

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	A. チャルキン	提出年月日	令和 02年 4月30日	
申請者氏名	A. Charkin			
所属・職名	ロシア科学アカデミー極東支部 V. I. Il' chev 太平洋海洋研究所			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☒ 重点共同研究 ☐ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 一般枠 ☒ 国際枠	研究期間 ☐ 単年 ☒ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☒ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☒ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	環日本海域沿岸域における海底湧水の実態把握			
研究実施期間	平成31年 4月 1日～ 令和 02年 3月 31日			
センター 教員	長尾 誠也			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	A. Charkin	ロシア科学アカデミー 極東支部太平洋海洋研 究所	研究員	調査・総括
	分担者	V. Lobanov	ロシア科学アカデミー 極東支部太平洋海洋研 究所	所長	総括
		P. Semkin	ロシア科学アカデミー 極東支部太平洋海洋研 究所	研究員	調査・分析
		T. Tischenko	ロシア科学アカデミー 極東支部太平洋海洋研 究所	室長	調査・分析
		長尾誠也	環日本海域環境 研究センター	教授	総括
		落合伸也	環日本海域環境 研究センター	助教	調査・分析
		藤田充司	環日本海域環境 研究センター	M 2	調査・分析
		杉本 亮	福井県立大学	准教授	調査・分析
	※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。				
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	地下水 海水 海底堆積物	水 水 固体	10 30 20	
	分析した試料	地下水 海水 海底堆積物	水 水 固体	10 40 20	

研究目的・期待される成果	本研究では、陸域と沿岸海洋を結ぶ経路の 1 つとしての可能性が指摘されている地下水の寄与を評価し、沿岸域において海底湧水の実態を異なる集水域を有する沿岸域で実施し、海底湧水の供給量、供給機構を明らかにすることを目的とする。特に、流域との関係を基盤にした海底湧水の実態を把握し、その流出機構から海底湧水の流出タイプを整理し、栄養塩・有機物の移行挙動をとの関係を評価する。 能登半島の七尾湾・小浜湾・Peter the Great Bay で観測を実施する。 本研究の成果は、沿岸域の生物生産を支配する要因解明に繋がるとともに、有機物との親和性が指摘されている越境汚染有害物質の多環芳香族炭化水素の移行挙動を評価する基礎データとして活用することが出来る。
---------------------	--

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

2018 年 7 月・8 月、2019 年 5 月・8 月の底層水中の平均 ^{222}Rn 濃度はそれぞれ 122.7 Bq/m^3 、 122.2 Bq/m^3 、 95.9 Bq/m^3 、 102.6 Bq/m^3 となり、これは 2018 年 4 月 (50.6 Bq/m^3)・11 月 (51.5 Bq/m^3)、2019 年 10 月 (75.5 Bq/m^3)・11 月 (58.5 Bq/m^3) よりも高濃度となった。また、地下水の ^{222}Rn 濃度は、河川水の約 10 倍の濃度であり、海水と比べると約 1000 倍高い濃度となった。地下水の寄与を検討するため、 ^{222}Rn のミキシングダイアグラムを用いた。実線は地下水と湾外海水の保存的混合を表し、破線は河川水と湾外海水の保存的混合を表している。また、一点鎖線は地下水の寄与率が 1% であることを示している。2018 年 7 月・8 月、また図には示していないが 2019 年 5 月・8 月には地下水の底層への寄与率が 1% 程度と高くなった。これらの季節（初夏～夏季）では、表層水と底層水の密度差が大きくなる成層化が進行しており、またサンプリング前に湾流域で多量もしくは集中的な降雨が観測されている。以上のことから、七尾西湾で初夏～夏季に海底湧水の寄与が高くなる要因として、降雨による地下水流出量の増加と海水の成層化による海底湧水の底層への滞留が考えられる。また、有機物分解の再生産の指標である見かけ上の溶存酸素消費量 AOU と底層水栄養塩濃度の関係から、2018 年夏季では地下水に豊富に含まれる DIP と DSi が海底湧水により湾底層に供給されていることが示唆された。

湾測線観測では、ミキシングダイアグラムより主に水深 5m 以深で地下水の寄与が大きくなる地点が存在した。これらの地点のうち、表層堆積物の粒径が大きい地点は地下水が透水しやすいため、粒径が大きい湾中央部～東部では海底湧水の流出が示唆された。一方で、粒径の小さい湾西部では粒径の大きい地点に流出した地下水の移流により地下水の寄与が大きくなったと考えられる。また、有機物分解の再生産の指標である見かけ上の溶存酸素消費量 AOU と底層水栄養塩濃度の関係から、水深 5m 以深のいくつかの地点で海底湧水からの栄養塩供給が示唆された。

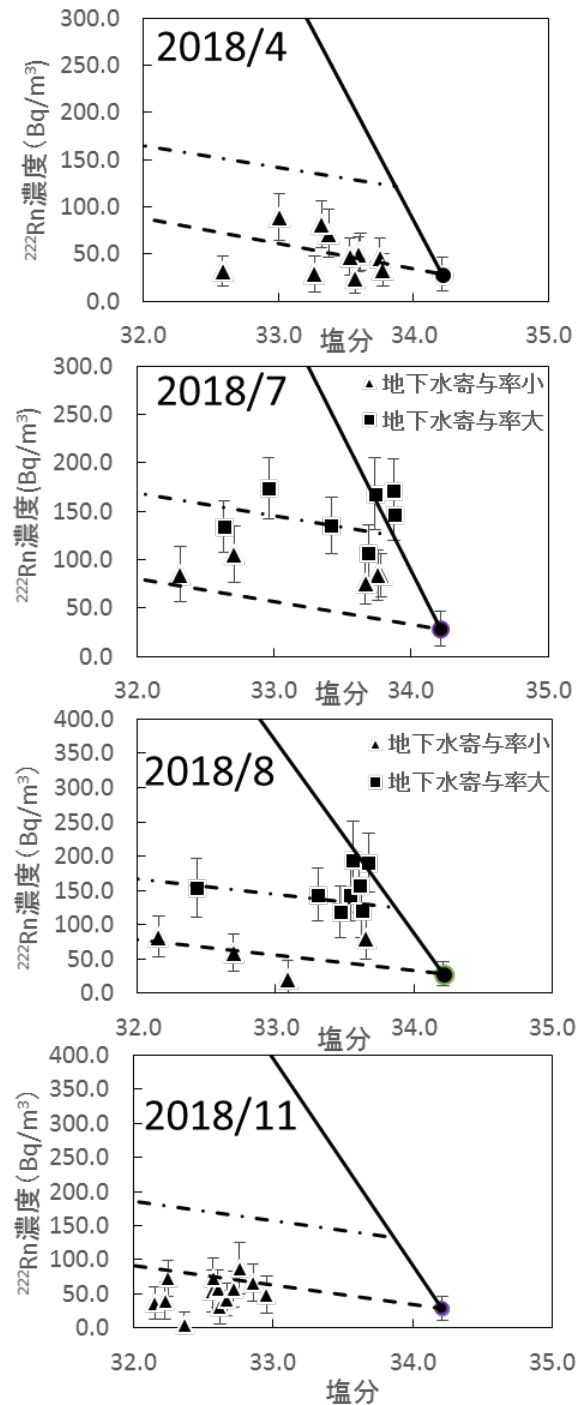


図 2018 年の ^{222}Rn の
ミキシングダイアグラム

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる
成果物

学会発表

藤田充司、長尾誠也、落合伸也、杉本亮、芳村毅、M. Charette, P. Henderson 「Rn-222 をもちいた能登半島七尾西湾での海底湧水流出解析」 日本放射化学会第 63 回討論会 2019 年 9 月 24 日-26 日

金沢大学大学院自然科学研究科物質化学専攻博士前期課程論文 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」 令和 2 年 3 月予定

※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	さかた こうへい	提出年月日	令和 2 年 1 月 30 日	
申請者氏名	坂田 昂平			
所属・職名	国立環境研究所 地球環境研究センター			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☒ 重点共同研究 ☐ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☐ 単年 ☒ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☒ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☒ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～ 2020 年 3 月 31 日			
センター 教員	松木 篤			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	坂田 昂平	国立環境研究所	共同研究員	化学種解析、有機硫黄、小型センサー
	分担者	高野 祥太郎	京都大学	助教	微量元素元素の濃度・同位体
		高橋 嘉夫	東京大学	教授	金属元素の化学種解析
		坂口 綾	筑波大学	准教授	有機硫黄の分析
		谷本 浩志	国立環境研究所	室長	小型センサー
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	エアロゾル	粒子	168 試料 (採取済：49 試料)	
	分析した試料	エアロゾル	粒子	42 試料	
研究目的・ 期待される 成果	【研究目的】 エアロゾル中の金属は人体への毒性を持つものがある一方で、鉄などが海洋表層に供給されることで海水中の植物プランクトンの光合成を活発化させ、全球的な気候に影響を及ぼす。エアロゾルの主成分が有機物であることは広く知られているが、これまでのエアロゾル観測では無機成分（金属）と有機物の相互作用に着目した研究例がない上に、同一試料からこれらのデータを蓄積した例もほとんどない。本研究では能登大気スーパーサイトで採取したエアロゾル中の有機物と金属元素の濃度分析のみでなく化学種や同位体など最先端の技術を含めた包括的な分析を行い、有機物の影響も含めて金属元素の大気化学反応に関する知見を得る。これらのデータから、エアロゾル中の金属元素が環日本海域や北太平洋などの外洋に対する越境汚染が全球的な気候に与える影響評価する。また、既に観測サイトに搭載されている連続観測装置（粒子濃度、温室効果ガスなど）の結果と本申請で新たに搭載する安価で小型なセンサーの感度実験を行い、大気観測網の拡大にも努める。 【期待される成果】 本申請から得られるデータは世界的にも例を見ない網羅的な分析成分の連続観測データであり、従来の観測では検知できなかった金属および有機物の相互作用に関する知見が得られる。また、化学反応時に生じる金属元素の安定同位体比や化学種の変化を定量的に理解することで、将来の室内実験系や化学輸送モデルの精緻化などに繋がり、より具体的に環日本海域の地域環境問題や全球的な気候変動に金属元素が及ぼす影響評価が可能となる。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究実施内容・得られた成果	□エアロゾル中の微量金属に関する動態研究 【夏季における金属元素の排出源】 後方流跡線解析の結果、6-12月に能登に飛来する空気塊の多くが、中国を含めた東アジア域から輸送されてくる結果を示した。この結果を反映するようにエアロゾルの光学的厚さ（Aerosol Optical Depth: AOD。エアロゾル濃度に依存）や一酸化炭素の衛星観測データからも東アジア域から汚染大気が能登に輸送されていることを示した。このことから能登半島は年間を通して東アジア域の越境汚染の影響を受けている可能性が高い。夏季（7-9月）の試料中の金属濃度の粒径分布や濃縮係数(Enrichment factor (EF_{crust}) = $(X/Al)_{エアロゾル} / (X/Al)_{平均大陸地殻}$, X: 対象元素)から以下のように分類した。$EF_{crust}$ は10を基準に地殻物質由来(10以下)と人為起源(10以上)の区別をした。 1. 地殻物質由来: Al, Ti, Fe 濃度極大が粗大粒子にあり、全粒径を通して EF_{crust} が10以下の元素。実際、粗大粒子中のFeの EF_{crust} は1程度であるが、微細粒子では1.5-2.0と粗大粒子に対してやや高い傾向が見受けられる。Tiに関しても粗大粒子、微細粒子共に EF_{crust} が1.5-2.0と地殻物質に対してやや高い傾向があり、GSJやNISTの標準岩石試料などのTiのEFを計算しても1かそれ以下の値を示す。EF_{crust} は地殻物質中の存在度が高い元素ほど値が高くなりにくくなる。そのため、わずかに高いEFでもTiや微細粒子中のFeに関してはわずかに人為的活動の影響を受けている可能性があり（詳細は鉄とチタン化学種の結果に記載）、その放出量は決して小さくない。 2. 海水由来: Na, Mg, Ca Na, Mg, Caは濃度極大が粗大粒子にあり、海水に対する濃縮係数($EF_{ssw} = (X/Na)_{エアロゾル} / (X/Na)_{海水}$)が1に近い元素。観測サイトが沿岸域であることもあり、AlやFeに比べて1桁から2桁高い大気中濃度が観測されており、鉱物粒子に比べて海塩粒子の存在度が圧倒的に高かった。Caは地殻、海水共に存在度が高い元素であるが、海塩粒子の存在度の高さから、ほとんどが海水由来である結果が得られた。 3. 人為起源（粗大: $1 < EF_{crust} < 10$, 微細: $10 < EF_{crust} < 10^3$）: K, V, Cr, Mn, Co, Ni, Ba Vを除いてこれらの元素は粗大粒子に濃度極大を持つが、EF_{crust} では微細粒子において明らかに高くなる傾向が共通して見られた。また、これらの元素間で良い相関関係が見られ、類似した排出源から放出されたと予想される。特に微細粒子中のVとNiは重油燃焼のトレーサー元素であることやCoが石炭や重油の飛灰に濃集することから高温燃焼を介した人為起源の影響が大きいと考えられる。粗大粒子に関しては道路粉塵（Baが元素トレーサーの1つ）が排出源候補であるが、現段階では詳細な起源解明には至っていない。 4. 人為起源（全粒径の $EF_{crust} > 10$）: Cu, Zn, Mo, Cd, Sb, Pb これらの元素は全ての粒径において地殻物質に対して明らかに高い EF_{crust} を持ち、特に微細粒子では EF_{crust} が 10^3 や 10^4 を超えることもあり、人為起源の影響が極めて大きいことがわかった。粗大粒子中のCuやSb（ブレーキパッドの断片）、Zn（タイヤ片）、Pb（道路上のペイント）は道路粉塵の影響が大きいと考えられる。実際、粗大粒子から道路粉塵に含まれているCuOやCuS, ZnOがX線吸収微細構造法(XAFS)による化学種解析でも検出されている。一方、微細粒子中のこれらの元素は石炭燃焼などの寄与が多いことが知られている。これらの元素が大気に放出される際はガス状の酸化物や塩化物であると熱力学モデルから予想されているが、それらの化学種は検出されず、シュウ酸塩や硫酸塩として存在していた。これは大気液相反応により変質したことが予想される(Sakata et al., 2014, 2017)。濃度極大はCuを除いて微細粒子にあり、PbやCdは石炭燃焼の元素トレーサーであることがよく知られており、これら元素に対する石炭燃焼の寄与が非常に重要であることがわかった。 5. 例外: Sr Srの平均大陸中の濃度は約375 mg/kgに対して、海水に8 mg/kg含まれる元素であ

るが、先述したように Na 濃度が Al 濃度に対して 2 桁近く高い。そのため、他の元素と異なり、地殻物質 と海塩粒子の両方の寄与を受けている可能性が高い。実際、地殻物質、海水、人為起源からの Sr のエアロゾルに対する寄与は約 10%, 40%, 50% のそれぞれであった。そのため、特に EF_{crust} では人為起源ではない海水由来の影響により EF_{crust} が高く出る傾向にあった（全ての粒径で $EF_{\text{crust}} > 10$ ）。実際の人為起源 Sr 濃度を求めた結果、微細粒子よりも粗大粒子の方が高く、道路粉塵などの影響はあるが、石炭や重油燃焼の影響は小さいと考えられる。

【鉄化学種の粒径分布と溶解率の関係】

各粒径における平均的な Fe 化学種を XAFS 法で同定した。粗大粒子中の Fe 化学種は鉄（水）酸化物（ヘマタイト、マグネタイト、フェリハイドライト）とアルミノ珪酸塩（イライト、スメクタイト、バイオタイト）で構成されていた。これらの鉄（水）酸化物とアルミノ珪酸塩の存在比は 60:40 程度で、6-8 月の間にこの比の変化は見られなかった。この存在比は黄砂などを含めた鉱物粒子中の Fe 化学種と類似しており、ICP-MS で求めた EF_{crust} の結果と整合的であった。これらの粗大粒子を水抽出した後に不溶性の Fe 化学種を測定すると鉄水酸化物（フェリハイドライト）の存在割合が減少した一方で、ヘマタイトやマグネタイトの割合が増えたことから、フェリハイドライトが粗大粒子中の Fe の溶解率を制御する重要な化学種であることがわかった。一方で、微細粒子ではヘマタイト、アルミノ珪酸塩に加えて、硫酸 Fe(II, III) や Fe(III) の有機錯体が存在していることが明らかとなった。微細粒子中の不溶性 Fe の化学種をには全 Fe の化学種解析では検出されなかったマグネタイトが検出されたのに対して、硫酸 Fe(II, III) や Fe(III) の有機錯体は全く検出されなかった。これらのことから硫酸 Fe(II, III) や鉄の有機錯体が微細粒子中の溶存 Fe の寄与に大きく影響していることや、少量のマグネタイトが不溶性 Fe として含まれていることがわかった。また、全 Fe と不溶性 Fe のスペクトルの差分から硫酸 Fe(II, III) や鉄の有機錯体だけでなく、ヘマタイトが Fe の溶解性に寄与していることも明らかになった。これまで燃焼由来のヘマタイトの溶解性が高いことが先行研究から示唆されていたが (Kurisu, Sakata et al., 2019 など)、粗大粒子に存在する土壌由来のヘマタイトが溶けず、微細粒子に存在する燃焼由来のヘマタイトの溶解性の高さを直接的に示したのは本研究の大きな成果である。これらの結果の一部をこれまで申請者が行ってきた海洋観測の結果と併せて論文の投稿準備を進めている。

【単一粒子中の化学種分析】

走査型透過 X 線顕微鏡 (STXM) を用いて炭素および Fe の混合状態解析を行った。その結果、人為起源物質である黒色炭素 (BC) に加えてブラウンカーボン (BrC) や腐植様物質 (Humic-like substance: HULIS) と類似したスペクトルを持つ粒子が多く見られた。一部の BC は Fe(III) と混合している結果が得られており、高温燃焼（石炭や重油燃焼）などからの排出時にナノ粒子が凝集して生成されたと予想される。これらの粒子からは Al から検出されておらず、地殻物質由来ではなく、人為的活動由来であることを示している。このように、微細粒子に存在する人為起源 Fe が EF_{crust} を増加させてと考えられる。また、Fe や BC が濃集している部分の $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ に類似したスペクトルが得られるが、Fe や BC が希薄な部分では CaCO_3 (石灰石) と類似した化学種で構成されており、単一粒子内においても反応の進行度に不均一性があることがわかった。実際、微細なエアロゾルから硫酸鉄 (II, III) が検出されていること、 CaCO_3 の一部がジブサムへと変化することや (Miyamoto, Sakata et al., in press)、BC も硫酸などで被覆されることにより光学的特性を増加させること（レンズ効果）や雲凝結核能を増加させることが知られており、BC や Fe が濃集している部分で選択的に硫酸との反応が進行した可能性がある。一方で、BrC の一種である tarball は硫酸よりも硝酸などと反応することがわかっており (Adachi, Sakata et al., 2019)、有機物の化学組成により大気変質過程が異なる。来年度より実装される新しいゾーンプレートを用いることで硫黄の分析も STXM で可能となるため、これら粒子中における Fe や BC と硫黄の混合状態解析も進

め、下記に記す有機硫黄化学種に関する議論とリンクさせる。

【チタン(Ti)化学種の粒径分布】

エアロゾル中の平均的な Ti 化学種は粗大粒子・微細粒子ともにルチル型/アナターゼ型 TiO_2 (40%)、イルメナイト(FeTiO_3 ; 30%), チタン石(CaTiSiO_5 ; 30%)で構成されていた。この化学種組成は黄砂 ($\text{TiO}_2\text{:FeTiO}_3\text{:CaTiSiO}_5 = 25\text{:}29\text{:}46$) に比べてやや TiO_2 が高い傾向が得られた。また、微細粒子中の Ti 化学種の局所分析を行った結果、Ti 濃集粒子はルチル型の TiO_2 のみで構成されていることがわかった。平均的な Ti 化学種と局所分析の結果が異なることから、ルチル型の TiO_2 の濃集粒子の個数濃度は低いことが予想される。ルチル型 TiO_2 の製造量はアナターゼ型 TiO_2 よりも多く、ペイントなどにも使用されていることから、ペイントなどから放出された TiO_2 の濃集粒子が Ti の EF_{crust} を 2 程度まで引き上げている要因になりうる。また、今回検出した多くの Ti 化合物が優秀な光触媒として機能するため、OH ラジカル生成などの大気化学的問題とも関連させて議論を今後進める。

【その他金属元素の化学種解析】

鉄や Ti の他に、亜鉛、銅、ニッケル、鉛などの化学種解析を順次進めている。マシンタイムの関係上、まだこれら元素の同位体比の測定には至っていないが、今後、亜鉛、銅、ニッケルの化学種および同位体比を組み合わせた研究を進める。

□エアロゾル中の水溶性有機硫黄の分析

【水溶性有機硫黄の濃度定量法の確立】

誘導結合プラズマタンデム質量分析計(ICP-QQQ-MS)を用いて、エアロゾル中の水溶性有機硫黄の定量法の検討を行った。マトリックス溶液が似ている試料に関しては挟み込み法を用いることで測定中の感度補正が可能であった。今後、高マトリックス試料などにも対応できるように他の元素を用いた内部標準補正の検討を現在進めている。試験的に国立環境研究所で採取した粒径分画エアロゾル中の水溶性有機硫黄の分析を行った結果、どの粒径においても無機硫酸塩に遜色ない量の水溶性有機硫黄がエアロゾル中に含有されていることが明らかになった。大気中で二次生成する有機硫黄の多くは硫酸アンモニウムに比べて低いと予想されており、有機硫黄の二次生成がジブサムの形成と同様に硫酸アンモニウムの生成を抑制する可能性がある。今後、XAFS 法による硫黄の化学種分析の結果などと合わせながら、エアロゾル中の有機硫黄成分の生成過程や雲凝結核能などに関する研究を進めていく。

【硫黄化学種解析】

XAFS 法で硫黄化学種の分析を行った結果、粗大粒子には硫酸塩エアロゾルに加えて少量の還元型の硫黄（有機硫化物やスルフィドなど）も含まれていた。鉄と同様に水抽出後に不溶性硫黄の化学種解析を行うと、硫酸塩のシグナルが激減し、還元型の硫黄が顕著になった。この不溶性成分のスペクトルはフミン酸と類似しており、粗大粒子には土壤に含まれる腐植物質に含まれる有機硫黄が存在していることが明らかとなった。一方で、微細粒子の全硫黄、不溶性硫黄共に硫酸塩エアロゾルのみで構成されていた。抽出条件を考慮すると無機硫酸塩（硫酸アンモニウムやジブサム）は完全に抽出されているので、水溶性および不溶性の有機硫黄共に還元型の硫黄を含有していないことが明らかとなった。エアロゾル中には腐植様物質(Humic-like substance: HULIS)が存在することが知られており、これらは大気液相反応で形成し、微細粒子に濃集していることが知られている。HULIS と土壤や河川腐植間で炭素や窒素の化学成分や赤外吸収スペクトルが類似している点も確かにある一方で、両者で異なる点があることも知られている。しかし、今回の観測結果から土壤や河川腐植に含まれる還元型の硫黄が HULIS にはほとんど含まれておらず、土壤や河川腐植と HULIS の違いがより明確になった。

□小型センサーの実装状況など

SPEC センサー社の小型ガスセンサーを既に購入済みで観測に用いる準備を順次進

	めている。PM_{2.5}の小型センサーに関しては別途、打ち合わせを進めている。 □総括 背景に記載した通り、同一試料を用いて多成分解析を行った。現段階においても詳細な Ti 化学種の同定や大量の水溶性有機硫黄がエアロゾル中に存在することが明らかになるなど、新規的な成果が出つつある。来年度は同位体や化学種の経時変化も含めより包括的な議論を行う。 ※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。
見込まれる 成果物	【準備中の原著論文】 1. Kohei Sakata, Minako Kurisu, Yasuo Takeichi, Aya Sakaguchi, Hiroshi Tanimoto, Yusuke Tamenori, Yoshio Takahashi, Atmospheric chemistry of iron with organic ligand to enhance its solubility, in preparation (年度内投稿予定). 2. Kohei Sakata, Yoshio Takahashi, Shotaro Takano, Atsushi Matsuki, Aya Sakaguchi⁵, Hiroshi Tanimoto, First result of titanium speciation in size-fractionated aerosol by X-ray spectroscopy, in preparation. 3. Kohei Sakata, Aya Sakaguchi, Takano Shotaro, Yoshio Takahashi, Hiroshi Tanimoto, Development of quantitative method of sulfur and phosphorus by inductively coupled plasma tandem mass spectrometry with internal standard, in preparation. 【学会発表など】 4. ○Kohei Sakata, Yoshio Takahashi, Minako Kurisu, Atsushi Matsuki, Aya Sakaguchi, Hiroshi Tanimoto, The importance of chemical speciation of trace metals in aerosols on air quality and human effects, IGAC-MANGO Meeting, Science Workshop, and Training Course, Nainital, India, 2019/11/28-12/1. Oral presentation. 5. ○坂田 昂平, 谷本 浩志, 栗栖 美菜子, 坂口 綾, 松木 篤, 高野 祥太朗, 高橋 嘉夫, 観測事実に基づく金属—有機配位子の大気液相反応に関する研究, 第 24 回大気化学討論会, 蒲郡, 2019/11/5-7. 口頭発表. 【その他成果】 今年度の国立環境研究所 (NIES) の外部評価の際に水溶性有機硫黄の分析法の確立および実資料への応用が地球環境研究センター (NIES 最大のセンター) の代表すべき成果として選出され、外部評価においても高い評価を得た。また、本課題の直接的な成果ではないが、本課題でも使用している超低ブランクを実現した新規エアロゾルサンプリング手法で代表者が海洋化学研究所の奨励賞 (30 代未満) を受賞した。これらのことから、NIES の広報が実施するアウトリーチの一環で能登学舎における観測の取材に関して現在打ち合わせを進めている。 奨励賞および受賞論文の題目 6. 坂田 昂平, エアロゾルのクリーン採取法の開発による微量金属の溶解性と大気化学反応の関連性の解明, 海洋化学研究
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	しまさき ようへい	提出年月日	平成 年 月 日	
申請者氏名	島崎 洋平			
所属・職名	九州大学大学院 農学研究院 ・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☒ 重点共同研究 ☐ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☐ 単年 ☐ 複数年(2年)	☐ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☒ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	平成 31 年 4 月 8 日～ 令和 2 年 3 月 27 日			
センター教員	長尾 誠也 鈴木信雄 関口俊男 落合伸也			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	島崎洋平	九州大学農学 研究院	准教授	NGS データ解析
	分担者	長尾誠也	環日本海研究 センター	教授	コアの年代測定
		鈴木信雄	環日本海研究 センター	教授	コア採取
		関口俊男	環日本海研究 センター	助 教	コア採取
		落合伸也	環日本海研究 センター	助 教	コアの年代測定
		大嶋雄治	九州大学農学 研究院	教授	NGS データ解析
		向井幸樹	九州大学農学 研究院	博 士 後 期 課程 3 年	DNA 抽出・定量 PCR
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	海底堆積物コア			
	分析した試料	海底堆積物コア			

研究目的・ 期待される 成果	意義・目的：近年、温暖化に伴う水温上昇が日本海でも起こっており、日本海の生態系への影響が懸念される。よって過去から現在までの生物相変遷の推定方法の開発が必要である。一方で分子生物学の技術が生態学へ波及し、環境 DNA を用いて網羅的に生物相を把握することが可能となりつつある。 本研究の特色：環境 DNA の手法を海域の底質コアに適用した報告は少ない。本研究では石川県近海の 2 箇所（九十九湾、七尾湾）で海底堆積物コアを採取し、各層堆積物から DNA を抽出後、魚類（ミトコンドリア 12SrRNA）、貝類（18S rRNA）、光合成生物（psbA）、真核生物（18S rRNA）、および真正細菌（16S rRNA）に対するユニバーサルプライマーにより標的遺伝子配列を PCR で増幅、塩基配列を解読し、各層に存在した生物種を同定する。さらに、鉛-210 法等による堆積速度から推定した各層の年代測定により、2 箇所のコアにおける生物相の変化を年代と比較することにより、生物相の変化を推定する。 期待される成果：本研究により環境 DNA を用いた日本海九十九湾、七尾湾の生物相の変遷が明らかになる。生物相の推定方法が確立され、過去の生態系の再現と変遷の推定が可能となると期待される。本方法は、汎用性が高く、国内外の様々な海域で実施可能であり、さらに現在だけでなく過去の生物相の推定が可能となり、その活用が期待される。 ※申請書に記載した事項を要約して下さい。
-------------------------------	---

利用・研究実施内容・得られた成果	2019 年 7 月に九十九湾内の 2 地点から堆積物コア(19TB-5: 31 cm、19TB-12: 23 cm)を船上から採取した。採取後、研究室に持ち帰り、同日中に 1 cm ずつのスライスを分取後、湿重量を測定した。各スライスの一部を環境 DNA 解析用として冷凍保存した。残りは年代測定等の解析用とした。現在、19TB-5 について解析を進めている。7 層のコア(2-3 cm、5-6 cm、10-11 cm、15-16 cm、20-21 cm、25-26 cm、30-31 cm)を用いて鉛-210 法による堆積速度の解析を行った結果(暫定値)、表層から 15-16 cm の堆積速度は $0.603 \text{ g/cm}^2/\text{y}$、15-16 cm から 25-26 cm は $0.240 \text{ g/cm}^2/\text{y}$、25-26 cm から 30-31 cm は $0.066 \text{ g/cm}^2/\text{y}$ と推定され、年代が新しくなるにつれて堆積速度が増加する傾向にあり、九十九湾における堆積環境の変化が示唆された。得られた堆積速度から、最深層(30-31 cm)下端の堆積年代が 89.6 年前(1930 年)と試算された。今後さらに解析層を増やしてより正確な堆積年代を推定する予定である。 環境 DNA 解析については、年代測定を行った 7 層に加え、23-24 cm および 28-29 cm 層の計 9 層のサンプルからそれぞれ湿泥約 2.5 g を採取し、キアゲン社の DNeasy PowerSoil Pro Kit を用いて DNA を抽出後、吸光度法(Abs260 nm)により DNA 量を測定した。その結果、七尾湾の場合と同様に表層から深層にかけて抽出 DNA 量が減少し、年数の経過とともに DNA が分解されていると考えられた。次にこれらの層について次世代シーケンスによる網羅的な環境 DNA 解析を行った。検出対象生物として、前年の七尾湾の結果を参考に、コア中から殆ど検出されない魚類、貝類を九十九湾では除外した。光合成生物は理論的に光が届かない底泥中で増殖せず、当時の生物量を反映する可能性があるため、光合成生物(psbA 領域)および真核生物(18S rRNA 領域)を今回の対象とした。それぞれの生物群のユニバーサルプライマーにより標的遺伝子配列を PCR で増幅後、塩基配列を解読し、光合成生物では約 2600、真核生物では約 3400 の operational taxonomic unit(生物種数に近似)を得た。90 年程度遡ると考えられる最深層において渦鞭毛藻や珪質鞭毛藻等の遺伝子が検出されており、さらに現在データ解析中である。九十九湾と七尾湾との比較を含めて、生物相の変遷に関する解析の経過を報告する。
※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる成果物	※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ファム チャウ トウイ	提出年月日	平成 2020 年 4 月 8 日	
申請者氏名	Pham Chau Thuy			
所属・職名	Vietnam National Univeristy of Agriculture,Lecturer			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 一般枠 ☒ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研			
研究課題	Comparative research on atmospheric PAH and NPAH between rice straw burning area of Hanoi and automobile area of Kanazawa			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～ 2020 年 3 月 31 日			

センター 教員		Ning Tang			
研究 組 織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	Pham Chau Thuy	Vietnam National University of Agriculture	Lecturer	
	分担者	Ning Tang	Kanazawa University	Associate Professor	
		Akira Toriba	Kanazawa University	Associate Professor	
		Kazuichi Hayakawa	Kanazawa University	Professor	
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	PM _{2.5}	Solid	60	
	分析した試料	PM _{2.5}	Solid	60	

研究目的・ 期待される 成果	The object of this research is to find out the difference of atmospheric PAHs and NPAHs between in automobiles and biomass burning area. For detail purposes, the research determine emission profile from atmospheric particles in open rice straw burning area of Hanoi, focusing on emission factor of PAHs, NPAHs. The detail quantification of these toxic compounds is to be compare with those in vehicles area (Yamashina, Kanazawa) to assess characteristics of atmospheric PAHs and NPAHs in rice straw burning area in Hanoi, Vietnam Expected scientific outcomes • The characteristic of PAHs and NPAHs distribution in rice straw burning area in Hanoi, Vietnam • The difference between atmospheric PAHs and NPAHs in vehicles and rice straw burning area. • Impact assessment of rice straw burning on air quality in Hanoi
-------------------------------	--

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	- The experiments were conducted to collect PM2.5 and total suspended particulates (TSP) prior to and during burning in suburban areas of Hanoi. - Analysis Nine PAHs and 18 NPAHs using the HPLC-FL system in Kanazawa University. - The results showed that the proportion of RS burning affects to seasonal harvest variation of PAHs emission in atmospheric environment. The levels of nine PAHs from RS burning were $254.4 \pm 87.8 \mu\text{g g}^{-1}$ for PM2.5 and $209.7 \pm 89.5 \mu\text{g g}^{-1}$ for TSP. We observed the fact that, although fluoranthene (Flu) was the most abundant PAH among detected PAHs both in PM2.5 and TSP, the enrichment of Flu in TSP from burning smoke was higher than that in PM2.5 while the contribution of benzo[a]pyrene (BaP) and indeno[1,2,3- cd]pyrene (IDP) in PM2.5 from burning smoke were much higher than those in TSP. This research found that 1-nitropyrene (1-NP) and 6-nitrochrysene (6-NC) emit from RS burning with the same range with those from wood burning. The 2-nitrofluorene (2-NF) and 2-nitropyrene (2-NP) released from RS burning as the secondary NPAHs. This research provides a comprehensive contribution characterization of PAHs and NPAHs in PM with different size emitted from traditional local rice straw burning in the north of Vietnam. The results help to clarify the environmental behavior of toxic organic compounds from RS burning in Southeast Asia.
見込まれる 成果物	- The results were published in a paper Pham, C-T.; Boongla, Y.; Nghiem, T-D.; Le, H-T.; Tang, N.; Toriba, A.; Hayakawa, K. Emission Characteristics of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Nitro-Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Open Burning of Rice Straw in the North of Vietnam. Int. J. Environ. Res. Public Health 2019, 16, 23-43, doi:10.3390/ijerph16132343.

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ギ エイ ケツ	提出年月日	令和 2年 4月 30日	
申請者氏名	魏 永杰 (Yongjie WEI)			
所属・職名	Chinese Research Academy of Environmental Sciences (CRAES)・Associate Professor			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 一般枠 ☒ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☐ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☒ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	The synergistic effects of ambient air particle exposure and the high-fat diet on asthma			
研究実施期間	2019年 4月 1日～ 2020年 3月 31日			
センター教員	唐 寧			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	魏永杰	CRAES	Associate Prof.	Epigenetic study
	分担者	唐 寧	Kanazawa Uni.	Associate Prof.	PM _{2.5} sampling and chemical analyses
		李志刚	CRAES	Assistant Prof.	Animal exposure
		李晓倩	CRAES	Associate Prof.	PM _{2.5} sampling and treatment
		钱岩	CRAES	Associate Prof.	Histology analyses
		郭辰	CRAES	Assistant Prof.	Molecular analyses
		王占山	CRAES	Assistant Prof.	Biochemical analyses
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	PM _{2.5}	Solid (absorbed on filter)	60	
	分析した試料	PM _{2.5}	Solid (absorbed on filter)	60	

研究目的・期待される成果	Asthma is a disease of high prevalence and severity in western developed countries, including in Japan and is rapidly increasing in developing countries. Air pollution and dietary fat are among the recognized risk factors for the development and sustenance of asthma. Hence, it is plausible that the concomitant increases in both dietary fat intake and in urban air pollution exposure account for the rapidly rising asthma rates seen in Asia, where high-fat diet has increasingly been adopted, especially among children, while urban air pollution has worsened over the last decade. However, the mechanisms underlying these risk factors remain largely undefined. Preliminary studies support our hypothesis that these risk factors can prime the lung to a proinflammatory status that may be associated with an imbalance of inflammatory and immune cells and altered signaling pathways, leading to the disturbance of the epithelial and mucosal immune systems and impairment of innate and adaptive immune function. Consequently, these immunological changes result in a heightened sensitivity to allergens, an initial step in the pathogenesis of allergic asthma via the activation of immune cells such as dendritic cells and Th2 cells. As no studies have so far explored the potential synergetic contribution of air pollution and high-fat diet to asthma pathogenesis, the proposed study is designed to examine biological mechanisms by which these two risk factors lead to allergic sensitization and the development of asthma. A novel exposure protocol using Beijing's and Kanazawa's air particle in a reproducible mouse model representing the healthy lung (C57BL/6J mice) will be used to examine whether air pollution exposure and a high-fat diet affect, independently and/or synergistically, a well defined asthmatic profile comprised of molecular biomarkers, cellular responses, immunological markers, histological changes, and lung function parameters. This approach allows the delineation of underlying mechanisms and modulating processes for asthma, including toll-like receptor (TLR) signaling pathways, epithelial/mucosal function, lung remodeling, surfactant function, inflammation, oxidative stress, and lipid metabolism. Since insults during early development may lead to alterations of gene regulation through epigenetic mechanisms, which can hyposensitize the body's response to subsequent immune challenges, the proposed study is also designed to examine whether exposure to air pollution increases asthma susceptibility and, if so, the underlying mechanisms. ※申請書に記載した事項を要約して下さい。
---------------------	--

In the present study, we used exposure chambers for studying the health effects from ambient air particles on animals. Two identically sized stainless steel made chambers were placed side by side in a clean-level air-conditioned room, which is located in a heavy traffic area in Chaoyang District in Beijing. There was a high efficiency particulate air (HEPA) filter in the inlet duct of the filtered chamber, and the exposure air was induced directly from ambient in the unfiltered chambers. The removal efficiency of the HEPA filter was $98.99\% \pm 0.86\%$ for particles larger than $2.5 \mu\text{m}$ in diameter. The real-time concentration of $\text{PM}_{2.5}$ were monitored by online portable $\text{PM}_{2.5}$ sensors. The temperature inside chambers were controlled at $24 \pm 1^\circ\text{C}$.

8 weeks 64 male BALB/c rats were used and divided into 8 groups, as shown in Table 1.

Table 1 Animal grouping

Abbr.	Group	Abbr.	Group
C	Ctrl	A	Asthma
CP	Ctrl + $\text{PM}_{2.5}$	AP	Asthma+ $\text{PM}_{2.5}$
CH	Ctrl + high fat	AH	Asthma+ high fat
CPH	Ctrl + $\text{PM}_{2.5}$ + high fat	APH	Asthma+ $\text{PM}_{2.5}$ + high fat

Our result showed that in ctrl mice, both the individual treatment of $\text{PM}_{2.5}$ exposure and high fat diet impaired the morphology of lung, and the combined effect $\text{PM}_{2.5}$ and high fat cause more serious damage to the lung. In asthma mice, the level of impairment in lung was more serious after high fat diet than that in $\text{PM}_{2.5}$ exposure group. Similar with the ctrl mice, the combined treatment of $\text{PM}_{2.5}$ and high fat cause more damage in lung.

