2019.11.14-18)
 - 15) Prathana Kannaovakun, プリンスオブソンクラ大学プーケット校 (タイ), 副学長, 学生交流にかかる打合せ, 塚脇真二 (2020.2.12-14)
 - 16) Pornpissanu Promsivapallop, プリンスオブソンクラ大学プーケット校 (タイ), 観光・ホスピタリティ学部長, 学生交流とスマトラ地震津波後の社会環境の変化調査にかかる打合せ, 塚脇真二 (2020.2.12-14)

- 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)

- (6) 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) 長谷部徳子, 日本フィッシュントラック研究会委員 (会計) (2010～現在)
- 3) 長谷部徳子, International Conference on Thermochronology, Standing Comittiee member (2016～現在)
- 4) 長谷部徳子, 日本地球惑星科学連合 固体地球セクション 表層変動熱年代学 FG 副委員長 (2019～現在)
- 5) 長谷部徳子, ドイツ研究振興協会評価審査員(2019)
- 6) 西川 潮, Limnology Editorial Advisor (2019～現在)
- 7) 西川 潮, 日本陸水学会金沢大会実行委員長(2019)
- 8) 塚脇真二, 日本応用地質学会中部支部顧問 (2013～現在)
- 9) 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)
- 10) 塚脇真二, International Union of Geological Sciences, GeoHazard Task Group 委員 (2017～現在)

- 社会活動

- 1) 福士圭介, 金沢子ども科学財団科学作品審査会員 (2018)
- 2) 福士圭介, 原子力発電環境整備機構 TRU 廃棄物処理・処分技術開発検討委員 (2018～現在)
- 3) 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)
- 4) 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)
- 5) 長谷部徳子, 地学オリンピック石川県地区コーディネーター (2014～現在)
- 6) 長谷部徳子, 白山市地熱資源開発調査検討協議会 (2015～現在)
- 7) 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 (2018.8.28～現在)
- 8) 長谷部徳子, 大聖寺高校外部専門家等を活用した最先端分野を学ぶ授業推進事業」における講師 (2019.9.26)
- 9) 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 (2019.12.8)
- 10) 長谷部徳子, 金沢市井戸設置許可審査部会委員 (2019.9.1～現在)
- 11) 長谷部徳子, 金沢市産業廃棄物訂正処理専門委員会委員 (2019.4.1～現在)
- 12) 木下栄一郎, 石川県環境審議会専門部会委員 (2008～現在)
- 13) 木下栄一郎, 金沢市文化財保護委員会委員 (2001～現在)
- 14) 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)
- 15) 西川 潮, ドイツ学術交流サービスポスドク国際派遣プログラム (DAAD PRIME programme) 審

査員 (2019)

- 16) 西川 潮, Baltic Forestry, Science of the Total Environment, Biological Invasions, Journal of Applied Ecology, Agriculture, Ecosystems and Environment, Water, 生態学雑誌 査読者(2019)
- 17) 塚脇真二, こまつ SATOYAMA 評議会委員 (2015～現在)
- 18) 塚脇真二, 環境王国こまつアドバイザー (2015～現在)
- 19) 塚脇真二, 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)
- 20) 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)
- 21) 塚脇真二, カンボジアのシェムリア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) Chen, J., Shen, H., Sasa, K., Lan, H., Masunaka, T., Matsumura, M., Takahashi, T., Hosoya, S., He, M., He, Y., Li, Z., Zhao, Z., Liu, M., Wei, S., Qi, M., Zhao, Q., Qin, X., Chen, X., Jiang, S., 2019, Radiocarbon Dating of Chinese Ancient Tea Trees, *Radiocarbon*, **61(6)**, 1741-1748.
- 2) Inoue, M., Yamashita, S., Takehara, R., Miki, S., Nagao, S. (2019) Low levels of Fukushima Dai-ichi NPP-derived radiocesium in marine products from coastal areas in the Sea of Japan (2012–2017). *Applied Radiation and Isotopes* **145**, 187-192.
- 3) Inoue, M., Takehara, R., Yamashita, S., Senjyu, T., Morita, T., Miki, S., Nagao, S. (2019) Convection of surface water in the northeastern Japan Sea: Implications from vertical profiles of ¹³⁴Cs concentrations. *Marine Chemistry* **214**, 103661.
- 4) Iwai, H., 2019, The use of a glass fiber filter functionalized with a double-layer PEI/HA coating for removing trace levels of copper from artificial seawater, *Analytical Sciences*, **35**, 783-787.
- 5) Iwai, H., 2019, Evaluation of the effect of humic acids on the reductive elution of Fe from Fe₂O₃ in a saline, seawater-like medium, *ISIJ International*, **59**, 375-380.
- 6) Ishimaru, T., Tateda, Y., Tsumune, D., Aoyama, M., Hamajima, Y., Kasamatsu, N., Yamada, M., Yoshimura, T., Mizuno, T. and Kanda, J., 2019, Mechanisms of radiocesium depuration in *Sebastes cheni* derived by simulation analysis of measured ¹³⁷Cs concentrations off southern Fukushima 2014–2016, *Journal of Environmental Radioactivity*, **203**, 200-209.
- 7) Katsuta, N., Takano, M., Sano, N., Tani, Y., Ochiai, S., Naito, S., Murakami, T., Niwa, M., Kawakami, S., 2019, Quantitative μ -XRF scanning spectroscopy of wet sediment based on the X-ray absorption and emission theories: its application to freshwater lake sedimentary sequences, *Sedimentology*, **66**, 2490-2510.
- 8) Matsunaka, T., Sasa, K., Takahashi, T., Matsumura, M., Satou, Y., Shen, H., Sueki, K., Matsuzaki, H., 2019, Pre- and post-accident ¹⁴C activities in tree rings near the Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant, *Radiocarbon*, **61(6)**, 1633-1642.
- 9) Matsunaka, T., Sasa, K., Hosoya, S., Shen, H., Takahashi, T., Matsumura, M., Sueki, K., 2019, Radiocarbon measurement using a gas/solid hybrid ion source and an automated sample preparation system at the University of Tsukuba, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B*, **455**, 204-208.

- 10) Matsunaka, T., Nagao, S., Inoue, M., Mundo, R., Tang, N., Suzuki, N., Ogiso, S., Hayakawa, K., 2020, Temporal variations of polycyclic aromatic hydrocarbons in the seawater at Tsukumo Bay, Noto Peninsula, Japan, during 2014–2018, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17(3)**, 873.
- 11) Matsumura, M., Sasa, K., Matsunaka, T., Sueki, K., Takahashi, T., Matsuzaki, H., 2020, Contamination assessment of chemical preparation rooms for I-129 AMS, *Analytical Science*, Available online.
- 12) Mundo, R., Matsunaka, T., Iwai, H., Ogiso, S., Suzuki, N., Tang, N., Hayakawa, K., Nagao, S., January 2020, Interannual survey on polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in seawater of North Nanao Bay, Ishikawa, Japan, from 2015 to 2018: Sources, pathways and ecological risk assessment, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, **17(3)**, 904.
- 13) Nomura, R., Inoue, M. (2019) Comparison of different radionuclide dating models for estimating the ages of sediments from Lakes Shinji-ko and Nakaumi, Japan. *Laguna* **26**, 3-26.
- 14) Tsujimoto, A., Nomura, R., Arai, K., Nomaki, H., Inoue, M., Fujikura, K. (2020) Changes in deep-sea benthic foraminiferal fauna caused by turbidites deposited after the 2011 Tohoku-oki earthquake. *Marine Geology*, **419**, 106045.
- 15) Ochiai, S., Tokunari, T., Suzuki, T., Nagao, S., 2020, Transport processes of suspended and riverbed sediments inferred from atmospheric radionuclides in the Kumaki River, *Transactions, Japanese Geomorphological Union*, accepted.
- 16) Shen, H., Sasa, K., Meng, Q., Matsumura, M., Masunaka, T., Hosoya, S., Takahashi, T., Honda, M., Sueki, K., He, M., Huang, B., Zhao, Q., Dong, K., Guan, Y., Ruan, X., Sha, J., 2019, Exposure Age Dating of Chinese Tiankengs by ^{36}Cl -AMS, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B*, **459**, 29-35.
- 17) Shen, H., Sasa, K., Meng, Q., Matsumura, M., Masunaka, T., Hosoya, S., Takahashi, T., Honda, M., Sueki, K., He, M., Huang, B., Li, Z., Zhao, Z., Zhao, Q., Dong, K., Guan, Y., Ruan, X., Jiang, S., 2019, Sample preparation method of ^{36}Cl for Chinese TianKeng, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B*, **458**, 126-129.

(2) 著書・総説・資料・報告書

- 1) 井上睦夫 (2019) 海洋調査航海における放射能測定のための海水採取法. *ぶんせき 4 (ミニファイル)*, 154-155.
- 2) Matsunaka, T. and Sasa, K., 2019, Distribution and migration of radioiodine in terrestrial environment, *Environmental Contamination from the Fukushima Nuclear Disaster* (Eds. Nakajima, T., Ohara, T., Uematsu, M., Onda, Y.), Cambridge University Press, Chapter 6.4, 186-191.
- 3) Matsunaka, T., Nagao, S., Inoue, M., Ochiai, S., Morita, T., Miki, S., Honda, N., Aramaki, T., Kudo, I., Takikawa, T., Sueki, K., Takahashi, T., Sasa, K., 2019, Anthropogenic iodine-129 in the Japan Sea and Okhotsk Sea during 2017–2018, *UTTAC ANNUAL REPORT 2018*, UTTAC-88, 25-26.
- 4) 奈良郁子, 松中哲也, 渡邊隆広, 山田和芳, 安田喜憲, 小川原湖堆積物の放射年代測定結果と白頭山噴火年代との比較, 第 21 回 AMS シンポジウム報告集, 印刷中.
- 5) Sasa, K., Takahashi, T., Takano, K., Ochiai, Y., Ota, Y., Matsumura, M., Matsunaka, T., Sakaguchi, A., Sueki, K., 2019, Performance report of the Tsukuba 6 MV multi-nuclide AMS system in fiscal 2018, *UTTAC ANNUAL REPORT 2018*, UTTAC-88, 13-14.

- 6) Nagao, S., 2019, Behaviour of Radiocaesium from Rivers to the Coastal Marine Environment, *Environmental Contamination from the Fukushima Nuclear Disaster* (Eds. Nakajima, T., Ohara, T., Uematsu, M., Onda, Y.), Cambridge Press, Chapter 5.3, 131-134.
- 7) 渡邊彰・藤嶽暢英・長尾誠也編, 腐植物質ハンドブック第2版, 農文協, 東京, p.194
- (3) 学会発表
- 1) Nagao, S., Profile of Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Japan. *Workshop for source identification and transport processes in river systems*, Taipei, Taiwan (2019.05.13) .
 - 2) Nagao, S., Tahara, R., Goto, A., Hasegawa, T., Ochiai, S., Downward variation of organic carbon isotopes in suspended solids from a small river with forest and paddy field at Noto Peninsula, Japan. *2019 Taiwan Geosciences Assembly*, Taipei, Taiwan (2019.05.16) .
 - 3) Nagao, S., Miyasaka, S., Watanabe, S., Suzuki, K., Ochiai, S., Study on deposition of ^{134}Cs and ^{137}Cs from atmosphere to freshwater environment using a mountainous lake, Lake Haruna in Gunma Prefecture, Japan. JpGU, Makuhari (2019.5.26).
 - 4) Nagao, S., Tahara, R., Ochiai, S., Goto, A., Hasegawa, T., Study on transport of particulate organic matter in a small river with forest and paddy field by using carbon isotopes ($\delta^{13}\text{C}$ and $\Delta^{14}\text{C}$). JpGU, Makuhari (2019.5.26).
 - 5) Putra, D. I. P., Ochiai, S., Tomihara, S., Watanabe, S., Suzuki, K., Nagao, S., Migration behavior of radiocesium derived from Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident in Natsui River and Tone River. JpGU, Makuhari (2019.5.27).
 - 6) 長尾誠也, 河川流域—海洋沿岸域を流域圏とした物質動態研究, 共同研究集会「変化する環オホーツク陸域・海域環境と今後の展開」北海道大学 (2019.7.26).
 - 7) Nagao, S., Tahara, R., Ochiai, S., Goto, A., Hasegawa, T., Transport of particulate organic matter in Kumaki River by rain event of Typhoon Talim. *Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting*, Singapore (2019.7.29) .
 - 8) Nagao, S., Tahara, R., Goto, A., Hasegawa, T., Ochiai, S., Temporal variation of particulate organic matter concentration and carbon isotope composition ($\delta^{13}\text{C}$ and $\Delta^{14}\text{C}$) in a small river with forest and paddy field, Kumaki River in Japan. *The 16th East Eurasia International Workshop Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Eurasia*, Ulaanbaatar, Mongolia (2019.9.17) .
 - 9) Bat-Erdene Ariunsanaa, Nagao, S., Short-term dynamics of dissolved major and trace elements in Lake Kibagata. *The 16th East Eurasia International Workshop Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Eurasia*, Ulaanbaatar, Mongolia (2019.9.17) .
 - 10) 長尾誠也・宮坂將平・渡辺峻・鈴木究真・落合伸也, 山岳湖沼の赤城小沼における放射性セシウムの堆積解析, 2019年日本放射化学会, いわき (2019.9.24-26) .
 - 11) 佐々木一樹・長尾誠也・落合伸也・伊佐田智規・入野智久, ^{210}Pb を用いた厚岸湾における堆積場と粒子動態の解析, 2019年日本放射化学会, いわき (2019.9.24-26) .
 - 12) Putra, D.I.P., Tomihara, S., Buesseler, K. O., Nagao, S., Vertical profiles of radiocesium in beach sand samples from Yotsukura, Fukushima Prefecture after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. 2019年日本放射化学会, いわき (2019.9.24-26) .
 - 13) 藤田充司・長尾誠也・落合伸也・杉本亮・芳村毅・Matthew A. Charette・Paul B. Henderso, Rn-222

- を用いた能登半島七尾西湾での海底湧水流出解析. 2019年日本放射化学会, いわき (2019.9.24-26).
- 14) 長尾誠也・落合伸也・渡辺峻・鈴木究真, 能登半島・利根川上流河川水における放射性セシウム濃度の時系列変動. 日本陸水学会 第84回大会, 金沢市 (2019.9.28)
 - 15) 長尾誠也・落合伸也, 七尾西湾の環境. 市民講演会「少子高齢化が及ぼす河川・沿岸域環境の変化と保全対策」, 金沢市 (2019.11.09).
 - 16) Nagao, S., Research activities of Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Japan. KU-PKU Joint Workshop on Environmental Issues, Pekin University (2020.1.7).
 - 17) Nagao, S., Introduction of the international symposium "Integrated Environmental Studies". Joint Usage/Joint Research Symposium on Integrated Environmental Studies, Kanazawa, Japan (2019.12.17-18).
 - 18) Nagao, S., Overview of the project "Spatial distribution of trans-boundary pollution and related environmental phenomena in marginal sea area of western Pacific Ocean". Chosen International Symposium on Transboundary Pollution at North-South Transect at Marginal Sea in western Pacific Ocean, Kanazawa, Japan (2019.12.18-19).
 - 19) Nagao, S., Importance of global research network on atmosphere-marine linkage studies from north to south transect. Joint Usage/Joint Research Symposium on Integrated Environmental Studies, Kanazawa, Japan (2019.12.18-19).
 - 20) Bat-Erdene Ariunsanaa, Nagao, S., Short-term dynamics of dissolved major and trace elements in Lake Kibagata. Joint Usage/Joint Research Symposium on Integrated Environmental Studies, Kanazawa, Japan (2019.12.17-18).
 - 21) 井上睦夫・竹原亮成・花木祥太郎・亀山紘旭・長尾誠也, 西岡純 2018年のセシウムとラジウムの分布からみたベーリング海への福島原発由来セシウムの流入. 西部ベーリング海におけるロシア船観測航海成果とりまとめワークショップ, 北海道大学 (2019.10.18).
 - 22) Inoue, M., Seawater circulation in the Sea of Japan: Implications from radiocesium. Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental issues, Kanazawa, Japan (2019.12.17).
 - 23) 岩井久典, Rodrigo Jose Mundo, 松中 哲也, 長尾 誠也, PEI-ガラスフィルターによる腐植物質と会合した多環芳香族炭化水素の膜分離. 2019年日本腐植物質学会, 稚内 (2019.9.18-19).
 - 24) Iwai, H., Mundo, R., Matsunaka, T., Nagao, S., Partitioning of free- and humic substances bound-polycyclic aromatic hydrocarbons using a glass fiber filter coated with polyethylenimine. *AGU Fall Meeting 2019*, San Francisco, USA (2019.12.9-13).
 - 25) Iwai, H., Mundo, R., Matsunaka, T., Nagao, S., Separation of polycyclic aromatic hydrocarbon associated with humic substances. Joint Usage/Joint Research Symposium on Integrated Environmental Studies, Kanazawa, Japan (2019.12.17-18).
 - 26) Matsunaka, T., Spatial distribution of seawater polycyclic aromatic hydrocarbon concentrations in Japan Sea. Joint Usage/Joint Research Symposium on Integrated Environmental Studies, Kanazawa, (2019.12.17-18).
 - 27) 松中哲也, 後藤章夫, 渡邊隆広, 土屋範芳, 平野伸夫, 笹公和, 蔵王山における火山活動と熱水系ヨウ素同位体比の変動, 日本陸水学会第84回大会金沢大会 (2019.9.27-30).
 - 28) 松中哲也, 笹公和, 高橋努, 松村万寿美, 末木啓介, 松崎浩之, 樹木年輪に記録された福島第一原子力発電所事故由来 C-14 の分布, 日本放射化学会第63回討論会(2019), いわき (2019.9.24-26).
 - 29) 松中哲也, 笹公和, 松村万寿美, 平尾茂一, 脇山義史, 末木啓介, 樹木年輪に記録された原発事故

由来 C-14 の分布, 放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点・共同研究 2019 年度年次報告会, 福島 (2020.3.11).