利用・研究実
施内容・得ら
れた成果

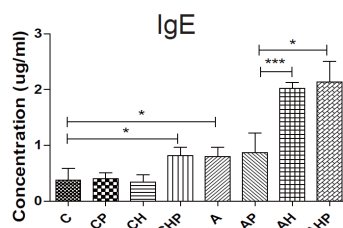


Fig 1 The concentrations of IgE in different groups

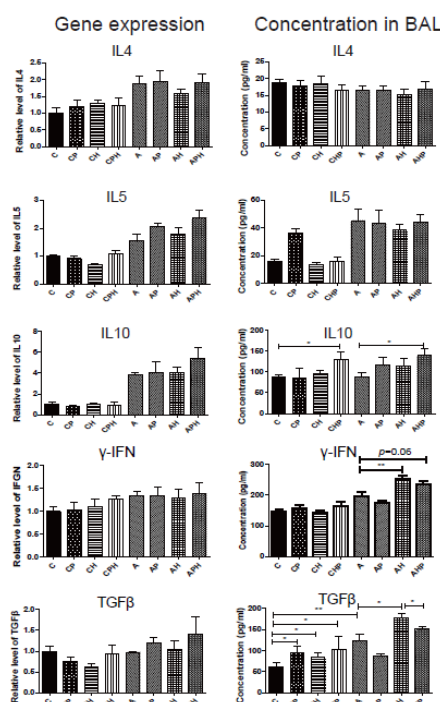


Fig. 2 The gene expression and concentrations of inflammatory factors in BAL

	The results of IgE showed that in ctrl mice, only the combined treatment of PM_{2.5} and high fat caused the more secretion of IgE in lung. In asthma mice, there were more IgE in high fat diet group than that in the PM_{2.5} exposure group (Shown in Fig.1). Regarding to other inflammatory factors, we detected the gene expression level of IL4, IL5, IL10, γ-IFN and TGF-β in lung and the concentration of these factors in BAL. In ctrl mice, both the individual treatment of PM_{2.5} exposure and high fat diet increased the concentration of TGF-β. In asthma mice, the concentration of TGF-β was higher in high fat diet group than that in the PM_{2.5} exposure group (shown in Fig. 2). For the balance of TH1/TH2 study, our results showed that particulate exposure caused the TH1/TH2 balance to move to the direction of TH2 in ctrl group, increasing the risk of asthma, and the TH1/TH2 balance moved to the direction of TH2 in asthmatic group, exacerbating the symptoms of asthma. Feeding a high-fat diet made the TH1/TH2 balance move to the direction of TH1, reducing the risk of allergic asthma, and also made the TH1/TH2 balance move to the direction of TH1 in asthmatic group, reducing the symptoms of allergic asthma. The combination of high-fat diet and particulate exposure made the TH1/TH2 balance move toward TH2 in ctrl group, increasing the risk of asthma, and made the TH1/TH2 balance move toward TH2 in asthmatic group, exacerbating asthma symptoms. These above results are very interesting need to be studied deeply in the future.
※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる成果物	Li, X.Q., Shang, Y., Yao, W.W., Li, Y., Tang, N., An, J., Wei, Y.J., Comparison of Transcriptomics Changes Induced by TCS and MTCS Exposure in Human Hepatoma HepG2 Cells, ACS Omega, in press.
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	はん そんな	提出年月日	平成 31年 2月 13日	
申請者氏名	Chong Han			
所属・職名	Department of Resource and Environment, School of Metallurgy, Northeastern University, China. Professor			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 一般枠 ☒ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	Composition, structure and reactivity of atmospheric aerosols near Japan sea region			
研究実施期間	2019年4月1日～2020年3月31日			
センター教員	Ning Tang, Associate Professor, Kanazawa University			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	Chong Han	Department of Resource and Environment, School of Metallurgy, Northeastern University, China	Professor	Study of composition, structure and reactivity of aerosols
	分担者	Ning Tang	Kanazawa University	Associate Professor	Sampling
		Wangjin Yang	Department of Resource and Environment, School of Metallurgy, Northeastern University, China	Grade 3, doctoral student	Analysis of composition of aerosols
		Hongxing Yang	Department of Resource and Environment, School of Metallurgy, Northeastern University, China	Grade 1, doctoral student	Analysis of structure of aerosols
		Tingting Zhang	Department of Resource and Environment, School of Metallurgy, Northeastern University, China	Grade 2, master student	Analysis of reactivity of aerosols
		Wenwen Xu	Department of Resource and Environment, School of Metallurgy, Northeastern University, China	Grade 1, master student	Analysis of reactivity of aerosols
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	

	申請書に記載した試料	Aerosol; WSOC; HULIS; Inorganic Salt; Mineral Substance	Solid State	120
	分析した試料	HULIS Syringic acid	Solid State	165
研究目的・期待される成果	Atmospheric aerosols have significant effects on the environment and climate. For example, aerosols can influence the global radiative balance directly by absorbing solar energy and indirectly by acting as cloud condensation nuclei (CCN) and ice nuclei (CN). Aerosols can provide the heterogeneous chemical reaction sites, changing the concentrations of trace gases such as NO₂, O₃, SO₂, H₂SO₄ and HNO₃. Aerosols also poses a health risk by causing and enhancing respiratory, cardiovascular, and allergic diseases. The environmental, climatic and healthy effects of aerosols significantly depend on the composition and structure of aerosols, which can be modified by the atmospheric chemical processes. Therefore, it is very important to investigate the composition, structure and reactivity of aerosols. This project will be performed in the atmospheric chemical laboratory, Northeastern University and the aerosol sampling station of the institute of nature and environmental technology, Kanazawa University. The aerosols in near Japan sea region will be studied to obtain the composition and structure of aerosols and identify the reactivity of aerosols to typical trace gases. The quantitative relationship between the composition and structure of aerosols and their reactivity will be built. Total levels of methoxyphenols ranged from a few to several thousand nanograms per cubic meter in the atmosphere, and these compounds were present in the aerosols. They can provide heterogeneous reaction sites for gaseous active components. Methoxyphenols reacted with gaseous oxidants, which can cause their chemical modifications, with subsequent influences on the air quality and the climate. Syringic acid (SA) as a typical methoxyphenol was widely distributed in the urban, marine, and polar regions. Thus, SA was chosen to understand the heterogeneous reaction of O₃ with methoxyphenols. The heterogeneous uptake of O₃ on SA was investigated by a flow tube reactor coupled to an O₃ analyzer. The effects of various environmental conditions, including SA mass, relative humidity (RH), temperature, O₃ concentration, and O₂ content on the uptake coefficient of O₃ were examined. The changes in the chemical compositions of SA by ozonization were analyzed using the Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) and the gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). The optical property of SA aged by O₃ was also measured using the ultraviolet-visible (UV-vis) spectrophotometer. Based on the implementation of this project, syringic acid taken as the proxy of methoxyphenols was studied to identify its reactivity to O₃. In addition, the changes in the chemical compositions and structure of SA by the ozonization were investigated. Series of results about atmospheric aerosol chemistry was obtained, and papers are prepared to be published in journals.			
※申請書に記載した事項を要約して下さい。				

1. Dependence of O₃ uptake on Environmental Conditions

Figure 1 shows the temporal variation of the O₃ concentration during the heterogeneous uptake of O₃ on syringic acid (SA). When SA was exposed to O₃, the O₃ concentration sharply decreased to the lowest value in the first 1-2 min, which was used to calculate the initial uptake coefficient (γ_i) of O₃. Subsequently, it gradually increased with the time due to the consumption of reactive sites on SA. The O₃ concentration almost remained unchanged after 60 min, which was used to calculate the steady-state uptake coefficient (γ_{ss}) of O₃.

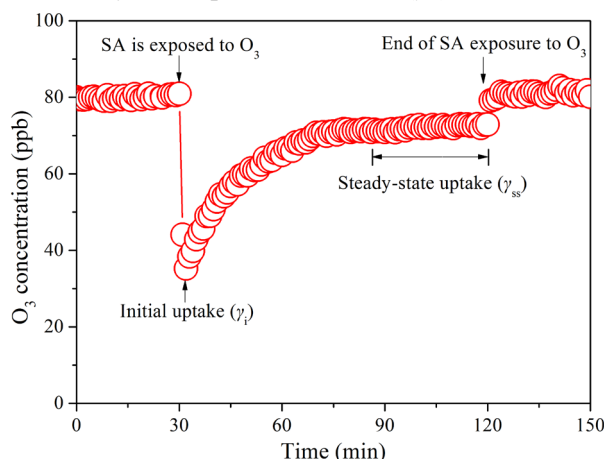


Figure 1. Temporal variation of the O₃ concentration during the heterogeneous uptake of O₃ on the SA film (0.16 $\mu\text{g cm}^{-2}$). The experimental conditions: 80 ppb O₃, RH of 7%, temperature of 298 K, O₂ content of 20%.

In order to understand the diffusion of O₃ on the SA surface, the response of the O₃ uptake to the SA mass was investigated. Figure 2 shows that there were two dependent regimes of the O₃ uptake on the SA mass. In the first regime, both γ_i and γ_{ss} linearly increased with the SA mass in the range of 0-0.16 $\mu\text{g cm}^{-2}$, suggesting that the whole SA samples reacted with O₃. In the second regime, both γ_i and γ_{ss} were independent of the SA mass in the range of 0.16-1.6 $\mu\text{g cm}^{-2}$, and their average values were $(6.78 \pm 0.19) \times 10^{-5}$ and $(4.82 \pm 0.11) \times 10^{-6}$, respectively, meaning the reaction of O₃ with the top layers of SA. By extending the corresponding straight lines to the average values of γ_i and γ_{ss} in the range of 0.16-1.6 $\mu\text{g cm}^{-2}$, the maximum probe mass per unit area of O₃ was estimated to be 0.15 $\mu\text{g cm}^{-2}$.

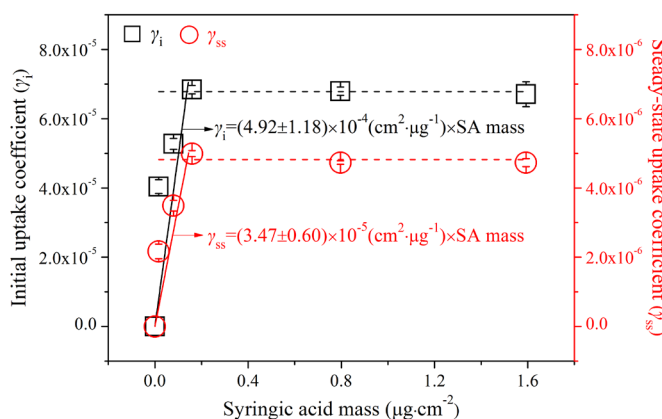


Figure 2. The γ_i and γ_{ss} as a function of the SA mass. The two equations described the linear relationships between the initial (γ_i) and the steady-state (γ_{ss}) uptake coefficients and the SA mass in the range of 0-0.16 $\mu\text{g cm}^{-2}$. The solid lines were the linear fitting results. The dash lines represented the average values of γ_i and γ_{ss} in the range of 0.16-1.6 $\mu\text{g cm}^{-2}$. The experimental conditions: temperature of 298 K, RH of 7%, 80 ppb O₃, O₂ content of 20%.

Figure 3 shows the changes of γ_i and γ_{ss} at different RH levels. The γ_i exhibited a slight increase with RH from 7% to 20%, whereas it almost remained unchanged at 20%-70% RH, with an average value of $(8.66 \pm 0.29) \times 10^{-5}$. The γ_{ss} displayed a different dependence behavior on RH, and it continuously decreased from $(4.99 \pm 0.08) \times 10^{-6}$ at 7% RH to $(2.23 \pm 0.12) \times 10^{-6}$ at 70% RH. The negative dependence of γ_{ss} on RH may be attributed to the competitive adsorption of water and ozone toward the surface sites of SA.

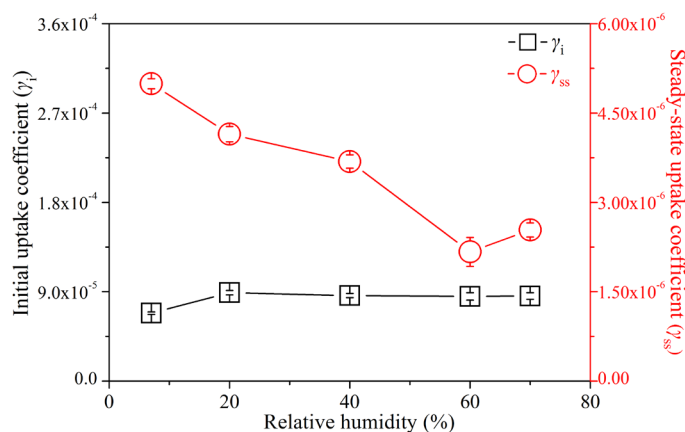


Figure 3. The γ_i and γ_{ss} on the SA film ($0.16 \mu\text{g cm}^{-2}$) as a function of RH. The experimental conditions: temperature of 298 K, 80 ppb O_3 , and O_2 content of 20%.

The dependence of γ_i and γ_{ss} on the temperature was measured within the range of 278-328 K. As shown in Figure 4, γ_i and γ_{ss} exhibited a positive linear relationship with the temperature, indicating that the heterogeneous reaction of O_3 with SA was a thermal-controlled process. The γ_i and γ_{ss} increased from $(4.94 \pm 0.38) \times 10^{-5}$ and $(2.57 \pm 0.13) \times 10^{-6}$ at 278 K to $(9.65 \pm 0.31) \times 10^{-5}$ and $(7.07 \pm 0.17) \times 10^{-6}$ at 328 K, respectively.

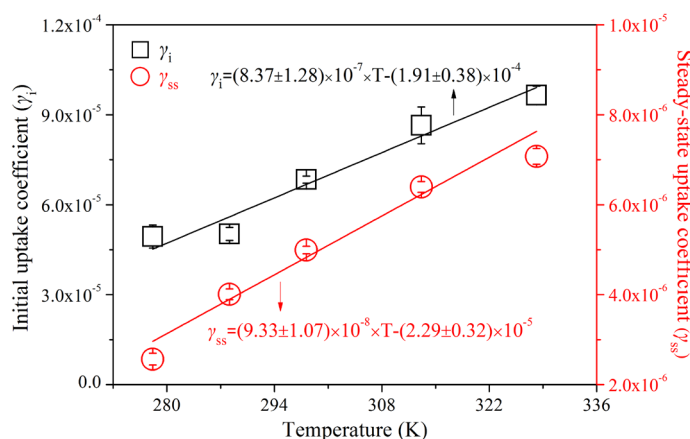


Figure 4. The γ_i and γ_{ss} on the SA film ($0.16 \mu\text{g cm}^{-2}$) as a function of temperature. The experimental conditions: 80 ppb O_3 , RH of 7%, and O_2 content of 20%.

Figure 5 shows the evolutions of γ_i and γ_{ss} as a function of the O_3 concentration. There was a slight decrease of γ_i with increasing the O_3 concentration, which may be attributed to adequate sites of SA for the O_3 uptake at the initial reaction stage. Nevertheless, the negative dependence of γ_{ss} with an increasing O_3 concentration was observed, and γ_{ss} decreased from $(8.29 \pm 0.12) \times 10^{-6}$ at 30 ppb to $(3.63 \pm 0.12) \times 10^{-6}$ at 200 ppb, suggesting the less efficient uptake of O_3 on SA at higher O_3 concentration.

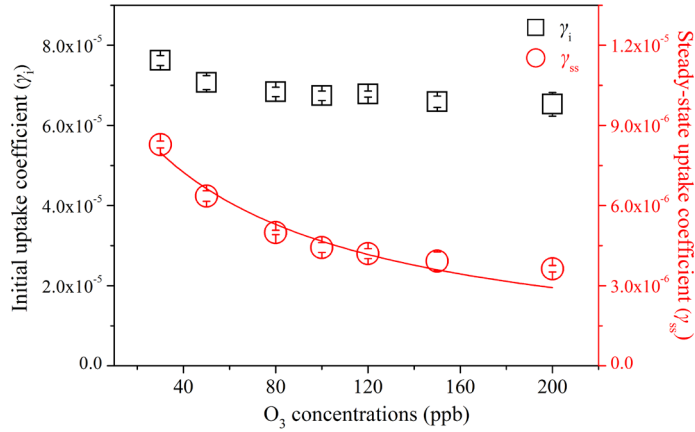


Figure 5. The γ_i and γ_{ss} on the SA film ($0.16 \mu\text{g cm}^{-2}$) at different O_3 concentrations. The fitting line for γ_{ss} was based on the Langmuir-Hinshelwood mechanism using the equation 11. The experimental conditions: temperature of 298 K, RH of 7%, and O_2 content of 20%.

The influence of the O_2 content on the uptake of O_3 on SA was also investigated when the O_2 content varied in the range of 0%-20%. Figure 6 shows a negative dependence of γ_i and γ_{ss} on the O_2 content. In contrast to those in the presence of 20% O_2 , γ_i and γ_{ss} increased to $(1.08 \pm 0.07) \times 10^{-4}$ and $(6.86 \pm 0.30) \times 10^{-6}$, respectively, when the O_2 content was 0. This may be ascribed to the competition between O_2 and O_3 in the adsorption and reaction sites on the SA surface.

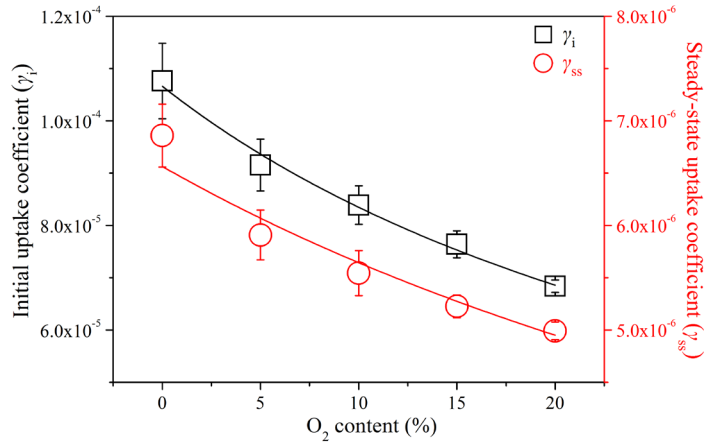


Figure 6. The γ_i and γ_{ss} on the SA film ($0.16 \mu\text{g cm}^{-2}$) as a function of the O_2 content. The fitting lines for γ_i and γ_{ss} were based on the Langmuir-Hinshelwood mechanism. The experimental conditions: 80 ppb O_3 , temperature of 298 K, and RH of 7%.

To further confirm the effect of O_2 on the uptake of O_3 on SA, a second set of experiments were carried out. SA had been previously exposed to O_2 in the dark, and then SA aged by O_2 was exposed to O_3 . Figure 7 shows the changes of γ_i and γ_{ss} on SA aged by 20% O_2 as a function of the aging time. Compared to that on fresh SA, γ_i and γ_{ss} declined to $(4.41 \pm 0.13) \times 10^{-5}$ and $(1.86 \pm 0.19) \times 10^{-6}$ on 6h-aged SA by 20% O_2 , respectively, suggesting that SA aged by O_2 presents a weaker reactivity toward O_3 .

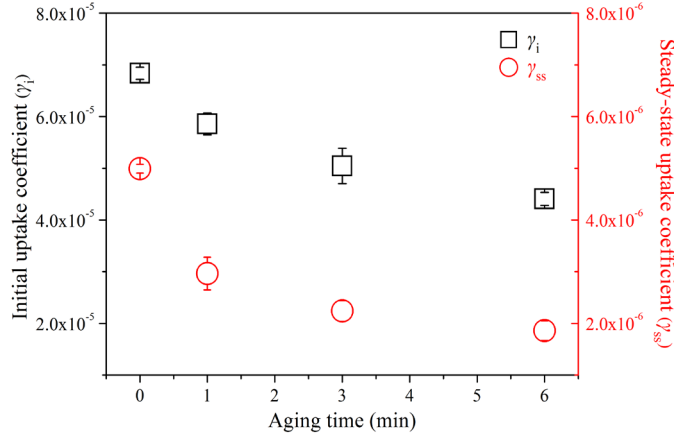
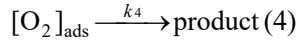
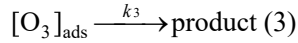
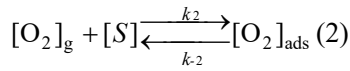
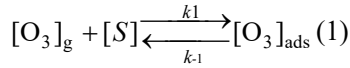


Figure 7. The γ_i and γ_{ss} on the SA film ($0.16 \mu\text{g cm}^{-2}$) aged by 20% O_2 as a function of the aging time. The experimental conditions: 80 ppb O_3 , RH of 7%, temperature of 298 K, and O_2 content of 20%.

In the light of the Langmuir-Hinshelwood (L-H) mechanism, the gas is in rapid equilibrium between the gas phase and the surface, and the reaction occurs between adsorbed substances. Assuming that the heterogeneous reaction of O_3 or O_2 with SA can be described using the L-H mechanism, the reaction paths are proposed as follows,



where $[\text{O}_3]_{\text{g}}$ and $[\text{O}_2]_{\text{g}}$ are gaseous O_3 and O_2 , respectively. $[\text{O}_3]_{\text{ads}}$ and $[\text{O}_2]_{\text{ads}}$ are adsorbed O_3 and O_2 , respectively. $[\text{S}]$ is surface adsorption sites on SA. Supposing that the surface reaction is considered as the rate-limiting step, the first-order reaction rate can be described as,

$$\frac{d[\text{O}_3]_{\text{ads}}}{dt} = v = k_3[\text{O}_3]_{\text{ads}} = k_3[\text{S}]_T \theta_{\text{O}_3} \quad (5)$$

where $[\text{S}]_T$ is the total number of active sites on SA, and θ_{O_3} is the surface coverage of O_3 . Thus, θ_{O_3} can be written as the equation 6,

$$\theta_{\text{O}_3} = \frac{K_{\text{O}_3}[\text{O}_3]_{\text{g}}}{1 + K_{\text{O}_3}[\text{O}_3]_{\text{g}} + K_{\text{O}_2}[\text{O}_2]_{\text{g}}} \quad (6)$$

where K_{O_3} and K_{O_2} are the Langmuir adsorption constant of O_3 and O_2 , respectively. $[\text{O}_3]_{\text{g}}$ and $[\text{O}_2]_{\text{g}}$ are the gaseous concentration of O_3 and O_2 , respectively. Substituting the equation 6 into the equation 5 generates

$$v = \frac{k_3[\text{S}]_T K_{\text{O}_3}[\text{O}_3]_{\text{g}}}{1 + K_{\text{O}_3}[\text{O}_3]_{\text{g}} + K_{\text{O}_2}[\text{O}_2]_{\text{g}}} \quad (7)$$

The pseudo-first-order rate coefficient is acquired,

$$k_{1,\text{O}_3} = \frac{k_3[\text{S}]_T K_{\text{O}_3}}{1 + K_{\text{O}_3}[\text{O}_3]_{\text{g}} + K_{\text{O}_2}[\text{O}_2]_{\text{g}}} \quad (8)$$

By inserting the equation 8 into the equation 9,

$$k_{1,O_3} = \frac{\gamma \langle c_{O_3} \rangle}{2r_{\text{tube}}} \quad (9)$$

the relationship between γ and the O_3 or O_2 concentration can be given by the equation 10.

$$\gamma = \frac{(2r_{\text{tube}} / \langle c_{O_3} \rangle) k_3 [S]_T K_{O_3}}{1 + K_{O_3} [O_3]_g + K_{O_2} [O_2]_g} \quad (10)$$

Because the O_2 or O_3 concentration and the SA mass remain constant during the reaction, the equation 10 is simplified to the equation 11 (the dependence of γ on the O_3 concentration) and equation 12 (the dependence of γ on the O_2 content), respectively.

$$\gamma = \frac{a}{b + K_{O_3} [O_3]_g} \quad (11)$$

$$\gamma = \frac{a'}{b' + K_{O_2} [O_2]_g} \quad (12)$$

where $a = a' = (2r_{\text{tube}} / \langle c_{O_3} \rangle) k_3 [S]_T K_{O_3}$, $b = 1 + K_{O_2} [O_2]_g$, and $b' = 1 + K_{O_3} [O_3]_g$. As shown in Figure 5 and 6, the well-fitting results were acquired, suggesting that the L-H mechanism can explain the influences of the O_3 concentration or O_2 content on γ_i and γ_{ss} . Due to limited surface sites on SA, the reaction rate would become independent of gas-phase O_3 concentration when the adsorption-desorption equilibrium of O_3 on SA occurs, which may result in a less efficient uptake of O_3 on SA at higher O_3 concentration (Figure 5).

2. Changes in the Composition of SA by Ozonization

To obtain better infrared signal, the FT-IR spectra of SA aged by O_3 with a high concentration (2 ppm) was recorded. Figure 8 shows the FT-IR spectra of fresh SA (black line) and SA aged by O_3 (red line). The band at 3465 cm^{-1} was attributed to the stretching vibration of phenolic O-H.¹⁻⁴ Three weak bands around $3200\text{-}2800 \text{ cm}^{-1}$ were related to the stretching vibration of CH_3 .² The band at 1680 cm^{-1} was ascribed to the stretching vibration of C=O .^{3, 5-7} The bands associated with the stretching of C=C (1618 cm^{-1}) and C-C (1520 , 1420 and 1380 cm^{-1}) and the scissoring of CH_3 (1460 and 1321 cm^{-1}) showed moderate intensities around $1640\text{-}1300 \text{ cm}^{-1}$.² Two characteristic bands at 1228 and 1112 cm^{-1} were assigned to the stretching vibration of C-OH and C-H , respectively.² A weak band at 864 cm^{-1} was associated with the out of plane deformations of C-H .² The bands at 717 cm^{-1} and 671 cm^{-1} may be attributed to the in plane deformation and out of plane deformation of C=O , respectively.² As shown in Figure 8, the FT-IR spectra of SA aged by O_3 presented some slight changes compared to that of fresh SA. There was a decrease in the intensity of O-H (3465 cm^{-1}), C-OH (1228 cm^{-1}) and C=C (1618 cm^{-1}), while the intensity of C=O (671 cm^{-1}) increased. These results suggest the consumption of O-H and C=C groups and the generation of the C=O group due to the ozonization reaction.

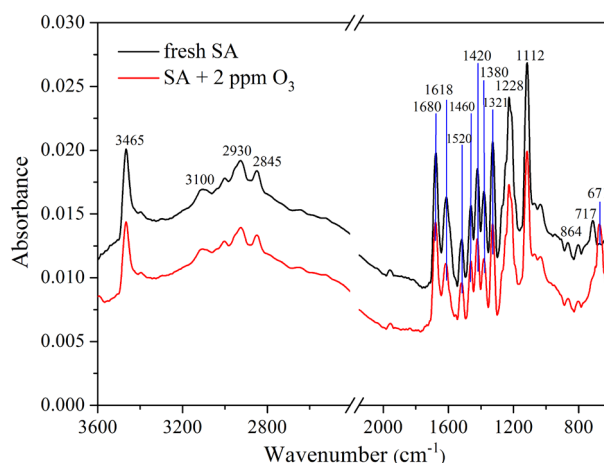


Figure 8. The FT-IR spectra of fresh SA and SA aged by 2 ppm O₃ for 6 h.

The compositions of SA aged by O₃ were further analyzed by GC-MS. As shown in Figure 9, SA decreased after the ozonization, confirming the consumption of SA. At the same time, one product has been detected and identified to be 2,6-dimethoxy-1,4-benzoquinone (DBQ).

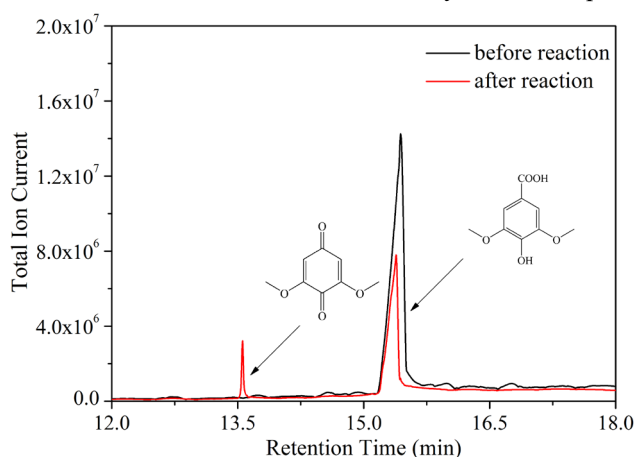


Figure 9. Total ion chromatogram of the dichloromethane extracts of fresh SA coating and the SA coating aged by 2 ppm O₃ for 10 h.

3. Changes in the Optical Property of SA by Ozonization

The UV absorbance spectra of fresh SA, SA aged by O₂, and SA aged by 80 ppb and 2 ppm O₃ were shown in the inset of Figure 10. According to the absorbance spectra, the corresponding mass absorption efficient (MAE_{λ}) at different wavelengths was calculated and shown in Figure 10. A common characteristic of MAE_{λ} was a monotonic decrease with increasing the wavelength (290-320 nm). SA was nonabsorbing at the larger wavelength than 320 nm. Compared to that of fresh SA, MAE_{λ} of SA aged by O₂ seemed to be unchanged, indicating that the aging by O₂ may not lead to the changes in the compositions of SA due to low oxidative property of O₂. By contrast, MAE_{λ} increased in the wavelength range of 290-320 nm for SA aged by O₃ with increasing the O₃ concentration. This indicates that DBQ or other products have stronger light absorption ability than SA.

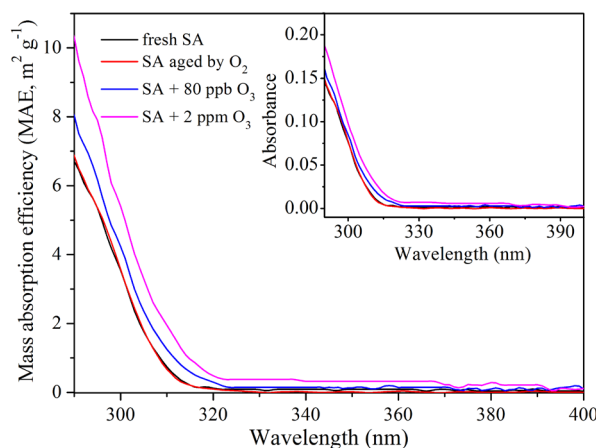


Figure 10. Mass absorption efficiency (The inset corresponds to the UV absorbance spectra) of fresh SA, SA aged by 20% O₂ for 6 h, and SA aged by 80 ppb and 2 ppm O₃ for 6 h.

Reference:

1. Singh, K.; Kumar, A., Kinetics of complex formation of Fe(III) with syringic acid: Experimental and theoretical study. *Food Chem.* **2018**, *265*, (632), 96-100.
2. Świsłocka, R.; Regulśka, E.; Samsonowicz, M.; Lewandowski, W., Experimental and theoretical study on benzoic acid derivatives. *J. Mol. Struct.* **2013**, *1044*, (1044), 181-187.
3. Pillar, E. A.; Zhou, R.; Guzman, M. I., Heterogeneous Oxidation of Catechol. *J. Phys. Chem. A* **2015**, *119*, (41), 10349-10359.
4. Nieto-Gligorovski, L., ; Net, S., ; Gligorovski, S., ; Zetzsch, C., ; Jammoul, A., ; D'Anna, B., ; George, C., . Interactions of ozone with organic surface films in the presence of simulated sunlight: impact on wettability of aerosols. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2008**, *10*, (20), 2964-2971.
5. Fillaux, F.; Limage, M. H.; Romain, F., Quantum proton transfer and interconversion in the benzoic acid crystal: Vibrational spectra, mechanism and theory. *Chem. Phys.* **2002**, *276*, (2), 181-210.
6. Daly, H. M.; Horn, A. B., Heterogeneous chemistry of toluene, kerosene and diesel soots. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2009**, *11*, (7), 1069-1076.
7. Cain, J. P.; Gassman, P. L.; Wang, H.; Laskin, A., Micro-FTIR study of soot chemical composition - evidence of aliphatic hydrocarbons on nascent soot surfaces. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2010**, *12*, (20), 5206-5218.

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる 成果物	Wangjin Yang, Tingting Zhang, Chong Han*, Ning Tang, He Yang, Xiangxin Xue. Photoenhanced heterogeneous reaction of O₃ with humic acid: Focus on O₃ uptake, changes in the composition and optical property (in prepare). Wangjin Yang, Chong Han*, Tingting Zhang, Ning Tang, He Yang, Xiangxin Xue. Photo-enhanced heterogeneous uptake of NO₂ on the soil surface significantly contributes to the HONO sources near the ground atmosphere (in prepare).
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ちん ひん	提出年月日	平成 31 年 2 月 15 日	
申請者氏名	Chen Bin			
所属・職名	Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences Associate Professor			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 一般枠 ☒ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	Aerosol Characteristics in Wajima and Beijing: Comparison of Downstream and Source Regions			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～ 2020 年 3 月 29 日			
センター教員	唐 寧			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	Chen Bin	Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences	Associate Professor	Plan and management of China side
	分担者	Tan Saichun	Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences	Associate Professor	Data analyzing
		Habib Ammara	Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences	Ph.D researcher	Experiment and data Analyzing
		Jiao Reguang	Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences	Ph.D student	Experiment and data Analyzing
		Dong Xiaofei	Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences	Master student	Experiment and data Analyzing
		Dong Xin	Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences	Master student	Experiment and data Analyzing
		Tang Ning	Kanazawa University	Associate Professor	Sampling
	※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。				
	分析試料		物質名	形態（形状）	試料数

	申請書に記載した試料	Atmospheric aerosols	Solid, gas, liquid	2 years data
	分析した試料	Atmospheric aerosols	Solid, gas, liquid	2 years data
研究目的・期待される成果	There are many factors affecting climate change and the environment, in which atmospheric aerosols have been receiving much attention from the academic community because of their large uncertainties. The climatic effects of aerosols are divided into direct and indirect climatic effects. Aerosol characteristics are an important factor in Earth's radiation budget, which is influenced by radiatively active gases, aerosols, and clouds. Atmospheric Aerosols change the radiation budget directly by absorbing and scattering solar radiation and indirectly through their role as cloud condensation nuclei, thereby increasing cloud reflectivity and lifetime. The variation in the observed surface solar radiation depends on the presence of clouds, aerosols, and radiatively active gases. Aerosols disturb the solar radiation that reaches the Earth's surface. Some aerosols scatter solar radiation and enhance the planetary albedo, whereas others absorb solar radiation and trap energy in the climate system. Meanwhile, atmospheric aerosols play important roles in effecting human health by their temporal, spacial distributions and the component variations. These processes are controlled by the aerosol properties: physical properties including concentration, size distribution, temporal variation, etc., chemical properties including chemical composition, aged situation, aerosol type percentage, etc., among which the optical properties including the scattering, absorption, and extinction coefficients; the single-scattering albedo (SSA), which is the ratio of the scattering coefficient to the extinction coefficient; and the light-scattering phase function. In this study, several aerosol characteristics were measured in two East Asian cities, Beijing and Wajima, from 2016 to 2019. Beijing is a well-known megacity in China whose economic activity has continuously increased over the past 30 years, resulting in increases in the population and number of vehicles. Wajima is one of the typical seaside cities in western Japan. In the mid-latitude region, synoptic disturbances move from west to east. This movement causes air masses also to move from west to east, and the observation sites in Japan are thus affected by air originating from the continental area. Therefore, the modification of the aerosol characteristics during the transport of aerosols can be investigated by comparing the aerosol characteristics of the source and downstream cities. Furthermore, the aerosol characteristics were better clarified by comparing these two cities. The Institute of Atmospheric Physics (IAP) of the Chinese Academy of Sciences (CAS) and Kanazawa University have been measuring the aerosol properties for years in the two cities. The objective of this study is to characterize the aerosol properties in Beijing and Wajima using these measurements. The			

aerosol characteristics can be well understood by comparing the measurements obtained in the two cities. Some previous measurements of the aerosol properties in Beijing have been made over week- to month-long periods of intensive measuring campaigns, but few long-term, season-crossing observations have been reported.

In the present study, measurements were performed over a nearly 3-year period. Using these data, the aerosol characteristics and their frequency distributions could be reliably obtained.

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

利用・研究実 施内容・得ら れた成果	Three years' data of atmospheric aerosols including the PM concentrations are compared between in Beijing and Wajima. Annual mean value of all PM concentration in Wajima were all obviously lower than in Beijing, though there had been strict controlling administration of pollution in Beijing for years, showing the local emissions are always the key origins of atmospheric components wherever. Although Wajima is a seaside spot, it also showed peak values in the concentration of coarse mode aerosols in Spring, similar to that in Beijing, showing that the land source is important even in Wajima. As is easy to understand, fine mode particles are dominant in Wajima at annual mean value, meanwhile coarse mode ones are dominant in Beijing, also showing the differences of origins between in the two spots. Biological aerosols refer to small particles with biological activities suspended in the atmosphere. They are an important part of atmospheric aerosols. In order to study the characteristic of bioaerosols concentration in the sand-dust source areas and sedimentary areas, bioaerosol samples were collected from the Southeastern Mongolian Tsogt-Ovoo area and from Beijing area during the middle and later stages of dust weather conditions by biological sampler. After stained by the DAPI reagent, the concentration of biological aerosols was analyzed by fluorescent microscope. The concentration characteristics of biological aerosol components in two sampling regions were deeply studied and compared. At the same time, the effects of dust weather on biological aerosols concentration and correlations between biological aerosols concentration characteristics and meteorological factors were also analyzed by the method of spearman's correlation. The results showed that the occurrence of dusty weather increases the concentration of biological aerosols in the air and the concentration of bioaerosols in the dust source area is higher than the concentration in the Sedimentary Areas. In TO area, atmospheric relative humidity has a significant positive correlation with the concentration of bacteria, and the proportion of dust present negative correlation with wind speed. In addition, the velocity of wind significantly correlated with bacterial concentration in Beijing. In summary, Tsogt-Ovoo is one of source areas of Beijing's biological aerosols. There are significant differences in the characteristics of aerosol concentration between two sampling sites. Aerosol optical properties are analyzed by using annual data in Beijing. SKYNET is a ground-based aerosol observation network located principally in Asia and Europe and have accumulated a large number of valuable observation data. Beijing is a typical example of high aerosol burden regions in China because of the complex topography and air pollution emission sources. the content and species of aerosols in this area are quite different in space and time. Since Beijing's implementation of the atmospheric control regulations, pollution has declined significantly, This paper uses the observation data of pom-02 multi-band sky radiometer to analyze approximately two years' worth of continuous observations. so as to better understand the potential impact of aerosols on atmospheric environment and climate change in Beijing region. By using skyradiometer data from Skynet Beijing station from March 2016 to August 2017, the optical properties of aerosols are analyzed in detail. The mean aerosol optical depth (AOD) in spring, summer, autumn and winter was 0.47, 0.67, 0.62 and 0.37, respectively. Significant decline compared to previous years
-----------------------------------	--

of research, This is due to the strong policy measures and supervision system of the government. reduced severely polluted weather and aerosol load, However, in recent years, Beijing's summer ground surface ozone pollution has become increasingly serious, so the summer AOD value is still high. The average AE values of spring, summer, autumn and winter were 0.97, 1.29, 1.21 and 1.19 respectively. Compared with previous studies, AE has increased, indicating that the fine model aerosol load of Beijing has increased gradually in the past years, and the coarse particles brought by sand and dust are gradually reduced. SSA is higher in spring and summer than in autumn and winter, The monthly variation of asy is relatively stable with small difference, and the overall range is 0.6-0.73. Aerosol volume distribution shows a typical bimodal distribution pattern. The concentration in summer is the highest in fine mode and spring in coarse mode. No significant change compared to previous studies. By drawing scatter diagrams of AOD500 and AE ,The results show that CC, UI, DD and MX account for 27.30%, 24.16%, 2.34% and 47.02% respectively. Compared with previous studies, the proportion of DD has decreased significantly, and mixed pollution still dominates.