- 30) Mundo, R., Matsunaka, T., Iwai, H., Nagao, S., Spatial variations of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in West Nanao Bay, Noto Peninsula, 2019 年度北陸地区講演会と研究発表会, 金沢 (2019.11.29).
- 31) Mundo, R., Matsunaka, T., Iwai, H., Nagao, S., Sources and pathways of polycyclic aromatic hydrocarbons transported to West Nanao Bay, Noto peninsula, Japan. *Joint Usage/Joint Research Symposium on Integrated Environmental Studies*, Kanazawa, Japan (2019.12.17-18).
- 32) Mundo, R., Matsunaka, T., Iwai, H., Nagao, S., Seasonal study of seawater PAHs in Nanao Bay in 2019, Understanding Present Environmental Situation of Marginal Sea, Kanazawa, (2019.12.16).
- 33) 奈良郁子, 松中哲也, 山崎慎一, 土屋範芳, 渡邊隆広, 山田和芳, 安田喜憲, 高精度年代測定に基づく小川原湖(青森県)の汽水湖化時期の特定, 日本陸水学会第 84 回大会金沢大会 (2019.9.27-30).
- 34) Ochiai, S., Tsuruoka, M., Tahara, R., Matsunaka, T., Matsuki, A., Nagao, S., Erosion and transport processes of earth surface materials in river catchment systems inferred from atmospheric radionuclides. *Workshop for source identification and transport processes in river systems*, Taipei, Taiwan (2019.5.13) .
- 35) Ochiai, S., Suzuki, T., Nagao, S., Yonebayashi, K., Goto, A., Hasegawa, T., Nakamura, K., Natural and anthropogenic impacts on the transport of particulate organic matter inferred from reservoir sediments in the Noto Peninsula, Japan. *2019 Taiwan Geosciences Assembly*, Taipei, Taiwan (2019.5.16) .
- 36) Ochiai, S., Tahara, R., Matsunaka, T., Nagao, S., Transport processes of suspended solids in the Kumaki River inferred from atmospheric radionuclides. *Japan Geoscience Union Meeting 2019*, Chiba, Japan (2019.5.29).
- 37) Ochiai, S., Lin, J.C., Kashiwaya, K., Typhoon-induced soil erosion inferred from reservoir sediment observation in a mud rock area in southern Taiwan. *Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting*, Singapore (2019.7.29).
- 38) Ochiai, S., Tahara, R., Matsunaka, T., Nagao, S., Discharge behavior of suspended solids in the kumaki river based on atmospheric radionuclides. *The 16th East Eurasia International Workshop Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Eurasia*, Ulaanbaatar, Mongolia (2019.9.17).
- 39) 落合伸也・田原龍之介・松中哲也・長尾誠也, 能登半島・熊木川流域での大気由来放射性核種の流出挙動. 日本陸水学会 第 84 回大会, 金沢市 (2019.9.28)
- 40) 落合伸也・長尾誠也・林俊全・柏谷健二, 堆積物の放射性核種・物理特性から見た流域の土砂流出イベント. 汽水域研究会 2019 年(第 11 回)北潟湖大会, あわら市 (2019.11.03)
- 41) 落合伸也, 熊木川における物質輸送. 市民講演会「少子高齢化が及ぼす河川・沿岸域環境の変化と保全対策」, 金沢市 (2019.11.09).
- 42) 坂口航平, 長尾誠也, 松中哲也, 福士圭介, 勝見尚也, 木場潟における有機物濃度と炭素同位体比変動, 日本陸水学会第 84 回大会金沢大会 (2019.9.27-30).
- 43) Sasa, K., Takahashi, T., Matsumura, M., Ochiai, Y., Matsunaka, T., Sakaguchi, A., Shen, H., Sueki, K., Progress of Ultrasensitive Detection Techniques for the 6MV multi-nuclide AMS System at the University of Tsukuba. The 8th East Asia Accelerator Mass Spectrometry Symposium, Nagoya, Japan (2019.12.2-6).
- 44) 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, $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比および $^{234}\text{Th}/^{238}\text{U}$ 比からみた日本列島をとりまく三縁海における物質循環. 2019 年日本放射化学会, いわき (2019.9.24-26).

- 45) 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・滝川哲太郎・葛西広海・谷内由貴子・長尾誠也, 2018-2019 年の日本列島周辺における ^{134}Cs の空間分布. 2019 年日本放射化学会, いわき (2019.9.24-26).
- 46) 花木 祥太郎・井上 睦夫・諸角季生・城谷勇陞・伊藤 雅・本多直人・小藤久毅・藤田充司・鈴木信雄・小木曾正造・広橋教貴・安東宏徳・佐藤勇介・森脇和也・長尾誠也, $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比からみた対馬暖流三分枝の循環. 2019 年日本放射化学会, いわき (2019.9.24-26).
- 47) Tsuruoka, M., Ochiai, S., Matsuki, A., Nagao, S., Erosion and transport processes of earth surface materials in a reservoir-catchment system inferred from atmospheric radionuclides ^7Be and ^{210}Pb . *Japan Geoscience Union Meeting 2019*, Chiba, Japan (2019.5.29)
- 48) Tsuruoka, M., Ochiai, S., Matsuki, A., Nagao, S., Dynamics of earth surface materials in a reservoir-catchment system inferred from ^7Be and ^{210}Pb . *The 16th East Eurasia International Workshop Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Eurasia*, Ulaanbaatar, Mongolia (2019.9.17)
- 49) 横山大輝, 笹公和, 松中哲也, 高橋努, 松村万寿美, 高野健太, 落合悠太, 長谷川涼, 太田祐貴, 末木啓介, 福島県の避難指示区域における I-129 の分布と Cs-137 との関係性, 日本放射化学会第 63 回討論会(2019), いわき (2019.9.24-26).

(4) 研究交流

● 共同研究

- (1) 井上睦夫：放射性核種からみた日本海の物質循環, 日本海区水産研究所 (本多直人)
- (2) 松中哲也：樹木年輪に記録された原発事故由来 C-14 の分布, 筑波大学
- (3) 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
- (4) 松中哲也：蔵王火山の活動の熱的・地球化学的モニタリング, 東北大学
- (5) 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.
- (6) 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, 中央水産研究所
- (7) 落合伸也：ユーラシア東部地域の湖沼堆積物を用いた長期古環境変動解析, 岐阜大学 (勝田長貴)
- (8) 落合伸也：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, 新潟大学 (卜部厚志), 富山大学 (酒井英男), 立山カルデラ砂防博物館 (丹保俊哉・飯田 肇)

● 共同研究・共同利用 (文科省)

- 1) 長尾誠也：環日本海域沿岸域における海底湧水の実態把握 (国際・重点研究). ロシア科学アカデミー極東支部 (A. Charkin)
- 2) 長尾誠也：日本海から採取した海底堆積物コア - 環境 DNA を用いた過去生態系の推定 (一般拠点研究). 九州大学 (准教授 島崎洋平)
- 3) 長尾誠也：環日本海域海底堆積物における重金属の分布状況 (国際一般研究). ロシア極東連邦大学 (Olga V. Nesterova)
- 4) 長尾誠也, 海底に堆積するマイクロプラスチックの分布調査とその応用に関する研究 (一般研究). 山口大学 (准教授 川村喜一郎)

- 5) 長尾誠也：農用地におけるマイクロプラスチックの分析方法の確立と動態把握（一般研究）．石川県立大学（講師 勝見尚也）
- 6) 長尾誠也：二枚貝の貝殻を用いた日本海沿岸の放射性ストロンチウムモニタリング法の検討（一般研究）．近畿大学（講師 荻部甚一）
- 7) 長尾誠也：瀬戸内海の海底堆積物中多環芳香族炭化水素（PAH）の分布（若手一般研究）．広島大学（博士後期課程1年 辻 浩明）
- 8) 長尾誠也：日本海における越境汚染の実態把握（研究集会）．ロシア科学アカデミー極東支部（V. B. Lobanov）
- 9) 長尾誠也：陸起源物質が沿岸海洋に及ぼす影響評価（研究集会）．北海道大学（准教授 白岩孝行）
- 10) 井上睦夫：複数の放射性核種を利用した日本海—オークランド(ニュージーランド) 沿岸域の物質循環の比較および解析（一般国際研究）．オークランド工科大学（Stephen Archer）
- 11) 井上睦夫：日本周辺海域における東電福島第一原発事故由来の粒子態放射性セシウムの沈降実態（一般研究）．水産研究・教育機構中央水産研究所（主任研究員 帰山秀樹）
- 12) 井上睦夫：日本の東西沿岸域における東電福島第一原発由来放射性 Cs の動態把握（一般研究）．海洋生物環境研究所（主査研究員 高田兵衛）
- 13) 井上睦夫：セシウム 137 を用いた日本海深層水の循環に関する研究（一般研究）．海洋研究開発機構（主任技術研究員 熊本雄一郎）
- 14) 井上睦夫：ネオジムおよびラジウム同位体をマルチトレーサーとした日本海における物質循環の解明に関する研究（一般研究）．弘前大学（助教 田副博文）
- 15) 落合伸也：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（国際一般研究）．国立台湾大学（教授 黄誌川）
- 16) 落合伸也：花粉分析と磁化測定に基づく過去の森林管理が山地から水域への土砂流出に及ぼした影響評価（一般研究）．森林研究・整備機構（志知幸治）
- 17) 松中哲也：Pb-210 と C-14 を用いた湖底堆積物の高精度年代モデル構築とモンスーン変動復元（一般研究）．中京大学（非常勤講師 奈良郁子）
- 18) 松中哲也：日本海と太平洋における人為起源 ^{129}I と ^{137}Cs および ^{36}Cl の降下量変動評価と海洋循環トレーサーへの適応（一般研究）．筑波大学（准教授 笹公和）

- 海外渡航

- 1) 長尾誠也・落合伸也：台北（台湾）、「2019 Taiwan Geosciences Assembly」出席，研究打ち合わせ（2019. 5.12-5.17）
- 2) 長尾誠也：ロシア（ウラジオストク）、「26th International Conference (PACON-2019)」出席（2019. 7.15-7.18）
- 3) 長尾誠也・落合伸也：シンガポール、「16th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society」出席（2019. 7.28-8.2）
- 4) 長尾誠也：ロシア（ウラジオストク）、「e-ASIA JRP Conference on Clime Change and Nature Disasters」出席（2019. 8.12-8.15）
- 5) 長尾誠也・落合伸也：モンゴル（ウランバートル）、「The 16th East Eurasia International Workshop」出席（2019. 9.15-9.18）
- 6) 長尾誠也・井上睦夫・松中哲也：台北（台湾），台湾沖海洋調査打ち合わせ（2019. 11.3-11.6）

- 7) 長尾誠也・井上睦夫：オークランド（ニュージーランド），大気海洋観測に関する共同研究打ち合わせ（2019. 11.27-11.30）
- 8) 長尾誠也：北京（中国），研究集会「東アジア地域の環境保全における中日協力のあり方」出席（2020. 1.6-1.9）
- 9) 井上睦夫：ロシア（ウラジオストク），海水の放射性核種の分布調査に関する共同研究の打ち合わせ，海水試料からの放射性核種の分離処理(2019. 9.7-9.12)
- 10) 井上睦夫：台北（台湾），台湾沖海洋調査試料の化学処理(2019. 12.2-12.7)
- 11) 岩井久典：サンフランシスコ（アメリカ），「AGU fall meeting2019」出席（2019. 12.8-12.15）

- 訪問外国人研究者

- 1) Tung-Yuan Ho, Research Fellow, 台湾中央研究院（台北），海水試料採取調査に関する研究打合せ，長尾誠也・井上睦夫（2019. 6.27）
- 2) モンゴル国立大学（モンゴル），Yale-NUS College（シンガポール）14名（学生），サマースクール，落合伸也（2019. 7.7）
- 3) Jr-Chuan Huang, Professor, National Taiwan University（台湾），全国共同利用研究に関する調査・実験・研究打ち合わせ，長尾誠也・落合伸也（2019. 8.7-8.9）
- 4) Chen Pei-Hao, Student, National Taiwan University（台湾），全国共同利用研究に関する調査・実験・研究打ち合わせ，長尾誠也・落合伸也（2019. 8.7-8.9）
- 5) Huang Wei-Lun, Student, National Taiwan University（台湾），全国共同利用研究に関する調査・実験・研究打ち合わせ，長尾誠也・落合伸也（2019. 8.7-8.9）
- 6) Aleksandr Charikin, Researcher, V.I.II'ichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences（ロシア），全国共同利用研究 研究打ち合わせ，調査，試料前処理，長尾誠也（2019. 8.27-8.30）
- 7) Pavel Semkin, Researcher, V.I.II'ichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences（ロシア），全国共同利用研究 研究打ち合わせ，調査，試料前処理，長尾誠也（2019. 8.27-8.30）
- 8) Jr-Chuan Huang, Professor, National Taiwan University（台湾），全国共同利用研究 打ち合わせ，落合伸也（2019. 12.20）

- (5) 各種活動

- 学会活動

- 1) 井上睦夫：日本放射化学会「放射化学」編集委員 2019-現在
- 2) 長尾誠也：日本腐植物質学会理事，2015-現在
- 3) 長尾誠也：日本腐植物質学会編集委員，2011-現在
- 4) 長尾誠也：国際腐植物質学会日本支部長，2012-現在
- 5) 長尾誠也：国際腐植物質学会選挙委員会委員長

- 社会活動

- 1) 井上睦夫：石川県 2018-現在
- 2) 長尾誠也：小松高校 SSH 運営委員会委員 2011-現在

- 3) 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
- 4) 長尾誠也：海洋生物環境研究所データ解析専門部会委員，2014-現在
- 5) 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
- 6) 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
- 7) 長尾誠也：弘前大学被ばく医療総合研究所戦略会議委員
- 8) 長尾誠也：東京大学大気海洋研究所協議会委員
- 9) 長尾誠也：島根大学海洋科学部門起き臨海実験書共同利用運営委員会委員
- 10) 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
- 11) 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

- 招待講演および特別講演，依頼講演

- 1) 井上睦夫：基調講演「 ^{134}Cs からみた日本海と福島原発事故」原子力施設等放射能調査機関連絡協議会年会，敦賀市 (2019.7.11).
- 2) 井上睦夫：基調講演「 Cs-134 からみた日本海の物質循環」環境放射能測定技術会議，敦賀市 (2020.2.26).
- 3) Nagao, S., Terasaki, S., Ochiai, S., Fukushi, K., Asami, M., Temporal variation of radiocesium concentration in surface marine sediments at coastal area off Fukushima Prefecture, Japan. 26th International Conference on Marine Science and Technology for Sustainable Development, Vladivostok (2019.7.16-19). 招待講演
- 4) Nagao, S., Ochiai, S., Tomihara, S., Suzuki, K., Effect of heavy rain on transport of suspended solids in river systems. e-Asia JRP Conference on Climate Change and Natural Disasters, Vladivostok (2019.9.13-14). 招待講演
- 5) Nagao, S., Behavior and characterization of humic substances in Japan, IWA Specialist Conference on Natural Organic Matter in Water 2019, The International Water Association, Tokyo (2019.10.7-9). 招待講演

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, 科学研究費補助金基盤研究 C, 水安定同位体比を用いた大気汚染物質が降水システムに与える影響評価, 代表者, 平成 30~令和 2 年度, 3,400 千円.
- 2) 早川和一, 科学研究費補助金挑戦的研究 (開拓), 多環芳香族炭化水素類の複合反応と疾病との関係に関する開拓研究, 代表者, 平成 29~令和 3 年度, 3,800 千円.
- 3) 早川和一, 科学研究費補助金基盤研究 (C) 一般, 大気汚染物質と黄砂との相互作用, 分担者, 平成 29~令和 1 年度, 分担者, 100 千円.
- 4) 松木 篤, 科学研究費補助金基盤研究 (B), 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, 科学研究費補助金基盤研究 (C) 一般, 大気汚染物質と黄砂との相互作用, 代表者, 平成 29~令和 1 年度, 1,100 千円.
- 6) 唐 寧, 科学研究費補助金基盤研究 (C) 一般, 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, 分担者, 平成 30~令和 2 年度, 100 千円.
- 7) 唐 寧, 科学研究費補助金挑戦的研究 (開拓), 多環芳香族炭化水素類の複合反応と疾病との関係に関する開拓研究, 分担者, 平成 29~令和 3 年度, 100 千円.
- 8) 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, サブテーマリーダー, 令和元~3 年度, 5,031 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, 代表者, 令和元年, 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) 共同研究費

- 1) 猪股弥生, 放射性物質環境動態・環境および生物への影響に関する学際共同研究, 日本海及び北太平洋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輸送の時定数と輸送量の推定, 代表者, 令和 1 年度, 160 千円.

(4) 受託研究費

- 1) 猪股弥生, 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 (華山力成), 共同研究グループ・研究参加者, 平成 30~令和 5 年度.
- 2) 早川和一, 唐 寧, 一般財団法人日本自動車研究所, 多環芳香族炭化水素とニトロ多環芳香族炭化水素をマーカーとする都市大気中粒子状物質の発生源解析法の開発, 令和 1 年度, 1,100 千円.
- 3) 唐 寧, 日本学術振興会二国間交流事業 オープンパートナーシップ, 中国の大気汚染及び我が国への影響に関する調査研究. 平成 30~令和 1 年度, 2,000 千円.

【海洋環境領域】

(1) 科学研究費

- 1) 木谷洋一郎，基盤研究（C），フグ毒結合タンパク質の構造と機能に関する研究—フグ毒に対する生体防御機構—（代表：長島裕二，新潟食料農業大学），分担者，令和元年度，250 千円（平成 31 年-令和元年度の直接経費計 1,100 千円）
- 2) 関口俊男，基盤研究（C），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 31-令和元年度，900 千円。
- 3) 鈴木信雄，基盤研究（C），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，金沢大学），分担者，平成 31-令和元年度，100 千円（平成 31-令和元年度の直接経費 total 900 千円）。

(2) 研究助成金等

- 1) 関口俊男，クリタ水・環境科学財団，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
- 2) 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

(3) 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
- 2) 鈴木信雄，石川県漁業協同組合，水産生物の教材開発，代表者，95,300 円

【陸域環境領域】

(1) 科学研究費

- 1) 福士圭介，科研費新学術領域研究（国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B))「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，直接経費 3,800 千円
- 2) 福士圭介，科学研究費補助金新学術領域（研究計画）「水惑星学創成に向けた分子地球化学分析」平成 29～33 年度，代表者，直接経費 2,000 千円
- 3) 福士圭介，科学研究費補助金新学術領域（研究領域提案型）「水惑星学創成」平成 29～33 年度，分担者（代表：関根康人），直接経費 600 千円
- 4) 長谷部徳子，科学研究費補助金挑戦的萌芽「数百年から数万年の試料の年代決定をめざすアルファリコイルトラック年代測定法の開発」平成 28～31 年度，代表者，3,510 千円
- 5) 長谷部徳子，科学研究費補助金基盤研究 B「高速摩擦の知見に裏付けされたルミネッセンス断層熱年代学の確立」分担者（代表：大橋聖和），令和 1～4 年度，100 千円
- 6) 本田匡人，科学研究費学術研究助成基金助成金若手研究「ネオニコチノイド系農薬のヒト尿を用いたバイオモニタリングと影響評価」平成 31～令和 3 年度，代表者，直接経費 1,400 千円

(2) 研究助成金等

- 1) 本田匡人，日本科学協会笹川科学研究助成，フナムシを用いた潮上帯を主とした渚域の PAH およ

びプラスチックごみ汚染調査，2019年度，代表者，770千円

- (2) 本田匡人，環境省環境研究総合推進費（委託費），多環芳香族炭化水素類を含む粒子状物質が関与する新しい慢性咳嗽疾患に関する環境疫学的研究，2019-2021年度，分担者（代表：中村裕之），300千円
- (3) 西川 潮，住友財団環境研究助成，平成30年度～令和元年度「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」，代表者，620千円

(3) 共同研究費

- 1) 長谷部徳子，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・物理特性を用いた洪水イベント履歴の復元，2019年度，分担者（代表 落合伸也），390千円

(4) その他

- 1) 塚脇真二，日本学生支援機構海外留学支援制度（協定派遣）「アンコール遺跡整備公団学生インターンシッププログラム」，代表者，平成31年度，210千円
- 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，平成31年度，4,522,044円
- 3) 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，平成31年度，1,350千円

【統合環境領域】

(1) 科学研究費等

- 1) 長尾誠也，科学研究費（基金）：基盤研究C，赤城大沼における放射性セシウムのスペシエーション分析による動態解明，分担者，平成30年度～令和2年度，30千円。
- 2) 長尾誠也，科学研究費（基金）：基盤研究C，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，分担者，平成30年度～令和2年度，100千円。
- 3) 井上睦夫，科学研究費（基金）：基盤研究C，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年度～令和2年度，1,100千円。
- 4) 落合伸也，科学研究費（基金）：基盤研究C，堆積物の放射性核種・磁化特性による河川流域の土砂流出イベント履歴復元手法の開発，代表者，平成31年度～令和3年度，1,100千円。
- 5) 岩井久典，科学研究費（基金）：若手研究，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年度～令和2年度，1,203千円。

(2) 研究助成金等

- 1) 長尾誠也，研究助成：住友財団，環境研究助成・課題研究，少子高齢化に対応した流域管理の提言と実践，平成29年度～令和元年11月 令和元年度 2,352千円

(3) 共同研究費

- 1) 濱島靖典，共同研究：(株)環境総合テクノス，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，平成29年～31年度，600千円。

(4) 受託研究費

- 1) 長尾誠也，受託研究：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構，福島県沿岸海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，令和元年度，4,119 千円。
- 2) 長尾誠也，受託研究：小松市，木場潟の水質改善調査，令和元年度，1,785 千円。
- 3) 濱島靖典，受託研究：㈱環境総合テクノス，極微量放射能の分布に関する研究，令和元年度，1,915 千円。

(5) 奨学寄附金

- 1) 岩井久典，造船学術研究推進機構，327,541 円。

6. 研究指導

研究領域部門

【大気環境領域】

(1) 博士論文

- 1) Batdelger Byambaa, Sources, Seasonal Variation and Health Risks of Particle-bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Ulaanbaatar, Mongolia (モンゴル・ウランバートル市における浮遊粒子状物質中多環芳香族炭化水素類の起源, 季節変化, 健康影響に関する研究), 自然科学研究科自然システム学専攻, 博士(理学), 松木 篤・唐 寧・長谷部徳子・福士圭介・猪股弥生

(2) 修士論文

- 1) 楽間健人, 福江島における春季大気観測による新粒子生成のメカニズム解明, 自然科学研究科自然システム学専攻, 修士(工学), 猪股弥生, 多田 薫
- 2) 三部勇樹, 福江島における微小粒子状物質の粒径別化学成分解析, 自然科学研究科自然システム学専攻, 修士(工学), 猪股弥生, 瀧健太郎
- 3) 國久亮太, 表面増強ラマン散乱(SERS)を用いた大気エアロゾルの超高感度分析技術の開発と応用, 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
- 4) 土屋 望, 大気エアロゾルの磁気特性評価と新たな大気汚染指標としての応用可能, 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) 田所耕平, 長石の氷晶核能と表面構造の関連性, 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

(3) 卒業研究

- 1) 武田真人, 多環芳香族炭化水素の越境輸送と人への健康影響評価, 理工学域自然システム学類物質循環コース, 学士(理学), 猪股弥生
- 2) 長田桃香, 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, 理工学域自然システム学類物質循環コース, 学士(理学), 猪股弥生
- 3) 久保田誠史, 能登半島におけるエアロゾル粒径分布の長期トレンド, 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) 潮津亮, 異なる温度条件における凝縮成長管内のナノ粒子活性化挙動, 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) 修士論文

- 1) 小坂優斗, 魚類血清に含まれる抗菌性L-アミノ酸オキシダーゼの性状と機能, 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), 木谷洋一郎

(2) 卒業研究

- 1) 東野将也, アカエイにおけるカルシトニンの生理作用に関する研究, 自然システム学類 生物コース, 学士(理学), 関口俊男

【陸域環境領域】

(1) 博士論文

- 1) Alam Mohammad Shah A comparative study of *Aedes albopictus* becoming a global pest and its native relative *Aedes flavopictus*, 自然科学研究科自然システム専攻, 博士 (理学), 西川 潮 (副査), 木下栄一郎 (副査)
- 2) Batdelger Byambaa, Sources, Seasonal Variation and Health Risks of Particle-bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Ulaanbaatar, Mongolia, 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・福士圭介 (副査)
- 3) Tsetsgee Solongo, Molybdenum Behavior In Surface Water And Sediment Affected By Mining Activities In Erdenet City, Mongolia, 自然科学研究科自然システム学専攻, 博士 (理学), 福士圭介 (主査), 長谷部徳子 (副査)
- 4) 平井康裕, Petrogenesis of volcanic rocks from the Izu and Kermadec arcs: Implications for development of oceanic arc, 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)

(2) 修士論文

- 1) Masfiro Lailati, Application of bamboo biomass resources in agrochemical-free rice farming, 自然科学研究科自然システム専攻, 修士 (理学), 西川 潮 (主査)
- 2) ジャヌアル・リドワン, Analyses of sag pond sediment to assess the disaster history along Lembang fault, West Java, Indonesia, 自然科学研究科自然システム専攻, 修士 (理学), 長谷部徳子 (主査), 福士圭介 (副査)
- 3) 高橋和大, 農業害虫と施肥の関係-食物網におけるトップダウン・ボトムアップ双方向からの解析 自然科学研究科自然システム専攻, 修士 (理学), 西川 潮 (副査)
- 4) 米健太郎, スメクタイトの熱力学的パラメータの予測と火星古環境復元への応用, 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) 卒業研究

- 1) 井上皓介, 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ー化法の開発, 理工学域自然システム学類, 学士 (理学), 福士圭介
- 2) 奥山晃浩, フェリハイドライト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, 理工学域自然システム学類, 学士 (理学), 福士圭介
- 3) 小山博晃, ジルコンの薄片エッチングをめざした取り組み, 学士 (理学), 長谷部徳子
- 4) 工藤秀平, 外来ザリガニの侵入歴の違いに伴う行動特性の変化, 理工学域自然システム学類, 学士 (理学), 西川潮
- 5) 水野真衣, 白山ろく地域の地熱変質岩を用いた画像解析による地熱指標調査, 理工学域自然システム学類, 学士 (理学), 長谷部徳子
- 6) 小泉奈央, An Examination of the Influence of Global Tourism on Children's Rights in Cambodia, 人間社会学域国際学類, 学士 (国際学), 塚脇真二 (副査)

【統合環境領域】

(1) 修士論文

- 1) 坂口航平, 木場潟における有機汚濁の原因解明研究. 自然科学研究科物質化学専攻, 修士(工学), 長尾誠也
- 2) 佐々木一樹, 厚岸湖・厚岸湾における陸起源懸濁粒子の堆積環境の解析. 自然科学研究科物質化学専攻, 修士(理学), 長尾誠也
- 3) 藤田充司, Rn-222 を用いた七尾湾における海底湧水の実態把握. 自然科学研究科物質化学専攻, 修士(理学), 長尾誠也
- 4) Deddy Irawan Permana Putra, Dynamics of radionuclides from the Fukushima nuclear accident at river watershed and coastal environment. 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) 亀山紘旭, $^{234}\text{Th}/^{238}\text{U}$ 比からみた日本列島をとりまく海洋の粒子除去. 理工学域物質化学類化学コース, 学士(理学), 井上睦夫
- 2) Rodrigo Jose Mundo Duenas : Spatial-temporal distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in seawater at West Nanao Bay, Noto Peninsula. 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) 國久亮太, 松木 篤ほか, SERS を用いた実大気ナノ粒子の化学組成分析, 第 36 回エアロゾル科学・技術研究討論会ベストポスター賞 (2019.9.5)
- 2) 張 露露, 唐 寧ほか, Conversion of naphthalene in the aqueous phase under the action of Asian dust particles, The Best Poster (Joint International Symposium), Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University (2019.12.17)

(2) 新聞等報道

- 1) 猪股弥生, 放出セシウム 1 年で還流 福島第 1 原発事故 想定より短ルート, 毎日新聞全国版 (2019.7.8)

【海洋環境領域】

(1) 新聞等報道

- 1) 鈴木信雄, 令和元年 6 月 15 日 11:45~11:50 海と日本プロジェクト (石川テレビ): (イカす会での公開講座)
- 2) 鈴木信雄, 令和元年 6 月 24 日 (読売新聞): 海洋プラスチック実験で考える (金沢海未来図書館の公開講義)
- 3) 鈴木信雄, 令和元年 7 月 19 日 (北國新聞): 宇宙空間の骨吸収 メラトニンで抑制 (J. Pineal Res. の論文出版に関する記事)
- 4) 鈴木信雄・関口俊男・木谷洋一郎, 令和元年 9 月 17 日 (北國新聞): 九十九湾の生物 全国の学生観察 (公開臨海実習に関する記事)
- 5) 鈴木信雄・関口俊男・木谷洋一郎, 令和元年 10 月 17 日 (北國新聞): 能登町の金大臨海実験施設 60 年の歩みや成果講演 (臨海記念行事に関する記事)
- 6) 鈴木信雄・関口俊男・木谷洋一郎, 令和元年 10 月 17 日 (北陸中日新聞): 能登町で 60 年 歩み振り返る (臨海記念行事に関する記事)

(2) 特許

- 1) 木谷洋一郎, 小坂優斗, 鈴木信雄: 魚類生体防御機構の活性化方法. 特願 2019-117995 (出願日 2019 年 6 月 26 日)

【陸域環境領域】

(1) 学術賞等の受賞状況

- 1) 長谷部徳子, 地質学会論文賞

(2) 新聞等報道

- 1) 富士圭介・関根康人, Acqua salata nel passato di Marte (Focus.it) (2020.2.4)
- 2) 富士圭介・関根康人, Study: Mars' water may have been picked with minerals, salt (MSN) (2020.2.4)
- 3) 富士圭介・関根康人, Солёное озеро обнаружено на Марсе (Popmech) (2020.2.4)
- 4) 富士圭介・関根康人, Scientists say Mars had salty, comfortable lakes (BGR) (2020.2.4)