It is known that aerosols can not only reduce the visibility, but also have an adverse effect on the human respiratory and cardiovascular systems. The World Health Organization (WHO) estimated that air pollution was associated with approximately 300,000 premature deaths per year in China). Beside the mass concentration and the particle size, the concentration of potential toxic metals of aerosols plays a decisive role for the assessment of atmospheric pollution and the hazards to human health. Atmospheric heavy metals are continually being deposited into the ground by dry and wet deposition, from where they could be absorbed by plant roots and stems or impact soil enzyme activity, biological activity and biodiversity, resulting in persistent negative impacts on the ecosystem biogeochemical cycles. Therefore chemical components and concentrations of PM10 were analyzed in winter in Beijing. Daily mass concentrations of PM 2.5 and PM10 ranged from 10.3 to 327.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and 47.1 to 453.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively. The concentrations of heavy metals were 1.03-1.98 times higher than that in non-hazy days. Among these heavy metals, only the level of As exceeded the reference values of National Ambient Air Quality Standard. The trends in total heavy metals concentrations were basically consistent with trends in PM concentrations expect for two obvious periods (12.29-12.30; 1.14-1.15). When air masses accumulated locally or around Beijing, trends in PM concentrations and heavy metals were opposite. Air masses from near north-west and near west of mainland brought particulate matters with abundant heavy metals. SO_4^{2-} , NO_3^- and NH_4^+ were greatly enhanced during hazy days, the proportion for $\text{NO}_3^-/\text{SO}_4^{2-}$ indicated that the rapidly increasing vehicle numbers was an important reason for haze. OC and EC tended to be mainly from the same primary sources and were controlled by similar processes after being emitted in non-hazy days, but the source of carbonaceous species is relatively complex and there may be reactions of secondary aerosols in hazy days. The calculated mass concentration of SOC is

	2.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, which only counted for 10.1% of the OC concentration. Air masses from the far north-west decreased PM in Beijing and they were relatively clean; however, those from the near east, south-east and south of the mainland increased PM and were dirty.
※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる 成果物	Xiaofei Dong, Xin Dong, Guangyu Shi, Teruya Maki, Ning Tang and Bin Chen, Comparison of bioaerosol properties between over dust source area and over dust deposition area, submitted to Atmosphere.
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ちん にんけつ	提出年月日	令和 2年 4月 8 日	
申請者氏名	陳 仁杰			
所属・職名	復旦大学 公共衛生学院・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 一般枠 ☒ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☐ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☒ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	上海と金沢における PM _{2.5} の季節別酸化ポテンシャルの比較と健康リスク評価			
研究実施期間	2019年 4月 1日～ 2020年 3月 31日			
センター教員	唐 寧			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	陳 仁杰	復旦大学	准教授	サンプリング，データ解析
	分担者	周 志俊	復旦大学	教授	リスク評価
		呉 慶	復旦大学	教授	毒性試験
		唐 寧	金沢大学	准教授	サンプリング，化学分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	PM _{2.5}	固体	56	
	分析した試料	PM _{2.5}	固体	56	
研究目的・ 期待される 成果	PM_{2.5}は発がん性物質であることが言うまでもなく、その発がんメカニズムの解明に関する研究が盛んに行われている。しかし、今日まで、十分な知見が得られず、特にPM_{2.5}の特定な化合物についての毒性解明には至っていない。一方、発がん性多環芳香族炭化水素（PAHs）が多く含まれるPM_{2.5}の有機可溶画分（SOF）を用いてヒト気管支上皮肺 BEAS-2B 細胞への曝露結果では、抗炎症性の NRF-2 シグナル伝達経路が活性化されたが、炎症サイトカイン（TNFα, IL-1β, IL-6, IL-8, MCP-1, IFNγ）の分泌における有意な変化が引起せなかった。従って、SOF に曝露される BEAS-2B 細胞では、遺伝毒性、すなわち有害な細胞周期への制御緩和が示唆された。しかし、PM の水溶性画分について、BEAS-2B 細胞の毒性に関する知見が少なかった。 本研究では、中日の代表的な都市、上海と金沢で季節ごとにPM_{2.5}を捕集し、水溶性画分と非水溶性画分（PAHs 含有）に分けて、BEAS-2B への毒性評価を、細胞生存率、細胞膜損傷及び活性酸素種の発現を通じて評価した。また、これまでの調査結果と比較して、上海の大気中 PAHs の濃度、組成、主要発生源及び健康リスクの推移を行った。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

サンプリング：

PM_{2.5} と PM_{2.1} はそれぞれ金沢市山科自排局と上海市徐へ区（復旦大学 公共衛生学院）で、ハイボリウムエアサンプラーまたはローボリウムエアサンプラーを用いて採集した。金沢では2019年4月1日~22日、8月5日~19日、11月4日~18日と2020年2月3日~17日に、上海では2019年12月16日~22日、2020年1月16日~22日に新規採集したが、参考までに、2017年7月8日~20日、2018年1月5日~17日、11月7日~13日に採集したPM_{2.1}も評価に用いた。

PM_{2.5} 濃度：

金沢で採集したPM_{2.5}濃度は、19.0 µg/m³（春、4月）、16.4 µg/m³（夏、8月）、7.7 µg/m³（秋、11月）と10.5 µg/m³（冬、翌年2月）であり、春には最も高かった。春には金沢においても、中国大陸長距離輸送される黄砂の影響を受けているが、捕集期間中に、大規模な黄砂飛来情報がなかったため、PAHsの分析結果も併せて評価する必要がある。また、昨年度に比較して、夏を除いて、PM_{2.5}濃度はいずれも減少傾向にあった（2018年度：春、21.7 µg/m³；夏、10.6 µg/m³；秋、12.3 µg/m³；冬、14.2 µg/m³）。一方、上海での調査は、ローボリウムサンプラーを用いたため、正確な濃度データが得られなかった。

PAHs 濃度：

2017年と2018年、上海で採集したサンプルのPAHsの分析を終え、これまでの調査結果と比較した論文（濃度、組成、主要発生源、健康リスク評価）をまとめて、*J. Environ. Sci.*誌に投稿し、修正原稿の再投稿中である。

Table 2 Mean PAH (ng/m³) and NPAH (pg/m³) concentrations in PM_{2.1} from 2010 to 2018

	2010 ^a		2013		2015		2017/2018	
	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter
FR	0.11 ± 0.05	1.17 ± 0.65	0.14 ± 0.05	2.06 ± 1.29	0.22 ± 0.11	1.57 ± 0.53	0.15 ± 0.04	1.39 ± 0.92
Py	0.12 ± 0.05	0.96 ± 0.46	0.13 ± 0.04	1.86 ± 1.06	0.22 ± 0.09	1.09 ± 0.32	0.11 ± 0.01	0.85 ± 0.58
BaA	0.05 ± 0.02	0.99 ± 0.44	0.06 ± 0.03	0.68 ± 0.46	0.07 ± 0.04	0.56 ± 0.26	0.06 ± 0.01	0.51 ± 0.29
Chr	0.11 ± 0.04	1.74 ± 0.76	0.12 ± 0.04	1.64 ± 1.02	0.11 ± 0.07	0.93 ± 0.44	0.09 ± 0.02	0.83 ± 0.40
BbF	0.29 ± 0.08	2.14 ± 0.84	0.21 ± 0.10	2.10 ± 1.23	0.34 ± 0.22	1.62 ± 0.80	0.27 ± 0.04	1.32 ± 0.43
BkF	0.11 ± 0.02	0.89 ± 0.30	0.07 ± 0.03	0.81 ± 0.47	0.11 ± 0.07	0.65 ± 0.32	0.07 ± 0.02	0.47 ± 0.16
BaP	0.15 ± 0.03	1.27 ± 0.45	0.10 ± 0.05	1.14 ± 0.73	0.12 ± 0.08	0.66 ± 0.36	0.11 ± 0.01	0.58 ± 0.25
BgPe	0.43 ± 0.13	2.19 ± 0.89	0.30 ± 0.14	2.53 ± 1.49	0.35 ± 0.25	1.39 ± 0.78	0.27 ± 0.05	0.98 ± 0.27
IDP	0.28 ± 0.09	1.45 ± 0.57	0.13 ± 0.06	1.36 ± 0.79	0.28 ± 0.19	1.05 ± 0.55	0.22 ± 0.05	0.80 ± 0.22
ΣPAHs	1.66 ± 0.50	12.8 ± 4.55	1.25 ± 0.51	14.2 ± 8.44	1.83 ± 1.11	9.51 ± 4.18	1.36 ± 0.20	7.72 ± 3.33
2-NFR	- ^b	- ^b	- ^b	- ^b	93.0 ± 68.4	316 ± 211	174 ± 86.6	169 ± 70.3
2-NP	- ^b	- ^b	- ^b	- ^b	7.76 ± 5.88	35.9 ± 28.2	9.45 ± 4.73	24.7 ± 17.3
1-NP	6.28 ± 2.81	42.3 ± 16.1	3.49 ± 1.09	30.8 ± 15.4	1.91 ± 0.77	11.7 ± 6.42	4.29 ± 1.24	8.90 ± 2.09
ΣNPAHs	-	-	-	-	103 ± 74.9	363 ± 244	187 ± 91.3	202 ± 73.3

Concentration = mean ± standard deviation

^a: Data referred from Tang et al., 2013

^b: No analyzed.

Table 6 Mean BaP-equivalent concentration ($\mu\text{g m}^{-3}$) and standard deviation of nine PAHs, 1-NP and 2-NFR in $\text{PM}_{2.1}$ and inhalation lifetime cancer risk (ILCR) from 2010 to 2018

	2010 ^a		2013		2015		2017/2018	
	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter	Summer	Winter
FR	0.11 ± 0.05	1.17 ± 0.65	0.14 ± 0.05	2.06 ± 1.29	0.22 ± 0.11	1.57 ± 0.53	0.15 ± 0.04	1.39 ± 0.92
Pyr	0.12 ± 0.05	0.96 ± 0.46	0.13 ± 0.04	1.86 ± 1.06	0.22 ± 0.09	1.09 ± 0.32	0.11 ± 0.01	0.85 ± 0.58
BaA	5.48 ± 2.04	98.6 ± 44.5	5.77 ± 2.83	67.5 ± 45.8	7.33 ± 3.92	55.8 ± 25.5	6.44 ± 0.68	50.8 ± 29.0
Chr	1.05 ± 0.45	17.4 ± 7.64	1.16 ± 0.37	16.4 ± 10.2	1.11 ± 0.65	9.30 ± 4.36	0.87 ± 0.19	8.26 ± 3.95
BbF	29.3 ± 7.69	214 ± 84.4	21.2 ± 9.66	210 ± 123	34.5 ± 22.4	162 ± 80.0	26.9 ± 4.47	132 ± 43.0
BkF	11.1 ± 2.26	88.8 ± 30.5	7.19 ± 3.17	80.6 ± 47.2	10.6 ± 7.23	64.6 ± 31.9	6.63 ± 1.51	47.2 ± 16.0
BaP	151 ± 30.9	1270 ± 451	103 ± 45.1	1140 ± 734	122 ± 84.6	659 ± 361	115 ± 12.7	576 ± 248
BgPe	4.26 ± 1.28	21.9 ± 8.91	2.96 ± 1.38	25.3 ± 14.9	3.50 ± 2.48	13.9 ± 7.79	2.74 ± 0.48	9.78 ± 2.70
IDP	28.0 ± 9.04	145 ± 56.8	13.2 ± 6.15	136 ± 79.2	27.6 ± 19.0	105 ± 55.5	21.8 ± 4.74	79.6 ± 21.8
1-NP	0.63 ± 0.28	4.23 ± 1.61	0.35 ± 0.11	3.08 ± 1.54	0.19 ± 0.08	1.17 ± 0.64	0.43 ± 0.12	0.89 ± 0.21
2-NFR	- ^b	- ^b	- ^b	- ^b	4.65 ± 3.42	15.8 ± 10.6	8.68 ± 4.33	8.44 ± 3.51
$\Sigma\text{BaP}_{\text{eq}}$	231 ± 52.7	1860 ± 645	155 ± 67.6	1690 ± 1050	212 ± 142	1090 ± 567	190 ± 22.3	916 ± 363
ILCR	$(9.12 \pm 3.04) \times 10^{-5}$		$(8.00 \pm 4.88) \times 10^{-5}$		$(5.65 \pm 3.08) \times 10^{-5}$		$(4.81 \pm 1.67) \times 10^{-5}$	

^a: Concentration data referred from Tang et al., 2013

^b: No concentration data

細胞毒性作用：

上海で採集した $\text{PM}_{2.1}$ は濃度データがないため、フィルター全量にイオン交換水に浸して、超音波を用いて 30 分、3 回の抽出を行い、フィルターから $\text{PM}_{2.1}$ を脱離させたのち、4 枚に重ねた無菌ガーゼでろ過して繊維成分を除去した。それから、イオン交換水を用いて、50 倍、10 倍、5 倍、1 倍に希釈し、それぞれの濃度レベルの検液を遠心機にかけ、上清を水溶性画分、沈殿を非水溶性画分 (PAHs 含有) にわけて、ヒト気管支上皮肺 BEAS-2B の細胞毒性試験に供した。また、金沢で採集したサンプルについての評価はフィルターが届き次第、実験を行う予定である。

水溶性画分と非水溶性画分共に、濃度の上昇につれて、細胞生存率 (MMT アッセイ) の減少、細胞損傷 (細胞内 LDH 含量) と活性酸素種産出 (DHR 蛍光プローブ, Ex:488 nm, Em:530 nm) の増加が認められたが、水溶性画分では非水溶性画分に比べて、BEAS-2B 細胞に対して有意に毒性が強かった ($p < 0.05$)。その原因として、水溶性画分に含まれる遷移金属や生物活性成分が容易に誘導ラジカルを生成し、細胞によりダメージをもたらすと考えられた。一方、非水溶性画分においては、細胞毒性と総 PAHs 濃度との相関関係が確認されたが、各々の PAHs との関連性まで結論付けることができなかった。

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる
成果物

Yang, L., Zhang, X., Xing, W.L., Zhou, Q.Y., Zhang, L.L., Wu, Q., Zhou, Z.J., Chen, R.J., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., Yearly variation of characteristics and health risk of PM-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and nitro-PAHs (NPAHs) in urban Shanghai, China, *J. Environ. Sci.*, Re-submitting.

※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	インドラ チャンドラ	提出年月日	2020 年 3 月 30 日	
申請者氏名	Indra Chandra			
所属・職名	Engineering Physics, School of Electrical Engineering, Telkom University.			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 一般枠 ☒ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究 ☐ 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	A study to identify source emissions and its mechanisms of environmental process within the planetary boundary layer caused by local anthropogenic and long-range transport of polluted air in Greater Bandung air basin, Indonesia.			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日 ~ 2020 年 3 月 31 日			
センター 教員	Yayoi Inomata Institute of Nature and Environmental Study, Kanazawa University			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	I. Chandra	Telkom University	Lecturer	Field observation, Laboratory experiments, and data analysis.
	分担者	Y. Inomata	Kanazawa University	Associate d Professor	Environmental aerosol data analysis
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	-	-	-	
	分析した試料	-	-	-	
研究目的・ 期待される 成果	The project is a field study of atmospheric aerosols in urban air pollution using low-cost sensors (2019-2020). The location is conducted in the Bandung Metropolitan air basin (675 m.a.s.l.; -6.97, 107.63). Our previous objectives are (1) simultaneous measurement (3 to 4 sites) using Nanosampler and low-cost PM_{2.5} sensors as well as weather stations to observe spatiotemporal data of PM_{2.5} mass concentration and its chemical compositions, (2) aerial observation using a drone to measure vertical structure within the planetary boundary layer, and (3) to understand of pollutant behaviors in the urban air pollution and as a preliminary study to apply for SATREPS program in the near future. The research focus is mainly to utilize low-cost sensors for air quality monitoring systems. Therefore, colocation with primary instruments is mandatory because of the low reliability and sensitivity of PM_{2.5} sensors in the field as well as necessary of field calibration. Besides the horizontal structure, to gain knowledge of atmospheric pollutants in the vertical structure, we also try to use the drone. We try to recap all our research results; hopefully, this pra-study can initializing for the next big project in the (near) future.				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	The utilization of low-cost sensors for monitoring air-quality has emerged and deployed in various environments. We conducted several laboratory-tested for PM_{2.5} sensors (model SKU: SEN0177, DFRobot, Inc.) in Kanazawa University, Japan, using polystyrene latex (PSL) with a standard size of 0.309, 0.479, and 1.005 μm (JSR SC 032-S, 048-S, and 103-S) and an optical particle counter (OPC model KC-01E, Rion Co., Ltd.). The results show good agreement between two devices ($R^2 = 0.8$) under low-to-medium concentrations with relative humidity <60%. Noted that we selected the appropriated-OPC channel to calculate PM_{2.5} mass concentration. CO₂ sensors (model SKU: SEN0219, DFRobot, Inc.) are tested by colocation with another CO₂ meter (model GCH-2018, Lutron Co., Ltd.). Trend data from this sensor can follow detector data with moderate linearization ($R^2 = 0.5$). Meanwhile, other gas sensors (CO, NO₂, SO₂, H₂S, O₂, O₃, and TVOC) were used but not calibrated yet. We considered that low-cost PM_{2.5} sensors have middle performance compared to other portable devices. On the other side, gas sensors can sense the fluctuation of pollutants under low-rate sensitivity. We selected Bandung, Indonesia, for a field study of the atmospheric environment. We have installed those sensors (PM_{2.5} and CO₂) successfully in 2 of 4 planned-sites. Other sites had a problem when we tried to make new measurement chambers. Field observation of PM_{2.5} and CO₂ concentrations using microsensors were carried out in Bandung Metropolitan air basin (-6.97, 107.63), Indonesia, starting from February 2019 to January 2020. The site is located 30 meters over the ground (or around 675 meters above sea level (masl)) and is surrounded by mountains (altitude >2 km), around 15-20 km from the location. The air quality monitoring system was provided with weather stations (T, RH, wind speed/direction (WS/WD), light intensity/I, and pressure/P) for data interpretation. Instruments were placed in a shelter around 1.5 meters above the floor in the rooftop, except for WS/WD and Lux meter. Measurement site was identified under urban air pollution from local emission sources such as traffic, industrial area, agriculture, and residential-waste burning, and biogenic activity and ship transportation as transboundary of polluted air. This unique topography has two major seasons, i.e., dry and wet season. Less precipitation occurred on summer monsoon (June to October) when so many hotspots have recognized (Fanin and van der Werf, 2017). Meanwhile, northwest regional wind to the southeast from November to May is observed as the rainy season. Typical local wind between day and nighttime is influencing atmospheric stability and planetary boundary layer and making the complexity of air pollution dispersion through wet/dry deposition. In a year observation, we selected data in August 2019 because more than 75% validated-data were sufficient to take 24-h and 8-h average for PM_{2.5} and CO₂ data, respectively. As shown in Figure 1 (a), PM_{2.5} mass concentrations are as high as $80 \pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ that is more than ambient standard ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ for Indonesian standard, or $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Japan for daily-average PM_{2.5}). Meanwhile, the CO₂ concentrations are between 460 and 600 ppm, with an error of ± 50 ppm. In the dry season, when not so many green spaces around the site, many airborne particles and gaseous pollutants can be observed. These data were identified under a temperature of 17-35 °C, the relative humidity of <40% in the daytime, and up to 100% in nighttime (Figure 1 (b)). Almost days this month are a sunny day. The slightly cloudy day also can be observed using a low-cost lux meter.
--	--

These air masses were coming from east and west, with most of the wind speed of 2 m/s (**Figure 1 (c)**). The local environments in both directions are populated and industrial areas with many pathways under high traffic jam. However, due to the technical problems with the other two sites as well as Nanosampler, we do nothing for spatiotemporal air quality data analysis yet.

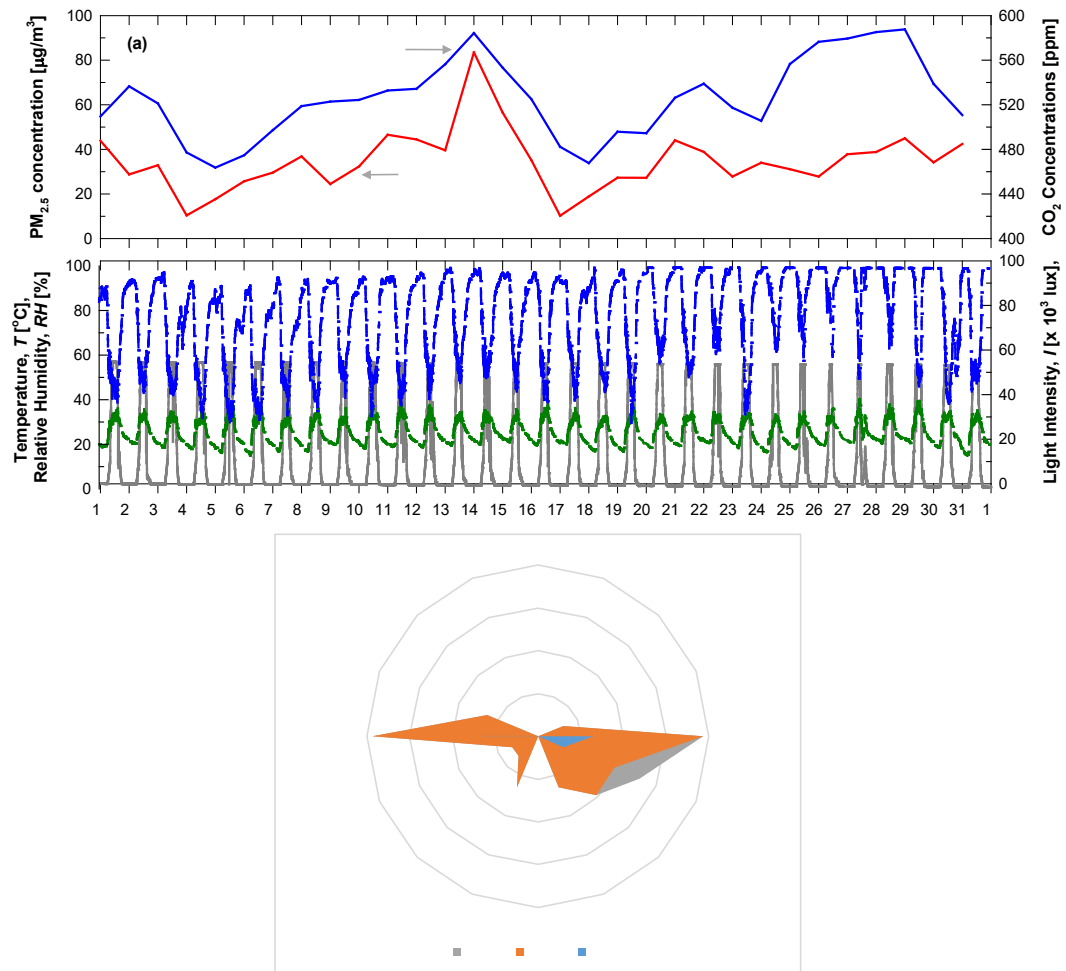


Figure 1. Field measurement of daily-average PM_{2.5} and CO₂ concentrations (a), 2-min data of temperature (T), relative humidity (RH), and light intensity (I) (b), and wind speed/direction (WS/WD) (c), under the pressure (P) of 93.5 hPa, at Telkom University site (-6.97, 107.63), Bandung, Indonesia, in August 2019.

The pre-study of aerial observations was also conducted in Kanazawa University (KU) and Telkom University (TU). Unfortunately, it did not do in Fukue Island due to the pandemic of coronavirus worldwide. In general, slightly increased polluted concentrations were affected by an up-and-down of DJI-Phantom drone during hover. The drone was measured these concentrations up to the rooftop of the Natural Science and Technology Library' building (KU) and up to 80 m above the ground (around 725 masl). No different data between the ground and aerial data except PM_{2.5} mass concentrations were measured slightly decreased in Bandung observation.

Overall results from this project are:

- (1) oral presentation entitled "Horizontal Structure of Gas (CO₂, NO₂) and

	Particulate (PM_{2.5}) concentrations in Dayeuhkolot, the Greater Bandung Air Basin” on National Conference on Atmospheric Science (Seminar Nasional Sains Atmosphere, July 4, 2019, Bandung-Indonesia), organized by the Center of Atmospheric Science and Technology - Indonesian National Institute of Aeronautics and Space. The manuscript will proceed for a national journal (national 2nd tier or approximated equivalent with Q3/Q4 international journal); (2) accepted paper on Jurnal Teknologi Lingkungan (Q3/Q4 equivalent; Volume 21, Issue 1, January 2020, pp 009-015) with the manuscript title is “Real-Time Monitoring of PM_{2.5} and CO₂ Concentrations Based on Low-Cost Sensor in the Greater Bandung air Basin”. (3) the prototype of air quality monitoring devices (for personal/indoor, outdoor/atmosphere, and drone).
※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる 成果物	Several drafts of the manuscript for national/international journals and international conferences are under preparation. We acknowledged that even low-cost sensors can detect some fluctuation concentrations of gas/particulate emission; however, there are several technical issues regarding data reliability. Therefore, technically, we would like to enhance data validation using Artificial Intelligence (AI) based methods for data validation and forecasting to ensure better data interpretation. Utilization of other sites and Nanosampler in dedicated stations for a certain sampling period are necessary. Moreover, we need more collaborators to address several issues through SATREPS – Japan or Newton Fund – UK program.
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)				
申請者氏名	Thumronk AMORNSAKUN	提出年月日	令和2年 4月 4日	
所属・職名	Prince of Songkla University・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 一般枠 ☒ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☐ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☒ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	多環芳香族炭化水素類のタイ産淡水魚への毒性評価 Toxicity evaluation of polycyclic aromatic hydrocarbons on freshwater fish in Thailand			
研究実施期間	2019年 4月 1日～ 2020年 3月 31日			
センター教員	鈴木信雄			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	Thumronk AMORNSAKUN	Prince of Songkla University	准教授	研究総括
	分担者	鈴木信雄	金沢大学	教授	サンプリング及びデータ解析
		木谷洋一郎	金沢大学	助教	遺伝子解析
		関口俊男	金沢大学	助授	遺伝子解析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	Benz[a]anthracene	粉末	1	
	分析した試料	Benz[a]anthracene	粉末	1	
研究目的・ 期待される 成果	(環日本海域との関連性がわかるように記載してください) 研究の意義 越境汚染物質である多環芳香族炭化水素類は、東アジアの国も広く存在しているが、その魚類への生体影響を調べた研究は非常に少ない。そこで、タイの商業的な魚に対する多環芳香族炭化水素類の影響を解析する。 目的 昨年、環日本海域環境研究センターが中心となって開催した金沢大学とプリンスオブソングクラ大学とのジョイントシンポジウムにおいて、Dr. Thumronk が鈴木との共同研究の成果を発表した。その研究成果に基づき、多環芳香族炭化水素類のタイ産淡水魚への毒性試験を実施する。 特色 これまで、モデル生物であるキンギョ、メダカやゼブラフィッシュに対する多環芳香族炭化水素類の毒性を評価してきたが、商業的に重要な魚種に対する影響を調べていない。商業的に重要な魚種に対する多環芳香族炭化水素類の影響を調べることで、多環芳香族炭化水素類の毒性をタイの研究者にも広く認識していただくことができる。 期待される成果 既に、Dr. Thumronk が鈴木との共同研究の成果により、タイ産淡水魚の受精率や孵化率に関する基礎データがある。その基礎データに基づいて、Benz[a]anthracene				

	(BaA) の影響を評価する。本研究は、タイ産商業種に対する多環芳香族炭化水素類の最初の報告になる。
※申請書に記載した事項を要約して下さい。	
利用・研究実施内容・得られた成果	タイの商業種を用いた基礎研究を行うと共に、東アジアの温暖な浅海に分布する海水魚であるメジナに対する BaA の毒性に対する影響を調べたので、以下に示す。なお、これらの研究成果は、2 報の国際誌に発表して、マレーシアで開催された国際シンポジウムで発表した。 <u>タイの商業種 (Climbing perch 及び Sultan fish) を用いた基礎研究</u> タイの商業種である Climbing perch, <i>Anabas testudineus</i> を用いた実験により、この種は、ある程度の塩に対して耐性があり、0、5、10、15、20、25、および 30 ppt での受精率は、76.67、61.33、77.00、47.33、1.67、0.33、および 0% であった。0-10 ppt での受精率は変化しなかった。病気が発生したエビの飼育池は汽水であり、そのエビの池でも Climbing perch は飼育可能であることが判明した。Climbing perch の研究成果は、J. Fac. Agr., Kyushu Univ. に報告した。さらに Climbing perch のエサの研究を行い、9th International Fisheries Symposium 2019 で発表した。Sultan fish についても受精率に関する基礎研究を行い、9th International Fisheries Symposium 2019 で発表した。Climbing perch 及び Sultan fish の受精率の基礎データを基にしてタイの魚に対する BaA の毒性に関する研究を行っていく予定である。 <u>メジナの BaA に対する毒性に関する研究</u> メジナを 0.04% 2-phenoxyethanol を用いて麻酔後、BaA を low dose (1 ng/g body weight) 及び high dose (10 ng/g body weight) の割合で投与して、対照群には溶媒のみ (0.5% ジメチルスルホキシド溶液) を投与した。BaA 投与後、26°C の屋内水槽にて 10 日間飼育した。飼育期間中に、1 日、3 日、6 日、9 日の 4 回投与を行い、10 日間の飼育後、メジナを再度、0.04% 2-phenoxyethanol で麻酔して、ヘパリン処理したシリンジを用いて、血液を採取して、遠心分離 (6000 rpm, 5 分) により血漿を得た。その血漿は -30°C で保存した。血漿中のカルシウム濃度を測定した結果、high dose で有意に低下することが判明した。さらに血漿中の無機リンも high dose で有意に低下することがわかった。従って、BaA は、海産魚のカルシウム及びリン代謝に毒性を示すことが判明した。この結果に基づき、今後、タイの Climbing perch 及び sultan fish に対する BaA の毒性影響を調べていく予定である。
※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。	

見込まれる 成果物	論文(*:Correspondence author) <u>Amornsakun, T.</u>, Srithongthum, S., Promkaew, P., Hassan, A.B., Matsubara, H., Yutaka Takeuchi, Y., Mukai, K., Shimasaki, Y., Oshima, Y. and <u>Suzuki, N.*</u>: Effects of water salinity on the egg hatching, growth, and survival of larvae and fingerlings of climbing perch, <i>Anabas testudineus</i>. J. Fac. Agr., Kyushu Univ., 64: 281-286 (2019) Zanaty, M.I., Sawada, N., <u>Kitani, Y.</u>, Nassar, H.F., Mahmoud, H.M., Hayakawa, K., <u>Sekiguchi, T.</u>, Ogiso, S., Tabuchi, Y., Urata, M., Matsubara, H., Takeuchi, Y., Hattori, A., Srivastav, A.K., <u>Amornsakun, T.</u> and <u>Suzuki, N.*</u>: Influence of benz[a]anthracene on bone metabolism and on liver metabolism in nibbler fish, <i>Girella punctata</i>. Int. J. Environ. Res. Public Health, 17: 1391 (2020) 国際シンポジウムでの発表 Srithongthum, S., <u>Amornsakun, T.</u>, Chesoh, S., Jantararat, S., Seng, L.L., <u>Suzuki, N.</u> and Hassan, A.: Reproductive characteristics of matured female sultan fish, <i>Leptobarbus hoevenii</i> (Bleeker, 1851) spawner. 9th International Fisheries Symposium 2019, Seri Pacific Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia (November 18-21, 2019) <u>Amornsakun, T.</u>, Srithongthum, S., Chesoh, S., Jantararat, S., Seng, L.L., <u>Suzuki, N.</u> and Hassan, A.: Study on sultan fish, <i>Leptobarbus hoevenii</i> (Bleeker, 1851) breeding. 9th International Fisheries Symposium 2019, Seri Pacific Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia (November 18-21, 2019) Zaihurin, D.S.R., Kian, A.Y.S., <u>Amornsakun, T.</u>, Chesoh, S. and <u>Suzuki, N.</u>: Fish meal replacement by using alternative ingredient in climbing perch, <i>Anabas testudineus</i> diet. th International Fisheries Symposium 2019, Seri Pacific Hotel, Kuala Lumpur, Malaysia (November 18-21, 2019) ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。
--------------	--

平成 31 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	オチール アルタンスフ	提出年月日	令和 2 年 5 月 21 日	
申請者氏名	Ochir Altansukh			
所属・職名	モンゴル国立大学・教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 一般枠 ☒ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年 (2 年)	☐ 新規 ☒ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	平成 31 年 4 月 1 日～令和 2 年 3 月 31 日			
センター教員	福士圭介			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	Ochir Altansukh	モンゴル国立 大学	教授	総括
	分担者	福士圭介	金沢大学環日 本海域環境研 究センター	准教授	地球化学的解析
		Tsetsgee Solongo	金沢大学大学 院自然システ ム学専攻	博 士 後 期 課程 3 年	水・土壌試料の採取・分析
		Gankhurel Baasansuren	金沢大学大学 院自然システ ム学専攻	博 士 後 期 課程 1 年	土壌試料の採取・分析
		奥山晃浩	金沢大学自然 システム学類	学部 4 年	室内吸着・脱離実験
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	河川水試料	液体	20	
	分析した試料	河川水試料	液体	30	

研究目的・期待される成果	【研究目的】大陸内部の乾燥地域に位置するモンゴルは、日本に到来する大気浮遊物質の発生地の一つであることが知られている。モンゴルは豊富な鉱物資源に支えられ急速な経済発展を遂げているが、乱開発に伴う環境汚染が懸念されている。モンゴルではこれまで環境科学・技術に関する研究には関心が低く、環境汚染の状況はほとんど理解されていない。 申請者らは 2017 年度より世界最大規模の銅モリブデン鉱山であるエルデネト鉱山地域の河川・堆積物・土壌中における調査と試料分析を行い以下の知見を得ている。①河川水中に比較的高濃度のモリブデンが含まれる(>10ppb)、②堆積物中のモリブデンは脱離しやすい化学形態で存在している、③河川の上流域ではモリブデン濃度は比較的低いが中流部において増加する、④河川のモリブデン濃度は冬季では低い(平均 10ppb)が秋季ではほとんどの観測地点で環境基準(70ppb)を超える、⑤モリブデン濃度季節変動は pH とも同期する。すなわち pH が増加するとモリブデン濃度は上昇する。 今年度は昨年までの知見を踏まえて、①現地調査においてモリブデンの汚染源を特定するとともに、②室内実験により、鉱物からのモリブデンの pH 依存脱離メカニズム明らかにすることを目的とした。
利用・研究実施内容・得られた成果	※申請書に記載した事項を要約して下さい。 2019 年 8 月 7-16 日にエルデネト地域の河川水のモリブデン汚染源の特定を目的とした現地調査を行った。現地調査には、モンゴル大学 Ochir Altansukh 教授と学生 2 名、金沢大学より福士准教授と学生 2 名 (1 名はモンゴル人留学生)、石川県工業試験場宗本隆志博士、東京大学高橋嘉夫教授が参加した。その結果、河川モリブデン濃度が上昇する河川中流域には火力発電プラントが存在することを見出した。プラント周辺の調査の結果、冷却用に地下水をくみ上げ、再び河川に放水していることが認められた。なお放水箇所の前後において、モリブデン濃度の増加が認められている。放水される水試料を持ち帰り金沢大学において ICP-MS を用いてモリブデン濃度の測定を行ったところ、放水試料には数 100 ppb を超える高濃度のモリブデンが含まれることが明らかとなった。またエルデネト地域の複数のサイトから地下水を採取し予察的にモリブデン濃度の測定も行った。その結果、いくつかの試料で地下水には 1000 ppb 前後の高いモリブデン濃度が検出された。これらの結果は、エルデネト地域では地下水が高濃度のモリブデンに汚染されており、地下水利用に起因して表層水がモリブデンに汚染されている可能性を示唆している。 室内実験から pH に依存するモリブデン脱離・吸着メカニズムの検討を行った。エルデネト地域の河川堆積物において、モリブデンのホスト鉱物はフェリハイドライトであることがわかっている。そのため、河川で見られる 100 ppb のモリブデンに対するフェリハイドライトを用いた吸着実験を行った。河川ではサイトによって堆積物のフェリハイドライト含有量が増加すること、また塩濃度もサイトによって変動することから、フェリハイドライト固液比とイオン強度も実験の変動パラメータとした。その結果、いずれの実験条件でも、pH が 7 から 9 の条件で、モリブデンの吸着挙動が急激に変化することが明らかとなった。具体的には pH 7 以下の条件ではほぼ 100%のモリブデンが吸着状態にあるのに対し、pH9 以上では吸着率は 0%まで減少する。エルデネト地域の河川の pH 変動はおおよそ pH7~9 の範囲である。この結果は現地で見られる pH 条件において、モリブデンの吸着・脱離はセンシティブに変化することをしている。したがって、エルデネト地域では季節変動に対応した何らかのプロセスにより pH が変化すると、溶液のモリブデン濃度は大きく変化する可能性が示唆された。

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる 成果物	2019 年 3 月にモンゴルで開催される ICJPM2019 にて口頭発表（招待講演）、2019 年 5 月に幕張メッセで開催される JPGU2019 にて口頭発表、2019 年 9 月に北京大学で開催された Second International Conference on All Material Fluxes in River Eco-Systems にて口頭発表（招待講演）を行った。また本成果は金沢大学自然科学研究科 Solongo Tsetsgee 氏の博士論文（現地調査に関する成果）と金沢大学自然システム学類奥山晃浩の卒業論文（室内吸着実験に関する成果）として 2020 年 3 月に提出された。
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	おるが V. ねすとろば	提出年月日	令和 2 年 4 月 1 日	
申請者氏名	Olga V. Nesterova			
所属・職名	ロシア極東連邦大学・土壌学分野主任			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 一般枠 ☒ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	環日本海域海底堆積物における重金属の分布状況			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～ 2020 年 3 月 31 日			
センター教員	長尾 誠也			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	Olga V. Nesterova	ロシア極東連 邦大学	主任	分析・解析
	分担者	Anastasia Brikmans	ロシア極東連 邦大学	准教授	分析
		Viktorii A. Semal	ロシア極東連 邦大学	シニア研 究員	分析
		長尾誠也	環日本海域環境研 究センター	教授	解析
		落合伸也	環日本海域環境研 究センター	助教	分析
		福土圭介	環日本海域環境研 究センター	准教授	分析・解析
	※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。				
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	堆積物	粉末	30	
	分析した試料	堆積物	粉末	30	

研究目的・期待される成果	意義:環日本海域では沿岸域の人口増加・産業活動の増加により、重金属の流出・移動が生じ、対馬暖流の影響により日本海への流入が起こっている。また、今後の持続可能な社会環境の構築のためには、沿岸域の有効活用、漁業と沿岸域環境の保全が必要不可欠である。そのためには、現状の把握とともに、過去からの推移の把握が基盤データとして必要である。 目的:本研究では、人間活動の影響が顕著に反映される沿岸域を対象に現状を把握するために年間の流出量が記録される海底堆積物に着目して調査・解析する。 特色:日本海沿岸でウラジオストク沖と周辺の海域、日本側では能登半島やその周辺海域を対象に調査を実施するため、流域環境の影響を比較するとともに、堆積物コア試料の堆積速度を見積もり測定試料の年代を特定することにより、日本海の東西で人為活動影響を評価する。 期待される成果:沿岸域堆積物の重金属濃度・組成の水平分布が得られるとともに、堆積物コアの解析により過去からの放出量の推定を行うことも可能となる。
---------------------	--

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

利用・研究実施内容・得られた成果	本研究では、ロシア科学アカデミー極東支部 太平洋海洋研究所所属の調査船 Akademik M. A. Lavrentyev 航海時に採取したウラジオストク北東沖の海底堆積物について、乾燥粉碎後に Ge 半導体検出器で K-40、Th-232、U-238 放射能濃度を計測した。水深 1120m から 3246m の表層堆積物 0-10cm, 10-30cm, 30-50cm を測定した結果、K-40 と Th-232 は水深 1120m から 1794m までは深さに対して一定か減少したが、水深 3246m では深さに対して増加する傾向を示した。U-238 濃度も同様な傾向を示した。微量元素は蛍光エックス線分析により測定した。Zn 濃度は 86～117mg/kg と比較的高い値を示した。また、Cr, Mn, Ni, Cu, Mo, Pb は水深 900m, 1120m, 1385m, 1794m, 3240m の 0-10cm の表層堆積物で異なる濃度を示した。重金属元素が示す水深、沿岸からの距離の違う堆積物で異なる濃度を示す原因を考察するため、さらに堆積物試料を分析して水平分布を明瞭に把握するとともに、有機炭素濃度との関係、粒径との関係、さらには、時系列の蓄積状況を堆積物コア試料から解析する予定である。
※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる成果物	※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)				
申請者氏名	Stephen Archer	提出年月日	2020 年 5 月 1 日	
所属・職名	School of Science, Auckland University of Technology Research fellow			
連絡先住所				
TEL		FAX	—	
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 一般枠 ☒ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☐ 新規 ☒ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究 ☐ 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～ 2020 年 3 月 31 日			
センター 教員	井上 睦夫			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	Stephen Archer	School of Science, Auckland University of Technology	Research fellow	海水採取・化学処理
	分担者	井上 睦夫	金沢大学 環日センター	准教授	γ線測定
		Kevin Lee	School of Science, Auckland University of Technology	Senior Research Officer	化学処理
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	海水試料	乾燥物	8 個	
	分析した試料	海水試料	乾燥物	8 個 (分析終了解析中)	
研究目的・ 期待される 成果	海水およびそれに含まれる様々な形態の粒子は、汚染物質の最も大きな媒体である。表層の物質循環に関する情報は、様々な起源の汚染物質の流入など有事に備え重要である。溶存性 ^{226}Ra, ^{228}Ra は海洋循環を調べるうえでのトレーサーとして有効である。一方で、ニュージーランドのオークランド沿岸におけるラジウム同位体の濃度分布、さらにはその海水循環はまだ明らかになっていない。 本研究では、異なる越境汚染環境にさらされるニュージーランドと日本海の沿岸海域を舞台とし、^{226}Ra、^{228}Ra を物質動態のトレーサーとし、両海域での年 4 回の海水試料採取、測定、比較を行うことにより、本課題に取り組む。溶存物質、粒子吸着性汚染物質の循環パターンを比較、解明する。ここで得られる成果は、ユーラシア大陸の東域に位置する日本列島、さらに南半球、特にオーストラリア大陸の東域に位置するニュージーランド近海における以上のデータは溶存越境汚染粒子の循環プロセスを評価するうえで重要である。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