- 5) 福士圭介・関根康人, Mars' water may have been packed with minerals and salt, possibly supporting life, study says (Fox News) (2020.2.3)
- 6) 福士圭介・関根康人, Mars' Water May Have Hosted Alien Life, New Findings Show (International Business Times) (2020.2.3)
- 7) 福士圭介・関根康人, Mars' Water Was Mineral-Rich and Salty - Likely Habitable for Microbial Life (Scitech Daily) (2020.2.2)
- 8) 福士圭介・関根康人, Salinidade, Ph e níveis de oxigênio eram similares aos de antigos oceanos na Terra, dizem os cientistas (Olhar Digital) (2020.1.18)
- 9) 福士圭介・関根康人, A água de Marte era salgada e rica em minerais (ZAP) (2020.1.17)
- 10) 福士圭介・関根康人, El agua salada y rica en minerales de Marte podría haber albergado vida (RT Network) (2020.1.24)
- 11) 福士圭介・関根康人, El agua de Marte era salada y rica en minerales (Publico ES) (2020.1.23)
- 12) 福士圭介・関根康人, El agua de Marte era salada y rica en minerales (Fox News) (2020.1.23)
- 13) 福士圭介・関根康人, Mars : des lacs étaient salés et probablement favorables à la vie (Futura-Sciences) (2020.1.23)
- 14) 福士圭介・関根康人, Mars : des lacs étaient salés et probablement favorables à la vie (Yahoo! News) (2020.1.23)
- 15) 福士圭介・関根康人, Water on Mars once contained perfect ingredients for life, scientists say (New York Post) (2020.1.23)
- 16) 福士圭介・関根康人, El agua de Marte era salada y rica en minerales (Europa Press) (2020.1.23)
- 17) 福士圭介・関根康人, Água em Marte era propícia para a vida, aponta estudo (Superinteressante) (2020.1.22)
- 18) 福士圭介・関根康人, The Last Water On Mars Was Rich In Minerals And A Bit Salty (Ifscience) (2020.1.22)
- 19) 福士圭介・関根康人, Mars' Water Was Mineral-Rich and Salty (Lab Manager) (2020.1.22)
- 20) 福士圭介・関根康人, News story from Eurasia Review on Wednesday 22 January 2020 (Eurasia Review) (2020.1.21)
- 21) 福士圭介・関根康人, Mars' water was mineral-rich and salty (Newswise) (2020.1.21)
- 22) 福士圭介・関根康人, Mars' water was mineral-rich and salty (Phys.org) (2020.1.21)
- 23) 福士圭介・関根康人, Mars' water was mineral-rich and salty (Sciencenewsnet.in) (2020.1.21)
- 24) 福士圭介・関根康人, Mars' water was mineral-rich and salty (EurekaAlert!) (2020.1.21)
- 25) 福士圭介, 北陸朝日放送「ゆうどき」(2018.11.13)
- 26) 福士圭介, 火星研究の最新事情, FM 石川 Oh!Happy Morning (2018.11.8)
- 27) 福士圭介・関根康人, 太古の火星 水はミネラル豊富だった 金沢大と東工大が水質復元成功 (科学新聞 4 面) (2020.11.8)
- 28) 福士圭介・関根康人, 太古火星の水に塩分 金沢大など 地球の海水の 3 分の 1 (毎日新聞朝刊, 13 面) (2020.11.7)
- 29) 福士圭介・関根康人, 太古の火星の水は塩味だった 生命生存可能な環境も 金沢大などの研究 (財經) (2020.10.29)
- 30) 福士圭介・関根康人, 火星の水は塩味, 金沢大学など探査データから水質復元 (大学ジャーナル

オンライン) (2020.10.29)

- 31) 古代火星の水質, 生命の誕生や生存に適していたことが判明 (宇宙へのポータルサイト sorae (Yahoo!ニュース)) (2020.10.29)
- 32) 富士圭介・関根康人, 太古火星の水, 塩味だった=35億年前の水質解明-クレーター内, 生命存在可能 (Nippon.com) (2020.10.28)
- 33) 富士圭介・関根康人, 生命に適した水存在 金沢大・東工大など 太古の火星 試料分析 (日刊工業新聞 19面) (2020.10.28)
- 34) 富士圭介・関根康人, 太古の火星の水って? みそ汁ぐらいの塩加減 東工大など推定 生命に適した環境 (東京新聞朝刊 28面) (2020.10.27)
- 35) 富士圭介・関根康人, 火星に「命の水」? 生命存在に適した可能性 金沢大などの研究チーム (読売新聞朝刊 26面) (2020.10.27)
- 36) 富士圭介・関根康人, 金大などチーム推定 火星の水しょっぱかった みそ汁ほどの濃度「生命誕生の候補地」 (北陸中日新聞朝刊 29面) (2020.10.26)
- 37) 富士圭介・関根康人, 35億年前の火星に塩湖 金大・富士准教授や土壌分析 (北國新聞朝刊 41面) (2020.10.26)
- 38) 富士圭介・関根康人, 太古の火星の水「しょっぱい」 金沢大など推定 生命の存在に適す (日本経済新聞夕刊 10面) (2020.10.26)
- 39) 富士圭介・関根康人, “火星の水は海水の3割の塩分” (石川 NHKWeb) (2020.10.26)
- 40) 富士圭介・関根康人, 太古火星の水「しょっぱい」, 金沢大など推定 (日経オンライン) (2020.10.25)
- 41) 富士圭介・関根康人, 太古の火星に塩湖存在 生命に好適, 土壌分析 (産経フォト) (2020.10.25)
- 42) 富士圭介・関根康人, 火星の水, みそ汁並みにしょっぱかった? 太古の水質復元 (朝日新聞デジタル) (2020.10.25)
- 43) 富士圭介・関根康人, 太古火星の水, 塩味だった=35億年前の水質解明-クレーター内, 生命存在可能 (時事通信 (Yahoo news)) (2020.10.25)
- 44) 富士圭介・関根康人, 火星の水海水の3割の塩分 生命生存に適した環境 金沢大学 (NHK NEWS WEB) (2020.10.25)
- 45) 富士圭介・関根康人, 太古の火星に塩湖存在 生命に好適, 土壌分析 (西日本新聞, 上毛新聞, 山陽新聞, 信濃毎日新聞, 福島民報, ロイター, 福井新聞, 愛媛新聞, 静岡新聞, 神奈川新聞, 下野新聞, 四国新聞, 北海道新聞, 日本海新聞, 奈良新聞, 沖縄タイムス, 山陰中央新報, 青森魁新報, 河北新報, 宮崎日日新聞, 新潟日報, デイリー, 大阪日日新聞, 佐賀新聞, 徳島新聞, 福島民友新聞, 大分合同新聞) (2020.10.25)
- 46) 富士圭介・関根康人, 太古の火星に塩湖存在 生命に好適, 土壌分析 (共同通信(47News)) (2020.10.25)
- 47) 西川 潮, "Pick up!農機 硬いタケも粉碎「ドラコン」 農機ジャーナリスト 森伸晴, 粉末を土壌改良剤として利用も ", 全国農業新聞 5面
- 48) 西川 潮, "カルイ 竹粉利用でドラコン活躍 (金沢大学) 放置竹林が社会問題-小型だが非常にパワフル", 農機新聞 10面
- 49) 関根康人・富士圭介, 挑む Front Runner 生命誕生と生存の謎 地球を調べ宇宙を探る, 日経サイエンス 4月号
- 50) 塚脇真二, 金沢の地層から列島形成を研究 金沢で講演会, 読売新聞朝刊石川版 (2019.10.8)

研究報告

【大気環境領域】

- ・ 輪島における大気汚染物質の特徴
- ・ 表面増強ラマン散乱 (SERS) を用いた大気エアロゾルの超高感度分析技術の開発と応用

【海洋環境領域】

- ・ 魚類血清に含まれる抗菌性 L-アミノ酸オキシダーゼの性状と機能
- ・ ガドリニウムはキングヨのウロコの破骨細胞と骨芽細胞の活性を抑制する
- ・ カタユウレイボヤ発生における多環芳香族炭化水素の作用

【陸域環境領域】

- ・ 富来地域の金鉱床近辺に分布する石英脈の熱ルミネッセンス年代測定を試み
- ・ フナムシを用いた潮上帯を主とした渚域の PAH 汚染調査

【統合環境領域】

- ・ PEI-ガラスフィルターによる腐植物質-多環芳香族炭化水素会合態の膜分離
- ・ Spatial-temporal distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface water at West Nanao Bay, Noto Peninsula, Japan, during 2019–2020
- ・ Dynamics of radionuclides released from the Fukushima nuclear accident at river watershed environment

輪島における大気汚染物質の特徴

Characteristics of Common Air Pollutants at Wajima, a Remote Background Site in Japan

Xuan Zhang ¹, Lulu Zhang ¹, Lu Yang ¹, Quanyu Zhou ¹, Wanli Xing ¹, Akira Toriba², Kazuichi Hayakawa ³,
Yongjie Wei ⁴ and Ning Tang ^{2,3}

¹〒920-1192 Graduate School of Medical Sciences, Kanazawa University

²〒920-1192 Institute of Medical, Pharmaceutical and Health Sciences, Kanazawa University

³〒920-1192 Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

⁴〒100012 State Key Laboratory of Environmental Criteria and Risk Assessment, Chinese Research Academy
of Environment Sciences

INTRODUCTION

Particulate matter (PM), ground-level ozone (O₃), sulfur dioxide (SO₂), and nitrogen dioxide (NO₂) are listed as criteria pollutants for determination of the air quality indexes of many countries and organizations. Methane (CH₄) is a vital greenhouse gas, and non-methane hydrocarbons (NMHC) are significant precursors of O₃. Due to their wide dispersion and human health risk, numerous researches have been conducted to clarify the atmospheric behaviors. However, few of them have focused on remote background sites. Studies and observations have shown that air pollutants derived from heavy-polluted areas have unignorable effects on remote background sites through regional or continental transport from polluted sites. What's more, the influence of transported pollutants is subject to several factors, such as potential chemical reactions during transport or at the recipient location, as well as local meteorological conditions. Therefore, it is important to understand the air pollution profile in remote areas acting as a receptor of transported air pollutants to comprehensively evaluate the health effects of air pollution. Based on our previous research, polycyclic aromatic hydrocarbons detected at an ideal background site, Kanazawa University Wajima Air Monitoring Station (KUWAMS), were transported from northeastern China in the cold season and domestic Japan in the warm season and exhibited certain variations over time. Therefore, in this study, the atmospheric behaviors of various air pollutants were further determined at KUWAMS. We aimed to gain an understanding of air pollution profile and determine the possible contribution of external and domestic emission sources at the background site.

METHODS

KUWAMS is encompassed by mountains with an extensive forest and is 2.1 km south of the Sea of Japan coast. No major industrial emissions occur around this site. Air masses from the Asian continent can pass through KUWAMS in the cold season and domestic Japan in the warm season. Air pollutants including PM₁, PM_{2.5}, NO_x, SO₂, O₃, and total hydrocarbons (THC: CH₄ and NMHC) and the organic carbon (OC) and elemental carbon (EC) in PM_{2.5}, as well as meteorological conditions were monitored online by respective auto-monitoring instruments from 2014/4 to 2019/8 at KUWAMS.

RESULTS

The daily average concentrations of PM₁ and PM_{2.5} were 7.1 ± 5.2 and 15.9 ± 9.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively. The annual concentrations were 6.7, 6.0, and 7.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for PM₁ and 15.4, 14.5, and 16.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for PM_{2.5} in 2016,

2017, and 2018, respectively. Notably, the PM_{2.5} concentration at KUWAMS was higher than the annual average concentration in Japan (11.9 and 11.6 µg/m³ in 2016 and 2017, respectively), even exceeding the annual standard for Japan (15 µg/m³). Furthermore, a daily mean PM_{2.5} concentration exceeding the Japan standard (35 µg/m³) occurred on 17 days, most of which were in spring. The daily 1 h max average O₃ concentration was 43.6 ± 16.2 (15.3–105.9) ppb, and the daily 16 h average O₃ concentration (from 5:00 to 20:00) was 31.5 ppb. Notably, there were 12% days with a 1 h daytime value higher than the Japanese standard (60 ppb), indicating a significant atmospheric concentration of O₃ at KUWAMS. In addition, the annual concentration was 39.2 ± 12.9, 44.8 ± 14.0, and 43.6 ± 14.8 µg/m³ for the daily 1 h max average and 28.5 ± 14.8, 31.7 ± 17.0, and 30.5 ± 16.6 µg/m³ for the 16 h average in 2016, 2017, and 2018, which were lower than the average level in Japan in 2016 and 2017. The atmospheric levels of SO₂, NO₂, and NO were almost ten times lower than the average levels in Japan in 2016 and 2017 (9 ppb NO₂, 2 (2017)-3 (2016) ppb NO, 2 ppb SO₂). Meanwhile, NMHC and CH₄ showed stable concentrations during the sampling period, with average concentrations of 0.04 ± 0.04 and 1.88 ± 0.04 ppmC, respectively. The 3 h mean concentration of NMHC was 0.04 ± 0.04 ppmC at KUWAMS, which was lower than the Japanese standard (0.2–0.31) ppmC as a reference value for the prediction of the daytime O₃ concentration.

As shown in Fig.1, common air pollutants displayed certain seasonal features. PM₁ and PM_{2.5} concentrations presented a seasonality as spring > summer > winter, autumn. It is thought that local sources such as seasonal pollen and sea salt dominantly contribute to the PM variation at KUWAMS. Besides, distinct peaks in autumn suggested the probable contribution of local agricultural residue burning. Additionally, asian dust is prevailing in spring and can be long-range-transported to Japan, contributed to higher PM level in spring at KUWAMS. Winter is the “clean” season due to lack of primary emission and weak atmospheric reactions. SO₂, NO₂, and O₃ displayed similar seasonal variations, spring > winter > summer > autumn. Spring peak of O₃ commonly occurs at Northern hemisphere, which was thought that air pollutants including O₃ precursors were long-range transported from continental flow in cold season (winter and spring), and the formation of O₃ was strengthened by the mounting solar radiation from winter to spring. Low concentration in summer and autumn can be explained by lack of O₃ precursors and strengthened wash-out effect due to frequent precipitation. CH₄ showed a seasonal variation of winter > spring > autumn > summer. Seasonal features of CH₄ in a background environment are correlated with its atmospheric reaction with hydroxyl radical, which depends on the seasonal intensity of ultraviolet radiation. No obvious seasonal trend was displayed in NMHC.

CONCLUSIONS

In this study, long-term observation of multiple gaseous pollutants (4 years) was performed at a typical remote background site. Common air pollutants were present at relatively low levels but with pronounced seasonal features, and high concentrations of PM_{2.5} and O₃ that exceeded the Japanese standards were detected. Both external and local emission sources contributed to atmospheric pollution at KUWAMS.

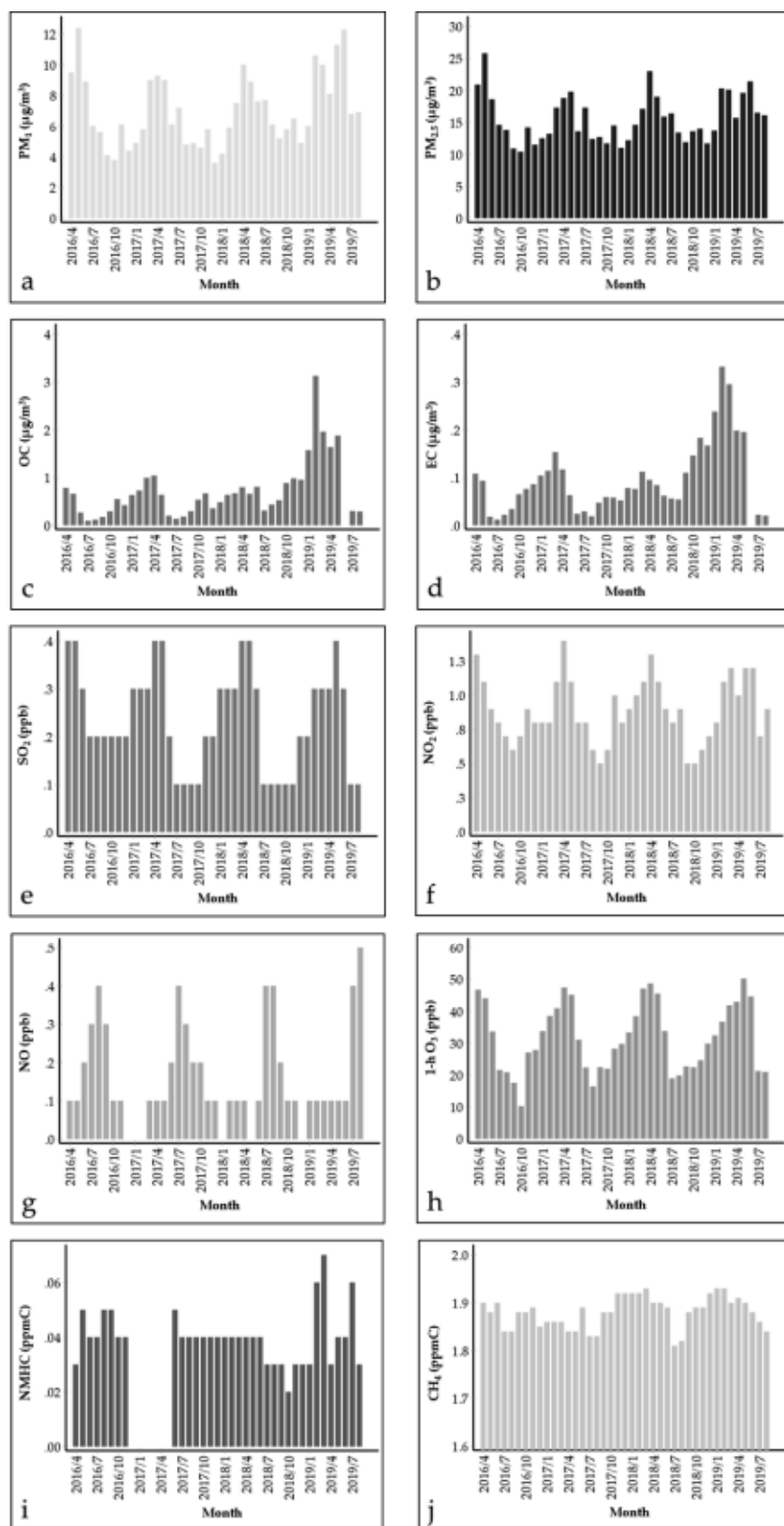


Figure 1. Monthly variation in continuously monitored pollutants from 2014/6 to 2019/8 at Kanazawa University Wajima air monitoring station (KUWAMS). **(a)** PM₁ (µg/m³); **(b)** PM_{2.5} (µg/m³); **(c)** OC (µg/m³); **(d)** EC (µg/m³); **(e)** SO₂ (ppb); **(f)** NO₂ (ppb); **(g)** NO (ppb); **(h)** 1-h O₃ (ppb); **(i)** NMHC (ppmC); **(j)** CH₄ (ppmC)

表面増強ラマン散乱 (SERS) を用いた大気エアロゾルの超高感度分析技術の開発と応用 Development and application of super-sensitive method for analyzing atmospheric aerosols based on Surface Enhanced Raman Scattering (SERS)

Ryota Kuniyoshi¹, Ayumi Iwata², Masao Gen^{3,4}, Chak K. Chan³, Atsushi Matsuki⁵

¹Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University

²Faculty of Science and Technology, Keio University

³School of Energy and Environment, City University of Hong Kong

⁴Institute of Science and Engineering, Kanazawa University

⁵Institute of Nature and Environment Technology, Kanazawa University

Introduction

The smallest of atmospheric particles are less than 100 nm in diameter and also termed as nanoparticles. The subset of particles in this size range can also act as cloud condensation nuclei and have significant impact on the regional and global climate. Also, human exposure to anthropogenic nanoparticles is an emerging health concern since their impact maybe overlooked by the conventional regulatory measures such as PM_{2.5}. However, the chemical speciation of nanoparticles is technically challenging because of the minute particle mass. There is a constant need for more effective collection method and sensitive chemical analysis, which can detect and resolve the evolution of the chemical compounds of nanoparticles in the atmosphere. Surface enhanced Raman spectroscopy (SERS) provides a drastic enhancement of the scattering efficiency over traditional Raman spectroscopy. In this study, we examined the applicability of SERS on the rapid and sensitive chemical analysis of nanoparticles.

Methods

The novelty of the proposed technique is that the SERS substrate (Ag SERStrate, Silmeco Ltd., Denmark) was used directly as the sampling substrate of a condensational growth tube (CGT) sampler (Series 110 Liquid Spot Sampler, Aerosol Device Inc.), which can activate nanoparticles into water droplets (~3 μm) and ensure simultaneous inertial sampling and SERS pretreatment. First, we investigated applicability of the method on mono-dispersed (20 nm, 50 nm, or 100 nm) ammonium sulfate (AS) and levoglucosan (LG) particles as model aerosols (Figure. 1). The method was then applied on ambient nanoparticles collected at the Noto ground-based research observatory (NOTOGRO).

Results

We investigated laboratory generated AS and LG particles of 20 nm, 50 nm, and 100 nm, as well as ambient nanoparticles. Based on the successful detection of the peaks corresponding to sulfate $\nu(\text{SO}_4^{2-})$ and organics $\nu(\text{C-H})$ modes, our proposed method of combined CGT sampler and SERS technique showed sensitivity high enough for detecting major chemical components from nanoparticles as small as 20 nm (Figure. 2). Furthermore, comparison of chemical composition inferred both from current method and that from hygroscopicity of ambient particles showed consistent results. The detection of major chemical components from a small volume of

nanoparticles as small as 20nm by SERS can be a significant step forward in our pursuit of developing the more sensitive chemical analysis.

Implications

Current results showed that the combined CGT sampler and SERS is a promising technique which may provide deeper insights on the chemical speciation of particle growth processes in the atmosphere. We believe that the proposed method makes a significant contribution to the implementation of individual ultrafine particle analysis and could further help solving the aerosol climate uncertainties and health risks related to nanoparticle exposure.

For more details:

Ryota Kuniyama, Ayumi Iwata, Masao Gen, Chak K. Chan & Atsushi Matsuki (2020): Application of SERS on the chemical speciation of individual Aitken mode particles after condensational growth, *Aerosol Science and Technology*, DOI: 10.1080/02786826.2020.1730298

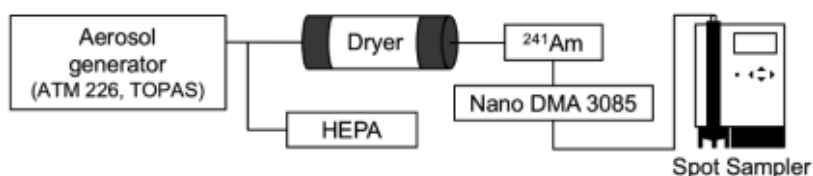


Figure 1. Schematic of the experimental setup used in the laboratory experiment.

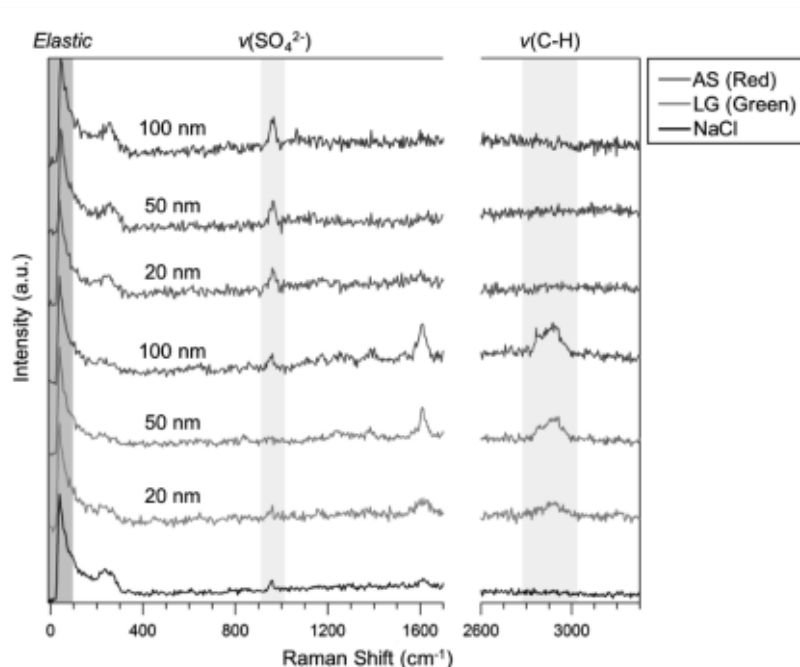


Figure 2. Representative SERS spectra of AS and LG model particles mono-dispersed at 20 nm, 50 nm, and 100 nm. Spectrum of NaCl particle is also shown as a background.

魚類血清に含まれる抗菌性 L-アミノ酸オキシダーゼの性状と機能

小坂優斗, 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
Yuto OSAKA, Yoichiro KITANI: Characterization of the antibacterial L-amino acid oxidase in fish serum

Background

L-amino acid oxidase (LAO) is one of the potent oxygen radical species generator. LAO oxidizes L-amino acid to α -keto acid and generates hydrogen peroxide as a by-product. This enzyme shows a variety of bioactivities such as apoptosis, antiprotozoal and antibacterial activity. Those activities are because of the resulted-hydrogen peroxide. In fish species, antibacterial LAO was firstly found from fish body surface mucus and it may protect bacterial invasion at fish skin (Kitani et al., 2007). After this, fish LAO was isolated from the serum and it was the first report that the LAO found from animal blood (Kitani et al., 2010).

The LAO related host defense mechanisms of animals —including fishes are still unclear, even blood LAO. Previously, I surveyed that the species-specificity of LAO in fish blood and found the red-spotted grouper *Epinephelus akaara* (Fig. 1) serum containing the enzyme (EaLAO) and hydrogen peroxide mediated antibacterial activity against *Aeromonas salmonicida* and *Listonella anguillarum*. Isolated enzyme was 440 kDa acidic protein that consisted of 70 kDa subunits with L-tryptophan, L-methionine and L-phenylalanine oxidation activity. Also, the N-terminal and internal peptide amino acid sequences of the isolated enzyme were similar to known LAOs. This result was the first finding of LAO from *E. akaara*.

Purpose

However, the host defense mechanism of fish blood LAO is not fully examined. The new knowledge of blood LAO may become an important key to understand the first-line host defense system of animals. In this study, to gain more insight into the biological meaning of fish blood LAO, I try to reveal primary structure, tissue distribution and physiological responses of EaLAO.

Methods

First, cDNA cloning and sequence analysis of the EaLAO gene (*ealao*) was carried out. The partial nucleotide sequence was amplified by degenerate PCR. The degenerate primers were designed based on the N-terminal and internal peptide amino acid sequences of EaLAO. The full-length nucleotide sequence of *ealao* was attempted by both 3' RACE and 5' RACE method. Second, the expression level of *ealao* in *E. akaara* tissues -- dorsal skin, abdominal skin, gill, stomach, intestine, liver, spleen head kidney, trunk kidney, brain, pyloric caeca, and whole blood were measured. LAO activity of tissue extracts from those tissues was also measured. Finally, *ealao* alteration by the lipopolysaccharide (LPS) injection, pathogen exposure and traumatic damages were examined. In the LPS injection work, 1 mg of LPS was administrated to each fish by intraperitoneal (IP) injection. The pathogen exposure experiment, formalin killed vaccine of *A. salmonicida*, *L. anguillarum* and *Vibrio harveyi* were individually prepared and 100 μ L of vaccines were IP injected to each fish. The 10^6 CFU of live *V. harveyi* injection was also examined. The LPS and bacterial exposure experiment, *ealao* alterations in spleen were monitored. In traumatic damages experiments, two different types of experiments were performed; a) the test fish skin was trepanned 30 times/fish using lancets, b) the blood was collected as much as possible. After both treatments, blood LAO activity and *ealao* alteration in skin, spleen and head kidney were monitored. The

quantitative PCR of all gene expression profiling was amplified with *ealao*, interleukin 1 β (*illb*) and reference gene (component of oligomeric Golgi complex 5, *cog5*) specific primer set using SYBR green I chemistry. LAO activity of serum or plasma from all experiment was also evaluated by the generation of hydrogen peroxide with L-tryptophan using *o*-phenylenediamine / peroxidase method and measured the absorbance at 492 nm.

Results and Discussions

Partial nucleic acid sequence and amino acid sequence of EaLAO was clarified (555 bp, 185 AA). That sequence showed the high similarity of known fish LAO. The partial predicted amino acid sequence includes signal peptide (Met¹ - Ala²⁰), flavin adeninedinucleotide binding site (Arg¹¹⁵ - Thr¹²²) and N-glycosylation site (at least three sites, Asn⁴⁵ - Ser⁴⁸, Asn⁶² - Asp⁶⁵, Asn⁸⁰ - Gln⁸³). During the cloning work, I found two of the other types of LAO genes (*ealao2* and *ealao3*). These results suggested that the *E. akaara* has some of the *ealao* paralogues. The functional differences of the *ealao*s have to be clarified.

The tissue distribution of *ealao* was dominantly detected in dorsal skin, abdominal skin, gill and liver. The LAO activity of each tissue extract was detected in dorsal skin, abdominal skin, gill and serum. Interestingly, the LAO gene was not detected in hematopoietic tissues (spleen and kidney) and whole blood cells.

The LPS injection, *illb* was increased eight times at six hours rather than the initial group. However, *ealao* was not significantly altered. Similarly, LAO activity in serum was not changed by the LPS injection. Bacterial vaccine and live bacteria injection also showed less alteration of *ealao*. Both injections induced the *illb*; this result meant that the bacterial response of test fish was formed. Those results suggested that bacteria related substances and bacteria cell bodies are not contributing LAO response.

The *ealao* in the skin was not induced by skin trepanation; in contrast, loss of blood showed interesting responses. The *ealao* expression level was increased than the control group at one day after bled. This alteration was calmed three days after treatment. LAO activity of plasma was increased at three days after treatment. Those results suggested that *ealao* is induced by the the blood loss and synthesizes the LAO protein to recover the normal concentration in three days.

Conclusions

Taken together, the EaLAO may be generated in the liver during the healthy condition to maintain blood LAO concentration and stands by the intruding bacterial pathogens. In case of severe wounds that cause the blood loss, the *ealao* production switches to the head kidney for the recovery. In addition, EaLAO similar gene was detected in the skin and gills of the naïve grouper. Those LAO productions could protect bacterial infection from body surface tissues. In conclusion, LAO may constantly fight against bacterial infection in the entire body of the red-spotted grouper.

References

- Kitani Y, Tsukamoto C, Zhang G, Nagai H, Ishida M, Ishizaki S, Shimakura K, Shiomi K, Nagashima Y. Identification of an antibacterial protein as L-amino acid oxidase in the skin mucus of rockfish *Sebastes schlegeli*. FEBS J. 2007 Jan;274(1):125-36.
- Kitani Y, Ishida M, Ishizaki S, Nagashima Y. Discovery of serum L-amino acid oxidase in the rockfish *Sebastes schlegeli*: isolation and biochemical characterization. Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol. 2010 Dec;157(4):351-6.

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

ガドリニウムはキンギョのウロコの破骨細胞と骨芽細胞の活性を抑制する

鈴木信雄

〒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
Nobuo SUZUKI: Gadolinium suppresses both osteoclastic and osteoblastic activities in the scales of goldfish

Background

Gadolinium (Gd) is a ductile rare-earth metal. Gd^{3+} is currently used in magnetic resonance imaging for clinical diagnoses because Gd^{3+} has paramagnetic properties (Möller *et al.*, 2002). To avoid the toxicity of Gd^{3+} , chelated forms, known as Gd-based contrast agents (Gd-CAs), have been used (Möller *et al.*, 2002; Telgmann *et al.*, 2013). In general, Gd-CAs are stable complexes. The agents are rapidly eliminated from a patient's body. After excretion, they enter the public sewer and, subsequently, the wastewater treatment plant. Because of their polar or anionic nature, however, the Gd complexes most likely are neither adsorbed onto surfaces nor by particulate organic matter (Knappe *et al.*, 2005) but are released into environmental water without a specific recycling process (Telgmann *et al.*, 2013). Therefore, a significant amount of anthropogenic Gd-concentration in surface waters has been reported worldwide (Möller *et al.*, 2002; Telgmann *et al.*, 2013). It is possible that the anthropogenic Gd impacts aquatic animals. Gd appears toxic in animals because Gd functions as a blocker of Ca channels, causing its ionic radius to be nearly equal to that of Ca (Sherry *et al.*, 2009). Therefore, we examined the effects of Gd in fish bone metabolism.

Methods

Female goldfish (*Carassius auratus*) were purchased from a commercial source (Higashikawa Fish Farm, Yamatokoriyama, Japan) and used in the scale *in vitro* bioassay. In addition, all experimental procedures were conducted in accordance with the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals of Kanazawa University.

The culture medium was prepared. First, we added 1% penicillin-streptomycin mixture (ICN Biomedicals Inc., Aurora, OH, USA) and HEPES (Research Organics, Inc., Cleveland, OH, USA) (20 mM) to Earle's Minimum Essential Medium (MEM; ICN Biomedicals Inc.). After filtration, the MEM was used in this experiment.