ニュージーランドオークランド沿岸 2 地点で年 4 回、さらには日本海沿岸 (島根県浜田;2018 年 6~2019 年 2 月) で沿岸~沖合 4 地点で、表層海水各 20 L を採取した (図 1)。それぞれ Auckland University of Technology、金沢大学低レベル放射能実験施設において化学処理をおこない、BaSO₄ 共沈法により、ラジウム同位体を回収した。金沢大学の尾小屋地下測定室において、低バックグラウンド γ 線測定を適用することにより、²²⁶Ra、²²⁸Ra 濃度を測定した。

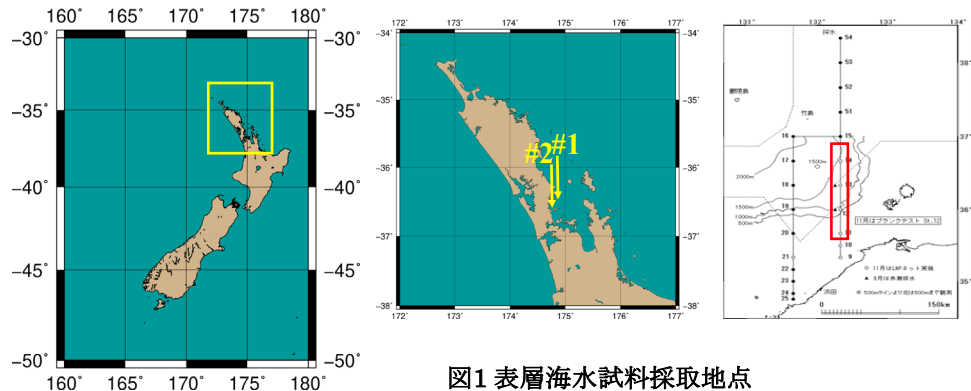


図1 表層海水試料採取地点

利用・研究実
施内容・得ら
れた成果

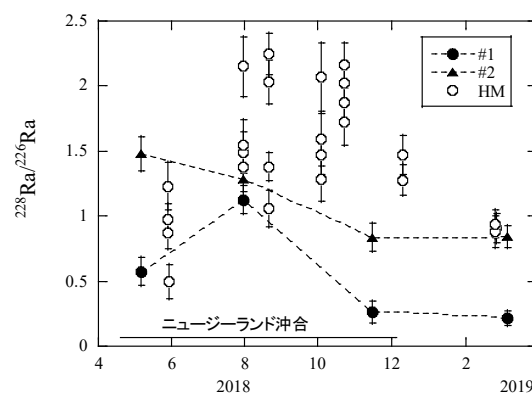


図 2 オークランドと島根県浜田の沿岸海水の ²²⁸Ra/²²⁶Ra 比の季節変動

沿岸海水は沿岸堆積物由来のラジウム同位体の寄与を受けることから、沿岸海水 ²²⁸Ra/²²⁶Ra 比は沖合海水より高い値を示す。図 2 にみられるように、オークランド沿岸表層海水の ²²⁸Ra/²²⁶Ra 比は、沿岸近くより、沖合よりの地点 (#1) ほど低い値を示した。地点#1、#2 で同一の海水に占められていない、すなわち本海域では海水循環が活発でないことが推測された。さらに、²²⁸Ra/²²⁶Ra 比の季節変動 (0.02-1.5) は、南半球の春~夏期に ²²⁸Ra/²²⁶Ra 比が低く、沖合海水の寄与が大きいという季節変動傾向がみられた。しかしその ²²⁸Ra/²²⁶Ra 比は、7-8 月の日本海表層に比べて小さく、沿岸堆積物の影響を受けた海水の寄与は、日本海よりも小さい。ニュージーランド沖合の値 (Kaufman, 1973; Nozaki et al., 1990) から、沖合海水の寄与が著しく小さいことが明らかにされた。

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる
成果物

令和 2 年度も環日センター共同研究として、継続される。さらに金沢大学超然 project によるニュージーランドによる沖合調査航海 (2020 年 3-4 月) による海水試料採取を実施した (新型コロナウイルスにより中断)。今後、これらデータも加え、原著論文として発表する予定である。

※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)				
申請者氏名	黄 誌川 (Jr-Chuan Huang)	提出年月日	2020年 5月25日	
所属・職名	国立台湾大学地理環境資源学系・教授			
連絡先住所	〒10617 台北市大安區羅斯福路四段一號			
TEL			FAX	
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 一般枠 ☒ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019年 4月 1日～2020年 3月31日			
センター 教員	落合伸也			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	黄 誌川	国立台湾大学	教授	台湾の河川水試料の採取・溶存有機物分析
	分担者	長尾誠也	金沢大学環日本 海域環境研究センター	教授	日本の河川水試料の採取・溶存有機物分析
		落合伸也	金沢大学環日本 海域環境研究センター	助教	日本の河川水試料の採取・溶存有機物分析
		陳 沛壕	国立台湾大学	博士課程 3 年	台湾の河川水試料の採取・溶存有機物分析
		黄 偉倫	国立台湾大学	修士課程 3 年	台湾の河川水試料の採取・溶存有機物分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	河川水・地下水	ガラス瓶	50	
	分析した試料	河川水・地下水	ガラス瓶 ポリ瓶	22	
研究目的・ 期待される 成果	河川流域からの溶存有機物・栄養塩の流出は下流域や沿岸域の環境に影響を及ぼす。環日本海域を含む東アジア地域では越境汚染による流域への窒素負荷等の影響が懸念されており、その影響を受けやすい山地小河川での流出挙動の把握が重要である。山地小河川においては河床間隙水域（hyporheic zone）での地表水と地下水の相互作用がこれらの流出挙動と密接に関連している可能性がある。本研究では台湾北部の山地小河川、および気候条件の異なる石川県七尾市の熊木川において、地下水と地表水中の溶存有機物、栄養塩の観測を行い、それらの相互作用が溶存有機物・栄養塩の流出挙動に与える影響を明らかにすることを目的とする。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究実施内容・得られた成果	本研究では、台湾北部の山地小河川および石川県七尾市の熊木川において、地下水と地表水中の相互作用や流域環境が溶存有機物・栄養塩の流出挙動に与える影響を明らかにすることを目的とし、地下水と地表水中の溶存有機物、栄養塩の観測を行い、これらの特性と流域の土地利用との関連を検討した。 研究対象地域は台湾北東部の宜蘭県に位置する蘭陽溪、および南勢溪の最上流部にあたる福山地区の小河川を対象とした。2019 年 5 月にこれらの地域において現地調査を行い、試料採取地点および採取方法の検討を行った。2019 年 8 月に蘭陽溪の上流から下流にかけての 3 地点 (Jia-Yuan, Niu-Dou, Lan-Yang) において河川水試料の採取を行い、金沢大学環日本海域環境研究センターおよび台湾大学において、溶存有機炭素量 (DOC)、溶存無機炭素量 (DIC)、3 次元蛍光分析の分析を行った。また、2019 年 8 月および 12 月に比較対象地となる石川県七尾市の熊木川の 3 地点において、同様の手法にて溶存有機炭素量、3 次元蛍光分析等を行った。 蘭陽溪の Jia-Yuan、Niu-Dou、Lan-Yang における DOC 濃度はそれぞれ 0.610、0.560、0.999 mgC/L となり、下流へ向かって増加する傾向が見られた。また、Niu-Dou および Lan-Yang における DIC 濃度はそれぞれ 36.36、37.78 mgC/L であった。各採水地点の集水域における農地の割合は Jia-Yuan では 2.7%、Lan-Yang では 9.9% となり、こうした土地利用の違いが DOC、DIC 濃度の違いに影響している可能性が考えられる。熊木川の上流から下流にかけての DOC 濃度は 2019 年 8 月では 0.967-1.605 mgC/L、12 月では 0.547-0.682 mgC/L であった。夏季の濃度の比較から、蘭陽溪の DOC 濃度は熊木川よりも若干低い傾向であることが分かった。また、これらの河川水試料の 3 次元蛍光分析による溶存有機物の特性分析の結果、蘭陽溪では熊木川に比べて全般的に腐植様物質の濃度が低い傾向が見られた。こうした両地域間の DOC 濃度の違いや組成の違いは、降水量 (七尾: 2076.9 mm、宜蘭: 2837.7 mm) や降雪の有無等の水文環境や流域起伏量等の地形の違いなどが関連している可能性がある。 また、河川水に対する地下水の寄与を評価するため、地下水のトレーサーとして利用される ^{222}Rn の利用を試み、予備調査として 2020 年 2 月に熊木川上流部での河川水中 ^{222}Rn の測定を行った。その結果、場所によって濃度に大きな差が見られ、局所的な地下水の寄与を評価できる可能性が示唆された。今後は上述の溶存有機物の結果との比較、および台湾の対象地域での観測を試みる予定である。
見込まれる成果物	※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。 口頭発表 Jr-Chuan Huang, Meng-Chang Lu, Pei-Hao Chen, More efficient carbon sink via chemical weathering in low-mountains than high-mountains under climate change, Joint International Symposium on Sustainable Development and Environmental issues, December, 2019, Kanazawa. Jr-Chuan Huang, Dissolved nitrogen and carbon transport in subtropical mountainous watersheds, Taiwan, 第 2 回「西部太平洋縁辺海セミナー」2019 年 8 月, 金沢 ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	かわさき かずお	提出年月日	令和2年 4月 23日	
申請者氏名	川崎 一雄			
所属・職名	富山大学学術研究部都市デザイン学系・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☐ 新規 ☒ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	磁気特性を用いた大気浮遊粒子状物質の評価法の開発			
研究実施期間	令和元年 4月1日～ 令和2年 3月31日			
センター教員	松木 篤			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	川崎一雄	富山大学学術 研究部都市デ ザイン学系	准教授	環境磁気分析・総括
	分担者	松木 篤	金沢大学環日 本海域環境研 究センター	准教授	大気粒子の捕集・物性解析
		土屋望	金沢大学大学 院自然科学研 究科	修士 2 年	大気粒子の物性解析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
		申請書に記載 した試料	大気浮遊粒子状物質 （エアロゾル）	石英繊維フィルタ ー上に捕集	100
		分析した試料	大気浮遊粒子状物質 （エアロゾル）	石英繊維フィルタ ー上に捕集	100
研究目的・ 期待される 成果	大気中の浮遊粒子状物質（PM）の粒径や組成は広範囲に渡り，特に中国やモンゴルの砂漠が起源の黄砂は，天然の鉱物に加え，ブラックカーボン（BC）や重金属を含んでおり，健康被害が指摘される．粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の PM_{10} と $2.5\mu\text{m}$ 以下の $\text{PM}_{2.5}$ は，元素濃度を反映しない単純な重量濃度で健康影響の指標として不十分であり，低コストで迅速な解析方法の開発が必須である．平成 30 年度に本共同利用研究の支援を受け，微小粒子を捕集したフィルターを対象に岩石磁気分析を行った結果，黄砂イベントや BC 濃度との関連付けができた．本研究では，大気中の粒子状物質の評価法として，越境汚染の観測に適した能登半島で捕集したフィルター試料を対象に，磁気特性による非破壊の連続測定システムを開発する．成果は，越境汚染（黄砂）に加え，自動車や地下鉄，工場など多様な環境での大気汚染の新規モニタリング法としての活用が期待できる．				

※申請書に記載した事項を要約して下さい。	
利用・研究実施内容・得られた成果	大気中の浮遊粒子状物質（PM）の粒径や組成は広範囲に渡り，特に中国やモンゴルの砂漠が起源の黄砂は，天然の鉱物に加え，ブラックカーボン（BC）や重金属を含んでおり，健康被害が指摘される．粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の PM_{10} と $2.5\mu\text{m}$ 以下の $\text{PM}_{2.5}$ は，元素濃度を反映しない単純な重量濃度のため健康影響の指標として不十分であるが，発光分光分析装置（ICP-OES/MS）を用いた元素濃度分析は膨大な時間と労力が必要であり，迅速な解析方法の開発が必須である．環境磁気調査は，試料中の磁性鉱物に着目し，その磁気特性から原産地や試料中の重金属濃度を推定する．黄砂を対象にした環境磁気研究は，韓国の報告例に留まり，日本国内では報告例はない．報告者らがこれまで実施してきた $>2.5\mu\text{m}$（粗大粒子）と $<2.5\mu\text{m}$（微小粒子）の浮遊粒子状物質を 1 週間毎に捕集した石英繊維フィルターを対象にした予察的磁気分析の結果，測定可能な磁性鉱物がフィルターに付着しており，粗大粒子と微小粒子では同様な飽和等温残留磁化（SIRM）強度分布を示した．また，金属元素濃度と磁性鉱物量に正の相関性が示唆された． 本研究は，石川県珠洲市の NOTOGR0（NOTO Ground-base Research Observatory）で 2014 年 7 月から 2015 年 10 月の期間に 1 日毎にマルチアングル吸光光度計（MAAP）で石英繊維テープに捕集された $<2.5\mu\text{m}$ の浮遊粒子状物を対象に環境磁気分析を行った．低温磁気分析の結果，120 K 近傍で磁化の減少が認められ，これはマグネタイト固有の Verwey 点を反映する．また，5-30 K においても磁化の急減が認められたため，マグネタイトの表面の一部酸化によるマグヘマイト化を示す． SIRM 測定の結果，1 日毎の捕集期間においても，測定可能な磁性鉱物がフィルターに捕集されており，1 週間に捕集された試料の変動と同様な変動が認められた．なお，微小粒子の SIRM 強度を ICP-OES で求めた重金属濃度と比較すると，土壌由来のアルミニウム濃度との相関は悪く，土壌由来ではなく，汚染物質起源と考えられる．さらに，BC データと比較した結果，SIRM 強度は，燃焼由来粒子であるマグネタイトナノ粒子濃度を反映することが示唆される．粗大粒子の SIRM 強度は，黄砂の飛来と正の相関を示しており，異なる粒径を対比することで，浮遊粒子状物質中のマグネタイトの発生源の推定ができる可能性を指摘できた．
※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる成果物	学会発表（口頭発表） 土屋望，川崎一雄，加藤祥生，松木篤（2019）能登地域におけるエアロゾルの磁気調査，日本エアロゾル学会第 36 回エアロゾル科学・技術研究討論会 学会発表（ポスター発表） 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) 修士論文 土屋望（2020）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性．金沢大学
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	おおこうち ひろし		提出年月日	平成 2 年 2 月 8 日	
申請者氏名	大河内 博				
所属・職名	早稲田大学理工学術院・教授				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☐ 単年 ☒ 複数年(2年)	☐ 新規 ☒ 継続	
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究				
研究課題	能登半島における大気エアロゾル中フミン様物質の動態と化学構造解析				
研究実施期間	2018 年 4 月 1 日～ 2020 年 3 月 31 日				
センター教員	松木 篤				

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	大河内博	早稲田大学	教授	研究統括
	分担者	勝見尚也	石川県立大学	講師	試料採取/構造解析
		松木篤	金沢大学	准教授	研究助言
		光川彩夏	早稲田大学	大学院生	試料採取/分析
		張晶瑩	早稲田大学	大学院生	試料採取/分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	大気エアロゾル	フィルター上に捕 集された粒子	50	
	分析した試料	大気エアロゾル	フィルター上に捕 集された粒子	50 (HULIS) 50 (DTT Assay) 50 (MBAS)	
研究目的・ 期待される 成果	(環日本海域との関連性がわかるように記載してください) フミン様物質 (HULIS) は、大気エアロゾル中溶存有機炭素の大部分を占め、界面活性能を有することから有害大気汚染物質の動態や気候変動に影響を与えていることが指摘されているが、国内における観測例は限られている。我々は HULIS の大気中濃度、起源、物理化学特性を目的に都市、郊外および山間部森林域、自由対流圏（富士山頂）で観測を行ってきた。富士山頂ではバックグラウンド濃度と越境大気汚染の影響解明を目的としているが、観測は夏季しか行えず、越境汚染の影響が強い冬季から春季での観測はできていない。 国内人為汚染の影響を受けにくく、通年観測可能な能登スーパーサイトに着目し、大気中 HULIS 濃度の通年観測と NMR による化学構造解析・同位体分析を組み合わせることで、越境由来 HULIS の特徴を明らかにすることを目的としている。さらに、活性酸素 (ROS) および微量金属測定を組み合わせることにより、越境由来 HULIS の健康リスクについても明らかになることが期待される。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究実施内容・得られた成果	【利用・研究実施内容】太平洋側都市大気として首都圏に位置する早稲田大学西早稲田キャンパス研究棟屋上(新宿区, 高さ 64 m), 日本海側遠隔大気として金沢大学能登スーパーサイトで大気中 SPM を春季、夏季、秋季、冬季にハイボリウムエアサンプラー(10 μm 100 % カット, 吸引流量:1000 L/min)で同時採取した。新宿では春季, 夏季, 秋季に集中観測を行い、昼夜12時間採取を行った(昼:6:00 – 18:00, 夜:18:00 – 6:00)。能登では1週間ごとの採取を各季節に一ヶ月間行った。 $\phi 35$ mm のポンチで1枚打ち抜いたフィルターをガラス製遠沈管に入れ、超純水 100 mL で振とう抽出後にろ過した。ろ液について、DEAE-UV 法により溶存態フミン様物質(HULIS)濃度をフミン酸分画とフルボ酸分画に分けて定量し、陰イオン界面活性物質としてメチレンブルー界面活性物質(MBAS)を定量した。エアロゾル酸化能は Gao et al. (2017)に従って DTT アッセイを行った。ガラス製遠沈管に入れたフィルターに超純水 4.9 mL を加えて超音波抽出した後(親水性画分)、フィルターを別の遠沈管に移してメタノール 4.9 mL を加えて超音波抽出した(疎水性画分)。それぞれの抽出液にジチオスレイトール(DTT)を 0.5 mL 添加し、37°C で 15 分間反応させた。ジチオニトロ安息香酸(DTNB)を 0.5 mL 添加して十分に混合後(10 分間静置)、波長 412 nm の吸光度を測定して求めた。 【得られた成果】2018 年夏季から 2019 年春季における大気エアロゾル中 HULIS 濃度は、両地点ともに夏季に最小(能登:0.30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 新宿:0.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 冬季に最大(能登: 0.98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 新宿:0.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)を示すことが分かった。新宿における大気中 HULIS 濃度は能登に比べて通年で 1.5 倍、秋季には約3倍であったが、春季には能登における大気中 HULIS 濃度は新宿に匹敵することが分かった。特に、2019 年3月第一週(3/1~9)には、能登で大気中 HULIS 濃度は高濃度(2.12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)となり、新宿における大気中 HULIS 濃度(1.39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)より高濃度であった。SPRINTERS によると、大規模な黄砂飛散は能登および新宿にはみられなかったが、3月5日から7日にて高濃度 PM2.5 が飛来していた。能登の採取フィルターは黄色がかっており、黄砂飛来の影響を示していた。一方、5月第4週(5/24~31)には能登、新宿ともに 2019 年 3 月から 5 月の観測期間中に最大 PM2.5 濃度を示し、SPRINTERS により高濃度 PM2.5 飛来が確認された。黄砂は 5 月 24 日に飛来があったものの、大規模な黄砂飛来はみられなかった。この時期の大気中 HULIS 濃度は能登、新宿ともに 3 月第一週を除く期間と同程度であり、横ばい傾向にあった。能登における 2018 年夏季および秋季には大気中 HULIS 濃度と MBAS 濃度に正の高い相関関係があり($r=0.766$)、HULIS は陰イオン界面活性物質の主体であることが分かった。能登におけるエアロゾル酸化能は冬季と春季に高く、新宿よりわずかに低かった。エアロゾル酸化能は HULIS 濃度との間には明瞭な相関関係は見られず、季節性があることが分かった。 ※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。
見込まれる成果物	1. 大気環境学会「大気中フミン様物質の起源・動態解明と健康リスク評価 (2)」 光川彩夏ほか, 2019 年 9 月 (府中) 学生・若手論文賞受賞 2. 大気環境学会「大気中陰イオン界面活性物質の動態と起源 (7): 新宿と能登の比較」張晶瑩ほか, 2019 年 9 月 (府中) 3. 修士論文「大気中フミン様物質の起源・動態解明と健康リスク評価」 光川彩夏 (令和 2 年 3 月) 4. 修士論文「大気中陰イオン界面活性物質の動態と起源推定」 張晶瑩 (令和 2 年 9 月) 5. Behavior, Sources, and health effects of Atmospheric HULIS (3): Comparison between in Pacific Coastal Urban site and in Japan Sea Coastal Remote Site, Ayaka Mitsukawa, Hiroshi Okochi, Shoei Cho, Naoya Katsumi, Atsushi Matsuki, Acid Rain 2020 (Niigata, 19-23 October 2020,) 6. Behavior and Sources of Atmospheric Anionic Surfactants (8), Shoei Cho, Hiroshi Okochi, Ayaka Mitsukawa, Naoya Katsumi, Atsushi Matsuki, Pacificchem 2020 (Honolulu, Hawaii, USA, December 15-20, 2020.) ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	きた かずゆき	提出年月日	令和 2年 4月 30日	
申請者氏名	北 和之			
所属・職名	茨城大学理工学研究科・教授			
連絡先住所				
TEL		029-228-8400		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	日本に到来する黒色炭素エアロゾル量の変動とその沈着過程の研究			
研究実施期間	2019年 月 日～ 2020年 3月 31日			
センター教員	松木 篤			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	北和之	茨城大・理	教授	総括・BC 観測・データ解析
	分担者	松木篤	金沢大・環日 本海域環境研 究センター	准教授	BC 観測
		定永靖宗	大阪府立大・ 工学研究科	准教授	CO 観測
		中田 裕太	茨城大・理学 部	学部生	データ解析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料				
	分析した試料				
研究目的・ 期待される 成果	黒色炭素エアロゾルは太陽光を強く吸収するため、地域～地球規模の気候変動に重要な役割を果たすと考えられているが、その影響の見積もりにはまだ不確定が大きい。アジアの新興国では多量の黒色炭素エアロゾルが大気中に放出されており、日本海上を経由し日本やさらに広域に輸送されていく。 本研究では、日本海上を輸送されてきた黒色炭素エアロゾルを能登で他のトレーサー物質と共に測定し、風の場合や降水量分布など気象データと共に解析することで、輸送されてくる量の変動、輸送中の沈着による消失率を定量化することを目的とする。				

※申請書に記載した事項を要約して下さい。	
利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	黒色炭素（BC）は、太陽放射を強く吸収して周囲の大気を加熱するため、地球規模の気候変動の主な要因の一つと考えられている。BC は主に化石燃料およびバイオ燃料の不完全燃焼によって発生し、石炭を主な化石燃料として使用し、バイオマス燃焼も多い中国は BC の世界最大の排出源と考えられている。そのため、中国からの BC が日本海上空を経由し長距離輸送されていく過程は、グローバルな BC 分布とその環境影響において極めて重要であると考えられる。本研究では、海岸の観測点である能登と山岳域での観測点である八方における BC および一酸化炭素（CO）の濃度比較から、中国から汚染気塊が、日本海から日本上空で上方輸送される際の BC 輸送効率を推定することを第一の目的としている。また、昨年しばしば報道された中国での燃料転換が、日本に到来する BC 濃度を低下させている可能性があり、能登での BC, CO の経年変動についても明らかにしたい。 観測は、能登大気観測スーパーサイトおよび国設八方尾根酸性雨観測所において、継続的に行われている。BC 測定は、能登においては茨城大の COSMOS、金沢大の MAAP 装置にて、八方においては東京大の COSMOS において行われている。CO 濃度は、能登においては大阪府立大の Thermo 48C、八方においては茨城大の 48C と国立環境研の Piccaro で行われている。主に同じ COSMOS と 48C のデータを使用している。 能登と八方で、同じ汚染気塊を観測した同時濃度増大イベントを、CO 濃度変化の相関が高く、後方流跡線がほぼ同じ輸送経路を示しているという条件で選び出したところ、過去 6 年で 71 イベントが抽出された。各イベントにおいて、湿性沈着や化学変化が少ない CO の増加に対する BC の増加の割合を輸送効率の指標として用い、八方での値と能登での値の比を上方輸送効率とみなした。上方輸送効率の平均値と標準偏差は、0.268 ± 0.230 であった。これは、上方輸送過程において、BC は平均して約 7 割が消失していることを示す。 この上方輸送効率は、主に降水に伴う湿性沈着によって決定されると考え、気象庁のレーダーアメダス解析で得られた降水量との関係を調べた。本解析においては、i) 排出源域から八方で観測されるまでの 1 回のみ上昇を受けている。(ii) 能登で観測された空気塊は上昇の影響を受けていないという仮定を設けており、それらを満たしているかどうか、個々のイベントに対し検討し、成立していないものを除外すると、降水量ともに上方輸送効率が減少していく傾向が確認できた。しかし、値のばらつきは大きく、対流に伴う混合・上方輸送が 1 か所で集中して起こるわけではないためであろうと考えている。 ※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。
見込まれる 成果物	中田 裕太、「能登・八方同時観測による黒色炭素エアロゾルの上方輸送効率の定量化」、茨城大学理学部卒業論文、2020年3月
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記	

載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	かもがわ まさし	提出年月日	2020 年 5 月 27 日	
申請者氏名	鴨川 仁			
所属・職名	静岡県立大学グローバル地域センター・特任准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☐ 新規 ☒ 継続
研究分野	☐ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☒ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究 ☐ 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	冬季雷活動に関連する高エネルギー放射線の観測研究			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～2020 年 3 月 31 日			
センター 教員	松木篤			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	鴨川仁	静岡県立大学	特任准教授	研究総括
	分担者	松木篤	金沢大学	准教授	大気化学観測
		唐 寧	金沢大学	准教授	大気化学観測
		鈴木信雄	金沢大学	教授	電波計測
		鈴木智幸	東京学芸大学	個 人 研 究 員	2次元広域雷位置評定観測
		源泰拓	東京学芸大学	個 人 研 究 員	大気電場観測
		森本健志	近畿大学	准教授	3次元雷観測
		長尾年恭	東海大学	教授	雷波形観測
		榎戸輝揚	京都大学	特 定 准 教 授	放射線観測
		和田有希	東京大学	博 士 後 期 課程 3 年	放射線観測
		酒井英男	富山大学	名誉教授	データ解析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料				
	分析した試料				

研究目的・ 期待される 成果	原子力発電所周辺に配置されているモニタリングポストでは常時放射線を測定し、放射能漏れの有無を調べている。多くのデータはリアルタイムで公表し、住民の安心情報にもなっている。この有無の弁別に際し、自然界の二つの放射線源、つまり宇宙線と天然放射性核種とりわけ降雨に多く含まれる水溶性のラドンとの区別は必須であり、データ公表しているホームページには自然放射線に関する記述が必ずなされている。一方、近年、科学界では、第3の自然放射線ともいべき雷活動による放射線の発見がなされ大きな話題となっている。それだけでなく過去モニタリングポストで同定できなかった信号のほとんどは、この雷活動起源、具体的には落雷時ないしは極めて活発な雷雲通過時に発生する自然放射線の可能性が高い。この現象は、環日本海域の冬季に頻発する冬季雷で発見がなされた。冬季雷とは、日本海沿岸とノルウェーの大西洋沿岸に限られた世界的に極めて珍しい現象である。その特徴のひとつは雷雲高度が非常に低いことであり、高エネルギー放射線が雷雲で発生するとき放射線は大気に吸収されずに地表に到達できる。本現象は、航空機などの飛翔体観測で、高度の高い夏季雷雲でも検知されているが、地上で観測ができる日本海沿岸地域は理想的な研究環境といえる。上記の理由により原子力発電が多く立地する日本海側のモニタリングポストでは高頻度で本現象が検知されていることは間違いないため、現象の物理機構解明により、新たな自然放射線源としての弁別手法が将来期待でき、住民の安心情報に繋がるとみられる。また、2019年度の測定では、放射線測定器の結晶のサイズを大きくすることで感度上げ、設置箇所を増やし（少なくとも珠洲、輪島）、多数事例の獲得を目指す。同時に、小型の雷放電測定機器を設置し、雷放電情報についても詳細なデータが得られるようにする。 2016-2017年度の2年間の計測で、雷雲起源の放射線が検知され、解析の結果、発生源が従来の説で言われていた雷雲下部ではなく雷雲内部であることを地上観測において世界で初めて示した。その成果は、Geophys. Res. Lett. に発表された。 ※申請書に記載した事項を要約して下さい。
-------------------------------	---

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	2016-2017 年度の 2 年間の計測で、雷雲起源の放射線が複数回検知された。とりわけ、雷雲の通過と同期した 1 分ほど継続する高エネルギー放射線が、雲内雷放電とともに途絶する様子を観測した。この雷放電は能登半島・富山湾に設置された長波帯（LF）電波による放電路検出器により観測された。また、雷雲起源の高エネルギー放射線が途絶した瞬間に、放電路が放射線検出器の上空を通過した。以上の結果により雷雲中に存在するとみられ高エネルギー放射線源となる電子の加速機構が、雲内放電によって消失したことが示せた。発生源が従来の説で言われていた放射線源は雷雲下部ではなく雷雲内部にも存在することを地上観測において世界で初めて示した（Wada et al., GRL, 2018）。この結果から 2018 年では輪島、珠洲（能登学舎）、2019 年度では珠洲のみで放射線観測を行った。しかし、いずれの年度でも、雷放射線が検知されることはなかった。日本海沿岸での冬季雷の活動度が大きく減少していることからこのことは理解できる。今後多くの検知事例を得るために、共同研究の枠外も含め石川県沿岸を中心に、多くの放射線測定器を設置した。また、本研究では、放射線の検知のみならず、雷放電観測が必要である。放射線の測定のためには、雷雲直下や雷放電そばでなければならないが、雷観測は、放電による電波を複数の観測地点で検知し、受信電波の到達時間差から放電位置を特定することで行う。2019 年度では前述の LF 帯の放電路観測点を増やし、位置決定分解能を上げるため、能登学舎に受信装置を追加した。この設置により、三次元的な放電路検出ができる領域が増えた。2018 年に輪島および珠洲に二次元落雷位置を広域に検知できる Blitzortung システムを導入した。これらのシステムを 2019 年も維持し、運用安定度を高めた。この Blitzortung に加え、落雷起源 VLF 帯電磁波の波形を取得できる装置についても珠洲に設置し、長野、東京、静岡、群馬の受信点との共同運用ができるようになった。以上、複数の雷観測システムの増強ができたことにより、今後は詳細な研究が推進できると考えられる。 ※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。
見込まれる 成果物	雷測定装置の特性について論文執筆準備中である。 ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	いわた あゆみ	提出年月日	令和 2 年 4 月 30 日	
申請者氏名	岩田 歩			
所属・職名	慶應義塾大学 理工学部 応用化学化 助教			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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～			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～ 2020 年 3 月 31 日			
センター 教員	環日本海域環境研究センター准教授 松木篤			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	岩田歩	慶應義塾大学	助教	解析，分析
	分担者	松木篤	金沢大学	准教授	観測データ提供
		奥田知明	慶應義塾大学	准教授	酸化能分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料				
	分析した試料				
研究目的・ 期待される 成果	エアロゾルが及ぼす健康、気候の両面をより正確に把握することが急務である現状において、大気粒子表面積は肺への沈着量や氷晶形成において重要なパラメータである。とりわけ粒子が輸送される過程で起こる粒子表面での不均一反応は、粒子の化学特性の変化のみならず表面積を減少させる一つの要因となる。本申請では室内実験と珠洲での野外観測により粒子表面積変化が及ぼす人健康への有害性（酸化能）と雲形成能力（氷晶核能）への影響を明らかにすることを目的に研究を進めた。2018 年度に実施した珠洲での粒子表面積濃度の初期観測では、福岡と比べて低い濃度となる結果が得られており、局所的な影響を抑えられる地域の特徴が活かされた成果といえる。また春季には不均一反応による粒子表面積変化の影響を捉えることができると期待できる。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

粒子表面積濃度の観測

期間: 2019 年 4 月 1 日～2020 年 3 月 31 日 **場所:** 能登大気観測スーパーサイト **実施**

内容: 昨年度より観測所に設置する粒子表面積計(Nanoparticle Surface Area Monitor, Model 3550, TSI)を用いて、肺沈着表面積(Lung deposited surface area; LDSA)濃度の通年観測を実施した。その後解析においては粒子の物理化学特性と統合することにより、その季節変動や地域的特徴について考察を行った。またこれらの長期的な観測における取得データのクオリティを維持するために定期的に現地にて粒子表面積計の校正作業を行った。

得られた成果: これまでに観測した都市域にある福岡県福岡市($2.72\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$)や遠隔地である長崎県福江島($1.96\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$)における同季節(春冬季)の観測結果と比較して、本研究にて観測した能登での LDSA 濃度($0.30\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$)は、その低い PM2.5 質量濃度(福岡: $17.3\mu\text{g}/\text{m}^3$, 福江: $12.7\mu\text{g}/\text{m}^3$, 能登: $4.75\mu\text{g}/\text{m}^3$)に依存して最も低い LDSA 濃度を観測した。一方で PM2.5 質量濃度に対する LDSA 濃度(比 LDSA 濃度)については、より微小な粒子が卓越する(個数中央径 51.2nm)福岡では高く(0.148)、より粗大な粒子が卓越する(個数中央径 99.1nm)能登では低い(0.052)傾向が示された。これらの比 LDSA 濃度を変動させる要因についても、その地域的な違いが得られており、福岡では近隣で発生する黒色炭素(BC)粒子割合が最も大きく寄与する一方で、能登では大陸からの長距離輸送の過程で起こる粒子の Aging により、BC 粒子よりもむしろ有機物、硝酸塩成分の寄与の方が大きいことが示唆された。また能登における夏季では、PM2.5 質量濃度の増加($8.38\mu\text{g}/\text{m}^3$)に伴い LDSA 濃度は増加($1.90\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$)し、また比較的微小な粒子が卓越する(個数中央径 76.0nm)ことで比 LDSA 濃度は増加した(0.193)。しかしながら高い比 LDSA 濃度を記録した春冬季の福岡とは異なり、有機物と硝酸塩成分割合のみが寄与する結果となった。室内研究の結果、より微小な BC 粒子は高い LDSA 濃度を測定することが示されたため、福岡では極めて近隣で発生する Aging の影響をほとんど受けていない微小な BC 粒子による寄与が大きい。しかしながら、能登の夏季では BC 成分割合は小さく、さらに国内からの比較的短・中距離を輸送された粒子を観測する。そのため、福岡での極めて近隣から発生した粒子に比べるとその粒径や内部混合は進んでいることが考えられ、BC 成分割合の比 LDSA 濃度に対する寄与が小さくなったことが推測される。

これらの結果は、これまで常時監視される PM2.5 質量濃度に対してより直接的な粒子有害性の指標となりうる可能性がある LDSA 濃度が、その粒子成分や輸送過程の違いが及ぼす粒径分布の違いにより地域的または季節的に異なることを示しており、とりわけ同 PM2.5 質量濃度の粒子の有害性は、都市域に比べると能登では過少に評価される可能性を示している。

粒子酸化能と氷晶核能の測定

粒子の生体への有害性を評価する一つの指標である粒子酸化能(Dithiothreitol 酸化能)は、慶應義塾大学矢上キャンパスで、異なる分級粒径を有するサイクロン捕集法($0.7\mu\text{m}$ 及び $0.2\mu\text{m}$)及びフィルター捕集法を用いて同期間の実環境中粒子が捕集され、粒子の物理特性との関連性を調査した(2019/10～2020/1, 計 3 期間)。捕集した粒子の代表的な粒径分布と測定した酸化能の比較により、粒径 $0.7\mu\text{m}\sim 2.5\mu\text{m}$ の粒子の単位質量あたりの酸化能に対して、粒径 $0.2\mu\text{m}\sim 0.7\mu\text{m}$ の粒径範囲の粒子ではおよそ 1.1 倍、粒径 $0.2\mu\text{m}$ 以下の粒子ではおよそ 3.34 倍寄与することが示された。これらの結果は、同質量あたり粒子においては、より微小な粒子ほど有害性が高いことを示唆しており、今後、これらの粒径範囲内に含まれる酸化能に寄与する粒子成分の検討等は必要であるものの、上述した観測結果と比較すると、同季節においてより粗大な粒子が卓越する能登では、酸化能測定の点からもその有害性を過少に評価している可能性が示唆される。観測する LDSA 濃度がより PM2.5 質量濃度に比べて粒子の有害性を適切に表す指標である可能性がある。

	氷晶核能測定においては、先行研究に基づき液滴凍結法による測定及び大気粒子捕集試料への検討を行った。とりわけ一般的な粒子捕集方法で捕集されるフィルター試料では、フィルターから粒子を取り出す際の効率やフィルターそのものが氷晶核能測定への影響が懸念される。室内研究により同期間において3種の異なるフィルター(石英繊維、テフロン、ポリカーボネート)にて捕集した大気粒子の氷晶核能測定では、同大気試料にも関わらず石英繊維フィルター捕集試料では最も高い温度(-16℃)で凍結し、ポリカーボネートフィルターで最も低い温度(-21℃)で凍結した。この傾向は捕集前のフィルターにおいても同様な結果を得ている。そのためフィルターからの取り出し効率についてはどのフィルターも大きく変わらないものの、フィルターそのものによる氷晶核能測定への影響は特に石英繊維フィルターでは顕著であり、氷晶核能測定ではポリカーボネートフィルターでの試料捕集が必要であると結論付けた。これらの結果を受けて、氷晶核能測定専用試料捕集器を電磁弁制御により開発を行なったため、今後、表面積測定と並行する開発した捕集器を用いた継続的な試料捕集、分析を進めていく。
※1,000字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる成果物	口頭発表 岩田 歩, 桐谷 美穂, 奥田知明,” 粒子表面積から見る粒子の変質とその影響”, 第36回エアロゾル科学・技術研究討論会, 広島, 9月, 2019. 修士論文 香取拓也「PM2.5 有害性評価のための捕集方法としてのサイクロン法の検討」慶應義塾大学大学院理工学研究科開放環境科学専攻環境エネルギー科学専修 2019 年度修士論文 卒業論文 栗原一嘉「実環境大気における拡散荷電法を用いた粒子肺沈着表面積の多角的解析」慶應義塾大学理工学部応用化学科 2019 年度卒業論文
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	かじの みずお	提出年月日	令和2年 1月 31日	
申請者氏名	梶野 瑞王			
所属・職名	気象庁気象研究所・主任研究官			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	領域気象化学モデルによるエアロゾル粒径分布の高精度予測に関する研究			
研究実施期間	2019年 4月 1日～ 2020年 3月 31日			
センター教員	環日本海域環境研究センター 猪股弥生 准教授			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	梶野 瑞王	気象研究所	主任研究官	モデル改良・解析
	分担者	猪股 弥生	金沢大学	准教授	モデル改良・解析
		松木 篤	金沢大学	准教授	観測・解析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料				
	分析した試料				
研究目的・ 期待される 成果	汚染物質の大気中の長距離輸送過程において、物質の質量濃度に次いでエアロゾル粒径分布の情報は重要である。光の吸収・散乱係数、雲凝結核・氷晶核活性数濃度、乾性・湿性沈着係数、不均一反応速度などは全て、粒径分布に大きく依存するにもかかわらず、領域モデルで予測された粒径パラメータは十分評価されて来たとは言えない。 本研究では、珠洲市で得られたエアロゾルの詳細な観測結果との比較を通して、観測結果の時間変化を十分に説明できるモデルを改良・構築し、それにより環日本海域の大気を介した越境汚染の実態を解明する。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究実施内容・得られた成果	本共同研究から得られた成果は、3 つに大別される：(1) 領域気象化学モデル (NHM-Chem) 開発、(2) 多環芳香族炭化水素 (PAHs) および残留性有機化合物 (POPs) の領域化学輸送モデル (RAQM2-POPs) の改良、(3). 能登半島 (輪島市・珠洲市) 観測と比較するためのモデル結果の提供。 (1)については、気象庁非静力学モデル NHM と化学輸送モデルを結合した NHM-Chem の開発論文を J. Meteor. Soc. Japan 誌に猪股准教授と共同で発表した (下記論文 a)。また、NHM-Chem では、エアロゾル動力学モデルを従来の3カテゴリ法(一般に広く CMAQ、WRF-Chem で使われる、粒径をエイトケン、サブミクロン、粗大に3分類したもの) から拡張し、現業予報に活用できる計量版 (サブミクロン、黄砂、海塩に分類して動力学を陽に解かず、質量濃度のみを予報したもの) と、領域気候研究用の5カテゴリ法 (3 カテゴリのうち、物性の大きく異なるものを分けたもの。具体的には、サブミクロンを光吸収性のスス粒子とそれ以外に分別、粗大を不溶性・光吸収性のダスト粒子と水溶性の海塩粒子に分別) をそれぞれ開発した。これらの3つのエアロゾル表現法を詳細に比較検証した論文を猪股准教授、松木准教授と共同で準備しており、今年度3月頃に投稿予定である。 (2)については、RAQM2-POPs に黄砂表面上の酸化反応を実装し、北京市と輪島市における PAH およびニトロ態 PAH (NPAH) の粒径別観測結果と比較を実施した。結果をまとめて Environ. Sci. Technol. 誌に投稿したが、モデルと観測の不整合を指摘されてリジェクトされた。そこで、モデルの熱力学平衡スキームを改良して観測結果との再評価を実施した。この結果をまとめて、来年度以降に、同誌に再投稿を予定している (下記論文 c)。 (3)については、北京市と輪島市における PAH のガス状およびエアロゾル状濃度の観測結果、福江島におけるエアロゾル粒径分布の観測結果、慶應義塾大学岩田助教による珠洲市における表面積濃度の観測結果、などに合わせて比較するために、計算結果を加工して提供した。 a. Kajino, M., Y. Inomata et al.: NHM-Chem, the Japan Meteorological Agency's regional meteorology – chemistry model: model evaluations toward the consistent predictions of the chemical, physical, and optical properties of aerosols, <i>J. Meteor. Soc. Japan</i>, 97(2), 337-374, doi:10.2151/jmsj.2019-020, 2019.
見込まれる成果物	b. Kajino, M., Y. Inomata, A. Matsuki et al., Comparison of aerosol representations implemented in NHM-Chem (v1.0) for the simulations of air quality and climate-relevant variables, to be submitted to Geosci. Model Dev. Discuss. (令和2年3月頃投稿予定) c. Inomata, Y., M. Kajino, T. Kameda, K. Sato, N. Tang, K. Hayakawa, H. Ueda, Secondary production of toxic 1-nitropyrene during the mineral dust event in Northeast Asia approached by a chemical transport model, <i>Environ. Sc. Technol.</i>, to be submitted. (令和2年4月以降投稿予定)