After preparation of the culture medium, goldfish were anesthetized with ethyl 3-aminobenzoate, methanesulfonic acid salt (Sigma-Aldrich, Inc., St. Louis, MO, USA) and the scales on both sides of the body were then removed. The collected scales were incubated in MEM supplemented with gadolinium acetate ($Gd(OCH_3CO)_3 \cdot 4H_2O$) (Wako Pure Chemicals, Osaka, Japan) (10^{-15} to 10^{-6} M) and compared with Gd-free medium as a control. The incubation time and temperature were 6 hours and $15^\circ C$, respectively. We have reported the toxicity of Cd at $15^\circ C$ at 6 hours of incubation (Suzuki *et al.*, 2004). Therefore, these culture conditions were adopted in the present study. After incubation, scales were fixed in 10% formalin in a 0.05 M cacodylate buffer (pH 7.4) and then rinsed in distilled water. These scales were kept in a 0.05 M cacodylate buffer at $4^\circ C$ until analysis. Then, tartrate-resistant acid phosphatase (TRAP) for osteoclasts and alkaline phosphatase (ALP) for osteoblasts were measured by the methods of Suzuki *et al.* (2004).

Results

Gd inhibited TRAP activity at 6 hours of incubation. Gd significantly suppressed TRAP activity. In 3 goldfish used in the present study, the detection limit of Gd was 10^{-13} , 10^{-11} , and 10^{-11} M, respectively.

ALP activity was significantly suppressed by Gd, although the Gd sensitivity was lower than in TRAP. In the 2 goldfish used in the present study, the detection limit of Gd was 10^{-9} and 10^{-10} M.

Discussion

This is the first report to indicate the toxicity of Gd on fish bone metabolism using TRAP and ALP enzyme activities. The scales of some teleosts are a better potential internal calcium reservoir than vertebral bone during periods of increased calcium demand (Bereiter-Hahn and Zylberberg, 1993). Therefore, we believe that fish scales are a suitable bone model for the analysis of environmental pollutants. Furthermore, we demonstrated that Gd quite sensitively inhibited TRAP activity. Even Gd of 10^{-13} M suppressed TRAP activity at 6 hours of incubation. Therefore, our assay system is quite effective as a biosensor for Gd.

At 6 hours of incubation, very low concentrations of Gd (10^{-10} and 10^{-9} M) influenced osteoblasts and suppressed osteoblastic activity. Therefore, the toxicity of Gd to osteoblasts appears to be higher than that of Cd, MeHg and InHg (Suzuki et al., 2004; Suzuki et al., 2011). Heavy metals such as Cd, MeHg and InHg were resistant to each metal as a result of the production of metallothionein (MT), which is a metal-binding protein that protects an organism from heavy metals (Suzuki et al., 2004; Suzuki et al., 2011). Because the mRNA expression of MT in Cd-, MeHg- and InHg-treated goldfish scales was increased, osteoblastic activity did not change at 6 hours of incubation (Suzuki et al., 2004; Suzuki et al., 2011). Thereafter, osteoblastic activity was inhibited by Cd (10^{-7} M), MeHg (10^{-7} M) and InHg (10^{-6} to 10^{-4} M) at 36 or 64 hours of incubation (Suzuki et al., 2004; Suzuki et al., 2011). Therefore, the toxicity of Gd to osteoblasts may be related to MT expression.

Gd was present in recycled water in which the stable organic Gd complexes pass through several sewage treatment plants without being significantly decomposed (Knappe et al., 2005). Therefore, anomalously high concentrations of Gd in surface waters are of anthropogenic origin (Rogowska et al., 2018). Specifically, anthropogenic Gd was detected in surface waters (up to 1,100 ng/L) and sediments (up to 90.5 $\mu\text{g/g}$) (Rogowska et al., 2018). Therefore, aquatic plants, fungi, small planktonic crustaceans, and freshwater fish (*Cyprinus carpio*) were able to take up anthropogenic Gd from the polluted water and it accumulated in their bodies (Rogowska et al., 2018). Furthermore, in the present study, we demonstrated that low levels of Gd (10^{-13} to 10^{-11} M) have toxicity for bone metabolism in goldfish. Thus, we strongly believe that anthropogenic Gd has toxicity for aquatic animals and we must consider a Gd risk assessment to protect the polluted aquatic environment.

References

- Bereiter-Hahn, J., Zylberberg, L. Regeneration of teleost fish scale. *Comp. Biochem. Physiol. Part A*, 1993; 105: 625-641.
- Knappe, A., Möller, P., Dulski, P., Pekdeger, A. Positive gadolinium anomaly in surface water and ground water of the urban area Berlin, Germany. *Chemie der Erde – Geochemistry*, 2005; 65: 167-189.
- Möller, P., Paces, T., Dulski, P., Morteani, G. Anthropogenic Gd in surface water, drainage system and the water supply of the city of Prague, Czech Republic. *Environ. Sci. Technol.*, 2002; 36: 2387-2394.
- Rogowska, J., Olkowska, E., Ratajczyk, W., Wolska, L. Gadolinium as a new emerging contaminant of aquatic environments. *Environ. Toxicol. Chem.*, 2018; 37: 1523-1534.
- Sherry, A.D., Caravan, P., Lenkinski, R.E. Primer on gadolinium chemistry. *J. Mag. Reson. Imaging*, 2009; 30: 1240-1248.
- Suzuki, N., Yachiguchi, K., Hayakawa, K., Omori K., Takada K., Tabata, J.M., Kitamura, K., Endo, M., Wada, S., Srivastav, A.K., Chowdhury, V.S., Oshima, Y., Hattori, A. 2011. Effects of inorganic mercury on osteoclasts and osteoblasts of the goldfish scales *in vitro*. *J. Fac. Agr. Kyushu Univ.*, 2011; 56: 47-51.
- Suzuki, N., Yamamoto, M., Watanabe, K., Kambegawa, A., Hattori, A. Both mercury and cadmium directly influence calcium homeostasis resulting from the suppression of scale bone cells: The scale is a good model for the evaluation of heavy metals on bone metabolism. *J. Bone Miner. Metab.*, 2004; 22: 439-446.
- Telgmann, L., Sperling, M., Karst, U. Determination of gadolinium-based MRI contrast agents in biological and environmental samples: A review. *Anal. Chim. Acta*, 2013; 764: 1-16.

カタユウレイボヤ発生における多環芳香族炭化水素の作用

関口俊男¹, 秋田谷 鴻², 中山 理³, 矢澤隆志⁴, 小笠原道生⁵, 鈴木信雄¹, 早川和一⁶, 和田修一²

¹〒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, ²〒526-0829 滋賀県長浜市田村町 長浜バイオ大学バイオサイエンス学部アニマルバイオサイエンス学科, ³〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 千葉大学大学院融合理工学府生物学コース, ⁴〒078-8510 旭川市緑が丘東 旭川医科大学生化学講座細胞制御科学分野, ⁵〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 千葉大学大学院理学研究院生物科学研究部門, ⁶〒923-1224 石川県能美市和気町 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

Toshio SEKIGUCHI, Hiroshi AKITAYA, Satoshi NAKAYAMA, Takashi YAZAWA, Michio OGASAWARA, Nobuo SUZUKI, Kazuichi HAYAKAWA, Shuichi WADA: Effect of polycyclic aromatic hydrocarbons on development of the ascidian *Ciona intestinalis* type A

【背景】

多環芳香族炭化水素 (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、我々は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 受容体の探索を目標とした研究を行なっている。今回、カタユウレイボヤの初期発生と変態への PAH 類の影響を検討するとともに、PAH 受容体の候補の一つである Aryl hydrocarbon receptor (AhR) に着目し、その発現を解析した。

【方法】

実験 1. 初期発生における PAH 類の影響についての検討

ホヤ受精卵に、dibenzothiophene, fluorene, phenanthrene をそれぞれ 6.25, 12.5, 25, 50, 100 μM 添加し、18°C で発生させた。添加 22 時間後の幼生を固定し、その形態を光学顕微鏡で観察、異常な幼生の発生率を計算した。

実験 2. 変態における PAH 類の影響についての検討

受精後 20 時間のホヤ幼生に dibenzothiophene, fluorene, phenanthrene をそれぞれ 100 μM 添加し、18°C で培養し添加 70 時間後の初期幼若体を固定した。ホヤの幼生はオタマジック型をしており、尾を振って遊泳する。尾部は変態中に退縮し細胞塊となり、最終的に体内に吸収される。初期幼若体を光学顕微鏡で観察し、初期幼若体の体長と細胞塊の長さの比を求めた。

実験 3. ホヤ AhR の発現解析

受精 20, 62, 86 時間後の幼生期、中期体軸回転期、初期幼若体期の個体を TRIZOL 試薬に溶解させ、Total RNA を抽出した。Oligo dT(20) プライマーを用い cDNA を合成した後、ホヤ AhR のプライマーセットにより PCR を行なった。内在性コントロールとして、EF1 α 遺伝子を選択した。また幼若体におけるホヤ AhR の発現局在解析には、Whole mount *in situ* hybridization (WISH) を行なった。幼若

体を固定し、ホヤ AhR (53-3220 bp)の配列から合成された DIG ラベル RNA アンチセンスプローブをハイブリダイズさせ、アルカリフォスファターゼ結合抗 DIG 抗体と反応させた後、基質である NBT と BCIP を加え発色させた。シグナルは光学顕微鏡で観察した。

【結果と考察】

実験 1.

PAH 類に対するカタユレイボヤの初期発生への影響を検討した。ホヤ受精卵に、PAH 類 (dibenzothiophene, fluorene, phenanthrene) のいずれかを添加した結果、dibenzothiophene と fluorene では、50, 100 μM で有意な発生異常が認められた。さらに phenanthrene では、25, 50, 100 μM で有意な発生異常が認められた。このように PAH 類が胚発生に影響を与えることを示した。

実験 2.

遊泳性の幼生が固着性の幼若体になるまでの変態過程における PAH 類の影響を解析した。遊泳幼生に dibenzothiophene, fluorene, もしくは phenanthrene を添加し、変態後の形態への影響を検討した結果、大きな異常は認められなかったが、尾部吸収後の細胞塊のサイズが増大していることが判明した。そこで、初期幼若体の体長に対する尾部吸収細胞塊の比を計算した結果、試験した全ての PAH 類において有意に比率の上昇が認められた。このことは、PAH 類が尾部吸収を阻害することを示唆する。

実験 3.

脊椎動物における PAH 受容体である AhR のホモログに着目し、その発現解析を行った。脊椎動物において、AhR は PAH 類と結合し、シトクロム P450 (CYP) 1A を誘導する。CYP1A は、PAH 類を代謝し無毒化する。ホヤ初期胚においては、AhR が、母性因子として未受精卵から尾芽胚まで発現していることが既に報告されている。今回、幼生から変態直後までの変態期と幼若体に着目し発現解析を行った。まず RT-PCR 法により変態期における AhR 遺伝子の発現解析を行った結果、幼生から初期幼若体までのステージで AhR mRNA が発現していることが明らかになった。さらに、幼若体を用いた WISH 解析の結果、AhR mRNA は、消化管、乳頭状突起、神経複合体で局在が認められた。ホヤ AhR は、消化管や鰓といった外界と接する器官において天然の毒物や環境汚染物質を認識しその無毒化に関わると予想されるとともに、神経機能を持つと考えられる。

【まとめ】

PAH 類がカタユレイボヤの初期発生や変態に影響を及ぼすこと、ホヤ AhR の発現パターンを明らかにした。ホヤ AhR は、PAH 類の影響を受ける全ての発生ステージで発現しており、受容体として PAH の作用を仲介する可能性が高い。今後は、ホヤ AhR の PAH 認識活性を確認する予定である。このように、本研究は、海産無脊椎動物の PAH 類の影響を分子レベルで研究する上での基盤となるだろう。

本研究は、クリタ水・環境科学財団の助成のもとに行われた。研究成果は、Sekiguchi, T., Akitaya, H., Nakayama, S., Yazawa, T., Ogasawara, M., Suzuki, N., Hayakawa, K. and Wada, S., 2020, Effect of polycyclic aromatic hydrocarbons on development of the ascidian *Ciona intestinalis* type A. *Int J Environ Res Public Health*, 17, 1340. に発表した。

富来地域の金鉱床近辺に分布する石英脈の熱ルミネッセンス年代測定を試み

長谷部徳子¹・浜田麻希²

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学環日本海域環境研究センター

²〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学理工学域地球社会基盤学系

Noriko Hasebe¹ and Maki Hamada²: Thermoluminescence dating of quartz vein, Togi mining district

【はじめに】

石川県能登半島に位置する富来鉱山では、明治時代から昭和の半ばまで金銀の採掘が行われていたが、金や銀の産出形態や鉱山の成因の詳細は不明である。日本では中新世の日本列島形成（日本海拡大）に伴う激しい海底火山活動（グリーンタフの形成）や、第四紀の陸成火成活動によって金鉱脈が形成されることがよく知られている。熱水活動に伴って形成される石英脈に伴って金が産出することが多く、歴史的には金鉱山を発見する際に石英脈の調査が行われてきた。富来鉱山の近辺でも石英脈が分布しており、この石英脈の形成時期を調べることにより、富来鉱山の形成時期や成因を議論することを目的に、熱ルミネッセンス年代測定法を適用できるかどうか実験を行なった。

【試料および手法】

露光下で採取した石英脈の内部を暗室で分取し、過酸化水素処理、塩酸処理、および重液分離により石英を分離した。SAR法 (Murray and Wintle, 2000)にて光励起ルミネッセンスおよび熱ルミネッセンスを測定し等価線量を求めた。熱ルミネッセンスは青色発光を測定した。また年間線量の見積もりには蛍光エックス線によるKの測定、LA-ICP-MSによるU、Th、Rbの測定結果を用いた。

【結果】

化学組成から求められる年間線量は、試料が石英脈であるため、各放射性元素濃度は低く(K, 0.47%, U, 0.09 ppm, Th, 0.25 ppm, Rb, 56 ppm)、約 0.7 Gy/kyr であった。光励起ルミネッセンス法による等価線量の見積もりでは 14 皿の分析結果は 2.5 Gy から 23.5 Gy まで大きくばらつき平均は 10.6 ± 3.0 (2SE) Gy であった (図 1)。一方、熱ルミネッセンス法 (図 2) では 4 皿で等価線量を求めたところ、約 3500 Gy であった。またこの値は検量線の範囲から超える大きな値であり (図 2)、おおよその見積もりである。図 2 にはテスト線量の測定結果は載せていないが、テスト線量を与えた後の繰り返し測定の結果には変化がなく、感度変化はほとんどしなかった。熱ルミネッセンスによる等価線量値より光励起ルミネッセンスによる値が著しく小さくなった理由としては、石英が透明な鉱物であることから、脈の内部を分析試料として用いたものの、露光してしまっていた可能性が考えられる。今回知りたい年代は石英脈の形成年代であることを踏まえ、熱ルミネッセンス法による結果である約 3500 Gy の等価線量から年代値を見積もったところ、約 5.0Ma となった。等価線量が飽和していた可能性を考えると、この値は下限の値であり、実際の形成年代はもっと古いと考えられる。この結果から、石英脈の形成年代の決定に熱ルミネッセンス測定は有効であるものの、適用できる時代を考慮した研究対象の選定が必要であることが示された。

【謝辞】

試料の採集には瀧川哲也さん・宅田瑛さん（志賀町ふるさと創成室）、小林航さん・浜田昌明さん・巢守亮平さん（北陸電力株式会社土木部）、樋戸敬一郎さん・村上卓矢さん（(株)ダイヤコンサルタント）、澤田明宏さん（金沢大学）にご協力いただいた。また本研究は金沢大学女性研究者等研究支援制度による支援を受けて実施した。

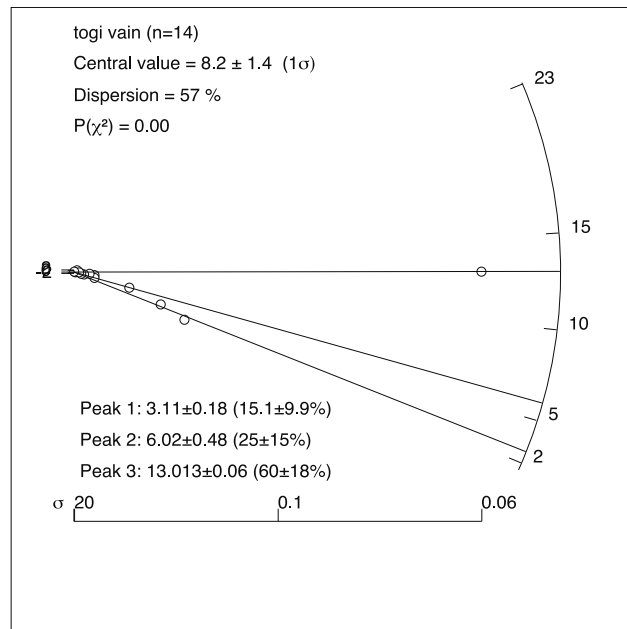


図1 光励起ルミネッセンスによる等価線量の測定結果のラディアルプロット

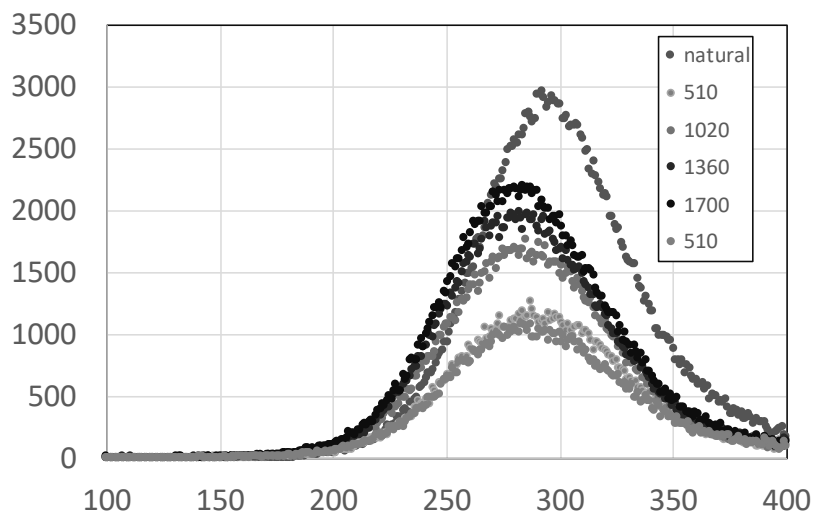


図2 熱ルミネッセンス測定の例。横軸は温度、縦軸はシグナル強度、凡例の数値は人工線量の値 (Gy)

【引用文献】

Murray, A.S., Wintle, A.G., 2000. Application of the single-aliquot regenerative-dose protocol to the 375°C quartz TL signal. *Radiation Measurement* 32, 579-583.