※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	おおにし かずなり		提出年月日	令和2年 4月 30日	
申請者氏名	大西 一成				
所属・職名	聖路加国際大学公衆衛生大学院 環境保健学分野				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究		☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☐ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☒ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究				
研究課題	越境大気汚染物質 PAHs の輸送経路と健康影響との関係				
研究実施期間	2019年 4月 1日～ 2020年 3月 31日				
センター教員	猪股 弥生・金沢大学環日本海域環境研究センター・大気環境領域 ・准教授				

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	大西一成	聖路加国際大 学	准教授	本研究の遂行および解析
	分担者	猪股弥生	金沢大学	准教授	PAHs のシミュレーション解析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
		申請書に記載 した試料			
		分析した試料			
研究目的・ 期待される 成果	【研究の学術的背景】 ゴビ砂漠、タクラマカン砂漠といった乾燥地を起源とする黄砂（鉱物ダスト）や大陸由来の人口密集地帯起源の人為的大気汚染物質、森林火災由来の煙や野焼きなど、様々な種類のエアロゾルが存在し、しばしば混合して日本へ飛来するため（Onishi et al. 2012）、越境/地元汚染、黄砂日／非黄砂日、大気汚染日／非大気汚染日などの 2 択での分類には限界がある。本研究では、成分ごとの健康影響評価とりわけ PAHs の飛来成分濃度をモデルによって明らかにし、健康影響評価を実施し対策につなげ日常生活の質の向上に資することを目的とする。 【何を明らかにするのか】 本研究課題では、採取分析された飛来成分、特に PAHs が越境なのか地元の大気汚染によるものなのかを精査する。 【研究の意義と予想される成果】 今までの研究では、日本海側の日本へ飛来した汚染成分の健康影響調査の研究が中心であったが、その発生源が越境であるか地元のものであるか精査した上で、健康影響の原因を明らかにする意義は大きい。越境汚染研究においてはしばしばその飛来濃度が薄く真にエアロゾルに曝露されたかどうかの研究の限界として挙げられている。本研究では環日本海域のモデルシミュレーションを用いてで実施することにより、先に報告した米子での越境汚染の健康影響の原因が越境汚染であったことをサポートする結果が得られることが予想される。 ※申請書に記載した事項を要約して下さい。				

利用・研究実施内容・得られた成果	アウトカムは、2013 年～2015 年に実施した、鳥取県米子市住民 104 名のボランティアに毎日の日記形式 WEB アンケートの結果を用いた。対象者は、鼻、のど、目、呼吸器、肌、発熱、頭痛、ストレスの各自覚症状スコアについて 6 段階で回答し（全 29 項目）、感冒やインフルエンザについても回答することとした。黄砂の指標は、気象庁が判別した黄砂日及び LIDAR を用いた。共変量には気候データ（気温、湿度、気圧）を用いた。解析は、線形混合モデル、ロジスティック混合モデルを用い、共変量の調整を含め多角的な検討を実施した。まず、全 29 項目中、23 項目において黄砂日と非黄砂日の症状に有意差が見られた。一方、感冒とインフルエンザについては、黄砂日と非黄砂日の間に有意差を認めなかった。黄砂日の非黄砂日に対する肌の痛みスコアの差は、0.11 (95%CI: 0.06-0.15, $p<0.001$)で黄砂との関連が示唆された。また、黄砂日の非黄砂日に対する肌の痛み発症オッズ比は、3.2 (95%CI: 1.34-7.63, $p=0.008$)だった。また、目、鼻、喉の症状とも強い関連があった。3 年間通年で収集したデータにおいて黄砂日における目、鼻、呼吸器、肌への影響が確認された。黄砂特有の症状として考えられる肌の症状も確認された。 また、本年度は、研究対象期間の多環芳香属炭化水素(PAHs)のうち、ベンゾ(a)ピレン濃度を取得した。 黄砂による影響が強いことを確認した上で、引き続き 2 年目においてはベンゾ(a)ピレンを主要曝露とした場合の解析を実施して、健康影響との関連の考察を実施する。
※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる成果物	原著論文発表を 2020 年度末投稿予定で進行中
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	あおやま みちお		提出年月日	令和2年 5月 7日	
申請者氏名	青山 道夫				
所属・職名(学年)	国立大学法人筑波大学 生命環境系 アイソトープ環境動態研究センター 客員教授				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続	
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究				
研究課題	日本海および東シナ海における福島原発事故由来の放射性セシウムの時空間変動の研究				
研究実施期間	2019年 4月 1日～ 2020年 3月 31日				
センター教員	猪股弥生				

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	青山道夫	筑波大学アイ ソトープ環境 動態研究セン ター	客員教授	海水試料採取、データ解析
	分担者	猪股弥生	金沢大学	准教授	過去データ収集、データ解析
		熊本雄一郎	海洋研究開発 機構	主 任 技 術 研究員	海水試料分析、データ解析
		津旨大輔	電力中央研究 所	上 席 研 究 員	海水試料採取、データ解析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
		申請書に記載 した試料	^{137}Cs および ^{134}Cs	海水	記載なく特定せず
		分析した試料	^{137}Cs および ^{134}Cs	海水	20 試料は分析終了、 6 試料が抽出終了分 析中

研究目的・期待される成果	2011 年 3 月の東京電力福島第 1 原発事故で海に放出された 放射性セシウム (^{137}Cs および ^{134}Cs) のうち一部が北太平洋の西部亜熱帯循環 STMW 域から、数年未満の短い時間スケールで東シナ海低層部を経由して日本海に到達している様相が 2018 年度までの先行研究で明らかになっている。(Aoyama et al., 2017; Inomata et al., 2018)。本研究では、日本海への輸送ルートの研究のため、東シナ海与那国島、石垣島および太平洋側小笠原、日本海唐津および福井（それぞれ海水は購入）および福島沿岸富岡および相馬（試料採取実施）の表層海水試料を分析し、長期変動を解析する。また、日本および韓国政府のモニタリングデータを収集し解析するとともに、時定数の観点から太平洋側で行われている他の研究課題による成果と合わせて、日本海を含む日本周辺海域での、福島事故由来放射性セシウムの時空間変動を研究する。 ※申請書に記載した事項を要約して下さい。
---------------------	--

利用・研究実施内容・得られた成果	採取した試料の分析結果から次の特徴が分かった。2018－2019 年の与那国石垣での ^{137}Cs 放射能濃度は $1.1\text{--}1.2\text{ Bq m}^{-3}$ であるのに対し、日本海では $1.4\text{--}1.7\text{ Bq m}^{-3}$ である。小笠原近海では $1.4\text{--}1.9\text{ Bq m}^{-3}$ である。また与那国と石垣での ^{137}Cs 放射能濃度は減少傾向が見えないが、小笠原近海と日本海ではゆっくり減少している。小笠原近海と日本海では ^{134}Cs と ^{137}Cs の放射能比は 0.3 から 0.5 の範囲で変動しているが時間方向にはあまり変化がない。また小笠原近海と日本海での ^{134}Cs と ^{137}Cs の放射能比は STMW 内で観測されている値と一致している。これに対し、与那国と石垣での ^{134}Cs と ^{137}Cs の放射能比は 2018 年までは 0.1 から 0.25 程度であったが、2019 年には 0.25 から 0.35 程度までわずかに上昇した。その結果、小笠原と日本海で観測されている ^{134}Cs と ^{137}Cs の放射能比および STMW 内の値に近くなった。 また原子力規制庁のモニタリングデータとの比較を行った結果、沖縄本島ホワイトビーチでのモニタリング結果と与那国石垣の緯度の違いによる ^{137}Cs 放射能濃度の違いは明瞭であり、前者ではこの数年間で 1.5 Bq m^{-3} 以上はあるのに対し、後者では $1.1\text{--}1.2\text{ Bq m}^{-3}$ に留まっている。沖縄本島ホワイトビーチでの ^{137}Cs 放射能濃度は、最近では小笠原で $1.4\text{--}1.9\text{ Bq m}^{-3}$ および日本海で $1.4\text{--}1.7\text{ Bq m}^{-3}$ であるのと同じ程度を示している。佐世保でのモニタリングデータによる深いほうの試料で濃度が高い傾向にあることは、韓国 KINS による東シナ海北部で、まず低層から濃度上昇が始まり、かつその濃度は周辺海域での表層よりも高く、ソースとして STMW からの obduction しか考えられないことという過去の我々の研究 (Aoyama et al., 2017; Inomata et al., 2018) による結論と一致している。 小笠原と日本海での ^{137}Cs 放射能濃度は我々の研究による 2016 年以降日本海のデータがある範囲では同じ程度を示す。(それ以前は日本海では徐々に上昇していたので、明らかに小笠原とは違う。) また与那国石垣領域での ^{137}Cs 放射能濃度はほとんど濃度が変わらないので、小笠原や日本海のそれが減少することにより、両者は徐々に同じ程度になりつつある。しかし、^{134}Cs と ^{137}Cs の放射能比が同程度になってきたにも拘わらず ^{137}Cs 放射能濃度はまだ明らかに異なるので起源の異なる、すなわち汚染された時の ^{137}Cs 放射能濃度の初期値が異なっていたとしか説明できない水塊が事故後 8 年から 9 年経過して与那国石垣領域に到達してきた可能性が考えられる。
※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる成果物	※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	なえむら あきひこ	提出年月日	令和 2 年 1 月 27 日	
申請者氏名	苗村 晶彦			
所属・職名	戸板女子短期大学 総合教養センター			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	石川県能登半島北部における溪流水質の変化に関する研究			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～ 2020 年 3 月 31 日			
センター教員	准教授 猪股弥生先生			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	苗村晶彦	戸板女子短期 大学総合教養 センター	専任講師	フィールド調査、化学分析
	分担者	猪股弥生	金沢大学環日 本海域研究セ ンター	准教授	気象解析
		奥田知明	慶應義塾大学 理工学部	准教授	化学分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	塩化物イオン 硝酸イオン	溶存	10×2	
			溶存	10×2	
分析した試料	塩化物イオン 硝酸イオン	溶存	12×1		
		溶存	12×1		

研究目的・
期待される
成果

奥能登（能登半島北部）は、日本海の影響を受け溪流水中における塩化物イオン（以下、Cl⁻濃度）も高く、また大陸からの越境汚染の影響で溪流水中の硝酸イオン（以下、NO₃⁻濃度）も少なからず影響がある。溪流水中の Cl⁻濃度は特に時間代表性があるが（苗村ら，2017；苗村，2018）、環境の変化によってその違いは大きく表れることがある。2018 年 9 月 4 日に大型の台風 21 号が日本列島を横断した翌日に、奥能登で調査する機会を得て、いくつかの溪流水を採取したところ、Cl⁻濃度が 1000μM を越えるデータが検出された（未発表）。今回、2019 年度に同じ観測場所で調査を行い、2018 年台風による溪流水の影響を評価したいと考えている。また、越境汚染による影響も溪流水に及ぶケースが散見され、奥能登における溪流水中の陰イオンについて評価する。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

利用・研究実施内容・得られた成果	能登半島の溪流水は、海塩由来および越境汚染の影響を受ける。海塩由来については、沿岸部の三浦半島北部・鎌倉市内の溪流水中の Cl^- 濃度では平均 $319 \mu\text{M}$ (苗村, 2018a), ならびに伊豆半島南部の溪流水は平均 $330 \mu\text{M}$ (五名ら, 2007) と報告され、内陸の山梨県と長野県との境に近い大弛峠 (標高 2,200m) の平均 $11.2 \mu\text{M}$ (苗村ら, 2003) と比較すると非常に高い。越境汚染の例では、首都圏の中心地・東京タワーと長崎の離島・福江島で Ox 濃度を比較したところ 3 年間の平均値で、東京タワーは 26.0 ppb, 福江島は 39.9 ppb と後者の方が 1.54 倍高かった (苗村, 2018b)。 Ox のほとんどは O_3 であるが、 Ox も NO_3^- も NOx からの二次物質としてほぼ同時に生成することが報告される (佐々木ら, 1986)。 本研究では、能登半島において 2018 年 9 月 4 日に大型の台風 21 号が日本列島を横断した翌日 (2018 年度調査) と、2019 年 11 月 2 日 (2019 年度調査) に同じ調査地で溪流水質を調査し、また 2019 年度調査に関しては、石川県内の手取川水系源流域等も含めた広範囲で調査を行った。 溪流水中の Cl^- 濃度は特に時間代表性がある (苗村ら, 2017; 苗村, 2018a)。しかしながら、環境の劇的な変化によってその違いが表れることがあると推測される。今回の調査では輪島市門前町の桜滝において、2018 年度および 2019 年度調査ではそれぞれ $1195 \mu\text{M}$ および $1194 \mu\text{M}$ であり、台風時も平常時も両年度の調査ではほぼ同程度であった。 溪流水中の NO_3^- 濃度は森林の物質循環や地形的に脱窒の影響、更に地質の影響も受けるが、首都圏およびその周辺においては人間活動の影響によって大気沈着の着その濃度が $100 \mu\text{M}$ を越える場合が散見される。2018 年度と 2019 年度調査における NO_3^- 濃度を比較すると、後者で 2.1~2.8 倍であった。これは 2018 年度については台風の影響で多くの降水量により濃度が薄まったと推測される。仁岸川源流域における 2019 年度調査において NO_3^- が $24.5 \mu\text{M}$ であり、越境窒素汚染で報告される島根県の斐伊川源流域で報告される値 (宮廻ら, 2014) に近かった。2015~2017 年度における能登・七尾および東京タワーにおける Ox 濃度では七尾の方が 1.3 倍高く (七尾は平均 36.5 ppb)、月間別においても全ての月間で高く越境汚染の影響が考えられ、能登半島の溪流水中の NO_3^- 濃度は詳細に追求すべきであろう。また手取川源流域においては、基盤岩が飛騨帯の手取層群において、基盤岩が四万十帯の古座川水系源流域 (苗村ら, 2018) に比べ濃度が高く、地質の影響から古生物の死骸が刻まれる岩石の影響が反映されている可能性があった。 引用文献 五名美江・蔵治光一郎・春田泰次・鴨田重裕・小田智基・堀田紀文・鈴木誠・木村徳志・五十嵐勇治・大村和也・渡邊良広 (2007) 東京大学 5 演習林 8 試験流域における溪流水質の特性. 東京大学農学部演習林報告, 118, 65-83. 宮廻隆洋・田林雄・大城等・小山維尊・中島結衣・佐藤紗知子・野尻由香里・岸真司・藤原敦夫・神谷宏 (2014) 日本海側河川に対する中国大陸からの越境窒素汚染. 陸水学雑誌, 75, 27-34. 苗村晶彦・藤田俊忠・倉田斉・土器屋由紀子・楊宗興 (2003) 秩父多摩甲斐山岳域における森林溪流水質の標高別分布. 自然環境科学研究, 16, 1-6. 苗村晶彦・渡邊善之・小柳信宏・楊宗興・渡辺幸一 (2017) 福島県中通りににおける阿武隈川水系源流域の溪流水質. 土木学会論文集 G(環境), 73, 172-176. 苗村晶彦 (2018a) 神奈川県三浦半島北部における溪流水質の特徴. 自然環境科学研究, 29, 5-9. 苗村晶彦 (2018b) 生活環境と酸素およびオゾン. 現代公益学会編, 公益叢書第六輯 公益法人・NPO 法人と地域, 文眞堂 (東京), pp. 201-217. 苗村晶彦・初山守・奥田知明 (2018) 紀伊半島南部における古座川水系源流域の溪流水質. 土木環境科学会 2018 年会講演要旨集, 62. 佐々木一敏・栗田秀實・村野健太郎・水落元之・植田洋匡 (1986) 大気汚染物質の長距離輸送時における硫酸塩硝酸塩等の挙動. 大気汚染学会誌, 21, 216-225.
-------------------------	--

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる
成果物

令和元年度末に行われる共同研究成果報告会で口頭発表
『日本海域研究』への投稿
環境科学会年会等の口頭発表

※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ひらやま じゅん	提出年月日	令和2年 4月20日	
申請者氏名	平 山 順			
所属・職名	公立小松大学保健医療学部 臨床工学科・教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☐ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☒ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019年4月1日 ～ 2020年3月31日			
センター教員	鈴木 信雄 教授			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・学部 生は利用時の年 次	分担内容
	申請者	平山 順	公立小松大学 保健医療学部 臨床工学科	教授	研究の総括および実施
	分担者	鈴木 信雄	金沢大学 環日 本海域環境研 究センター 臨 海実験施設	教授	組織切片の解析
		服部 淳彦	東京医科歯科 大学 教養部生物学 教室	教授	形態学的解析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	ゼブラフィッシュの 組織切片	顕微鏡観察用 スライド試料	15 枚	
	分析した試料	ゼブラフィッシュの 組織切片	顕微鏡観察用 スライド試料	12 枚	
研究目的・ 期待される 成果	Benz[α]anthracene (BaA) といった多環芳香族炭化水素類は、環日本海域の主要な大気汚染物質の一つである。急性毒性や発癌性を有することが報告されている一方で、その生体への影響に関しては未だ不明な点が多く存在する。 体内時計は多様な生理機能に約 24 時間の周期変動を作り出す装置である。「光を利用し自然界の昼夜の変化に対し体内環境を最適化する」という重要な役割を担っている。体内時計は、生物個体の細胞に内在する遺伝子発現のネガティブフィードバックループ（細胞時計）が基本単位であるが、その維持には細胞時計の日周性が適切に制御されることが必須である。申請者は、この日周性形成における、1) リン酸化酵素に依存した細胞内シグナル経路および 2) 翻訳後修飾を介した細胞時計制御因子の機能調節の役割を報告してきた。 本研究は、BaA の体内時計に対する影響を解明することを目的に行った。具体的には、ヒトと共通の体内時計を持つゼブラフィッシュを用いて、前段落に記載した細胞時計制御を担う生化学反応に与える BaA の影響を、個体、細胞および分子のレベルで理解することを目指した。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究実施内容・得られた成果	BaA の細胞時計の日周期性に与える影響の解析 脊椎動物の細胞時計の実体は CLOCK、BMAL、CRY、および PER の時計蛋白質により構成されるフィードバックループである。CLOCK:BMAL 二量体は <i>Cry</i> と <i>Per</i> 遺伝子の転写を活性化し、CRY と PER はこの二量体の転写能を抑制する。この転写の活性化と抑制は、約 24 時間の周期で繰り返される。その結果 CLOCK:BMAL 二量体が調節する時計標的遺伝子の発現に概日リズムが形成される。細胞時計が、個体レベルの体内時計を適切に制御するためには、細胞時計の日周性を維持することが必須である。 本研究では先ず、BaA の細胞時計の日周性制御に与える影響を検証するために BaA 処理したゼブラフィッシュ稚魚における細胞時計の標的遺伝子の一つである <i>Per1</i> の発現パターンを <i>in situ</i> ハイブリダイゼーション法により解析し、BaA 処理を行っていない稚魚における発現パターンと比較した。その結果、BaA 処理により <i>Per1</i> 遺伝子の発現の日周期性が変化することを示唆する結果を得た。申請者は細胞時計の日周期性形成における、細胞時計の構成因子 PER タンパク質のリン酸化修飾の重要性を報告している。そこで、BaA 処理したゼブラフィッシュ稚魚から PER のリン酸化修飾を解析するためのサンプルを調整した。今後、このサンプルを用いて、ウエスタンブロット法などにより解析を進める予定である。 BaA の細胞時計の日周期性に与える影響をより高い時間解像度で解析する系の構築 細胞時計の標的遺伝子の発現パターンを <i>in situ</i> ハイブリダイゼーション法や Real time PCR などにより解析する場合、通常 4-6 時間ごとに 2-3 日間サンプリングを行い、実験試料を調整する。そのため、時間解像度は 4 時間が限界であり BaA により細胞時計の日周期性の変化が 4 時間以内である場合は、その検出が困難になる。この背景より、申請者は、より時間解像度が高い細胞時計の日周期性の評価系を構築した。具体的には、ゼブラフィッシュ培養細胞の細胞時計を生物発光レポーターを用いて可視化する系を構築した。このレポーターは、時計標的遺伝子 <i>Per1</i> のプロモーター下でルシフェラーゼを発現するもので、レトロウイルスベクターにより簡便にゼブラフィッシュ培養細胞に導入することが可能である。また、導入した細胞のレポーター活性は、リアルタイム生物発光計測装置を用いて、自動的に 10 分ごとに、数日間測定することができる。従ってこの系の構築により、BaA による細胞時計の日周期性の変化を、10 分間の時間解像度で解析することが可能になった。 本研究による成果物 申請者は、上記の細胞時計の日周期性を高い時間解像度で解析する系の構築に関する知見を、以下の 2 件の英文論文総説と 3 件の招待講演にて発表した。 英文総説 *Corresponding author 1. Okamoto-Uchida Y, Nishimura A, Izawa J, <u>Hattori A</u>, <u>Suzuki N</u>, <u>Hirayama J</u>*. The use of chemical compounds for identification of regulatory mechanisms of vertebrate circadian clocks. Curr. Drug Targets 20, 2020 2. Okamoto-Uchida Y, Izawa J, Nishimura A, <u>Hattori A</u>, <u>Suzuki N</u>, <u>Hirayama J</u>*. Posttranslational modifications are required for circadian clock regulation in vertebrates. Curr. Genom. 20. 332-339. 2019 招待講演 1. 平山 順 ゼブラフィッシュモデルを用いた体内時計の光制御機構の解明 難治疾患共同研究拠点シンポジウム（東京医科歯科大学）2019 年 2. 平山 順 遺伝子改変魚類を用いた体内時計研究 北里大学海洋生命科学部 特別講義 II（北里大学）2019 年 3. 平山 順 遺伝子改変ゼブラフィッシュを用いた体内時計の光制御に関する研究 富山大学 生命科学先端研究支援ユニット 学術セミナー（富山大学）2019 年
-------------------------	--

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる 成果物	申請者は、2020 年度内に、BaA の細胞時計の日周期性に与える影響を、時計レポーターを導入した培養細胞を用いた解析により確認することを計画している。確認でき次第、この成果を原著論文にて発表することを計画している。
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	すずきみちお	提出年月日	令和2年 1月 28日	
申請者氏名	鈴木道生			
所属・職名	東京大学大学院農学生命科学研究科			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019年 4月 1日～ 2020年 3月 31日			
センター教員	鈴木信雄			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	鈴木道生	東京大学	准教授	研究の統括
	分担者	鈴木信雄	金沢大学	教授	飼育環境の準備
		岩本しほり	東京大学	大学院生	実験の遂行
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	カドミウム	マガキ貝殻	3	
	分析した試料	カドミウム	マガキ貝殻	3	
研究目的・ 期待される 成果	研究の意義：カキを用いて環境汚染や環境変化に対する応答を解析し、SDGs を達成可能な社会基盤の構築に貢献する。 研究の目的：カキは重金属を貯め込み易い性質を持つことから、環境変動の指標や環境浄化の研究に応用が可能であると考えられている。しかしながら、カキが、どのように重金属を蓄積するのか、重金属の化学形態は何かということはほとんど分かっていない。そこで、環境変動によるカキの重金属蓄積を解析し、そのメカニズムと重金属の化学形態を明らかにすることを目的としている。 研究の特徴：カキの貝殻は炭酸カルシウムが主成分であり葉状層、稜柱層、チョーク層から構成されている。どれも同じカルサイト結晶であるが、結晶の形態や方位などは全く異なっている。カキは様々な重金属を濃縮することが知られているが、最近の我々の研究では貝殻の中でもチョーク層に多くの海水中の微量成分が濃縮されることが示唆されている。そこで、チョーク層の割合や重金属の濃縮の程度を測定する。 期待される成果：カキのチョーク層を指標に環境汚染や環境変化の検知を行うことができれば、過去に遡って海洋の状態をトレース可能になり、有用な指標となることが期待される。また、特定の貝殻部位に重金属を濃集できれば、環境浄化の研究にも応用できる可能性がある。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	まずはマガキから貝殻を採取し、チョーク層の微細構造の解析を行った。走査型電子顕微鏡(SEM)および透過型電子顕微鏡(TEM)によるチョーク層の観察で、カードハウス構造を構成する扁平状の結晶は、{104}面が外側表面に出たカルサイト結晶であることが分かった。X線回折によるチョーク層の成分分析の結果、チョーク層は calcite (炭酸カルシウム) で構成されていることを示し、また不純物として halite (塩化ナトリウム) を微量に含んでいることが明らかになった。ICP-MS を用いたマガキの各層の元素含有量の解析では、チョーク層が稜柱層、葉状層に比べてナトリウムを多く含むという特徴が見られ、同じ貝殻内側に存在する葉状層と比較して亜鉛以外の微量元素を溜め込む性質が明らかとなった。有害な重金属とされるカドミウムを高濃度に含む海水にてマガキの飼育を行い、貝殻のチョーク層に対しどのような応答があるのか確認を行った。カドミウムのチョーク層における濃度の測定を行った結果、チョーク層はカドミウムを濃縮する性質を持ち、その他微量元素の含有量の上昇も確認された。特にカドミウムを高濃度にするほど、貝殻内の硫黄の濃度が減少する傾向にあることが分かった。これらのことから、チョーク層にはカドミウムなどの重金属を濃縮し、集める能力があることが示唆された。 このような性質を持つチョーク層を形成する成分の探索のため、チョーク層特異的な基質タンパク質について LC-MS/MS により解析を行ったところ、二つの EGF like domain を有する CLP (Chalky Layer Protein) を 同定することができた。CLP は外套膜において特異的に発現し、Western blot の結果、貝殻内のチョーク層に局在することが確認された。CLP がカドミウムの濃縮に対し、何らかの機能を果たしているのか、今後の実験で明らかにしたいと考えている。
見込まれる 成果物	※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。 (学会発表) ○岩本しほり、近都浩之、根岸瑠美、鈴木道生*「マガキチョーク層における扁平状カルサイト結晶の形成に関与する因子の探索」、『日本農芸化学会 2019 年度（平成 31 年度）大会』、東京農業大学、2019 年 3 月 ○Shihori Iwamoto1, Hiroyuki Kintsu, Lumi Negishi, Michio Suzuki*. Identification of organic matrices regulating the thin platy calcite crystals in the chalky layer of <i>Crassostrea gigas</i>. Marine Biotechnology Conference 2019, Shizuoka, Japan, (9-13, September 2019). ○岩本しほり、根岸瑠美、鈴木道生*「マガキチョーク層における扁平状カルサイト形成に関与する物質の探索」、『第 14 回バイオミネラルリゼーションワークショップ』、東京大学、2019 年 11 月 ○岩本しほり（東大院農）・根岸瑠美（東大定量研）・鈴木道生（東大院農）「マガキのチョーク層における扁平状カルサイト結晶の形成機構の解明」『令和 2 年度日本水産学会春季大会』、東京海洋大学、2020 年 3 月発表予定 (修士論文) 岩本しほり「マガキのチョーク層における扁平状カルサイト結晶の形成機構の解明」 ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	おきの たつふみ	提出年月日	令和 2年 4月30日	
申請者氏名	沖野 龍文			
所属・職名	北海道大学大学院地球環境科学研究院・教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☐ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☒ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	平成31年 4月 1日～ 令和2年 3月31日			
センター 教員	鈴木信雄			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	沖野龍文	北海道大学	教授	研究統括・溶存遊離アミノ酸分析
	分担者	上田宏	北海道大学	名誉教授	試料採集
		酒徳昭宏	富山大学	講師	微生物群集構造解析
		鈴木信雄	金沢大学	教授	試料採集
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	七尾湾海水 七尾湾底質	液体 砂泥	100 検体 100 検体	
	分析した試料	七尾湾海水 七尾湾底質	液体 砂泥	54 検体 6 検体	
研究目的・ 期待される 成果	研究目的 本研究は、漁業の盛んな能登半島の七尾湾における溶存アミノ酸組成および微生物群集を調べ、これらの周年変化の特徴を見出す。七尾湾の特定の底質に特有の溶存アミノ酸や微生物群集構造が存在するかを調べることで、特有の底質環境を創出するメカニズムの解明を目指す。さらに、石川県水産試験場と協力して、その底質に生息する魚介類との関係を調べる。特有の遊離アミノ酸により、七尾湾に生息する最終的には七尾湾に生息するトラフグをはじめとする魚種との関係を予測する。これにより有用魚種や漁場の保全に貢献する。 期待される成果 七尾湾で特定の底質環境を創出するメカニズムが解明されることにより、魚類生態学および魚類資源学に貢献できる可能性が高い。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究実施内容・得られた成果	七尾湾の魚類の中でも、水産業としても重要であるトラフグは、特定の海底で産卵していることが知られている。そこで、トラフグの産卵場と考えられる地点を採水場所として設定した。4 月にはセンターを拠点に利用して、採水・採泥を実施した。5 月から1 月まで毎月1 回石川県水産試験場に協力を仰ぎ、採水を継続した。得られた海水はろ過滅菌後、冷凍して北海道大学に送付した。底泥中の微生物群集構造については現在も解析を続行中である。得られた試料の溶存アミノ酸を蛍光誘導化して、nM レベルで分析できる高感度の超高速液体クロマトグラフにより海水中の溶存遊離アミノ酸組成を分析した。 4 月から1 月までのほぼ周年で溶存遊離アミノ酸を分析した結果、セリンが1 7 0 ～3 5 0 nM、グリシンが2 3 0 ～4 3 0 nM であり、最も高い濃度を示した。これは過去2 か年の産卵期の調査とほぼ同様の傾向がみられた。ただし、以前の産卵期においては表層でセリンとグリシンが3 0 0 0 nM を超えたこともあった。次に、アスパラギン酸、アラニン、ロイシン、リシンが、1 年間を通して5 0 ～1 0 0 nM の濃度を示した。一方、グルタミン酸、トレオニン、メチオニンは月によっては2 0 0 nM を超えることもあったが、全く検出されない月もあった。フェニルアラニン、イソロイシン、チロシンはほとんど検出されなかった。海水の溶存遊離アミノ酸組成の報告例は少ないが、我々の他地域のデータに比べると明らかに組成が異なることが認められる。また、周年変動はそれほど大きくはない。以上のことから、他の地域と比べて七尾湾に特有の傾向がある可能性が示唆された。一方、トラフグの産卵期に濃度が高いデータもあったが、それが有意なものであるかを判断することは現時点のデータ数では判断できない。また、一般に溶存アミノ酸組成は生物活動によっても大きく変動することが考えられる。逆に測定地点の生物活動、微生物を含む生物群集組成を反映しているとも考えられる。それらを踏まえた解析を実施するには、実際に実施することは容易ではないが、地点別、深度別の周年変動、あるいは日内変動などを繰り返し測定することが必要である。そのことを理解したうえで、本研究としては他の地域と概略としてのパターンを比較することができた。 本研究で得られた成果は、七尾湾に特有と考えられる溶存アミノ酸組成と生息する魚類との関係を精査するうえで重要な基礎データとなると考えられる。
見込まれる成果物	※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。 総説 Lennox RJ, Paukert C, Aarestrup K, Auger-Méthé M, Baumgartner L, Bøe K, Brink K, Brownscombe JW, Chen Y, Davidsen JG, Eliason E, Filous A, Gillanders B, Helland I, Horodysky AZ, Januchowski-Hartley SR, Lowerre-Barbieri SK, Lucas MC, Martins E, Murchie KJ, Pompeu PS, Power M, Raghavan R, Rahel, F, Secor D, Thiem JD, Thorstad, EB, Ueda H, Whoriskey FG, Cooke SJ. 2019. 100 pressing questions on the future of global fish migration science, conservation, and policy. <i>Frontiers in Ecology and Evolution</i>. DOI: 10.3389/fevo.2019.00286 セミナー発表 上田 宏．トラフグの産卵回遊メカニズム．第 17 回北海道栽培漁業振興公社セミナー．2019 年 6 月 3 日（月） 修士論文 愛澤 巧（指導教員 沖野龍文） 魚類の回遊・産卵行動と水中の溶存アミノ酸組成 北海道大学大学院環境科学院修士論文（予定） ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	うの せいいち	提出年月日	平成 2 年 1 月 31 日	
申請者氏名	宇野 誠一			
所属・職名	鹿児島大学 教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～2020 年 3 月 31 日			
センター教員	鈴木 信雄			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	宇野 誠一	鹿児島大学	教授	毒性試験、化学分析、研究とりまとめ
	分担者	関 圭樹	鹿児島大学	博士課程 1 年	サンプリング
		福上 周作	鹿児島大学	学部 4 年生	サンプリング、底質処理
		今村 和貴	鹿児島大学	学部 3 年生	毒性試験補助
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	底質	泥、砂など	地点数分	
	分析した試料	底質	泥、砂など	地点数分	
研究目的・ 期待される 成果	我々人間の生活活動に伴って環境中に排出される化学物質は、一部が排水や降雨と共に河川水に入り、やがて海域に到達する。そして疎水性のものを中心として懸濁物などに吸着して最終的に海底質に堆積する。海底質中では、物質によっては長期に、かつ高濃度で残留するものも知られている。これまで水環境底質中の化学物質モニタリング調査は数多く行われてきたが、その化学物質が水生生物にどのような影響を及ぼしているか、探求した研究は少ない。そこで、我々は飼育水を用いず、間隙水を僅かに含んだ底質（海域から底質部分だけを切り出したイメージ）上で、ヒメダカ胚が孵化直前まで発生が進むような飼育条件を確立し、本法により魚胚を用いた底質影響試験を確立した。 本研究では河北潟周辺の水域をから数地点選び、それぞれから底質を採取して実験室に持ち帰った。そして、我々が確立した魚類胚による底質影響試験を実施して、金沢市近郊及び能登半島の河口域や沿岸域底質の生物影響リスクの一端を明らかにすることを目的とした。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究実施内容・得られた成果	2019年6月に金沢市周辺の河口域数点を調査したが、その場所の多くはほぼ砂質から成り立っていた。これまでの経験上、よほど特殊な環境で無ければ砂質に生物に影響を与えるほどの化学物質が残留することがなく、今回見て回った河口域でもその周辺環境の環境から考えると、化学物質影響を見出すことはかなり難しいと判断した。そのため、今回は過去に一定の汚染があったとされる河北潟を中心に底質影響を調べることにした。河北潟も実際に一部水域に入って底質の状況を確認したところ、多くの場所でゴロタ石や砂利が人工的に投入され、またコンクリートで固められている場所も多くあり、よほど潟中央に行かなければ泥質の底質は分布していないと思われた。このような現場での調査を経て、2019年度は河北潟と、そこに注ぐ東部承水路を初め幾つかの河川、河北潟から流れる大野川などで底質試料を採取した。底質試料は一部採取地点では直接水に入り採取したが、その他の地点では橋や川岸などの陸域から、エグマン・バージ採泥器により採取した。採取した底質試料は鹿児島大学水産学部にて冷凍した状態で持ち帰り、それを実験室内で1mm径のふるいにかけ、室温で風乾して以下の試験に用いた。 今年度は採取した底質から東部承水路と河北潟の数地点から得られた底質についてヒメダカ胚を用いた影響評価試験を行った。各地点における乾燥底質を6%相当量の塩分を含むヒメダカERMで静かに洗浄し、遠心分離して過剰量の水分を除去し、底質が僅かの量のみ間隙水を含むような状態にした。ヒメダカの胚は、試験当日に親魚から得られた卵を6～8時間程度放置して発生させ、双桑期まで問題無く発生が進んだものを選び、これを底質影響試験に用いた。ヒメダカの胚を上記の処理をした底質に胚の半分程度を埋まるように置き、7日間そのまま底質上で飼育した。このとき飼育水は注がなかった。その後、オートクレーブ滅菌淡水を入れた48ウェルマイクロプレートに1つずつ胚を入れ、孵化後5日程度まで観察を続けた。底質の影響は死亡、孵化率、未孵化率、孵化日数、奇形誘発率などから評価した。今回の発表ではこの影響試験の結果と共に、多環芳香族炭化水素類などの測定結果などを合わせてその関連性などを紹介する予定である。
※1,000字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる成果物	得られた結果を学会発表し、その後、論文化を予定している。
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ふくどめ けんいち	提出年月日	令和 2 年 4 月 30 日	
申請者氏名	福留 研一			
所属・職名	富山高等専門学校商船学科 准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～ 2020 年 3 月 31 日			
センター教員	鈴木 信雄			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	福留研一	富山高等専門 学校	准教授	観測・解析・論文執筆
	分担者	鈴木信雄	センター	教授	
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
		申請書に記載 した試料	なし		
		分析した試料	なし		
研究目的・ 期待される 成果	目的：富山湾の海洋環境の変化をモニタリングすることにより，環境変動を予測する。 特色・意義：富山高専では練習船「若潮丸」に搭載した超音波流向流速計（ADCP）を用いて，富山湾のやや湾奥の水深約 700m の地点の CTD 観測定点（36.53N，137.10E）までの往復 ADCP 観測および定点での水温・塩分等の鉛直構造の観測を続けてきた．これらは気象状況等で特に問題がなければ 10 年超に渡って毎月実施しており，富山湾の流れ場や水塊構造の長期の変動についても扱うことができる．地球環境の変化に伴い，環日本海域においても海水温の上昇やこれまで同海域に生息していなかったと考えられる生物が発見されるなどの変化も報告されており，今後，生物相への影響が更に顕在化する可能性がある． 期待できる成果：これまで蓄積された富山湾での長期のモニタリング結果を用いて，環日本海域の海洋環境変化が富山湾ではどのように現れるのかについて調べると共に，沿岸域における海洋環境に大きな影響を及ぼす沿岸の流れや水塊構造の長期変化を抽出し，それらと富山湾の生物・化学環境の変化との関連を調査することができる				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究実施内容・得られた成果	富山高専の練習船「若潮丸」による長期CTD観測データに加えて、（財）環日本海環境協力センターと共同で実施している「富山湾プロジェクト」で2008年から2019年の間に延べ96月で実施した富山湾奥広域の表層50mにおけるCTDデータを用いることで、富山湾奥の表層における水塊構造の平均的な姿と、その季節変動を抽出することができた。 水温塩分の気候値からは、富山湾奥の表層50mまでの全域において、ごく表層の数mを除けば、表層ほど水温が高く、下層に行くにつれ塩分が高くなることや、特に表層の5m程度までで河川水由来と思われる低塩分水の影響が大きいことがわかった。湾内の分布を見ると、沖合と比べて河川に近い沿岸でより低温低塩分になっていたが、神通川河口や小矢部川・庄川河口に近傍よりも、その東側でより低塩分を示すなど、河川水が岸を右に見て輸送されていることが示唆された。最も河川水の影響を受けていたのは湾東側の滑川沖の海域であり、全期間の平均においても31PSUを下回っていた。一方湾西側の氷見沖の海域では、河川水の影響が最も小さかった。 水温塩分の気候季節平均を用いて季節内の水塊構造の変化を抽出した結果からは、湾全域で共通して現れる季節に伴った鉛直構造の変化については先行研究と同様の結果が得られた。加えて、春季の成層が表層20mまでで強いものに対して、夏季では20m以深でより強くなっているなど、成層構造にも季節差が明確に存在すること、また、春季にはその他の季節と比較して、水温プロファイルに海域によるばらつきが大きいことが分かった。秋季や冬季において湾西部では沖合の測点の方が高水温となる様子等からは、季節によって富山湾奥は複雑な水塊構造となっていることが推察された。塩分については、どの季節においても湾の東側で塩分が低い様子や、秋季に測点間でのばらつきが最も大きく、春季と夏季に表層において河川水の影響が強く表れる様子が明らかとなった。 これらのことから、富山湾奥では季節によって水塊構造が大きく変化し、それは特に表層に強く表れることがわかった。また、季節によっては複雑かつ空間スケールが相対的に小さい3次元の空間構造を持つ可能性が示された。この空間構造には対馬暖流沿岸分枝の春季の富山湾への侵入や、富山湾を舞台とした夏季から秋季にかけての沿岸分枝の流路遷移などの影響が考えられる。 ※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。
見込まれる成果物	2020 年度において、学会口頭発表および原著論文の発表を予定している。 ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	はまさき こうじ	提出年月日	令和2年 5月 28日	
申請者氏名	濱崎 恒二			
所属・職名	東京大学大気海洋研究所・教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	安定海水泡沫「波の花」の成因に関する研究			
研究実施期間	2019年4月1日～ 2020年3月31日			
センター教員	環日本海環境研究センター助教・関口俊男			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	濱崎恒二	東京大学	教授	総括, 微生物分析
	分担者	関口俊男	金沢大学	助教	海水採取
		岩本洋子	広島大学	准教授	有機物分析
		岩田歩	慶應大学	助教	有機物分析
		他 2 名	別紙記載		
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	海水 海水懸濁粒子	液体 固体(濾紙)	24 36	
	分析した試料	海水 海水懸濁粒子	液体 固体(濾紙)	3 56	
研究目的・ 期待される 成果	本研究では、日本海沿岸部で冬期に発生する安定海水泡沫「波の花」について、最新の DNA 分析技術を用いることにより、その成因となる有機物の起源生物を特定することを目的とした。有機物の供給源として、植物プランクトン、海藻類、付着性微細藻類、塩性植物、これらを捕食する動物など、多様な生物が想定されるが、具体的にその起源を特定した研究は無い。波の花は、波浪によって生じる海水中の泡が集積したものだが、この泡が海表面で弾けるとエアロゾルとなる。従って、波の花の成因解明は、その観光資源としての価値を高めるだけでなく、海由来エアロゾルの性質を左右する有機物の変動要因を明らかにすることにも繋がり、大気と海洋生態系の相互作用の理解に貢献すると期待される。 能登半島の外浦に位置する曾々木海岸は、波の花の発生場所として良く知られている。2016 年から毎年冬季に、臨海実験施設に滞在して曾々木海岸周辺で発生する波の花、海水、大気エアロゾルのサンプリングを行ってきたが、さらに追加のサンプルを得るために本申請による調査を計画した。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	サンプリングと試料処理 調査は、12/20(金)～12/24(火)で実施した。曾々木海岸でサンプリング後、臨海実験施設にて試料処理を行なった。波の花については、小規模ながら滞在期間中 12/20 と 12/23 の 2 回の発生が見られ、サンプルを採取することができた。同時に、周辺の海水とエアロゾルのサンプリングも採取した。12/21 には、実験施設の栈橋で海水サンプルを採取した。12/22 には、袖が浜海岸にて海藻サンプルを採取した。波の花: 岩場に堆積した泡をステンレス製のスクープを使ってすくい取り、ステンレス製の蓋つきトレーに保管し、そのまま臨海実験施設に持ち帰った。その後、トレー内の泡にドライヤーで温風を吹きかけて、泡状から液体に変わるまで消泡作業を行なった。液体状の試料を DNA 分析用に Sterivex カートリッジフィルターで 1-5ml 濾過、クロロフィル分析用に GF/F フィルターで 1ml 濾過し DMF 溶液に浸漬、細菌計数用に 5ml をグルトアルデヒド(2.5%終濃度)で固定し、いずれも冷凍保存した。その他、酸性多糖類(TEP)分析用にパラフォルムアルデヒド(2%終濃度)で固定後に、0.1ml をポリカーボネートフィルターで濾過、アルシアンブルー液で染色し、冷凍保存した。海水: DNA 分析用として、10L のロンテナから送液ポンプを用いて、Sterivex カートリッジフィルターに濾過し冷凍保存した。また、クロロフィル分析用に 200ml、細菌計数用に 5ml、酸性多糖類(TEP)分析用に 20ml を上記と同様に処理し冷凍保存した。エアロゾル: 曾々木海岸で小型エアーポンプにセットしたポリカーボネートフィルターを用いて、大気エアロゾルのサンプリングを行い、1 回目は 634L、2 回目は 72L の吸引を行い、フィルターを臨海実験施設に持ち帰ったのち冷凍保存した。 試料分析 DNA 分析: 波の花、海水、エアロゾルのフィルター試料から DNA を抽出後、PCR 法により 18SrRNA 遺伝子を増幅し、増幅産物の塩基配列を決定、データベース相同性検索によりサンプルに含まれる真核生物(特に海藻)種とその組成比を推定する。また、16SrRNA 遺伝子の解析から有機物分解に関わる細菌種の特定を進める。酵素活性測定: 細菌による有機物分解活性の指標として、一連のサンプルに含まれる加水分解酵素(プロテアーゼ)活性の測定を行なった。氷晶核活性測定: ドロップレットフリーズ法により、波の花由来の有機物の氷晶核形成能を評価した。化学組成分析: 波の花、海水の濾過試料について、TOC 濃度、化学状態別ヨウ素の分析を進めた。海水(UW)と波の花(原液)について、無機態(TII)、有機態(DOI)ヨウ素濃度を比較することにより、藻類由来成分の指標とする。 ※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。
見込まれる 成果物	2019 年度の分析結果が得られたのち、2017 年、2018 年の試料分析結果と合わせて、以下のタイトルで環境科学分野のジャーナルへの投稿を準備する。また、「波の花」の総説を共同で執筆し「海の研究」に投稿する。 Hamasaki, K, Y. Iwamoto, A. Iwata, T. Sekiguchi, Y. Kobayashi, Y. Obayashi “Biological and chemical characteristics of seafoam observed at the coastal environment in Japan: implication in its source and potential impact on bioaerosols” ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

別紙

研究組織

その他のセンター利用予定者 氏名, 職名, 分担事項

大林由美子 助教 (酵素活性測定)

愛媛大学

沿岸環境科学研究センター

小林陽子 学術支援職員 (微生物分析)

東京大学

大気海洋研究所

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	やざわ たかし	提出年月日	令和 2年 1月 29日	
申請者氏名	矢澤 隆志			
所属・職名	旭川医科大学生化学講座細胞制御科学分野・講師			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☐ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☒ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019年 4月 1日～ 2020年 3月 31日			
センター教員	関口 俊男			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	矢澤隆志	旭川医科大学	講師	研究統括
	分担者	関口俊男	金沢大学	助教	遺伝子発現解析
		鈴木信雄	金沢大学	教授	遺伝子発現解析
		今道力敬	旭川医科大学	助教	ステロイドホルモン測定
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	ビスフェノール A	粉末		
		DES	粉末		
	分析した試料				
研究目的・ 期待される 成果	近年、<u>日本海を含む日本周辺の海域</u>では、マイクロプラスチックによる汚染が進んでいる。マイクロプラスチックに含まれるビスフェノール A (BPA) 等の内分泌かく乱物質は、食物連鎖を通じて濃縮され人体に悪影響が及ぶ恐れがある。申請者は、過去の研究で、BPA を含む女性ホルモン様の環境ホルモンが、雌雄の生殖腺におけるステロイドホルモン産生を妨げる内分泌かく乱作用ならびに、その分子メカニズムの一端を明らかにしてきた(Yazawa, Imamichi, Sekiguchi, Suzuki, 2017, Sci Rep: 2019, BioMed Res Int)。しかしながら、環境ホルモンが生殖腺の内分泌細胞に作用した後に、細胞内でステロイドホルモン産生酵素遺伝子の発現や酵素活性を抑制するメカニズムの詳細については十分な解析がなされていない。これは、生殖腺の内分泌細胞を <i>in vivo</i> から取り出して培養や株化を行った場合、環境ホルモンに対する応答性や酵素遺伝子の発現が著しく低下することから、<u>解析を十分に行うための <i>in vitro</i> モデルがほとんど存在しない</u>ことに起因する。 本研究は、環境ホルモンがステロイドホルモン産生酵素の遺伝子発現や酵素活性に及ぼす影響を調べる系を新たに樹立し、ホルモン作用の詳細な解析を行うことを目的とする。この系を用いた遺伝子発現や酵素活性の解析により、環境ホルモンが内分泌腺細胞に及ぼす影響の包括的な理解に繋げられる。また、この系に様々な化学物質を添加する実験を行うことにより、エストロゲン様物質に止まらない<u>環境ホルモンが生殖腺内分泌細胞に与える影響を総合的に評価する実験系とすることを旨とする</u>。よって、この系を用いた研究結果は、<u>環日本海域のプラスチック汚染問題等の環境問題解決の有効な指針となり得る。</u>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	昨年度までの研究により、マイクロプラスチック由来のエストロゲン様物質である BPA や DES は、精巣・ライディッヒ細胞や卵巣・顆粒膜細胞に作用して、テストステロン (T) の産生を低下させることを証明してきた。これは、エストロゲン様物質が、ライディッヒ細胞や顆粒膜細胞において、テストステロン (T) 合成酵素群の遺伝子発現と酵素活性を低下させることに起因すると考えられる。テストステロン合成酵素遺伝子のうち、HSD17B3 遺伝子と HSD17B1 遺伝子は、それぞれライディッヒ細胞と顆粒膜細胞に発現して、アンドロステンジオン(A4)を T に変換し、性分化や生殖機能に重要な役割を果たすことが分かっている。HSD17B3 や HSD17B1 の発現量や活性の低下は、T 量の低下により性分化疾患や卵巣発達障害の原因となる。従来、酵素活性の測定は、酵素を A4 と反応させた後に生成される T 量を定量化することにより行うが、A4 と T の構造は似ていることから、定量化には RI や液体クロマトグラフィーを用いた煩雑な精製・分離作業を必要とする。よって、これらの酵素活性に対するエストロゲン様物質の影響を調べることは、非常に困難であった。今年度の研究では、レポーターアッセイにより HSD17B3 や HSD17B1 活性を比較的容易に測定する系を開発した。A4 と T は、高濃度では共にアンドロゲン受容体を活性化するが、低濃度では T のみが強力に活性化することができる。そこで、HSD17B3 や HSD17B1 を発現する HEK293 細胞を作製し、低濃度の A4 を添加して反応させた後に、この培養上清を AR とアンドロゲン応答配列を含むルシフェラーゼレポーターをトランスフェクションした CV-1 細胞に加えてルシフェラーゼ活性を測定した。すると、培養上清中の T 濃度の上昇に比例して、ルシフェラーゼ活性が上昇したことから、この系により HSD17B3 や HSD17B1 の活性が測定可能であることが証明された。この系を用いることにより、マイクロプラスチック由来のエストロゲン様物質は、HSD17B3 や HSD17B1 の活性を著しく抑制することが分かった。以上の結果により、今回の研究で開発した系は、HSD17B3 や HSD17B1 の活性測定を行うにあたって非常に有用である同時に、環境ホルモンがステロイドホルモン産生酵素に及ぼす影響を調べるにあたっても有用であることもが示された。また、この系を用いて、エストロゲン様物質による精巣や卵巣におけるテストステロン産生の低下は、HSD17B3 と HSD17B1 の活性低下がその一因であることが証明された。
見込まれる 成果物	※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。 原著論文 1. <u>Yazawa T</u>, Imamichi Y, Sekiguchi T, Suzuki N, et al.: Evaluation of 17β-hydroxysteroid dehydrogenase activity using androgen receptor-mediated transactivation. J Steroid Biochem Mol Biol, in press 2. Uchimura T, Hara S, <u>Yazawa T</u>, Kamei Y, Kitano T. (2019): Involvement of Heat Shock Proteins on the Transcriptional Regulation of Corticotropin-Releasing Hormone in Medaka. Front Endocrinol (Lausanne). 10:529. 3. Uwada J, <u>Yazawa T</u>, Nakazawa H, Mikami D, Krug SM, Fromm M, Sada K, Muramatsu I, Taniguchi T. (2019): Store-operated calcium entry (SOCE) contributes to phosphorylation of p38 MAPK and suppression of TNF-α signalling in the intestinal epithelial cells. Cell Signal. 63:109358. 4. Furukawa F, Hamasaki S, Hara S, Uchimura T, Shiraishi E, Osafune N, Takagi H, <u>Yazawa T</u>, Kamei Y, Kitano T. (2019): Heat shock factor 1 protects germ cell proliferation during early ovarian differentiation in medaka. Sci Rep.;9(1):6927. 5. Muramatsu I, Uwada J, Yoshiki H, Sada K, Lee KS, <u>Yazawa T</u>, Taniguchi T, Nishio M, Ishibashi T, Masuoka T. (2019): Novel regulatory systems for acetylcholine release in rat striatum and anti-Alzheimer's disease drugs. J Neurochem. 149(5):605-623.

レビュー

1. Yazawa T, Imamichi Y et al. (2019): Nicotinic acetylcholine receptor-mediated signaling pathways in pluripotent stem cell. American J Biomed Sci Res. 6(5): 361-363.
2. 矢澤隆志、北野健、今道力敬(2019): ステロイドホルモンと性スペクトラム. 実験医学, 37 (9): 1442 – 1446.

招待講演

1. 矢澤隆志 (2019): ヒトにおける 11-ケトテストステロンの存在とその意義. 日本性機能学会 第 30 回学術総会、徳島.
2. 矢澤隆志 (2019): ペプチドホルモンからステロイドへの研究展開. 日本プロテオーム学会 2019, 宮崎.

※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	わだ しゅういち	提出年月日	令和 2年 1月 31日	
申請者氏名	和田 修一			
所属・職名	長浜バイオ大学・バイオサイエンス学部・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☐ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☒ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	平成 31 年 4 月 1 日～令和 2 年 3 月 31 日			
センター教員	関口 俊男			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	和田修一	長浜バイオ大学	准教授	研究総括
	分担者	関口俊男	金沢大学	助教	遺伝子発現解析
		鈴木信雄	金沢大学	教授	酸性化実験
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	該当なし			
	分析した試料	該当なし			
研究目的・ 期待される 成果	研究目的 大気中の二酸化炭素濃度は、数百万年の間ほぼ一定で約 280ppm だったが、18 世紀半ばの産業革命以降に増加し、2011 年には 390ppm を超えた。大気中の二酸化炭素濃度の上昇は、海水中の二酸化炭素濃度の上昇を引き起こし、さらに海水中の二酸化炭素が炭酸イオンとなる過程で水素イオンが放出されるため、海洋の pH を低下させる。この現象を海洋酸性化と呼ぶ。1750 年から現在までに、pH は平均で 0.1 低下しており、今世紀末までに、さらに 0.14 から 0.35 低下すると予測されている。注目すべきことに、日本海の海洋酸性化は、他の海域よりも早く進行しているという報告がある。したがって、環日本海域の環境変化の実態や生物への影響を把握し、その推移を予測する上で、海洋酸性化は重要な要素であると言える。 期待される成果 海洋酸性化は炭酸イオンの減少を引き起こし、炭酸カルシウムの形成を抑制するため、炭酸カルシウムの殻や骨格を持つサンゴ、貝、ウニなどに殻・骨格の形成異常を引き起こすことが良く知られている。しかし、炭酸カルシウムの殻・骨格を持たない動物への海洋酸性化の影響はほとんど研究されていない。本研究では、炭酸カルシウムの殻・骨格を持たず、なおかつ実験動物としての利点を備えた海産動物カタユレイボヤを用いることで、海洋酸性化が動物に与える影響をより正確に評価できるようになることが期待される。 ※申請書に記載した事項を要約して下さい。				

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	利用・研究実施内容 カタユウレイボヤの胚は受精後約 18 時間で遊泳幼生となり、さらに翌日には変態を行って、成体に似た幼若体となる。海洋酸性化がカタユウレイボヤに与える影響を調べるため、(1) 酸性化が胚発生に与える影響の解析、(2) 酸性化が他のストレスへの応答に与える影響の解析、(3) 酸性化が胚および幼若体の遺伝子発現に与える影響の解析、(4) 酸性化が精子に与える影響の解析、という 4 種類の実験を行った。 得られた成果 (1) 酸性化が胚発生に与える影響の解析：対照となる人工海水 (pH8.0) および二酸化炭素により pH を pH7.75、pH7.5、pH7.0 にした人工海水でカタユウレイボヤ胚を発生させ、胚発生に与える影響を調べた結果、pH の低下に伴って正常発生率が低下する傾向が認められた。このことから、カタユウレイボヤは炭酸カルシウムの殻や骨格を形成しないにも関わらず、その発生過程が海洋酸性化の影響を受け得ることが示唆された。 (2) 酸性化が他のストレスへの応答に与える影響の解析：将来の海洋では、酸性化と温暖化が同時に進行することが予想されている。またホヤでは、熱ストレスによって正常発生率が低下することが知られている。酸性化と熱ストレスが胚発生に与える複合的な影響を調べるため、カタユウレイボヤ胚に対して酸性化处理、熱ストレス処理、または両方の処理を行った。その結果、熱ストレスによる正常発生率の低下を酸性化が亢進することが示唆された。 (3) 酸性化が遺伝子発現に与える影響の解析：酸性化がカタユウレイボヤの遺伝子発現に与える影響を知るため、酸性化处理をした胚および幼若体を RNA 調製用にサンプリングした。今後、これらのサンプルを用いてリアルタイム RT-PCR 法により酸性化による遺伝子発現の変化を調べる予定である。調べる遺伝子としては、物質輸送に関わる様々な輸送体の遺伝子と分子シャペロンの遺伝子を計画している。 (4) 酸性化が精子に与える影響の解析：ナマコやサンゴでは精子の鞭毛の運動が酸性化によって阻害されるという報告がある。またごく最近、カタユウレイボヤの成体を酸性化海水で処理すると、その成体で形成される精子が処理開始直後に異常となるが、処理を続けると正常な精子が形成されるように回復するという論文が他の研究グループによって発表された。酸性化がカタユウレイボヤの精子に与える影響をさらに調べるために、酸性化が受精率に与える影響を調べたが、影響は確認されなかった。現在、条件を変えて検討を続けている。 ※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。
見込まれる 成果物	日本動物学会第 91 回米子大会 (2020 年 9 月) での口頭発表またはポスター発表を予定している。 ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	たぶち よしあき	提出年月日	令和2年 4月 5日	
申請者氏名	田淵 圭章			
所属・職名	富山大学 研究推進機構研究推進総合支援センター・教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☐ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☒ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	水酸化多環芳香族炭化水素類の骨代謝に及ぼす影響評価			
研究実施期間	2019年 4月 1日～ 2020年 3月 31日			
センター教員	木谷洋一郎			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	田渕圭章	富山大学	教授	研究総括
	分担者	木谷洋一郎	金沢大学	助教	魚を用いた研究
		鈴木信雄	金沢大学	教授	魚を用いた研究
		関口俊男	金沢大学	助授	遺伝子発現解析
		古澤之裕	富山県立大学	講師	遺伝子間の相互作用の解析
		服部淳彦	東京医科歯科 大学	教授	形態学的解析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	Benzo[c]phenanthrene	粉末	1	
	分析した試料	Benzo[c]phenanthrene	粉末	1	
研究目的・ 期待される 成果	（環日本海域との関連性がわかるように記載してください） 研究の意義 越境汚染物質である多環芳香族炭化水素類の骨代謝に対する作用を調べ、環境汚染物質のリスク評価につなげる。 目的 越境汚染物質である多環芳香族炭化水素類は、大気のみならず海水中にも含まれる。さらに、富山湾に生息するミシマオコゼの胆汁中に多環芳香族炭化水素類が検出されている（Suzuki et al., 2018）。本研究では、多環芳香族炭化水素類の魚類の骨代謝に対する毒性作用を解析する。 特色 多環芳香族炭化水素類の水酸化体の毒性に注目しているのは、世界で金沢大学を中心とする我々のグループのみであり、独創性の高い研究である。 期待される成果 既に、鈴木教授を中心とする金沢大学臨海実験所の研究グループとの共同研究の成果として、Benz[a]anthracene（BaA）がキンギョのカルシウム代謝に影響を及ぼすことを報告している（Suzuki et al., 2017）。本研究では、Benzo[c]phenanthrene（BcP）とその水酸化体の魚類に対する影響を解析する。予備的な実験により、BcPの水酸化体の毒性が、親化合物よりも約1,900倍強いことを確認済みであり、これに関するさらなる成果の取得が見込める。				
※ 申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究実施内容・得られた成果	本年度は、キンギョを用いて、以下2種類の実験を行い、水酸化 PAH の毒性試験を行った。以下に示す。 実験1：キンギョのウロコの再生率に対する BcP の影響 (<i>in vivo</i>) 麻酔下でキンギョ (Carassius auratus) からウロコを抜き、そのキンギョの腹腔内に BcP をそれぞれ 0.1 ng/g body weight の用量で 3 日おきに投与し、25℃ でキンギョを飼育した。ウロコ再生段階で一番細胞活性が盛んな時期である 12 日目に再生ウロコを採取した。採取した未再生のウロコの面積を 100 とした時の割合を調べた。さらに <i>in vivo</i> の実験では、BcP が実際に代謝され水酸化体に変換したことを確認するため、胆汁を採取して胆汁中の BcP の水酸化体を解析した。 実験2：キンギョのウロコの骨芽および破骨細胞に対する PAH と OHPAH 類の影響 (<i>in vitro</i>) 麻酔下でオスのキンギョからウロコを抜き、12 日後に、再度麻酔下で再生ウロコを採取した。採取した再生ウロコを 10^{-11}、10^{-10}、10^{-9}、10^{-8}、10^{-7} M の BcP と 3-OHBcP をそれぞれ添加した培地 (L-15 培地) で 6 時間培養した。なお、これらの化合物はエタノールに溶解していたので、対照群にはそれと同様のエタノール (0.1%) を添加した。キンギョの右と左側の同じ位置のウロコは骨代謝がほぼ同じであることから、左側から採取したウロコに試験物質を、右側からのものにエタノールをコントロールとして入れ、左右同じ位置のウロコで比較した。6 時間培養後、-80°C で急速冷凍し、保存した。その後、常温で解凍し、破骨細胞活性マーカーとして酒石酸耐性酸ホフターゼの活性を、p-ニトロフェニルリン酸二ナトリウムを基質として pH5.3 の酸性酒石酸緩衝液中で生成する p-ニトロフェノールを 405 nm で吸光度を測定することによって求めた。骨芽細胞活性マーカーとしてアルカリホフターゼの活性を、p-ニトロフェニルリン酸二ナトリウムを基質として、pH 9.5 の 100 mM トリス・塩酸緩衝液中で生成する p-ニトロフェノールを同様に測定することによって求めた。ウロコの面積は、メチレンブルー染色後にイメージスキャナーにより測定した。本研究では、20 匹のキンギョを用いた。1 個体からそれぞれ 8 枚のウロコをとり、その 8 枚の平均値を実験群と対照群との間で比較した。 実験結果 実験1：キンギョのウロコの骨芽および破骨細胞に対する PAH と OHPAH 類の影響 (<i>in vitro</i>) <i>in vivo</i> の実験において、ウロコの再生率は 12 日目で有意に低下することが判明した。胆汁中の OHBcP 類については、BcP を投与したキンギョから 3-OHBcP が検出され、実際にキンギョにおいて BcP が 3-OHBcP に代謝されることが判明した。 実験2：キンギョのウロコの骨芽および破骨細胞に対する PAH と OHPAH 類の影響 (<i>in vitro</i>) <i>in vitro</i> の実験において、3-OHBcP を添加して培養した時に濃度依存的に骨芽細胞の活性の低下し、10^{-10} M においても有意な低下が認められた。一方で、BcP は骨芽細胞の活性には影響を与えなかった。破骨細胞において、BcP と 3-OHBcP は骨芽細胞の活性に影響をおよぼさなかった。 以上より、投与した BcP よりも代謝物 OHBcP の毒性が高いことを明らかにした。今後、これらの化合物の毒性発症の分子メカニズムの研究を行い、国際誌に投稿する予定である。
-------------------------	--

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる 成果物	Zanaty, M.I., Sawada, N., Kitani, Y., Nassar, H.F., Mahmoud, H.M., Hayakawa, K., Sekiguchi, T., Ogiso, S., <u>Tabuchi, Y.</u> , Urata, M., Matsubara, H., Takeuchi, Y., Hattori, A., Srivastav, A.K., Amornsakun, T. and Suzuki, N.: Influence of benz[<i>a</i>]anthracene on bone metabolism and on liver metabolism in nibbler fish, <i>Girella punctate</i> . <i>Int. J. Environ. Res. Public Health</i> , 17: 1391 (2020)
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	しまだとしゆき	提出年月日	平成 年 月 日	
申請者氏名	畠田 敏行			
所属・職名	茨城大学 全学教育機構 准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☐ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☒ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	平成31年 4月 1日～ 令和2年 3月31日			
センター教員	長谷部 徳子、落合 伸也			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	寫田敏行	茨城大学 全学教育機構 総合教育企画 部門	准教授	研究総括
	分担者	長谷部徳子	環日本海域環 境研究センタ ー	教授	ロジックモデル形成
		落合伸也	環日本海域環 境研究センタ ー	助教	聞き取り調査同行
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料				
	分析した試料				

研究目的・期待される成果	(環日本海域との関連性がわかるように記載してください) 現在、文部科学省が進める研究大学強化促進事業（EBPM）などにおいて、ロジックモデル等を活用したアウトカム・アウトプットを適切に評価できる成果指標を設定することが求められている。 ロジックモデルとは、インプット（ヒト、モノ、カネなどのリソース）→プロセス（各種研究活動）→アウトプット（論文、特許等の「現象論的」成果：活動のレベル）→アウトカム（研究目的に対する本質的成果）の流れを整理しながら、指標を設定する計画立案の手法の一つであり、研究マネジメントなどに活用されている。 我々の研究チームでは、平成２９年度は、環日センターを基準に規模（リソース）とインプット（科研費採択状況）を中心に、一部アウトプット（発表論文等）について国内の環境科学の研究機関との比較を行ない、それぞれの特色を分析した。平成３０年度は、アウトプットからアウトカムの分析を進め、国際比較分析の結果を報告し、これらのことから環境領域の研究コミュニティ形成モデルもおおよそながら明らかとなった。 今回は、これまでの共同研究成果をもとに複合領域での研究マネジメント手法について、環日センターをモデルにロジックモデルの具体的作成手法、活用手法について研究開発を進めたい。 このことによって、単一ディシプリンではなく、分野横断型の研究におけるロジックモデルモデル構築メソッドやそれをマネジメントに活かす具体的手法に関する知見が得られるだろう。 ※申請書に記載した事項を要約して下さい。
---------------------	--

利用・研究実施内容・得られた成果	今年度については、ロジックモデルおよび指標を用いた研究マネジメント実践事例の調査を複数回行った。すべての国立大学法人は、令和2年度に文部科学省国立大学法人評価委員会による評価が行われることになっており、環日本海域環境研究センターも独立した評価対象組織として指定されている。環日センターにおいては、研究の評価のみが行われることになっており、現況調査表において研究マネジメントの質や研究成果の量や質を報告しなければならない。また、第3期中期目標期間の4年目に当たるため、第4期中期目標・計画の立案および指標の策定を行う時期となっていることから、複合領域における研究マネジメントの実践事例および指標策定事例として聞き取り調査を進めた。 7月には、落合助教と共に、長尾センター長への聞き取り調査を行った。ここでは、環日センターの運営上の課題について聴取し、研究活動に関するアウトプット、アウトカムなどのパフォーマンスの概要について複数年度の年報に収録されたデータを分析した。これらについて長谷部教授も含め整理作業を行った。 9月には、本課題研究の中間報告を兼ねて、環日センターのFDを実施した。そこで研究マネジメントにマネジメントに関する政策動向やロジックモデルを作成するための各部門における特色ある取り組みなどの整理を全体で実施した。 1月には、長尾センター長、落合助教から特色ある研究活動に関する聞き取り調査を行った。令和2年4月に提出する必要がある研究業績説明書を資料とし、SSおよびSに区分けされる特色ある研究成果の実施プロセスなどを聴取し、高い研究業績を生み出すための成功要因について分析を行った。また、5月に提出予定の現況調査表の観点に沿った状況の聴取も行い、研究マネジメントの課題および特筆すべき点について、どのような要因およびプロセスが背景にあるのか、という分析を行った。 このように複合領域におけるマネジメントの実践事例に関する知見を整理しつつある。加えて、2月中に陸域環境領域をサンプルに研究マネジメント高度化のためのロジックモデルと指標策定を長谷部教授と行う予定であり、それらの成果物を中心に、2月末の報告会では、単一ディシプリンではなく、分野横断型の研究におけるロジックモデルモデル構築メソッドやそれをマネジメントに活かす具体的手法に関する知見を報告したい。
※1,000字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる成果物	環日本海域環境研究センターにおける現況調査表および研究業績説明書のブラッシュアップにこれらの知見が活かされると考えられる。加えて、第4期中期目標・計画の策定作業において、全学の計画策定と平行したセンター独自の研究（マネジメント）計画立案に活かされることが期待される。
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	まきの わたる	提出年月日	2020年 1月31日	
申請者氏名	牧野 渡			
所属・職名	東北大学大学院生命科学研究科・助教			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☐ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☒ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019年 4月 1日～2020年 3月31日			
センター教員	西川潮准教授			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	牧野渡	東北大学	助教	採集計画立案・採集・試料分析
	分担者	西川潮	金沢大学	准教授	採集計画立案・採集
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	タマミジンコ、ケンミジ ンコ、シカクミジンコな どの、微小甲殻類	生物	適量	
	分析した試料	同上	同上	同上	
研究目的・ 期待される 成果	日本では「水田が氾濫原湿地性の生物の代替生息地として機能している」と言われてはいるが、では実際に「過去のどのような」氾濫原湿地を代替し得ているのかまでは精査されていない。従って「水田が氾濫原湿地性の生物の代替生息地として機能している」という言説はいまだ漠然とした仮説の段階かも知れない。かかる状況において本研究は、水田の生物多様性の維持形成機構をより包括的に理解することを念頭におき、これまでほとんど研究が行われてこなかった水田の微小甲殻類に着目し、その多様性の制御機構を理解することを目指している。具体的には、羽咋市の自然栽培田と慣行栽培田を比較することで、異なる農法への取り組みが水田の微小甲殻類の多様性に及ぼす効果について調べている。 2019年度は、自然栽培田の微小甲殻類相を重点的に調査し、水深や水田雑草現存量との関連を調べることで、水田化される前の高温多雨期の氾濫原湿地の微小甲殻類相を、高精度で把握することを試みた。本研究から期待される成果としては、1) 日本ではすでに消失してしまった「環日本海域の氾濫原湿地」の状況を具体的に再現できる、従って、2) 石川県および環日本海域の他県の、現在の水田における、生物多様性の「具体的な保全目標（＝消失した氾濫原の代替湿地として）」を提示できる、こと等を挙げることができよう。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究実施内容・得られた成果	【1】2019年4月18日に、羽咋市および宝達清水町の水田地帯の下見を行い、調査する水田を決定した。具体的には、同一地域内に同等の面積の水田が2筆（うち1筆は無施肥無農薬の自然栽培水田、1筆は慣行水田）含まれるよう設定し、これを7地域分選んだ。微小甲殻類の採集は、同年7月4-5日、7月27-28日、8月19-21日の合計3回実施した。いずれの回においても、水田水2リットル（1筆の水田全体から水を少量ずつ採取）を畦からすくい、その中の生物（微小甲殻類を含む）をすべて捕集し、99%エタノールで固定して東北大学に持ち帰った。この採集は各筆二連で行ったが、中干しされていた筆では採集を行わなかった。また自然栽培水田では、水田植物の現存量（面積あたり）を知るために、イネ株間の直径12cmの円内に生えていた植物の被度を記録し、その後植物を全て引き抜いて持ち帰った。この採集は各筆三連で行った。さらに8月19-21日には、水田周辺に点在するため池においても微小甲殻類を採取した。 【2】自然栽培水田で繁茂した水田植物の多くはコナギとオモダカであった。水田植物の面積あたりの被度および乾燥重量（7筆の平均）は、調査期間中に増加し続けた。中干し期間中の筆でも、水田植物は生育を続けていた。水田植物が繁茂し、かつ継続的に湛水されていた水田では、水田植物の表面を生息場所として利用するシカクミジンコ類が数多く出現していたが、採集間に落水していた水田では、シカクミジンコ類は出現しなかった。一方慣行水田では水田植物は少なく、中干し後にもシカクミジンコ類は出現せず、タマミジンコ等が出現していた。また水田周辺のため池では水生植物類は少なく、その水中では、水田にはほとんど出現しない微小甲殻類が数量的に卓越していた。 【3】以上の結果と、一昨年および昨年に同地の水田地帯で実施した微小甲殻類相調査の結果を総合すると、過去の氾濫原が数多く存在した時期の状況としては、「植物の多い氾濫原」と「植物の少ない氾濫原」では微小甲殻類相が異なっていたことが推察され、前者は現在の自然栽培水田で、また後者は現在の慣行水田で「再現」されていることが考えられた。また現在の水田とため池とで微小甲殻類相が異なったことから、氾濫により生じた水体の深さも、微小甲殻類相に影響を与えていたことが考えられた。従って水田地帯の「氾濫原湿地性の生物の代替生息地」としての機能は、異なる農法と異なる景観を維持することで向上する、と推察された。 ※1,000字以上で具体的に記述して下さい。
見込まれる成果物	学会発表：招待講演1件 日本微生物生態学会第33回大会・微生物生態学会-陸水学会共催シンポジウム 課題名：水の中の「細菌だけじゃない」微生物の生き様 コンビーナー：岡崎友輔(産総研)・岩田智也(山梨大) 演題：淡水産微小甲殻類の多様性と生態 演者：牧野渡 日時：2019年9月11日 原著論文発表：査読有1件 Makino W, Machida RJ, Okitsu J, Usio N (2020) Underestimated species diversity and hidden habitat preference in <i>Moina</i> (Crustacea, Cladocera) revealed by integrative taxonomy. <i>Hydrobiologia</i> 847:857-878. DOI:10.1007/s10750-019-04147-3 ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

平成 31 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	せきね やすひと	提出年月日	令和 2 年 5 月 22 日	
申請者氏名	関根康人			
所属・職名	東京工業大学地球生命研究所・教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☐ 新規 ☒ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	モンゴル南部塩湖群の結氷時における鉱物生成と水-氷-堆積物間元素分配			
研究実施期間	平成 31 年 4 月 1 日～令和年 3 月 31 日			
センター教員	福士圭介			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	関根康人	東京工業大学 地球生命研究 所	教授	総括
	分担者	富士圭介	金沢大学環日 本海域環境研 究センター	准教授	地球化学モデリング
		依田優大	東京大学	博 士 後 期 課程 2 年	鉱物分析・地球化学モデリング
		Gankhurel Baasansuren	金沢大学大学 院自然システ ム学専攻	博 士 後 期 課程 1 年	水試料の分析
		北島卓磨	金沢大学大学 院自然システ ム学専攻	博 士 前 期 課程 1 年	水試料の分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	湖水試料	液体	20	
	分析した試料	湖水試料・氷融解試料	液体	40	

研究目的・期待される成果	地域環境の将来予測には、過去の環境変動の理解が必須である。湖沼には細かい泥や化学物質が連続して堆積するため、湖沼堆積物には過去の環境情報が記録されている。これまでの東アジアで採取された湖沼堆積物を用いて行われた古気候・環境解析では、堆積物中の花粉や生物起源シリカ含有量といった「温暖化」指標を用いた温暖化程度の気候復元が主に行われてきた。一方、寒冷化程度を高感度に復元する研究例は極めて少ない。本研究はモンゴル湖沼堆積物に適用できる「寒冷化」指標を開発することを目的とする。 モンゴルは高緯度地域に位置し年間の大部分は結氷している。湖水の結氷は大気と湖水間の隔絶をもたらすとともに、湖水水質に変化を及ぼし、堆積物の元素・鉱物組成に大きな影響を及ぼすことが予想される。したがって、結氷がもたらす水-氷-堆積物間の化学プロセスを明らかにし、得られた知見を堆積物コア解析に適用することで、寒冷化程度を高感度に復元できる可能性がある。
※申請書に記載した事項を要約して下さい。	
利用・研究実施内容・得られた成果	2018年8月、2019年2月および2020年1月のモンゴル南部バヤンホンゴル県に位置する塩湖であるオルゴイ湖とオログ湖を対象に現地調査を行った。いずれの湖沼も水深1m程度であるが、冬季には湖水の大部分が結氷する。オルゴイ湖は2019年の調査において完全に結氷しており、2020年の調査では湖沼最深部付近において氷層下に湖水の存在が認められた。オログ湖はいずれの観測年も湖沼最深部付近において湖水が認められた。現地において、湖水の温度、pH、電気伝導度、アルカリニティ、溶存酸素濃度、酸化還元電位を測定し、湖水を採取した。採取した湖水試料は現地です過および一部酸固定を行い、金沢大学においてICP-OES および高速液体クロマトグラフィーを用いて主要溶存成分の測定を行った。また現地で採取した湖水を超遠心分離処理し、回収した懸濁物質の鉱物組成の測定を行った。 オログ湖では夏季の湖水のpH 9.3、アルカリニティ 2.3 meq/L、電気伝導度 400 mS/m を示すのに対し、冬季の湖水はpH 8.1、アルカリニティ 200 meq/L、電気伝導度 4000 mS/m を示した。主要成分では夏季と冬季を比較して、ナトリウム、硫酸、塩化物イオンは12-13倍増加、マグネシウムは16倍増加しているのに対し、カルシウムは3倍増加していた。湖水懸濁物の鉱物組成は夏季では粘土鉱物、石英、長石、カルサイト、モノハイドロカルサイト(MHC)の混合物であるのに対し、冬季ではMHCのみが認められた。 ナトリウムや塩化物イオンは化学反応には関与しないコンサバティブな種とみなすと、夏季から冬季にかけて、湖水は凍結により13倍程度濃縮したと計算できる。これに対してカルシウムの増加量は3倍であり、濃縮過程によりカルシウムの大部分は溶液から除去されたと考えられる。冬季の湖水懸濁物はカルシウムを含む炭酸塩鉱物であるMHCが認められた。この結果は、湖水の凍結過程においてMHCが沈殿することによりカルシウムは溶液から除去されたことを示唆する。夏季において懸濁物は集水域から流入した物質を含む様々な鉱物の集合体であり、MHCの寄与は相対的に低い。以上の結果は、MHCは湖沼の結氷時に選択的に湖水より生成する物質であることを示唆している。すなわち、堆積物中におけるMHCの存在は結氷環境のプロキシとなりうる。 モンゴルのウギー湖やフブスグル湖堆積物コアには特定の層準にMHCの濃集が認められている。MHCの生成は湖沼結氷のプロキシであるならば、これらの層準においてフブスグル湖やウギー湖は結氷条件にあったことが推定される。
※1,000字以上で具体的に記述して下さい。	

見込まれる 成果物	本研究より派生した研究成果を、2019 年 10 月に Nature Communications 誌に、2020 年 4 月に MINERALS 誌に報告した。
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ながとごう	提出年月日	令和 1 年 4 月 27 日	
申請者氏名	長門豪			
所属・職名	島根大学、生物資源科学部 環境システム科学系 助教			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☐ 一般共同研究 ☒ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	The examination of the hydroxylated polycyclic aromatic hydrocarbons congeners in the marine and estuary environment			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～ 2020 年 3 月 31 日			
センター教員	本田匡人			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	長門豪	島根大学	助教	分析, サンプルング
	分担者	本田匡人	金沢大学	助教	分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	Hydroxylated PAHs, PAHs	海水	30-40	
	分析した試料	Hydroxylated PAHs	海水	Sampling and analysis is ongoing	
研究目的・ 期待される 成果	Purpose: To understand the ecotoxic effects of PAHs and OHPAHs in aquatic ecosystems, environmental surveys in marine water and habitats are necessary. Therefore, the purpose of this research is to develop a methodology for examining the hydroxylated forms of PAHs (OHPAHs) in the aquatic environment and to apply it to environmental samples. This information will be compared to the biological activity in these waters as PAHs are likely metabolized by microbes into more harmful congeners (viz. their hydroxylated forms) by aquatic microbes. Developing a method for extracting and characterizing the many isomers from the aquatic environment is therefore warranted. This could then be compared to the parent PAHs to provide insight into their degradation and potential toxic risk. Expected results: It is expected that this method will be used to examine OHPAH concentrations in water and sediment samples along the Japan Sea coast as well as in estuary rivers. A particular focus will occur in the Ishikawa region. An examination of an estuary provides information on the extent to which PAHs carried out in urban discharge are transformed as they enter the sea. Furthermore, it is expected that the OHPAH concentration and composition (i.e. isomer differences) will differ depending on the extent and type of biological activity in the water. In this sense, if OHPAHs are indeed as prevalent as suspected, it will provide evidence that PAHs are not simply sequestered and sorbed, but are actively metabolized into more harmful congeners.				