フナムシを用いた潮上帯を主とした渚域の PAH 汚染調査

本田匡人¹・向井幸樹²・長門豪³・宇野誠一³・大嶋雄治²

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〒819-0385 福岡県福岡市西区大字元岡 744 九州大学農学部

³〒690-8504 島根県松江市西川津町 1060 島根大学生物資源科学部

⁴〒890-0056 鹿児島県鹿児島市下荒田四丁目 50-20 鹿児島大学水産学部

M. Honda¹, K. Mukai², G. Nagato³, S. Uno⁴, Y. Oshima³: Biomonitoring of PAH pollution in intertidal area using Wharf roach

【はじめに】

多環芳香族炭化水素類(PAH 類)は化石燃料・木材の燃焼や石油類の流出により、大気・水環境中に普遍的な汚染が拡がっている。PAH 類は発がん性・変異原性を有するだけでなく、内分泌かく乱作用などを示すものもあり、近年魚類などの海洋動物の奇形を誘発することも明らかになっている。PAH 類は河川と大気を通じて海に運ばれるが、その後の挙動については不明な点が多く、周辺の有機物等による吸着や潮上帯への拡散も懸念されている。

フナムシ *Ligia* sp. は潮間帯の特に潮上帯に生息し、世界中の温暖な地域に普遍的に分布・バイオフィルムや漂着した海藻類を摂食する腐食/雑食食性・一定の狭い地域内に定住する生活環などの特徴をもつ。このことからフナムシは渚域の環境モニタリング調査に関して、二枚貝類を用いた潮下帯以下の環境調査で不足する潮上帯以上の環境調査を補えるものと考えられた。

潮上帯での PAH 類の環境および生物への PAH 類汚染への寄与を解明するため、本研究ではフナムシを環境指標種として活用し、フナムシをモニタリング生物とした潮上帯の PAH 類の環境汚染調査を目的とした。また研究対象地域として、太平洋沿岸地域と比較して水交換が小さく、また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た。

【実験】

日本海沿岸地域計 12 地点(青森・秋田・山形・新潟・石川・京都・兵庫・島根・山口・福岡・佐賀・長崎)でフナムシ(*Ligia* sp.)および土壌・海水・フナムシの主要な摂食対象である流れ藻を採集し、採集された各種サンプル中の PAH 類の濃度分析を行った。PAH 類の濃度分析ではアメリカ合衆国環境保護庁の定める 16 種の PAH 類を対象物質として検討し、回収率とバックグラウンドの問題から Naphthalene を除外した 15 種を対象物質として分析を行った。同時に周辺環境試料(海水・土壌・流れ藻)中の PAH 類濃度とフナムシ中の PAH 類濃度の比較解析を行い、暴露経路の推定を行った。

【結果および考察】

分析した 15 種の PAH 類の合算値で見た場合、フナムシ中で最も高濃度で PAH 類が検出されたのは秋田県の試料であった(96.0 ng/g dw)。これに続いて新潟・佐賀・山形・福岡・青森・石川・島根・兵庫・京都・長崎・山口の順であり、検出された濃度の範囲は 26.9 - 96.0 ng/g dw であった。

フナムシは潮上帯に生息する陸生の節足動物であり、海水から飲水し流れ藻やバイオフィルムなどを主食とする雑食性動物である。これらの生物学的背景から PAH 類の暴露経路としてこの 3 種の環境試料を分析したが、3 環、4 環、5 環、6 環をまとめた 15 種の合算値では顕著な傾向は見られなかった(図 1-a1, a2, a3)。しかし極性の違いを反映して 3 環と 4 環以上の PAH 類で分けて相関を見た場合、

3環のPAH類ではフナムシ-海水間で比較的相関が見られ(図 1-b2)、極性が高く生物中に移行しやすいと考えられる3環のPAH類は海水がフナムシへの暴露経路である可能性が示唆された。4環以上のPAH類においてフナムシ-土壌間(図 1-c1)およびフナムシ-流れ藻間(図 1-c3)でも顕著な相関は見られなかった。各PAH類の濃度組成で比較した場合、海水中の各PAH類の組成は各地点間でほぼ一貫して2環および3環のPAHが高濃度に検出され、検出傾向とフナムシでの蓄積傾向の相関から、ここでも3環のPAH類はその親水性の高さから特に海水からの暴露がフナムシへの暴露源として優位であると考えられた。4環以上のPAH類の組成は、フナムシ-土壌間では一部を除いて類似性が低かったが、これと比較して流れ藻-フナムシ間ではほぼ全地点で良好な類似性が見られた。このことから4環以上のPAH類では主に摂食による暴露が優位となり、地点により土壌からの暴露も影響することが示唆された。

フナムシと周辺環境試料でのPAH類の濃度および組成の比較の結果、3環以下のPAH類は主に海水からの暴露が優位であり、4環以上のPAH類は主に摂食(流れ藻など)、続いて土壌からの暴露が優位であることが示唆された。この結果はフナムシを潮上帯の環境モニタリング生物として用いることで、潮上帯における海水からの少環のPAH類汚染、また他種の生物も食料として利用する流れ藻や周辺土壌からの多環のPAH類汚染を幅広くモニタリングすることが可能であり、フナムシ以外の同様に潮上帯に生息する生物への暴露を類推出来ることが示唆された。また各PAH類の濃度組成などから、今回分析した環境要因以外からのPAH類の暴露が存在することが考えられた。

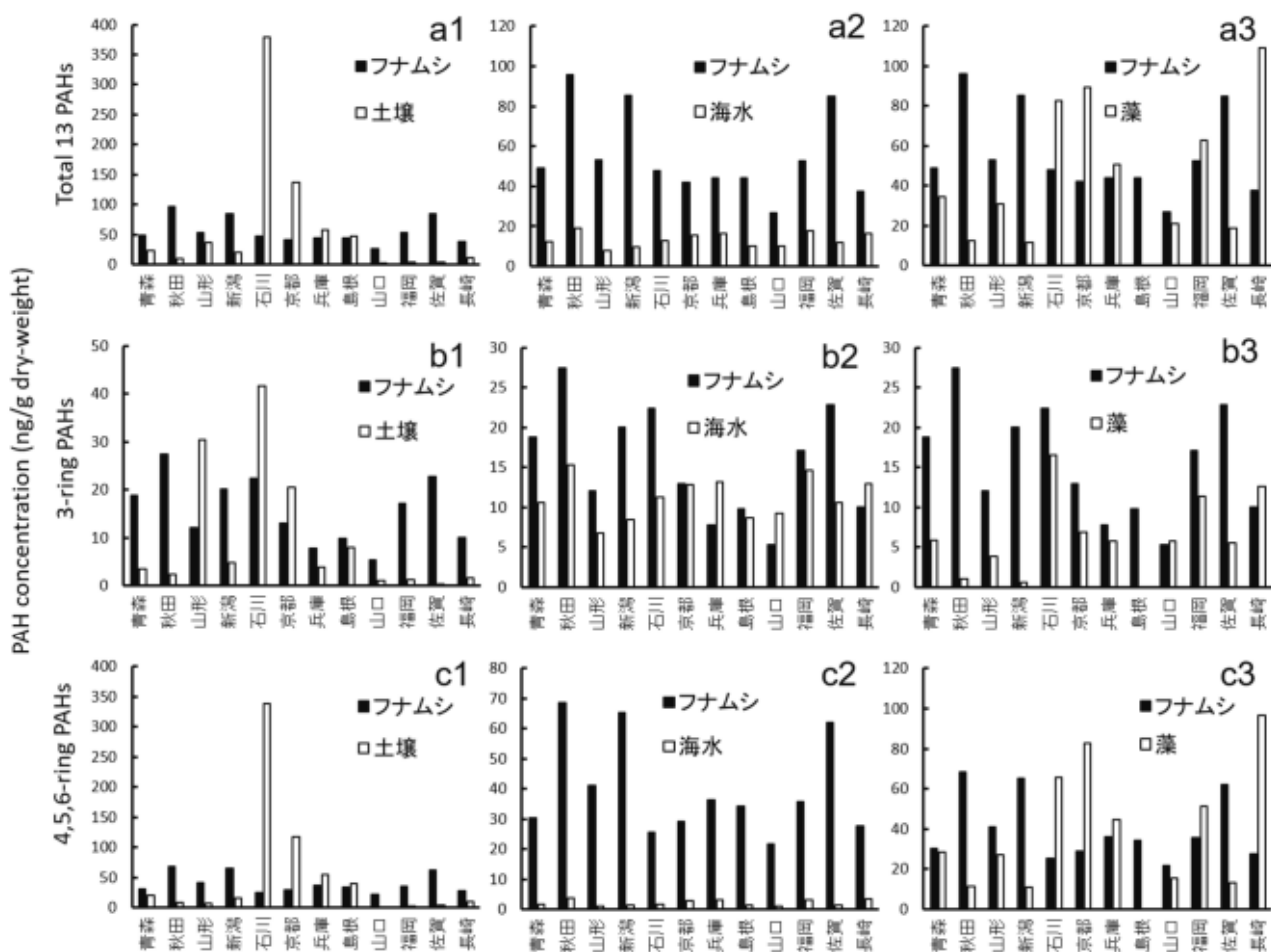


図 1. フナムシ・土壌・海水・流れ藻での PAH 類の濃度 (総 PAHs・3環 PAH 類・4,5,6環 PAH 類)

PEI-ガラスフィルターによる腐植物質-多環芳香族炭化水素会合態の膜分離

岩井久典、Rodrigo Mundo、松中哲也、長尾誠也

〒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LLRL

Iwai, H., Mundo, R., Matsunaka, T., Nagao, S., Separation of polycyclic aromatic hydrocarbon associated with humic substances using a PEI coated-glass fiber filter

【はじめに】

多環芳香族炭化水素 (PAHs) は、化石燃料の燃焼や工場排煙等、人間活動により大量に環境中へ放出される。近年、東アジアでは PAHs の環境中放出量の増加及び近隣諸国への越境汚染が問題視されている[1,2]。PAHs は発がん性及び水生生物に対する変異原性を有するため、環境中 PAHs の挙動把握が重要となっている。

腐植物質 (HS) は両親媒性を有することから、環境中の PAHs の吸着、溶解及び移動性に大きく関わっていると考えられ、HS と PAHs の会合体の把握は PAHs の環境中挙動の理解に不可欠である。これまでの研究では、HS と PAHs の会合性の評価には蛍光消光法が用いられているが、分析の都合上、当該手法による環境水中の PAHs の存在状態の把握は困難である[3]。

カチオン性ポリマーでコーティングされたガラスフィルターには、静電的相互作用によって、負に帯電した HS が吸着される[4]。PAHs は負電荷を持たないためこのフィルターには吸着しないが、HS との会合体は腐植物質のもつ負電荷によって当該フィルターに吸着されると予想される。本研究では、水溶液系環境試料の新規分析手法として当該フィルターを用いた HS-PAHs 会合体の簡易的な分離法を提案し、それを用いた HS-PAHs 会合性の評価を行う。

【試料と方法】

腐植物質：フミン酸 (HA) 及びフルボ酸 (FA) は異なる起源 (広葉樹バーク堆肥、ピート及び茂原地下水) から分離精製したものを用いた[4,5]。PcGF：ポリエチレンイミン (PEI, MW: ca. 1800, 0.1% in 10 mM リン酸緩衝液、pH 7.0) をガラス濾紙 (ADVANTEC GC-50、 ϕ 90 mm) に通し、PEI でコーティングしたガラス濾紙 (PcGF) を作成した[4]。PcGF は、純水を通して洗浄した後、すぐに試験に用いた。PAHs：重水素化された napharene (Nap-d8)、acenaphthene (Ace-d10)、phenanthrene (Phe-d10)、pyrene (Pyr-d10) 及び benzo[a]pyrene (BaP-d12) の混液を標準試料 (STD mix、 $[\text{PAHs}]_{\text{total}} = \text{ca. } 7.28 \mu\text{g mL}^{-1}$) として用いた。PAHs の分離及び分析：HA 及び FA (2 mg L^{-1} in 10 mM リン酸緩衝液、pH 7.0) の水溶液 200 mL に STD mix を 0–100 μL 添加し、吸引濾過により PcGF に HS を吸着させた。先行研究に基づき、濾紙に吸着した PAHs はジクロロメタンで抽出し、蛍光検出 HPLC により定性定量を行った[2]。

【結果と考察】

PcGF ($\phi = 90 \text{ mm}$) 1 枚あたり 2 mg L^{-1} HA 200 mL の内 95% の HA が PcGF に吸着されることが分かった。HA 及び FA をろ過した後の PcGF から PAHs5 を抽出したところ 5 種の重水素 PAHs のうち、2-3 環の PAHs は検出されなかった。添加量に対する PcGF から検出された Pyr-d10

及び BaP-d12 の検出量 (%) を Fig. 1 に示す。この結果から、HS の起源 (Hc-: バーク堆肥、Ap-: ピート、Mg-: 茂原地下水) に関係なく、PAHs は HA と会合しやすく、環数の多いものほど HS 会合体を形成しやすいことが分かった。HS の紫外可視吸光特性と%会合体 PAHs の関係から、HS の分子量、重合度及び芳香族度が高いほど PAHs が会合しやすいことが分かった (Fig. 2)。

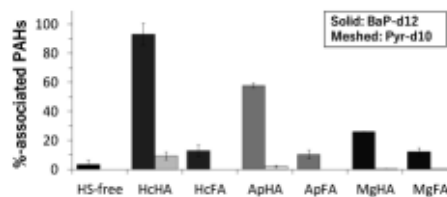


Fig. 1: The % of associated PAH to HSs. Solid and meshed columns represent BaP-d12 and Pyr-d10, respectively. The columns and error bars represent the averages and standard deviations (n = 3).