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

利用・研究実
施内容・得ら
れた成果

Results:

A method has been developed using a series of chromatography and solid phase extraction (SPE) optimization experiments. Extractions based on stir bar sorption and C₁₈ SPE were initially explored, but retention of more polar compounds (i.e. the hydroxynaphthalenes) was obtained using HLB-SPE. Further refinements with elution were made for use with water samples. Extraction recoveries were between 30-83% for PAHs between 2 and 3 rings. Chromatography was developed for use for HPLC-fluorescence (FLD) systems but will later incorporate tandem mass spectrometry for confirmation. Preliminary tests were performed on estuary samples taken from Hiroshima city. For example, the results of waters taken from the Tenma river are shown in Figure 1 with some OHPAHs putatively identified, existing at low µg/L concentrations. Of note are the hydroxylated forms of fluorene and phenanthrene, which are oxidized at the most electron dense Confirmation will be performed via LC-MS/MS in collaboration with Kanazawa University. Unidentified peaks may be dihydroxylated forms of these PAHs, which are believed to be more common, though confirmation cannot be done without proper standards. Further sampling excursions are planned for the cities in large estuaries (Fukuoka, Osaka, et cetera).

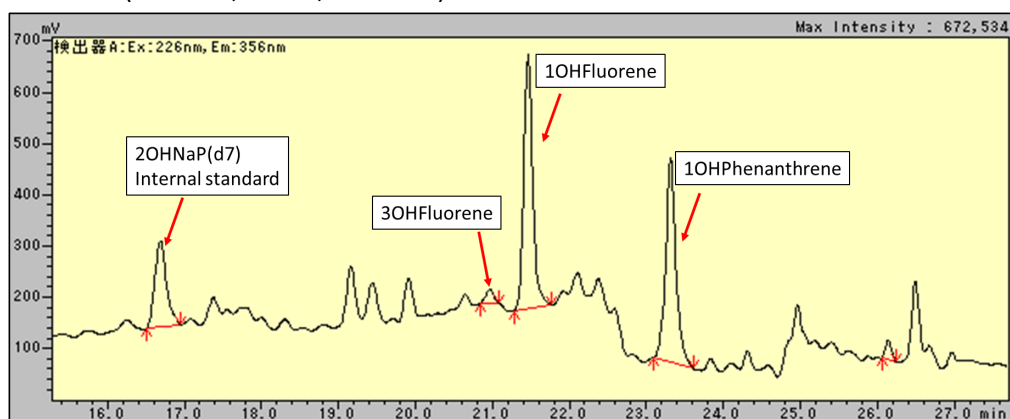


Figure 1. HPLC-FLD spectrum taken from water samples in the Tenma river in Hiroshima city. OHPAHs are putatively identified.

※1,000字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる
成果物

Research on OHPAH concentrations will be an ongoing collaborative effort with Kanazawa University. There are several research avenues that will be explored with several expected deliverables:

- 1) **Estuary and marine water OHPAH concentrations:** A large scale survey of along the Japan Sea coast, as well as in the estuary environments of major Japanese cities is being planned. OHPAHs will be compared to PAHs and biological activity in these environments (using ATP as a proxy). This is expected to comprise the data for a scientific manuscript.
- 2) **Laboratory analyses of the PAH metabolism into OHPAHs:** This will be a separate study to understand sorption kinetics and rates of reaction in response to transformations by cultured microbial colonies and is expected to yield another manuscript.

Research on OHPAHs and environmental microplastics was expected to be presented at the Analytical Symposium for the Junior Researcher in Chugoku-Shikoku Branch 2020, being held in Kochi, June 27, though this is pending an improvement in circumstances.

※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	かわむら きいちろう	提出年月日	令和 2 年 1 月 30 日	
申請者氏名	川村 喜一郎			
所属・職名	山口大学大学院創成科学研究科・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☐ 新規 ☒ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	平成 31 年 4 月 1 日～ 令和 2 年 3 月 31 日			
センター教員	長尾 誠也 教授			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	川村喜一郎	山口大学	准教授	083-933-5750
	分担者	野牧秀隆	海洋研究開発機構	主任研究員	046-866-3811
		小栗一将	海洋研究開発機構	主任技術研究 員	046-866-3811
		高田兵衛	(公財)海洋生物環 境研究所 中央研 究所	主査研究員	03-5225-1161
		井上陸夫	金沢大学	准教授	0761-51-4440
		長尾誠也	金沢大学	教授	0761-51-4440
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	泥	パック詰め(1cm 厚 の円盤状)	1 2 0 個	
	分析した試料	泥	パック詰め(1cm 厚 の円盤状)	3 0 個	
研究目的・ 期待される 成果	ペットボトルやポリタンクなどのプラスチックゴミは、環日本海域に多く漂着し続けている。このような海に漂うプラスチックゴミは、内包する空気や付着物により浮遊しているが、基本的に比重が海水よりも重いため、海底にも堆積していると推測される。では、どの程度、堆積しているのだろうか？海洋研究開発機構ウェブサイトを開覧すると、多くの海底プラスチックゴミが深海底にあることがわかるが、堆積するほとんどのプラスチックは、おそらく細かく砕かれた（もしくはもともと小さい）視認が難しいマイクロプラスチックとなっているだろう。そのようなマイクロプラスチックは、沿岸では報告例があるものの、深海底では Van Cauwenberghe et al. (2013; Environ. Poll.) によって、大西洋と地中海の水深 4000m 以深から初めて報告された。しかし、マイクロプラスチックの日本周辺における分布状況を始めとする太平洋での報告例はない。そこで、本研究では、このような従来調査されていない日本海やそれと比較するための太平洋などの日本近海でのマイクロプラスチックの深海底での分布状況を把握することを目的とする。また、プラスチック生産は 1960 年代から急増していることから、プラスチックを 1960 年の指標、すなわち、示準化石として応用できる可能性についても検討する。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究実施内容・得られた成果	今年度は、以下のことを行った。 1) 日本海試料を分析し、そのマイクロプラスチック分布を明らかにした。これは中野健吾（2020；山口大学卒業論文）として報告された。日本海海底堆積物中のマイクロプラスチックの報告は世界初である。 2) 日本地質学会（山口大会）において、マイクロプラスチックに関するセッションを立ち上げ、磯辺篤彦教授（九州大学）や中嶋亮太博士（JAMSTEC）らを招待し、日本のマイクロプラスチック研究について、地球科学の研究者と現状について、日本で初めて議論した。同時に、川村、中野も発表した。 3) 来年度5月に幕張で開催される JpGU においてマイクロプラスチックセッションを磯辺篤彦（九州大学）、川村喜一郎（山口大学）、土屋正史（JAMSTEC マイクロプラスチック研究グループ長）、岡崎祐典（九州大学；微化石専門）の連名で立ち上げた。 4) 日本で初めてのマイクロプラスチック研究航海として、8月―9月に実施されたよこすかーしんかい6500による「YK19-11 次小笠原沖研究航海」に学生とともに乗船し、マイクロプラスチックの海洋汚染の現状や研究プロセスについて船上で議論した。父島から乗船し、横須賀で下船した。乗船期間中に、台風10号によって千葉県が大規模に被災した。この台風10号の前後で試料を採取しており、今後、台風によるマイクロプラスチック輸送過程について明らかになる。また、小笠原沖でしんかい6500による潜航調査が実施され、マクロ・マイクロプラスチックの深海底での分布状況も世界で初めて明らかになった。
見込まれる成果物	※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。 Kawamura et al. (2020) Tsunami - triggered dispersal and deposition of microplastics in marine environments and their use in dating recent turbidite deposits. Geological Society, London, Special Publications in press, doi:10.1144/SP501-2019-45.（日本周辺での津波によるマイクロプラスチックの輸送の可能性を議論した論文） 中野 健吾・川村喜一郎・野牧秀隆・小栗一将・井上陸夫・長尾誠也（2019）日本周辺の海底堆積物中のマイクロプラスチック分布. 日本地質学会（山口大会），2019 年 9 月 23 日．（日本海のマイクロプラスチック分布の報告） 土屋正史，野牧秀隆，木元克典，中嶋亮太，北橋倫，川村喜一郎ほか（2019）人新世の微化石指標：砂質有孔虫を用いたマイクロプラスチック汚染の実態把握. 日本古生物学会年会講演予稿集，2019 年 6 月 21 日．（微化石を用いたマイクロプラスチック抽出の可能性を議論した発表） 中野謙吾（2020）海底堆積物でのマイクロプラスチック抽出方法とその応用. 山口大学卒業論文． ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	かつみ なおや	提出年月日	令和2年 1月 28日	
申請者氏名	勝見 尚也			
所属・職名	石川県立大学・講師			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019年4月1日 ～ 2020年3月31日			
センター教員	長尾誠也			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	勝見尚也	石川県立大学	講師	研究代表
	分担者	長尾誠也	金沢大学	教授	分析・解析
		松木篤	金沢大学	准教授	分析・解析
		落合伸也	金沢大学	助教	分析・解析
		松中哲也	金沢大学	助教	分析・解析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	土壌	粉体	20	
		河川懸濁物質	粉末	20	
	プラスチック	粉末	50		
	分析した試料	プラスチック	粉末	10	
研究目的・ 期待される 成果	研究目的 マイクロプラスチック(5mm 以下のプラスチック：MP)による海洋汚染は新たに生じた環境問題として注視されている。これらのプラスチックは海洋生物に誤飲されることで、消化管の閉塞や、吸着していた有害物質や可塑剤の体内への移行などが懸念されている。海洋 MP は陸域に発生源があるため、汚染拡大を防ぐためには陸域発生源からのフラックスを明らかにし、各排出源に対して対策を講じることが効果的である。本研究ではこれまで発生源として見逃されてきた農耕地における MP の動態に着目し、(1) 水田からの MP の流出、(2) 水田土壌への MP の蓄積、(3) 海洋への移行実態について明らかにすることを目的とした。 期待される成果 本研究は農耕地における MP の実態を明らかとすることを目的に、(1) 顕微レーザーラマンを用いた土壌中 MP の定量方法の確立と、(2) モニタリングをベースとした農用地における MP の動態解析を行う。これらの課題を遂行することで、MP のシンクおよびソースとしての農耕地の機能性評価、そして、陸域から海域への動態解明に一翼を担うことが期待される。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

被覆肥料由来のマイクロカプセルの環境動態

予備調査の結果、被覆肥料（肥料成分の溶出をコントロールするためプラスチックでコーティングした肥料）の被覆材であるマイクロカプセル（MC）が農耕地や海岸に大量に堆積していた。これら MC の粒径は 2mm 程度であることから、環境中の一次 MP となる。そこで、本研究はまず被覆肥料由来の MC の環境動態に特化した研究を行った。

1. 水田土壌への蓄積：石川県立大学附属農場の水田にて土壌を採取し、1mm より大きい MP を篩を用いて分離し、粒子数を計測した。その結果、水田土壌には被覆肥料由来の MC が 31 – 91 mg/kg、フィルム状やファイバー状の MP が 4～18 個/kg 蓄積していた。本研究サイトにおいて蓄積していた MC の濃度はスイスの氾濫原における土壌中 MP の平均濃度の 10 倍、ドイツの農耕地における MP 濃度の 150 倍に相当し、日本の水田土壌は MP 濃度が極めて高いことが明らかとなった。また、これらの結果を単位面積当たりの濃度に換算すると、 3.3×10^3 個/m² であり、調査圃場にはおよそ 3.3×10^5 個の MC が蓄積していることとなる。

2. 水田からの流出量：次いで、水田の排水口から流出する MC 数を計測した。MC の流出量は代かき直後に急増し、1 週間程度流出が続いた。その後、MC の流出量は減少し、8 月 5 日以降、排水口から MC の流出がなくなった。灌漑期間中に回収された MC 数は、本年度施用した被覆肥料の粒子数の 1 割以下であり、大部分は土壌に蓄積することが明らかになった。さらに、回収された MC のほとんどが昨年以前に施用したものであったことから、肥料成分を溶出し終えた MC は土壌中に 1 年以上蓄積した後、代かきによって水面に浮上し、排水とともに圃場外に流出することことが考えられた。

3. 海岸におけるモニタリング：石川県松任海浜公園において農業用水が流れ込む地点を選定し、定点モニタリングを行った。その結果、海岸に堆積している MP の 6～9 割が被覆肥料由来の MC であり、農業が盛んな地域では農地が主要な発生源となることが明らかとなった。海岸に堆積している MC 量は灌漑期に多く、その中でも 7 月が最も多かった。水田からの流出のピークが 5 月であるため、タイムラグが発生していた。このタイムラグの要因としては、農業用水を介して陸域から海域へ移行する過程で落差工などの人工構造物に一時的にトラップされ、梅雨時期の用水の流量増加によってトラップされていた MC が海洋へ押し流されたことが考えられた。

粒径 1mm 以下の土壌中 MP 分析手法の開発

1mm 以下の微小な MP の情報を得るため、環境試料から MP を分離する手法の検討を行った。まずは、汚泥中の MP の分析に用いられている比重分離法（例えば Hurley et al. 2018）を採用した。本手法の精度を検証するため、市販のポリエチレン製マイクロビーズ（粒径 27～45μm、63～75μm、125～150μm の 3 種類）を用いて添加回収試験を行った。その結果、粒径 125～150μm のマイクロビーズの回収率は 90%以上だったが、粒径 27～45μm および 63～75μm のマイクロビーズの回収率は 50%以下だった。したがって、本手法は粒径が 100μm 以上の MP のみにしか適用できないことが明らかとなった。さらに、ヒマシ油を用いた MP の分離手法（Mani et al. 2019）も試したが、比重分離の時と同様に粒径が 100 μm 以下のマイクロビーズの回収率が 60%と低く、微小な MP を土壌から定量的に分離する手法を確立できなかった。現在、土壌の前処理方法の改良や、マイクロビーズのゼータ電位の測定を行い、回収率が低くなった要因を検討している。

今後、顕微ラマンあるいは顕微 IR を用いて分離した粒子の中から MP を同定する予定である。予備実験として海洋で回収した MP を対象に顕微ラマンによる定性分析を行ったところ、プラスチックに含まれるタルク（鉱物）や着色料による自家蛍光が強く、解析が困難だった。

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる 成果物	学会発表 Takafumi Nakajo, Naoya Katsumi. Examination of an analysis method of microplastic in soils 2019 Joint Seminar on Environmental Ecology and Restoration between Japan and Taiwan Naoya Katsumi, Takasei Kusube, Hiroshi Okochi, Masanori Okazaki. Microplastics used in paddy fields polluting the marine environment. 2019 Joint Seminar on Environmental Ecology and Restoration between Japan and Taiwan 勝見尚也・楠部孝誠・宮里朗夫・松木篤・長尾誠也・大河内博・岡崎正規. 農耕地にお けるマイクロプラスチックの動態解明. 日本土壌肥料学会 勝見尚也・中條隆文・松木篤・長尾誠也・大河内博・岡崎正規. 農耕地におけるマイク ロプラスチックの動態解明：実態把握と分析手法の検討. 環境化学討論会 卒業論文 中條隆文 農耕地から発生するマイクロプラスチックの環境動態 石川県立大学 2019 年度卒業論文
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	かるべ じんいち	提出年月日	令和 2 年 4 月 30 日	
申請者氏名	荻部 甚一			
所属・職名	近畿大学工学部化学生命工学科・講師			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	令和1年 4 月 1 日～ 令和2年 3 月 31 日			
センター教員	長尾誠也、落合伸也			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	苅部甚一	近畿大学工学部化 学生命工学科	講師	082-434-7000
	分担者	長尾誠也	金沢大学環日本海 域環境研究センタ ー	教授	0761-51-4440
		落合伸也	金沢大学環日本海 域環境研究センタ ー	助教	0761-51-4440
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	放射性セシウム (¹³⁷ Cs)	固体（貝殻粉末） もしくは溶液（中 性）	10	
	分析した試料	放射性セシウム (¹³⁷ Cs)	貝殻粉末	4	

研究目的・
期待される
成果

日本の日本海側には多くの原子力発電所がある。2011 年 3 月の福島第一原子力発電所事故のような事態が日本海側で起きた場合、福島の事例と同様に放射性セシウム (Cs) だけでなく、分析法が難しい放射性ストロンチウム (Sr) による日本海沿岸の汚染が生じる可能性がある。このような事態に備え、海水中の放射性 Sr 分析法の簡略化や簡易的な海水中放射性 Sr モニタリング法の確立は必要不可欠である。そこで本研究では、海水中の Sr を一定期間濃縮、蓄積する貝殻を活用した簡易的な放射性 Sr モニタリング法の検討を行う。具体的には、貝殻中の放射性 Sr に加えて放射セシウム (Cs) 分析も行い、これらの性質の異なる 2 つの核種 (放射性 Sr/放射性 Cs) の比を用いることで、海水中の放射性 Sr 濃度変動に加えて放射性 Sr の沿岸域での挙動 (汚染源からの放出、拡散経路等) の変化についても簡易的に把握できるモニタリング法を目指す。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

利用・研究
実施内容・
得られた成
果

令和1年4月17-19日に福井県坂井市、石川県小松市の海岸にて海水および二枚貝（ムラサキイガイ、ムラサキインコガイ）の採集を行った。また、同年8月1日に福島県浪江町の海岸で海水および二枚貝（ムラサキインコガイ）の採集を行った。採集試料（海水および二枚貝の貝殻）の分析結果については、新型コロナウイルスの影響で当初予定していた分析の大部分が行えず、現在までに分析が終了した試料（貝殻）について報告する。放射性Sr（Sr-90）については以下の表1に示した。福井県坂井市の海岸で採取した個体は殻長が1～2cm、4～5cm、5～6cmの個体のすべてで定量下限値以下となった。一方、福島県浪江町で採取した同じサイズの個体では4cm以上の個体でSr-90を検出することができた。福井県に比べて福島県の海岸での貝殻のSr-90濃度が高くなった要因の一つとして、2011年3月に発生した福島第一原子力発電所事故によって海洋中に放出された放射性Sr（Sr-90）が関係していると考えられる。Karube et al. (2016)では、本研究で扱ったムラサキインコガイの軟体部を用いたSr-90モニタリングを東日本太平洋沿岸域で行い、二枚貝の採集地点が福島第一原子力発電所に近いほど、軟体部のSr-90濃度が高いことが明らかになっている。また、2015年の時点で原発事故の影響がみられなくなっていることも指摘されている。貝殻は軟体部とは異なり海水中のSrが蓄積する特性があることから、本研究での貝殻のSr-90濃度は2011年の事故の影響が2019年現在でも貝殻に保持されている可能性が考えられる。また、福島県の海岸で採取した個体の貝殻のSr-90濃度はサイズによって異なっていた。これは、分析した個体の年齢に関係していることが考えられる。小型の個体はごく最近生まれた個体であり、2011年の事故によって放出された放射性Srの濃度が事故前の状況に近くなった海で成長し、逆に、6cmといった大型の個体は、今から数年前、つまり、原発から放出された放射性Srがまだ海水中に色濃く残っていた状況で成長したため、原発事故の影響を受けたSr-90濃度を示したと考えられる。このことを検証するためには、二枚貝と同時に採取した海水のSr-90濃度との比較や分析した個体の年齢の推定などが必要であり、本研究が今後取り組むべき課題である。放射性セシウム（Cs-134、137）は福井県で採取した個体の貝殻（4個体）で不検出となった。この結果、日本海側での現在の海水中の放射性Srおよび放射性Cs濃度水準では、貝殻を使ったこれらの核種のモニタリングは難しいことが分かった。一方で、福島県沿岸海域では福島第一原子力発電所事故の影響もあり放射性Srが貝殻から検出できる状況にある。今後は、福島県で採取した個体の貝殻や海水に含まれる放射性Csについても調べ、本研究の当初の計画にあげた貝殻中の放射性Srと放射性Cs濃度比の利用可能性も検討する必要がある。

参考文献：Karube et al. (2016)：Environ Sci Pollut Res (2016) 23:17095–17104

表1、殻の放射性Sr（Sr-90、Bq/kg）濃度のサイズ別、地点間比較

殻長区分	採集地点	
	福井県坂井市	福島県浪江町
1～2cm以上	<1.0 (n=80) **	<1.3 (n=40) **
4～5cm以上	<5.8	3.5±0.9
	—	3.4±0.9
5～6cm以上	<4.7*	8.4±1.5
	<4.1*	7.2±1.2
6cm以上	—	8.4±0.8

*定量下限値以下

**測定に供した個体数（n）は両地点で異なる。他の値はすべて1個体の分析結果。

※1,000字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる 成果物	R1 年度の当研究室の 4 年生 1 名が本研究に関連した卒業研究「貝殻を用いた海水中の放射性ストロンチウムモニタリング法の検討」を行った。R2 年度も引き続き 4 年生 1 名が本研究に関する卒業研究に取り組む予定である。
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	かえりやまひでき	提出年月日	令和 2 年 4 月 27 日	
申請者氏名	帰山秀樹			
所属・職名	水産研究・教育機構 中央水産研究所・主任研究員			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～2020 年 3 月 31 日			
センター教員	環日本海域環境研究センター 准教授 井上睦夫			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	帰山秀樹	水産研究・教 育機構 中央 水産研究所	主任研究員	前処理および分析
	分担者	井上睦夫	金沢大学環日 本海域環境研 究センター	准教授	ガンマ線測定
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	沈降粒子	乾燥物	約 20	
	分析した試料	沈降粒子	乾燥物	17	

研究目的・
期待される
成果

東電福島第一原発事故により放出された放射性セシウムの日本海への影響は、大気降下あるいは河川を経由した陸域からの流入が挙げられる。前者は事故直後の短時間に限られ、その実態は不明な点が多い。水産機構では事故前の2010年から2年間、日本海盆において係留観測を実施し、事故直後の沈降粒子より ^{134}Cs を検出している。この結果は大気降下により日本海へ降下した放射性セシウムが速やかに下方へ沈降したことを示唆するものの、低濃度かつ減衰の早い ^{134}Cs では沈降過程の詳細を明らかにすることが困難であった。本研究では2011年より福島県沖合において実施した係留観測で得られた沈降粒子の ^{134}Cs を分析し、日本海で得られる知見と比較することで、両海域の海面沈着した放射性セシウムの沈降粒子としての除去過程を明らかにすることを目的とする。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	今年度は福島県沖北太平洋にて 2011 年～2014 年に採集された沈降粒子の ^{134}Cs 濃度を定量した。水産研究・教育機構が 2011 年 7 月より係留観測を実施していた福島県沖のセジメントトラップで得られた沈降粒子試料をゲルマニウム半導体検出器による測定に供し、放射性セシウム (^{134}Cs および ^{137}Cs) 濃度を定量した。本試料は水産研究・教育機構にて事前にゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線測定を実施した 62 試料のうち、^{134}Cs の存在が示唆されるものの微量であるため不検出であった試料および、試料重量が微量で ^{137}Cs も検出不能であった 17 試料である。放射性セシウムの分析は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において行った。 今年度の測定結果より明らかとなったことは以下のとおりである。調査期間を通じ沈降粒子から ^{137}Cs は常に検出され、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で定量された ^{137}Cs 濃度の範囲は 0.003～0.09 Bq/g-dry の範囲にあった。これら福島県沖における沈降粒子の放射性セシウム濃度は昨年度明らかとなった日本海における沈降粒子の放射性セシウム濃度よりも遥かに濃度が高く、福島第一原発事故により放出された放射性セシウムの沈着量（および北太平洋は直接漏洩）の違いを明瞭に表している結果が得られた。 また、昨年度得られた日本海の沈降粒子に含まれる放射性セシウムの分析結果について解析を行い、福島第一原発事故に由来する放射性セシウムが日本海北部へ大気沈着した時期の推定、粒子の沈降速度推定、粒子として海洋内部への放射性セシウムの輸送過程を議論した原著論文を執筆、投稿し査読途中である。
※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる 成果物	日本海における観測結果についてまとめ原著論文として Journal of Environmental Radioactivity へ投稿し、査読中である。
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	たかた ひょうえ	提出年月日	令和 2 年 4 月 13 日	
申請者氏名	高田 兵衛			
所属・職名	福島大学 環境放射能研究所・特任准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☐ 新規 ☒ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～ 2020 年 3 月 31 日			
センター教員	金沢大学環日本海域環境研究センター 井上睦夫			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	高田兵衛	福島大学環境放射 能研究所	特任准教授	024-504-2882
	分担者	井上睦夫	金沢大学環日本海 域環境研究センタ ー	准教授	0761-51-4440
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	河川水 沿岸水	弱酸性 （20L プラスチック容 器）	約 40	
	分析した試料	河川水 沿岸水	弱酸性 （20L プラスチック容 器）	約 10	
研究目的・ 期待される 成果	これまでの継続的な共同研究によって、東西での沿岸海域における放射性 Cs レベルに影響について、 『日本の東海岸側』では同原発からの直接漏洩と、河川流入 『日本の西海岸側』では対馬暖流 であることが分かってきた。 <u>しかしながら、各海域での支配要因について、今後は経年的な調査の積み重ねによって定量的な評価をする必要がある。</u> 本調査は、両沿岸側での放射性 Cs 濃度レベルが異なる支配要因について、これらの影響を定量的に評価することを目的とする。 そこで、両海岸での同事故由来の放射性 Cs の動態や濃度レベルを支配する因子（西海岸側：対馬暖流、東海岸側：同原発からの直接流出及び河川）の影響について、今回は日本海側の沿岸域における放射性 Cs 濃度レベル把握のための石川県における<u>日本海側に注ぐ河川（手取川を中心に）周辺の沿岸調査を行う。</u>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究実 施内容・得ら れた成果	研究実施内容 試料は、石川県の金沢から小松市の沿岸及び手取川下流（塩分が 1 未満）において（2019 年）、試料採取を行った。各測点において、水サンプルを酸洗浄したバケツで収集した。各試料を 20L のポリエチレンバッグに入れ、次に濃硝酸を添加し弱酸性とし、分析まで冷暗所にて保管した。これら試料をポリエチレンバッグに入れ、分析まで冷暗所に保管した。 海水の前処理及び分析は、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において行った。前処理を行った試料を同施設所有の低バックグラウンドゲルマニウム半導体検出器で測定した。また、放射性 Cs である ^{134}Cs および ^{137}Cs の検出下限値は、それぞれ 0.1mBq/L であった。 なお、海水及び海底堆積物試料中の ^{134}Cs および ^{137}Cs 濃度は、採取日及び事故時（平成 23 年 3 月 11 日）に減衰補正した。 得られた成果 海水 海水試料中の ^{137}Cs 濃度が 1.1～1.7mBq/L の範囲（事故時補正值：1.3～2.1mBq/L）であった。また、^{134}Cs 濃度も検出され、その濃度範囲は ND～0.05mBq/L（事故時補正值：ND-0.90mBq/L）であった。一方、手取川は ^{137}Cs ならびに ^{134}Cs も検出未満であったことから、この河川からの影響ではないことは明らかとなった。しかし、沿岸海水では ^{134}Cs が検出されていることから、事故の影響が日本海に確認された。この値は同時期に日本海側の沖合海域において検出された濃度レベル（北海道、新潟、石川、福井、島根県沖合：0.6～0.8mBq/L（事故時補正值））¹⁾と同程度であることから、事故直後、北太平洋の表層に沈着した放射性 Cs のうち一部が、対馬海流によって日本海へと到達し²⁾、それが海岸まで到達したことが明らかとなった。 引用文献 1) 海洋生物環境研究所（2019）.平成 30 年度原子力施設等防災対策等委託費（海洋環境における放射能調査及び総合評価）事業調査報告書。 2) H. Takata, M. Kusakabe, N. Inatomi, T. Ikenoue (2018). Appearances of Fukushima Daiichi nuclear power plant-derived ^{137}Cs in coastal waters around Japan: Results from marine monitoring off nuclear power plants and facilities, 1983-2016. Environmental Science and Technology 52, 2629-2637.
※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる 成果物	原著論文での発表予定（投稿中） Takata, Hyoe; Aono, Tatsuo; Aoyama, Michio; Inoue, Mutsuo; Kaeriyama, Hideki; Suzuki, Shotaro; Tsuruta, Tadahiko; Wada, Toshihiro; Wakiyama, Yoshifumi. Suspended particle-water interactions regulate radiocesium concentrations in the nearshore waters of Fukushima Prefecture. Environmental Science & Technology.
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	くまもと ゆういちろう	提出年月日	令和2年1月29日	
申請者氏名	熊本 雄一郎			
所属・職名	国立研究開発法人海洋研究開発機構・主任技術研究員			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	セシウム 137 を用いた日本海深層水の循環に関する研究			
研究実施期間	2019年4月1日 ～ 2020年3月31日			
センター教員	金沢大学環日本海域環境研究センター 井上睦夫 准教授			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	熊本雄一郎	海洋研究開発 機構	主 任 技 術 研究員	研究統括、海水試料採取
	分担者	荒巻能史	国立環境研究 所	主 任 研 究 員	海水試料採取
		井上睦夫	金沢大学環日 本海域環境研 究センター	准教授	ガンマ線計測
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	放射性セシウム	海水	20	
	分析した試料	放射性セシウム	海水	7	
研究目的・ 期待される 成果	大気中核実験由来の放射性セシウム 137 は、海洋循環を定量的に議論することができる有用なトレーサである。日本海深層水は隣接する北太平洋のそれに比べて溶存酸素濃度が高く、より早い速度でベンチレーションが起っていることが明らかになっている。しかし近年の温暖化の影響によって、そのベンチレーションが停滞している可能性が指摘されている。2001年冬季の深層水形成イベントによって、日本海深層水中の溶存酸素およびセシウム 137 濃度は 2000 年代に有意に増加した。一方で、2010 年代以降溶存酸素濃度は漸減する傾向が確認されており、その後新たなベンチレーションは日本海深層水では起きていないと考えられているが確かではない。2019 年夏季に予定されている「長崎丸」航海に参加し、日本海大和海盆において採取する深層水中のセシウム 137 濃度を測定することで、過去十数年の日本海深層水の形成の有無を検証する。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究実施内容・得られた成果	2019 年 10 月 7 日から 10 日に実施された長崎大学水産部附属練習船「長崎丸」第 40－2 次航海に乗船し、日本海大和海盆の 1 観測点（Station PM5、北緯 37 度 42 分、東経 134 度 43 分、水深 2910m）において、表面（4 m）、100m、500m、1000m、2000m、2500m、2910m の 7 層で、放射性セシウム測定用海水試料（各層 40 リットル）を採取した。実験室に持ち返った海水試料中の溶存放射性セシウム 137 を、リンモリブデン酸アンモニウム（AMP）を使って濃縮した。担体として海水試料に加えて安定セシウム濃度の ICP-MS を使った測定結果から、AMP による放射性セシウムの回収率は約 95% と見積もられた。AMP に濃縮されたセシウム 137 濃度は、現在金沢大学環日本海域環境研究センターの低バックグラウンドゲルマニウム半導体検出器を用いて測定中である。
※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる成果物	現在測定中のセシウム 137 の結果をもとに、過去十数年の日本海深層水の形成について議論する。その成果は、来年度以降学術研究集会において口頭発表を行う予定である。最終的には原著論文として発表する。
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	たぞえ ひろふみ	提出年月日	2020 年 1 月 31 日	
申請者氏名	田副 博文			
所属・職名	弘前大学被ばく医療総合研究所・助教			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究 ☐ 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	ネオジウ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			
研究実施期間	平成31年4月1日～令和2年3月31日			
センター教員	井上 睦夫 准教授			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	田副 博文	弘前大学被ばく医療総合研究所	助教	試料採取・ネオジム分析
	分担者	井上 睦夫	金沢大学環日本海環境研究センター低レベル放射能実験施設	准教授	ラジウム分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
		申請書に記載した試料	海水	溶液	20
		分析した試料	海水	溶液	20
研究目的・期待される成果	日本海に流入する対馬暖流水は黒潮を起源として、東シナ海で硝酸やリン酸などの栄養物質が付加され、水産資源に大きな影響を与えている。そのため、東シナ海や津軽暖流水に沿った物質循環過程を理解することは今後の環境の変化を予測する上でも重要である。希土類元素に属するネオジムの同位体比は供給源となる岩石の年代を反映する。東シナ海では堆積物－海水間の相互作用により大きく変性し、その痕跡をトレースすることが可能な化学トレーサーとなる。また、ラジウム-226 およびラジウム-228 も同様に堆積物を起源として、日本海に広く分布する。また、炭酸カルシウム骨格を形成する生物硬組織には保存的に記録されるため、回遊生物の生活史を解明する手掛かりにもなりえる。この二つのトレーサーを同時に観測することで、日本海におけるより詳細な物質循環過程の解明に取り組む。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	本研究において物質循環の化学トレーサーとして着目するラジウム-226、ラジウム-228 およびネオジウムは、いずれもマンガン酸化物沈殿やこの粒子を担持したフィルター（マンガンファイバー）によって、効率よく濃縮できることが知られている。大量の海水をマンガンファイバーに通水することで分析に必要な大量の海水から両元素を容易に濃縮することが可能である。しかし、海水中に存在する金属元素や船舶の海水供給ラインから混入する鉄分も同時に濃縮する。また、吸着剤として用いるマンガン自体も化学分離操作や計測に妨害となる。そのため、本年度の研究実施内容として化学操作によるネオジウム・ラジウム・鉄および塩類の分離を試みた。弘前大学では非密封のアイソトープを使用できないため、ラジウムそのものを計測することが困難であるため、化学的性質が類似するバリウムをその指標として用いる手法を選択した。 2018年7月から9月に実施されたロシア船舶マルタノフスキー号による Mu-18 研究航海で得られたオホーツク海およびベーリング海の試料を化学分離試験に用いた。乗船前に作成したマンガンファイバーを採水装置に装着し、表面水 30-400 リットルを通水し、海水からラジウムおよびネオジウムを濃縮した。その後、塩酸+過酸化水素混合液を用いて、マンガン酸化物を溶解し、この溶液を回収した。事前の実験ではこれらの溶出液・洗浄液を希釈し、ICP 発光分光分析装置を用いてバリウムを計測したところ、3 回の洗浄操作を実施することで 95%以上のバリウムを回収することが分かっている。これらの溶液はアンモニア水及び濃塩酸を用いて酸濃度を 0.1M に調整した後、陽イオン交換樹脂を充填したカラム（内径 10mm×高さ 7.6cm、樹脂量 6 mL）を用いて陽イオン交換を実施した。ナトリウムやマグネシウムなどの海水主要成分は、陽イオン交換樹脂への分配係数が小さいため、試料溶液の導入中に流出が開始する。一方で、多く共存するマンガンや鉄は分配係数が高いため樹脂への捕捉率が高い。そのため、試料溶液をすべて導入した後、樹脂量の 4 倍の 1.3 M 塩酸溶液を流すことでこれらのカラム中から除去することが可能となった。バリウム（ラジウム）およびネオジウムはさらに高濃度の 6M 塩酸を送液することで回収される。その後、ネオジウムにのみ吸着性を持つ DGA レジンによる固相抽出法によりバリウムとネオジウムの相互分離を行った。バリウムを含む溶液を金沢大学低レベル放射能実験室に送り、ラジウムの計測前処理およびガンマ線計測を実施した。同一航海において共同研究者である井上准教授によってラジウム-226 分析が行われているため、得られた結果を比較することで本分析法の回収率の評価を行う。 ※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。
見込まれる 成果物	本研究におけるネオジウムおよびラジウム同位体の同時分析手法について環境放射能研究会においてポスター発表を行う予定である。また、本研究会のプロシーディングとして成果を発表する。 ベーリング海やオホーツク海における海洋観測は極めて稀であるため、貴重なデータセットになると期待される。ロシア船航海の特集号が企画されており、投稿を計画している。 ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	しち こうじ	提出年月日	令和 2年 5月27日	
申請者氏名	志知 幸治			
所属・職名	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所四国支所 主任研究員			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☐ 新規 ☒ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019年 4月 1日～ 2020年 3月31日			
センター教員	落合 伸也			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	志知 幸治	森林総合研究 所四国支所	主任研究員	花粉分析による森林管理状況復元
	分担者	落合 伸也	金沢大学環日 本海環境研究 センター	助教	放射性核種を用いた堆積年代決定
		酒井 英男	富山大学理工 学研究部（理 学）	名誉教授	磁化分析による土砂流出の検出
		川野 禮矢	富山大学理工 学研究部（理 学）	修士2年	磁化測定および放射能測定
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	湿原、湖底および沿岸 堆積物	泥質	50	
	分析した試料	湿原、湖底および沿岸 堆積物	泥質	20	
研究目的・ 期待される 成果	森林は土砂流出抑制などの公益的機能を有しているが、それを高度に発揮させるためには、洪水等による土砂流出リスクに対応した森林の管理方法を提案する必要がある。そのためには、過去の情報を記録する堆積物から洪水等の土砂流出イベントを検出し、その当時の森林管理状況との関連性を解析することが有効と考えられる。本研究では北陸および東北地方において、湿原、湖沼、沿岸域等の水域に保存されている堆積物を採取し、採取試料の放射性鉛分析、磁化分析および花粉分析を行うことで、流域において土砂流出イベントが生じた年代および要因を明らかにする。それらの結果を古文書の記載、林相図、空中写真等と比較することにより、流域の森林管理状況と土砂流出の関係について考察を行う。環日本海域の多流域において洪水等のイベントを検出し、流域管理との関係を検討することによって、多雪地域における森林や河川などの管理方針の策定に有効な知見を提供できると期待される。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	今年度は秋田県北秋田市の打当川中流域に位置するつぶ沼を対象とし、2018 年に採取した堆積物コア（全長 45cm）の放射性鉛、放射性炭素および花粉分析を行った。低レベル放射能実験施設において、表層から深度 10cm までの試料を用いて大気由来の放射性鉛測定を行った結果、約 1960 年以降からほぼ平均的な速度で堆積しており、その区間では洪水等のイベント堆積物は含まれていないことが明らかになった。続いて、10cm 以深の 3 深度から発見された植物片を用いて放射性炭素測定を行った結果、採取コアは過去約 1000 年間の流域情報を含んでいることが示された。堆積物コアの花粉分析を行った結果、打当川流域の植生は 11 世紀以降からブナが最も優占していたが、18 世紀初頭から減少を開始し、代わってイネ科、ヨモギ属などの草本類が増加したことが明らかになった。また、コナラ属コナラ亜属は 19 世紀初頭から増加を開始し、スギは 1940 年代以降に急激に増加した。 花粉分析等により示された打当川流域の環境変遷と古文書等に示された流域に関する記述を比較したところ、18～19 世紀のブナ、コナラ亜属および草本類の増減は、流域の下流に位置する阿仁銅山の運営と大きく関係することが明らかになった。つまり、薪炭材として使用されたブナは阿仁銅山の採掘量が増加するにつれて減少し、薪炭材の不足を補うためにミズナラ等の植林が推進された結果としてコナラ亜属が増加したことが推測された。また、草本類の増加はブナ等の伐採に伴う草地の増加を意味すると考えられる。一方、1940 年代以降から現在までのスギの増加は、打当川流域を含む旧荒瀬村国有林における針葉樹人工林面積の推移とよく対応していたことが林相図を用いた解析から明らかになった。放射性鉛分析による土砂流出イベントが検出されなかった 1960 年代以降では、打当川流域における大規模な土砂災害の発生に関する報告は見当たらなかった。 このように、堆積物の放射性鉛や花粉の測定結果と古文書等の文献に基づく比較によって、流域において過去の環境変遷が生じた要因を詳細に推定できることが示された。つぶ沼の堆積物では表層部分においてイベント層は含まれていなかったが、伐採が盛んに行われたと考えられる 18～19 世紀には土砂流出が生じた可能性がある。今後は、これまでに分析を行った七尾西湾およびつぶ沼における解析を進め、洪水等のイベント堆積物の検出精度を向上させると共に、流域ごとの土砂流出リスクを判定し、森林管理手法の提案につなげていく必要がある。 ※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。
見込まれる 成果物	○学会発表 志知幸治・落合伸也・酒井英男（2019）石川県七尾地域の過去 100 年間の環境変化と洪水イベントが花粉組成に及ぼす影響．日本花粉学会大会講演要旨集 60，64. 志知幸治・落合伸也・酒井英男（2019）七尾湾堆積物の放射性鉛，花粉および磁化測定に基づく洪水時における熊木川流域からの土砂流出．汽水域研究会大会講演要旨集 11，22. ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	なら ふみこ	提出年月日	令和 2 年 4 月 3 日	
申請者氏名	奈良 郁子			
所属・職名	中京大学・非常勤講師			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～ 2020 年 3 月 31 日			
センター教員	環日本海域環境研究センター 助教 松中哲也			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	奈良 郁子	中京大学	非常勤講師	湖底堆積物の化学分析
	分担者	松中 哲也	金沢大学	助教	湖底堆積物放射能測定
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	湖底堆積物	プラスチックケース 内に圧縮した乾燥堆 積物をビニール袋で 密封した状態	20	
	分析した試料	湖底堆積物	プラスチックケース 内に圧縮した乾燥堆 積物をビニール袋で 密封した状態	19	
研究目的・ 期待される 成果	低レベル放射能実験施設所有の Ge 半導体検出器を用いたチベット・プマユムツォ湖表層湖底堆積物の放射年代(Pb-210)測定により、表層堆積物の正確な堆積速度および堆積年代が明らかにされつつある。また、堆積物の粒度組成や無機元素を古気候プロキシとして用い、環日本海の気候に影響を及ぼしてきた完新世後期におけるモンスーン活動の復元を進めている。2019 年度は、さらに小川原湖（青森県東北町）湖底堆積物の高精度年代モデルの構築に取り組む。海跡湖である小川原湖の湖底堆積物には、湖の形成時期、および海水準変動によって引き起こされた湖内環境変動が記録されていると考えられる。完新世後期における海水準変動期の正確な復元は、日本海における海洋循環システム変動、およびそれが与える環境影響を議論する上で非常に重要である。本研究では、湖底堆積物の放射年代測定および古気候プロキシから、東アジア地域における完新世後期における環境変動の解明に取り組む。 Ge 半導体検出器を用いた小川原湖表層堆積物の年代および堆積速度の精密決定、および放射性炭素(C-14)を用いた年代測定を併せることにより、過去約 2000 年間の小川原湖の堆積年代を正確に決定できる。これにより、小川原湖の形成年代を明らかにすることが期待でき、過去 2000 年における海水準変動史を復元することが期待できる。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	本研究では、表層堆積物の正確な堆積年代および堆積速度を明らかにすることを目的とし、金沢大学低レベル放射能実験施設に設置された Ge 半導体検出器を用いて、2012 年に小川原湖北部において採取された柱状湖底堆積物(堆積物試料名: OG12-2、堆積物長さ: 280 cm)の、表層堆積物(表層から堆積深度 20cm まで)の Pb-210 および Cs-137 測定を行った。小川原湖は太平洋に隣接した湖であり、この湖の変動史を明らかにすることは、海水準変動を理解することに繋がる。Pb-210 は最表層から堆積深度 12cm まで、堆積深度に対して直線的な減衰を示し、小川原湖の最表層堆積物の堆積深度が一定(0.165 cm/yr)であることがわかった。一方、Cs-137 測定では、堆積物中から明瞭なボムピークを得ることはできず、Pb-210 および C-137 年代測定を併せた正確な堆積年代の決定には至らなかった。 本研究で用いた堆積物試料(OG12-2)から、堆積深度 28 - 29 cm、62 - 63 cm および 104 - 105 cm から植物片が発見された。また、堆積物の深度 71-72 cm 層および 77-79 cm 層において、テフラ層が発見された。屈折率および鉱物組成結果から、これらのテフラはそれぞれ、白頭山噴火火山灰である B-Tm テフラ(白頭山-苦小牧火山灰、噴火年代 946 年)、および十和田カルデラに由来する To-a テフラ(十和田 a 火山灰)と同定された。植物片の放射性炭素(C-14)年代測定結果は堆積深度に対して直線性を示し、Pb-210 測定結果と併せて、OG12-2 堆積物試料の堆積速度が過去約 2200 年間一定であることを示した。さらに、B-Tm 層の上下(堆積物深度約 30 - 100 cm)から採取した植物片の放射性炭素年代は、白頭山噴火年代と整合的であった。このことは、Pb-210 および植物片 C-14 年代測定により得られた OG12-2 堆積物試料の年代は、高い精度を持って決定されたとと言える。これに対して、全有機態炭素(TOC: total organic carbon)による C-14 年代値は、表層堆積物で約 800 cal BP であり、堆積物深度約 30 - 100 cm においても植物片と比べ数百年以上古い値を示した。この結果は、湖周辺の集水域からの古い年代値を持つ有機物の混入によるものと推察される。蛍光 X 線分析装置を用いた OG12-2 堆積物試料の無機元素分析から、海塩起源物質である臭素(Br)が約 2,000 年 cal BP より堆積物中から急激に減少していることがわかった。この Br の変動は、海水準の低下によって小川原湖への淡水の流入量が相対的に増加したため、Br が減少したことを示唆している。このことから、小川原湖の汽水湖化は、約 2,000cal BP ごろに始まったと考えられる。この時代に対応した海水準を低下させる気候変動の記録はなく、気候変動よりもアイソスタティックな変動により海水準低下が起きたと予測される。 ※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。
見込まれる 成果物	見込まれる原書論文 本研究成果を、Radiocarbon に投稿する予定である。 原書論文以外による発表 奈良郁子(1 番目)、松中哲也、他 3 名、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. JAMS シンポジウムプロシーディング, 印刷中。 口頭発表など 奈良郁子(1 番目)、松中哲也、他 5 名、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. 第 84 回日本陸水学会(金沢、2019、9 月)。 奈良郁子(1 番目)、松中哲也、他 3 名、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(東京、2018、12 月)口頭。 ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ささ きみかず	提出年月日	令和 2 年 1 月 31 日	
申請者氏名	笹 公和			
所属・職名	筑波大学 研究基盤総合研究センター応用加速器部門・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☒ 一般共同研究 ☐ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☐ 単年 ☒ 複数年(2年)	☐ 新規 ☒ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	平成 31 年 4 月 1 日～令和 2 年 3 月 31 日			
センター教員	松中 哲也			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	笹 公和	筑波大学	准教授	研究総括、加速器質量分析の高度化
	分担者	松中 哲也	金沢大学	助教	降水・海水中 ^{137}Cs ・ ^{129}I の前処理・測定
		末木 啓介	筑波大学	教授	降水・海水中 ^{36}Cl の測定
		松村 万寿美	筑波大学	技術職員	降水・海水中 ^{129}I の前処理
		落合 悠太	筑波大学	修士 2 年	降水・海水中 ^{36}Cl の前処理・測定
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	降水	降水中の ^{137}Cs を吸 着させたリンモリ ブデン酸アンモニ ウムをビニール袋 で密封した状態	10	
	分析した試料	降水	降水中の ^{137}Cs を吸 着させたリンモリ ブデン酸アンモニ ウムをビニール袋 で密封した状態	7	
研究目的・ 期待される 成果	<u>研究の目的</u> 近年の地球温暖化に対する日本海の表層・深層循環の変化を検知することは、気候変動に対する海洋循環の応答性を予測する上で重要である。越境汚染の 1 つであり主に核活動に起因する ^{129}I ($T_{1/2}$: 1,570 万年) と ^{137}Cs ($T_{1/2}$: 30.1 年)、および宇宙線生成核種の ^{36}Cl ($T_{1/2}$: 30.1 万年) について、日本海と太平洋における降下量変動と挙動を評価し、海洋循環トレーサーとしての適応性を検討することが本研究の目的である。 <u>研究の特色</u> 研究例が少ない日本海におけるハロゲン元素の ^{129}I と ^{36}Cl について降下量の季節変動を太平洋と比較して評価すること、放射能比 ($^{129}\text{I}/^{137}\text{Cs}$ と $^{36}\text{Cl}/^{137}\text{Cs}$) を用いてそれらの起源を推定することが特色である。 <u>期待できる成果</u> 日本海域における新たな海洋循環トレーサーの確立が期待される。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	<u>利用・研究実施内容</u> 2017-2019 年にかけて、日本海側（能美市・金沢大学低レベル放射能実験施設）と太平洋側（つくば市・筑波大学応用加速器部門）で毎月降水を採取した。2017-2019 年の国内研究機関の調査航海（蒼鷹丸：2017 年 7 月、2018 年 7 月、2019 年 7 月、おしよる丸：2019 年、及び鶴洋丸：2018 年 4 月）において、日本海の対馬海流域とリマン海流域にわたる 11 地点（北緯 38-46°、東経 135-141°）、及び東シナ海の黒潮流域である長崎沖の 7 地点で表層海水（1 L）を採取した。また、日本海盆・大和海盆において、鉛直方向に水深 3,000-3,500m まで採水を実施した。¹²⁹I の試料前処理は、低レベル放射能実験施設で以下の様に実施した。0.45 μm 孔径のフィルターでろ過した降水・海水（0.5 L）に対し、1 mg の ¹²⁷I キャリア（Woodward iodine, ¹²⁹I/¹²⁷I: 1×10⁻¹⁴）を加えて同位体希釈を行った後、ヨウ素を溶媒抽出・逆抽出で精製し、硝酸銀を添加してヨウ化銀ターゲットを作製した。応用加速器部門の加速器質量分析装置でターゲットの ¹²⁹I/¹²⁷I 比を測定し、Purdue 1 (¹²⁹I/¹²⁷I: 8.38×10⁻¹²) を標準として規格化した。ICP-MS を用いて試料の ¹²⁷I 濃度を測定した後、¹²⁹I 濃度を算出した。一方、³⁶Cl の試料前処理は、応用加速器部門で以下の様に実施した。0.22 μm 孔径のフィルターでろ過した降水に対し、塩素を陰イオン交換樹脂で精製した後、硝酸銀を添加して塩化銀ターゲットを作製した。応用加速器部門の加速器質量分析装置でターゲットの ³⁶Cl/³⁵Cl 比を測定し、KNC15 (³⁶Cl/³⁵Cl: 5.0×10⁻¹³) を標準として規格化した。イオンクロマトグラフを用いて試料の Cl 濃度を測定した後、³⁶Cl 濃度を算出した。また、降水の ¹³⁷Cs は、低レベル放射能実験施設で前処理を実施した後、Ge 半導体検出器で測定した。特に、日本海側と太平洋側における降水中の ¹²⁹I と ³⁶Cl の変動、及び日本海における ¹²⁹I の動態について解析した。 <u>得られた成果</u> 2017 年 7 月から 2018 年 6 月までの降水中 ¹²⁹I 濃度は、日本海側（能美市）で 18.3-326 nBq L⁻¹（平均 129 nBq L⁻¹）、および太平洋側（つくば市）で 74.9-223 nBq L⁻¹（平均 134 nBq L⁻¹）の間で変動した。降水中の ¹²⁹I 濃度は、日本海側において冬季に高くなる傾向が認められた。一方、降水中 ³⁶Cl 濃度は、日本海側で 8.8-192 nBq L⁻¹、および太平洋側（つくば市）で 11-148 nBq L⁻¹ の間で変動した。降水中の ³⁶Cl 濃度は、日本海において冬季に上昇するのに対し、太平洋側では春季に上昇した。日本海側では冬季に北西モンスーンによって高緯度域からの ¹²⁹I と ³⁶Cl の供給が多くなり、太平洋側では春季に対流圏界面の破れによって成層圏に滞留していた ³⁶Cl が多く供給された可能性が考えられる。 日本海における表層水中の ¹²⁹I 濃度は、17.8-25.1 nBq L⁻¹ の間で分布した。また、対馬海流の起源の 1 つである黒潮系海水の ¹²⁹I 濃度は、15.1-16.2 nBq L⁻¹ と低かった。東シナ海と日本海における ¹²⁹I 濃度は、塩分と負の相関関係（R² = 0.94, n = 18）にあった。今回観測した日本海における表層水中の ¹²⁹I 濃度は、主として東シナ海からの黒潮系海水を含む対馬海流と高緯度からのリマン海流に由来する水塊の混合によって決まっていると考えられる。従って、日本海における ¹²⁹I の水平分布から、主に対馬海流とリマン海流に由来する水塊混合に関する情報を得ることができる。一方、海水の ³⁶Cl 測定に向けて、³⁶Cl/³⁵Cl 比が 10⁻¹⁵ レベル以下の加速器質量分析法が必要であり、更なる装置開発が必要であることが分かった。 これまでの結果を 2 年間で国内外の学会などに 8 件発表すると共に、原書論文 2 件（投稿中 1 件、準備中 1 件）、報告書 4 件、及び修士論文 1 件にまとめた。今後、日本海における ¹²⁹I 鉛直分布の観測を増やし、日本海における ¹²⁹I の深層循環トレーサーとしての利用性について理解を進める予定である。
--	---