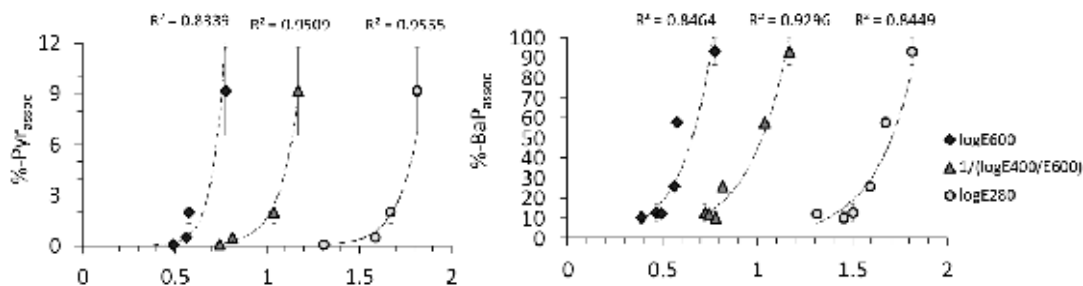


Fig. 2: The relationship between UV-vis indexes and %-associated PAHs

高い PAH 会合性を示した HcHA 及び ApHA について、PAHs 添加量を変化させ、その会合性の変化した場合の遊離体 PAH と会合体 PAH の関係を Fig. 3 に示す。これらのプロットに対して Langmuir 型の吸着等温式がよく一致した。

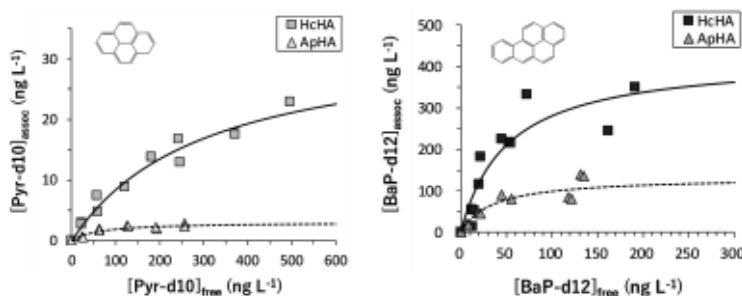


Fig. 3: The relationship between the concentrations of free- and associated PAHs.

Langmuir 型の吸着等温式のフィッティングから、HcHA と ApHA で試算された会合係数に大きな差はなかったが、HcHA が高い会合容量を有することが分かった。以上の結果から、HS における PAHs の会合部位は起源によらないこと、PAHs とその特定部位が 1:1 で会合すること、及び会合容量は HS の起源及び分画間で大きな差があることが分かった。

【参考文献】

- [1] Li, et al. (2014) *Environ. Pollut.*, 192, pp. 83-90. [2] Nagato, et al. (2019) *Mar. Pollut. Bull.*, 138, pp. 333-340. [3] Li and Lee, (2000) *Anal. Chem.*, 72, pp. 5272-5279. [4] Iwai, (2019) *Anal. Sci.*, 35, pp. 783-787. [5] Nagao, et al., (2009) *Humic Substances Res.*, 5/6, pp. 9-17.

Spatial-temporal distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface water at West Nanao Bay, Noto Peninsula, Japan, during 2019–2020

Rodrigo Mundo^{1,2}, Tetsuya Matsunaka^{1,2*}, Hisanori Iwai², Shinya Ochiai^{1,2}, Seiya Nagao^{1,2}

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

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

[Introduction]

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) is a family of compounds designated as priority pollutants by the US Environmental Protection Agency as harmful organic substances with carcinogenicity and mutagenicity effects. PAHs are produced after pyrogenic events or released from petrogenic sources. Located in a remote rural area facing the Sea of Japan, Nanao Bay is renowned for the Oyster production. Kumaki, Otsu and Ninomiya rivers, with different land usages in their courses, flow into the southwest part of the bay, generating an estuary-like environment with abundant seagrass and shallow waters (2–3 m). In the north-east part of the bay, a sandier seafloor and deeper waters are characteristic. After the embryogenic effects of PAHs, determination of concentrations and spatial distribution in seawater of West Nanao Bay is essential to ensure the safety and sustainable oyster production. This study aims to elucidate levels, sources, pathways and ecological risks of PAHs in West Nanao Bay, Noto Peninsula, through the seasonal monitoring of the spatial distribution, as well as phase partitioning, of PAHs in surface seawater.

[Experimental]

The spatial distributions in surface water was seasonally investigated from May 2019 until February 2020; simultaneously water quality parameters (e.g. salinity, turbidity, etc) were recorded on the field by water quality profiler. Seawater (10 L) was collected from 15 sampling points and stored in a polished stainless well-closed container to avoid PAHs photodegradation and any residual contamination. PAHs in seawater samples were separated and concentrated as particle phase (> 0.5 μm) and dissolved phase by tandem filtration with GC-50 glass fiber filter and solid phase extraction Empore C18 disk, respectively. To adjust extraction recoveries, deuterated standards were utilized. Samples were analyzed with a high-performance liquid chromatography coupled to a fluorescence detector (Shimadzu co., Ltd. Japan, 20A series).

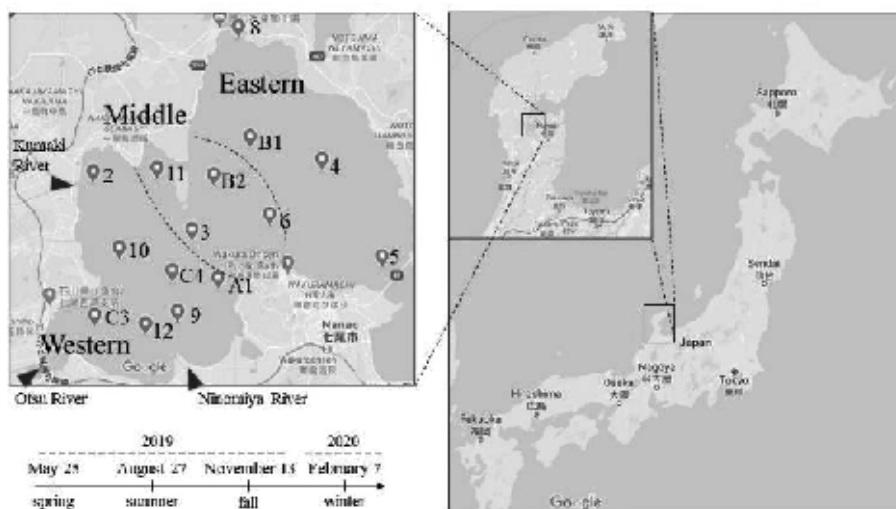


Fig. 1 Sampling points at West Nanao Bay, Noto Peninsula.

[Results and discussion]

The mean total 14 PAHs (particulate plus dissolved) concentrations were correspondingly 9.57 ng L⁻¹ in May 2019, 21.95 ng L⁻¹ in August 2019, 11.07 ng L⁻¹ in November 2019, and 7.35 ng L⁻¹ in February 2020 (Fig. 2). Highest total PAHs in the western part, decreasing towards the lowest total PAHs in the eastern part was the general trend besides in August 2019 when abnormally high total PAHs levels (up to ~130 ng L⁻¹) were detected in the central part of the bay. Based on the diagnostic isomer ratios of [Flu]/[Flu + Pyr] and [BaA]/[BaA + Chr], and a varimax rotated principal component analysis, it was established that two distinct pyrogenic (liquid fossil fuel and coal combustion) were presented in the dissolved phase. With the same methodology, it was inferred that a major pyrogenic source (biomass combustion) plus a petrogenic second component were present in the particulate phase. With a strong inverse proportionality ($r^2 = 0.89$) between annual average particulate-PAHs (PPAHs) and salinity, riverine runoffs were determined to be a major transportation pathway of PAHs towards the bay. Based on the ecological risk coefficients (RQ) developed by Cao et al. [1], PAHs ecological impact was analyzed. The RQ Σ 14 PAHs (NCs) varied from 0 to 82.49 in 60 surface seawater samples, representing a very low to low risks to marine life.

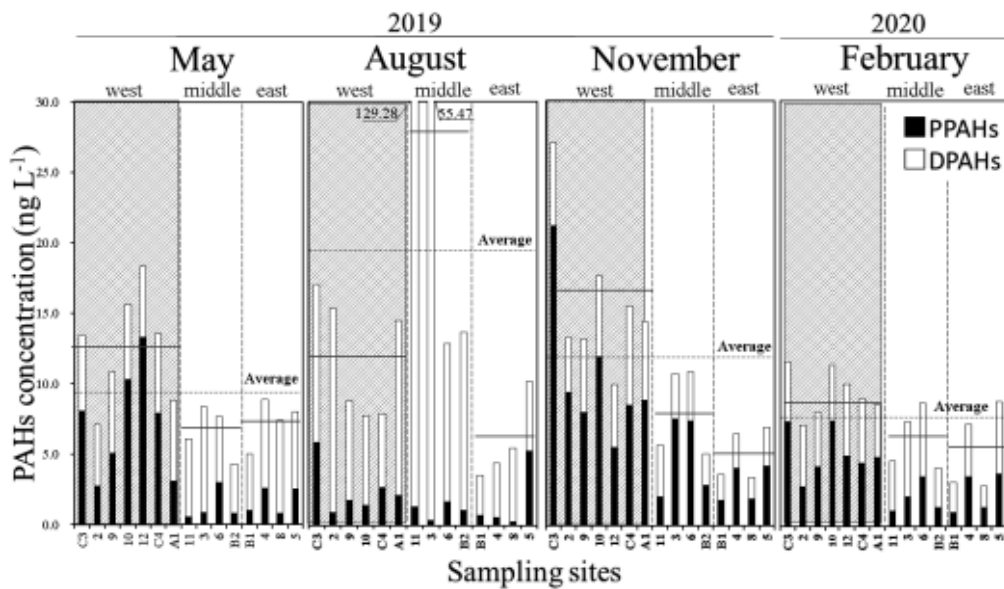


Fig. 2. PAHs levels in surface water at West Nanao Bay, Noto Peninsula, during 2019–2020.

[References] [1] Cao Z., Liu J., Luan Y., Li Y., Ma M., Xu J., Han S. Distribution and ecosystem risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in the Luan River, China. *Ecotoxicol.*, **2010**, Vol. 19, 827–837.

Dynamics of radionuclides released from the Fukushima nuclear accident at river watershed environment

Deddy Irawan Permana Putra^a, Shinya Ochiai^b, Seiichi Tomihara^c, Shun Watanabe^d, Kyuma Suzuki^d, Seiya Nagao^b

^a Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kakuma, Ishikawa 920-1192, Japan

^b Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University, Wake O-24, Nomi, Ishikawa 923-1224, Japan

^c Aquamarine Fukushima, Tatsumicho-50 Onahama, Iwaki, Fukushima 971-8101, Japan

^d Gunma Prefectural Fisheries Experiment Station, Maebashi, Gunma 371-0036, Japan

[Introduction]

An earthquake on 11 March 2011 caused an accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP), which resulted in contamination of a wide range of terrestrial and marine environment. Radioactive cesium widely deposited on land and transported from watershed through river system to the ocean. Most of the radiocesium concentration derived from the FDNPP accident in riverine suspended solids are predominantly governed by the contributions of radioactive depositions in the catchment areas (Ueda *et al.*, 2013, Nagao *et al.*, 2015, Ochiai, *et al.*, 2015). Recently, the scientists reported that the activity of ¹³⁷Cs was found in beach groundwater with a maximum value of 23.0 ± 0.5 kBq m⁻³ at Yotsukura, Iwaki city 40 km away from FDNPP (Sanial, *et al.*, 2017). The dispersion and deposition of radiocesium on the environment are of great concern in the coastal area surrounding Fukushima Prefecture. Investigations of radiocesium concentration in the rivers have been performed to understand factors controlling transport of radiocesium during different watershed condition.

[Location, Measurement]

In this study, field survey was carried out at two river systems and one coastal area (Fig. 1). River water samples were collected at a fixed station from the Tone River and the Natsui River at normal and high flow condition during 2018-2019. The upper Tone River watershed has catchment area of 16.840 km² and the Natsui River catchment area is 749 km². Suspended solids were separated from river water by using continuous flow centrifugation. Dissolved cesium was co-precipitated using ammonium molybdophosphate (AMP) method. Radioactive cesium concentration was determined for the AMP precipitates and suspended solids samples using HPGe gamma spectrometry.

[Result, Discussion]

The maximum concentration of ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs at normal flow condition was 0.7 mBq L⁻¹ and 7.9

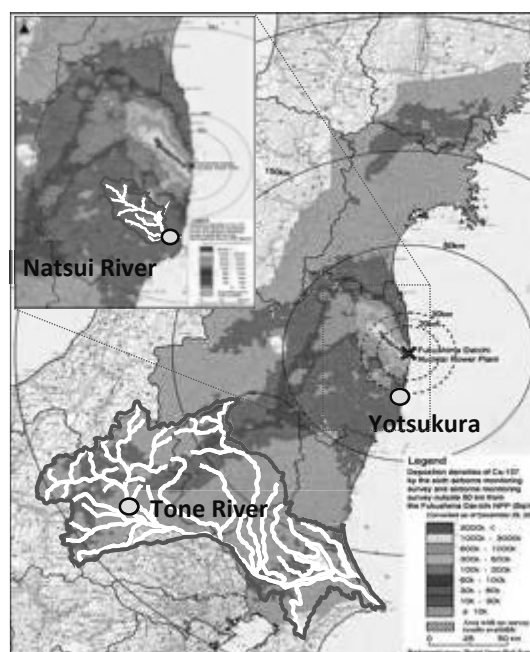


Fig. 1. Sampling Location (¹³⁷Cs distribution map, JAEA)

mBq L⁻¹ in the Tone River, and 1.1 mBq L⁻¹ and 11 mBq L⁻¹ in the Natsui River, respectively (Fig. 2). Total concentration of ¹³⁴Cs after the rain events was 18 – 37 mBq L⁻¹ in the Tone River and 40 mBq L⁻¹ in the Natsui River. The concentration of ¹³⁷Cs in the Tone and Natsui River was 210 – 411 mBq L⁻¹ and 447 mBq L⁻¹ respectively. The suspended solids concentration in both rivers was higher than 100 mg L⁻¹ at high flow condition. The percentage of ¹³⁷Cs in particulate phase to the total concentration was over 95 % (Fig. 3). However, during low-flow periods the percentage varied from 50 to 95 % in the Natsui River and 12 to 84 % in the Tone River. These results indicate that the transport of radiocesium in river systems are influenced mainly by the movements of suspended particles associated with radiocesium during runoff events. The ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs concentrations in particulate phase during high flow after rain events were the highest in the both rivers.

[References]

- S. Ueda, *et al.*, 2013. Fluvial discharges of radiocaesium from watersheds contaminated by the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, Japan. *J. Environ. Radioact.* 118, 96–104.
- S. Nagao, *et al.*, 2015. Migration behavior of ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs in the Niida River water in Fukushima Prefecture, Japan during 2011–2012. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 303, 1617–1621.
- S. Ochiai *et al.*, 2015. Effects of radiocesium inventory on ¹³⁷Cs concentrations in river waters of Fukushima, Japan, under base flow conditions. *J. Environ. Radioact.* 144, 86-95.
- Sanial, V., 2017. Unexpected source of Fukushima-derived radiocesium to the coastal ocean of Japan. <https://doi.org/10.1073/pnas.1708659114>.

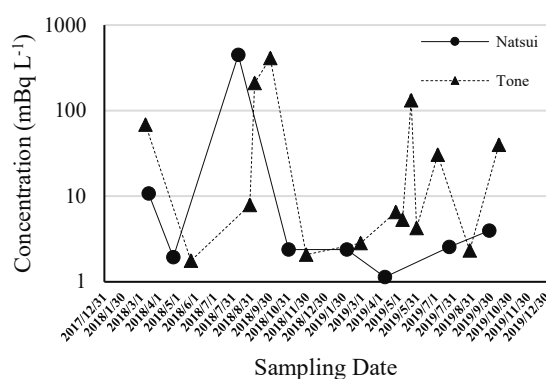


Fig. 2 Total ¹³⁷Cs concentration in the Natsui River and the Tone River.

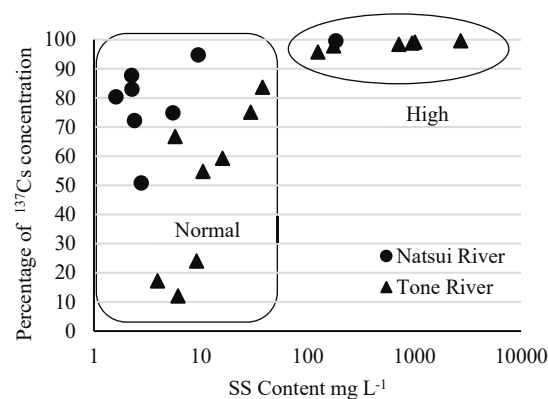


Fig. 3 Relationships between percentage ¹³⁷Cs in suspended solids with SS content mg L⁻¹ in the Natsui River and the Tone River

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
令和元年度年報

発行日	2020年7月3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