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる 成果物	見込まれる原著論文 1. <u>Matsumura, M.</u>, <u>Sasa, K.</u>, <u>Matsunaka, T.</u>, <u>Sueki, K.</u>, Takahashi, T., Matsuzaki, H., Assessing the effect of laboratory environment on sample contamination for I-129 accelerator mass spectrometry, Analytical Sciences (in review, minor revision). 2. <u>Ochiai, Y.</u>, <u>Sasa, K.</u>, Tosaki, Y., <u>Matsunaka, T.</u>, Takahashi, T., <u>Matsumura, M.</u>, <u>Sueki, K.</u>, An evaluation of the atmospheric Chlorine-36 fallout released from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident at Tsukuba, Japan, Geochemical Journal (in preparation). 原著論文以外による発表 1. <u>Sasa, K.</u>, Takahashi, T., Takano, K., <u>Ochiai, Y.</u>, Ota, Y., <u>Matsumura, M.</u>, <u>Matsunaka, T.</u>, Sakaguchi, A., <u>Sueki, K.</u>, 2019, Performance report of the Tsukuba 6 MV multi-nuclide AMS system in fiscal 2018, UTTAC ANNUAL REPORT 2018, UTTAC-88, 13-14. 2. <u>Ochiai, Y.</u>, <u>Sasa, K.</u>, Tosaki, Y., Takahashi, T., <u>Matsumura, M.</u>, Takano, K., Ota, Y., <u>Sueki, K.</u>, 2019, Measurements of cosmogenic ^{10}Be and ^{36}Cl in precipitation during 2015-2016, UTTAC ANNUAL REPORT 2018, UTTAC-88, 19-20. 3. <u>Matsunaka, T.</u>, Nagao, S., Inoue, M., Ochiai, S., Morita, T., Miki, S., Honda, N., Aramaki, T., Kudo, I., Takikawa, T., <u>Sueki, K.</u>, Takahashi, T., <u>Sasa, K.</u>, 2019, Anthropogenic iodine-129 in the Japan Sea and Okhotsk Sea during 2017-2018, UTTAC ANNUAL REPORT 2018, UTTAC-88, 25-26. 口頭発表 1. <u>Sasa, K.</u>, Takahashi, T., <u>Matsumura, M.</u>, <u>Ochiai, Y.</u>, <u>Matsunaka, T.</u>, Sakaguchi, A., Shen, H., <u>Sueki, K.</u>, 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, December 2-6 2019. 2. <u>Ochiai, Y.</u>, <u>Sasa, K.</u>, Tosaki, Y., Takahashi, T., <u>Matsumura, M.</u>, <u>Sueki, K.</u>, Variation of Beryllium-10 and Chlorine-36 deposition flux at Tsukuba, Japan. The 8th East Asia Accelerator Mass Spectrometry Symposium, Nagoya, Japan, December 2-6 2019. 3. <u>落合悠太</u>, <u>笹公和</u>, <u>高橋努</u>, <u>松村万寿美</u>, <u>末木啓介</u>, 加速器質量分析法を用いた塩素 36 測定における低バックグラウンド検出手法の開発, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 札幌, 2019. 9. 18-21. 4. <u>Ochiai, Y.</u>, <u>Sasa, K.</u>, Tosaki, Y., Takahashi, T., <u>Matsumura, M.</u>, <u>Sueki, K.</u>, Variation of Chlorine-36 deposition flux in precipitation at Tsukuba, Japan. 5th International Conference on Environmental Radioactivity, Prague, Czech Rep., September 8-13 2019. 修士論文 1. <u>落合悠太</u>, 宇宙線強度変動が降水中の宇宙線生成核種 Be-10 および Cl-36 へ与える影響の評価、筑波大学数理工学物質科学研究科、2020 年。
	※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	はなづか まさふみ	提出年月日	令和2年1月31日	
申請者氏名	花塚 真史			
所属・職名	神奈川大学大学院理学研究科理学専攻生物科学領域博士後期課程2年			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☐ 一般共同研究 ☒ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☐ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☒ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	日本海のホッコクアカエビにおける卵成熟に関する研究			
研究実施期間	2019年 4月 1日～2020年 3月31日			
センター教員	鈴木 信雄			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	花塚真史	神奈川大学	博士後期課 程 2 年	RPCH の精製および構造決定
	分担者	大平剛	神奈川大学	教授	RPCH の化学合成
		鈴木信雄	金沢大学	教授	ホッコクアカエビのサンプリング
		亀井宏泰	金沢大学	助教	ホッコクアカエビのサンプリング
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
		申請書に記載 した試料	ホッコクアカエビ	サイナス腺	200 個体
		分析した試料	ホッコクアカエビ	サイナス腺	200 個体
研究目的・ 期待される 成果	日本海域で盛んに漁獲されているホッコクアカエビは、資源水準を維持する為の対策が取られているが、漁獲高の安定化には至っていない。資源水準の維持と漁獲高の維持を両立するためには、ホッコクアカエビの種苗生産技術の開発が必要である。種苗生産技術の開発するためには、ホッコクアカエビの成熟制御機構の解明が不可欠である。しかしながら、現在までに、その制御機構の解明には至っていない。最近、申請者の研究グループは、体色を制御するホルモンが、クルマエビの卵成熟に関与している可能性を示唆する結果を得た。これまで、誰も注目してこなかったホルモンがホッコクアカエビの卵成熟も制御している可能性が高い。そこで本研究では、ホッコクアカエビのサイナス腺から赤色色素凝集ホルモン（RPCH）を精製し、構造決定することを第一の目的とした。そして、ホッコクアカエビの RPCH を化学合成し、それをホッコクアカエビに投与することで、RPCH の生理機能を明らかにすることを第二の目的とした。 RPCH は赤色色素胞内の赤色色素を凝集させる活性を持つため、RPCH を投与するとホッコクアカエビの体色は白色化すると考えられる。すなわち、RPCH の投与量や投与間隔は、体色を観察することで調節できる。そのため、ホッコクアカエビはクルマエビよりも生体内での RPCH の生理機能を解析する実験動物として優れている。この点が本研究の特色と言える。ホッコクアカエビに成熟を誘導するための人為的な条件を実験室レベルで調べるのが可能になれば、ホッコクアカエビの資源量向上に向けた種苗生産技術の開発に繋がる。 ※申請書に記載した事項を要約して下さい。				

利用・研究実施内容・得られた成果	甲殻類の成熟を抑制的に制御するペプチドホルモンとして卵黄形成抑制ホルモンが同定されているのに対し、成熟を促進するペプチドホルモンは未だ不明なままである。しかし、マダコの生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン（GnRH）やヤツメウナギの GnRH をクルマエビ科のバナメイやウシエビに投与すると卵成熟が促進された。また、マダコの GnRH をホッコクアカエビに投与すると、ホッコクアカエビの体色が明色化した。この結果は、マダコの GnRH がホッコクアカエビの赤色色素凝集ホルモン（RPCH）受容体に結合したことを示している。RPCH は体色調節作用のみ報告されており、成熟には関与しないと考えられてきた。しかし、クルマエビとホッコクアカエビの実験結果より、RPCH は甲殻類の成熟を制御していると考えられる。そこで本研究では、ホッコクアカエビのサイナス腺から RPCH を精製し、一次構造を決定することを目的とした。 ホッコクアカエビのサイナス腺を実体顕微鏡下で摘出し、サイナス腺に含まれるペプチドを抽出した。そして、ホッコクアカエビ RPCH を 2 段階の逆相 HPLC で精製した。次に、ホッコクアカエビ RPCH を N 末端アミノ酸配列解析に供したが、アミノ酸配列は得られなかった。そのため、ホッコクアカエビ RPCH の N 末端はブロックされていると考えられた。そこで、Pfu Pyroglutamate Aminopeptidase 消化により、N 末端のピログルタミン酸を切断した。消化産物を N 末端アミノ酸配列解析に供した結果、LNFSPGW の 7 残基のアミノ酸配列を決定することができた。また、消化産物の質量分析を行ったところ、C 末端はアミド化されていると考えられた。これら全ての結果より、ホッコクアカエビ RPCH の一次構造は、pQLNFSPGWamide と考えられた。次に、Fmoc (Fluorenyl-methOxy-Carbonyl) 基を保護基に用いたペプチド固相合成法を用いて、ホッコクアカエビ RPCH を化学合成した。10 ng の化学合成 RPCH をホッコクアカエビに注射した結果、注射後 15 分後には体色が白色化した。その効果は、注射後 2 時間まで継続した。 今後、化学合成 RPCH を未成熟なホッコクアカエビに投与し、ホッコクアカエビの成熟を促進するかどうかを調べる。促進活性が観察された場合、ホッコクアカエビを成熟させるための最適条件を検討する。
見込まれる成果物	※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。 原著論文 Masafumi Hanazuka, Toshiyuki Terasawa, Shozo Ogiso, Nobuo Suzuki, Tsuyoshi Ohira (2020) Purification and structural determination of red pigment concentrating hormone from the northern pink shrimp <i>Pandalus eous</i>. Comp. Biochem. Physiol. B Biochem. Mol. Biol. (in preparation) 口頭発表 花塚真史、亀井宏泰、片山秀和、大平剛 「クルマエビ赤色色素凝集ホルモン受容体のリガンド特異性の解析」 第 19 回日本蛋白質科学会年会 2019 年 6 月 24 日～26 日、神戸国際会議場、神戸国際展示場 ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	なかやま さとし	提出年月日	令和2年4月30日	
申請者氏名	中山 理			
所属・職名	千葉大学大学院 融合理工学府 生物学コース・博士後期課程3年			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☐ 一般共同研究 ☒ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	海産無脊椎動物における PAH 認識機構の研究			
研究実施期間	平成31年4月1日～ 令和2年3月31日			
センター教員	関口俊男			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	中山 理	千葉大学大学 院融合理工学 府	博士後期課 程 3 年	サンプル採集・遺伝子発現解析
	分担者	関口俊男	金沢大学環日 本海域環境研 究センター	助教	レポーター解析
		小笠原道生	千葉大学大学 院理学研究院	准教授	研究指導
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
		申請書に記載 した試料			
		分析した試料			
研究目的・ 期待される 成果	研究の目的：本申請では、海産無脊椎動物のモデルとしてカタユウレイボヤを用い、毒物センサーとして知られている pregnane X receptor (PXR) の PAH との応答性検証と、ホヤにおける PXR の機能解明を行う。これまで PXR は、脊椎動物において、様々な化学物質に応答し、P450 ファミリーの毒物代謝酵素を誘導することが知られている。脊椎動物における PAH の受容体である Ahr は、無脊椎動物では化学物質に応答しないという報告が多く、PAH 受容体としての役割は疑問視されている。そこで本研究では、PAH と PXR の応答性と、PXR の生体内での発現状況や PAH 投与による発現変動を解析する。 研究の特色：本研究では、カタユウレイボヤを用いる点が特色である。カタユウレイボヤの属する尾索類は、系統学的に脊椎動物に最も近縁な無脊椎動物であり、脊椎動物との比較研究において有用な動物群である。実験的にもカタユウレイボヤは透明で観察しやすく、ゲノム編集による遺伝子破壊も可能であり海産無脊椎動物として稀有な遺伝子機能を解析できるモデル動物である。 期待される成果：本研究により、(1)<u>海産無脊椎動物の PAH の受容体が世界で初めて明らかになる</u>。(2)様々な海産無脊椎動物で PXR の機能を調べ、構造活性相関を研究することで、<u>動物種により応答する PAH が異なる点が理論的に説明可能となる</u>。(3)さらにデータを蓄積し情報学的な研究をすることで、日本海域に生息する海産無脊椎動物への PAH の影響予測も可能となるだろう。 ※申請書に記載した事項を要約して下さい。				

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	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 (<i>Ciona intestinalis</i>) を用い、PAH 受容体の探索を行っている。本申請では、受容体の候補として、pregnane X receptor (PXR)に着目した。脊椎動物において、PXR は肝臓に発現し、毒物や汚染物質に応答、代謝酵素であるチトクローム P450 family 3 (CYP3)遺伝子を誘導する。また脊椎動物 PXR が PAH 類に応答することも報告されている。一方、カタユウレイボヤにおいては、PXR が 2 種類 (PXRα,β) 存在することが既に報告されている。そこで、カタユウレイボヤゲノムからこれらの遺伝子を探索した結果、報告通り PXR ホモログを 2 つ検出した。さらに PXR の下流の候補遺伝子として、CYP3 のホモログ遺伝子の 4 つの cDNA クローンを同定した。これらは全てホヤ胚を混合したライブラリーから得られたものであるので、少なくとも CYP3 ホモログが胚発生の間に発現していることが明らかになった。続いて、PXR について分子系統解析を行った結果、ホヤ PXRα と β は、脊椎動物 PXR のオルソログであることを確認した。さらにホヤ PXRα と β は、脊椎動物 PXR、vitamin D receptor、constitutive androstane receptor のアウトグループに属し、これらの核内受容体の共通祖先であることが示唆された。続いて、PXR の発現解析を行った。EST 情報を検索した結果、PXRα は、初期胚、幼生で発現していることが明らかになった。一方、PXRβ の EST 情報は登録されていなかった。さらに幼若体における PXR の発現を RT-PCR 法で検討した。その結果、PXRα mRNA は、幼若体で発現していることを確認した。しかしながら PXRβ mRNA は発現を確認できなかった。さらに PXRα 遺伝子の幼若体における局在を Whole mount <i>in situ</i> hybridization (WISH) 法で解析した。WISH の結果、PXRα mRNA は消化管、血球の一部、鰓孔、神経複合体などで局在が認められた。消化管や鰓は、外界と接する器官である。PXR は、これらの器官で、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、血球での機能や神経機能など幅広い働きを持つと考えられる。今後は、成体の組織を用い、PXRα の発現する細胞の種類をより詳しく解析すると共に、PXRβ の発現するステージを再検討する予定である。 ※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。
見込まれる 成果物	<u>Sekiguchi T</u>, Akitaya H, <u>Nakayama S</u>, Yazawa T, <u>Ogasawara M</u>, Suzuki N, Hayakawa K, Wada S., 2020, Effect of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons on Development of the Ascidian <i>Ciona intestinalis</i> Type A. Int J Environ Res Public Health. 17:1340.査読有 Nishikawa A, Hanashima A, <u>Nakayama S</u>, <u>Ogasawara M</u>, Kimura S., 2019, Transcripts of the nebulin gene from <i>Ciona</i> heart and their implications for the evolution of nebulin family genes. Gene. 716:144036. 査読有 <u>Nakayama S</u>, <u>Sekiguchi T</u>, <u>Ogasawara M</u>., 2019, Molecular and evolutionary aspects of the protochordate digestive system. Cell Tissue Res. 377:309-320. 査読有 ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ふくだ しょうま	提出年月日	令和2年1月31日	
申請者氏名	福田 将真			
所属・職名	京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻 博士後期課程3年			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☐ 一般共同研究 ☒ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☐ 新規 ☒ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	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			
研究実施期間	2019年4月1日～2020年3月31日			
センター教員	長谷部 徳子 教授			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	福田将真	京都大学	博士後期課 程 3 年	年代測定
	分担者	田上高広	京都大学	教授	年代測定
		末岡茂	JAEA	研究員	年代測定
		長谷部徳子	金沢大学	教授	年代測定
		梶田侑弥	京都大学	修士課程 1 年	年代測定
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	ウラン含有鉱物	マウント（樹脂に鉱 物粒子を並べて埋め 込んだもの；約 2 cm 四方）	10～20を予定	
	分析した試料	同上	同上	10	
研究目的・ 期待される 成果	東北日本弧は、日本海を背弧海盆とする島弧であり、その隆起・削剥史の解明は、日本海形成以降のテクトニクスはもちろん、環日本海域の地震・火山活動などの自然災害や地殻変動を理解する上で重要な役割を担う。本研究では、東北日本弧に分布する白亜紀後期～古第三紀の花崗岩類の年代測定および熱史逆解析によって、東北日本弧の山地の隆起・削剥史の推定を試みる。近年国内では、中部日本を中心に熱年代学的手法による山地隆起・削剥史の推定は盛んにおこなわれてきたが、東北日本弧においてはほとんど前例がなく、特に最近可能になった熱史逆解析により、島弧山地の隆起開始時期や隆起形態を推定できる可能性がある。本研究成果は日本海域の形成・島弧山地の形成に関する理解をすすめるだけでなく、地殻物質の日本海への移送による海域の環境影響への知見をもたらすことが期待される。 前年度までの成果として、東北日本弧南部の日本海側の山地（飯豊・朝日山地）の最終冷却開始時期は 3～1 Ma 程度で、削剥速度も 0.1～1.0 mm/yr 程度と比較的大きい削剥速度を持つことが明らかになってきた。これは、第四紀に入って急激に隆起を開始した可能性を示唆する結果であり、従来の研究から推定されていたテクトニクスモデルを再検討する必要性を初めて指摘した。したがって、日本海域への土砂の流入量もこの時期を境に増加した可能性を示唆する。今年度からは、同様の方法論を南部だけでなく北部の日本海側の山地（太平山地）へ適用範囲を拡大し、より広い空間スケールでの推定を試みる。 ※申請書に記載した事項を要約して下さい。				

利用・研究実施内容・得られた成果	フィッション・トラック (FT) 年代測定は、ウラン 238 を親核種とした放射年代測定一つであり、自発核分裂によって形成する線状損傷 (=フィッション・トラック: FT) を娘核種相当とした手法である。FT を計数し、試料中に含まれるウラン濃度を測定することで、FT 年代が算出可能となる。本研究では、東北日本弧で採取した花崗岩試料からアパタイトを分離し、アパタイトの FT 年代 (AFT 年代) を算出するために、金沢大学に敷設するレーザーアブレーション型誘導結合プラズマ分析装置 (LA-ICP-MS) を使用し、ウラン濃度を定量分析した。LA-ICP-MS では、鉱物試料の表面にレーザーを照射してエアロゾル化させ、質量分析計に導入する。データはカウント数 (cps) として得られ、内部標準であるアパタイト中の ^{43}Ca でアブレーション体積を計算し、濃度既知の外部標準である人工ガラスを用いて濃度 (ppm) に変換することで、対象とする特定元素の濃度を測定する。今回分析に用いたマウントには、一枚当たり約 100 粒程度のアパタイトが埋め込まれており、そのうち FT が観察された 3~5 割程度の粒子のウラン濃度を測定し、年代値を算出した。 放射年代測定法には、閉鎖温度と呼ばれる温度領域より高温では娘核種が拡散するため閉鎖系が破れてしまい、得られる年代は常にゼロを示すという性質がある。そのため、ある試料から得られる年代値は、試料が閉鎖温度より低温域に存在した時間を反映する。山地の隆起削剥史に応用する場合、地表の削剥によって岩石が相対的に隆起し、地下の等温線を切るように上昇することで、試料の冷却が引き起こされる。年代値は閉鎖温度に対応する深度から地表まで移動する経過時間を示すため、値が小さければ削剥が速く、逆に大きければ削剥が遅いことを示す。 本研究の成果として、未公表データも含めると東北日本弧全域における AFT 年代は、138.0~2.0 Ma までの幅広い値が得られた。2018 年度に主として実施した東北日本弧南部の試料に加え、東北日本弧北部および南部における新たな測定地点での AFT 年代測定を実施するとともに既報年代の高精度化を行った。東北日本弧北部で実施した分析結果を構造单元ごとに見ると、前弧側では 138.0~74.0 Ma、奥羽脊梁山地では、18.0~4.1 Ma、背弧側では 107.0~2.0 Ma という AFT 年代が得られた。新たに分析を実施した南部の試料では、奥羽脊梁山地で 15.0~5.5 Ma という年代値が得られた。この結果から、南部で得られた AFT 年代の結果と同様に、北部においても構造单元ごとの AFT 年代の傾向が異なる結果が観測されることを確認できた。以降は、日本海への物質輸送を考慮するため、背弧側へ焦点を当てて議論する。背弧側の AFT 年代は、南部 (飯豊・朝日山地) で 39.2~3.4 Ma、北部 (太平・白神山地) で 138.0~2.0 Ma となり、北部がより幅の広い年代分布をしていることが推察される。このような背弧における南北の年代値や分布幅の違いは、日本海拡大以降の引張応力場から圧縮応力場への転換の際の南北間の沈降量の違いや、同一地域内での隆起・削剥のバリエーションを反映している可能性がある。また、東北日本弧南部において、ソフトウェアを使った熱史逆解析の結果からは、飯豊・朝日山地の最終冷却の開始時期が 3 Ma 以降と推定された。この結果は、圧縮変形場が背弧側から奥羽脊梁山地へ 5 Ma 頃に遷移するという先行研究のモデルと不一致を示す。すなわち、東北南部の背弧側から日本海に流入した土砂量は、3 Ma を境に増大した可能性がある。熱史逆解析結果および地温勾配データに基づくと、百万年間の平均削剥速度は、$0.1 \sim >1.0 \text{ mm/yr}$ と計算できる。ただし、東北日本弧における熱史逆解析データは限られており、モデリングを含めた詳細な議論は追加分析データやほかの地質学的知見に基づいて行う必要がある。今後は北部においても熱史逆解析を実施予定であり、AFT 年代で見られたような南北の相違点の定量的な評価やテクトニクスの関連性の議論を目的に、高精度な熱史および削剥史の制約を試みる。 また、これまで得られた成果については以下で公表した。 【口頭発表】 ・福田ほか (2019), 「奥羽脊梁山地はドーム状に隆起してきた?」: 低温領域の熱年代
-------------------------	---

	マッピングに基づく知見, 日本地質学会@山口大学 【ポスター発表】 ・Fukuda et al. (2019), Revealing the mountain building process of the NE Japan Arc using low-temperature thermochronology: preliminary data of the north area, International Symposium on Crustal Dynamics @ Uji campus of Kyoto University ・福田ほか (2019), 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, JpGU@千葉幕張メッセ 【投稿論文】 ・福田ほか (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」FTNL 第 32 号, p12-16
※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる 成果物	【講演予定】 Fukuda et al. (in prep), AFT thermochronology of Cretaceous granitoids from the northern part of the NE Japan Arc: Estimating thermal/denudation histories based on thermal inverse modeling, JpGU-AGU joint meeting 2020 @Makuhari messe, Chiba. 【投稿予定】 Fukuda et al. (in prep.) Doming uplift of the Ou Backbone Range, Northeast Japan Arc: insights into the mountain building in volcanic arcs また, これらの共同研究によって得られた分析結果は, 代表者である福田将真が執筆する 2019 年度の博士論文に用いた。
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	むかい こうき	提出年月日	令和 2 年 1 月 31 日	
申請者氏名	向井 幸樹			
所属・職名	九州大学大学院 生物資源環境科学府・博士後期課程(3年)			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☐ 一般共同研究 ☒ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	フナムシを用いた渚域の PAH 類の汚染調査			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～ 2020 年 3 月 31 日			
センター教員	本田 匡人			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	向井幸樹	九州大学	博士 3 年	分析・解析
	分担者	本田匡人	金沢大学	助教	解析
		大嶋雄治	九州大学	教授	解析指導
		鈴木信雄	金沢大学	教授	サンプリング協力
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	多環芳香族炭化水素類 (PAH 類)	フナムシ	30-40	
	分析した試料	多環芳香族炭化水素類 (PAH 類)	フナムシ	30-40	
研究目的・ 期待される 成果	目的： 潮間帯の垂直的かつ水平的に広い範囲での PAH 類の環境および生物への汚染を評価・解明することを目的とし、フナムシを環境指標種として用いて、沿岸域・渚域の環境汚染調査を行った。フナムシを用いた環境調査は、本研究グループの試みが世界初である。また研究対象地域として、周辺地域の都市圏からの流入や大陸からの越境汚染が特に多いと考えられる日本海沿岸地域を対象とした。 期待される成果： 本研究で取り扱うフナムシは、潮間帯の上部に当たる潮上帯の環境汚染を反映していると考えられ、現状で不足している潮上帯の環境モニタリングの指標種として利用可能である。フナムシを用いた沿岸域、特に潮上帯の環境汚染のバイオモニタリング調査を行うことにより、周辺の都市圏からの流入や大陸からの越境汚染が特に多いと考えられる日本海沿岸地域において、PAH 類による環境汚染の実態解明が期待される。 また単純な PAH 類の潮間帯における汚染実態の解明だけでなく、PAH 類の水域－陸域－周辺生物への移行・蓄積機構の解明に繋がり、PAH 類による環境汚染の理解とその低減に寄与し得ると考えられる。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	本研究では各サンプリング地点で多種のサンプルを採集しているが、本発表では特に環境中のプラスチックごみによる PAH 類へのベクター効果に着目し、フナムシ・海水・プラスチックの解析結果を報告する。 プラスチックの誤食によるフナムシへの PAH 類のベクター効果を検証するため、フナムシ消化管内のプラスチック片・マイクロプラスチック(MP)を計数した。フナムシを解剖し、消化管を摘出した。これを過酸化水素で 24 時間、震盪しながらウォーターバス(60℃)にてインキュベートして溶解させ、ニトロセルロース膜にてフィルター濾過し、目視にて MP の有無を確認した。 採集された各サンプリング地点での各種サンプル(フナムシ・海水・プラスチックごみ)中の PAH 類の濃度分析を共同研究者の本田と共同で行った。フナムシは凍結乾燥後、有機溶媒による抽出を行い、アルカリ分解とシリカゲルカラムによる精製を行った。海水サンプルは採集の時点で抽出用 C18 膜に抽出し、同様に有機溶媒による抽出を行い、プラスチックごみは有機溶媒にて抽出後、SPE カートリッジによる精製を行った。濃度分析は、内部標準法を用いて測定試料を調整し、GC-MS によって濃度測定を行った。 目視による判別では、フナムシ消化管中にプラスチックは確認されなかった。しかしフィルター濾過した試料を乾燥し保存していたサンプルの内、山形、兵庫、佐賀各 1 検体で静電気を与えると動く複数の微細粒子を発見した。一般にプラスチックは種類によるが正負の静電気を帯電しやすいとされている。よってこれら微粒子はプラスチックである可能性が高い。今後これらを集めてマイクロ FTIR 等でプラスチックであることを確認する必要がある。そしてフナムシと、主要な暴露起源であると従来考えられている海水、そして新規に考えられる暴露経路としての環境中のプラスチックごみ上の PAH 類の濃度とその相関解析の結果を報告する。
※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。	
見込まれる 成果物	本申請研究で取り扱うフナムシは、潮間帯の上部に当たる潮上帯の環境汚染を反映していると考えられ、現状で不足している潮上帯の環境モニタリングに指標種として利用可能である。フナムシを用いた沿岸域、特に潮上帯の環境汚染のバイオモニタリング調査を行うことにより、周辺の都市圏からの流入や大陸からの越境汚染が特に多いと考えられる日本海沿岸地域において、PAH 類による環境汚染の実態解明が期待される。 また単純な PAH 類の潮間帯における汚染実態の解明だけでなく、PAH 類の水域ー陸域ー周辺生物への移行・蓄積機構の解明に繋がり、また近年着目されている環境中のプラスチックごみのこれらへの寄与も検討する。したがって本件中は、PAH 類による環境汚染の理解とその低減に寄与し得ると考えられる。
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。	

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ツジ ヒロアキ	提出年月日	令和 2 年 1 月 28 日	
申請者氏名	辻 浩明			
所属・職名	広島大学大学院生物圏科学研究科博士課程後期二年			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	☐ 重点共同研究 ☐ 一般共同研究 ☒ 若手研究者育成共同研究	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	研究期間 ☒ 単年 ☐ 複数年(2年)	☒ 新規 ☐ 継続
研究分野	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究			
研究課題	瀬戸内海の海底堆積物中多環芳香族炭化水素(PAH)の分布			
研究実施期間	2019 年 4 月 1 日～ 2020 年 3 月 31 日			
センター教員	長尾誠也教授、落合伸也助教授			

研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	辻 浩明	広島大学	博士課程 後期二年	試料採取、PAH 分析
	分担者	秋吉 雄大	広島大学	学部四年	試料採取、PAH 分析
		竹田 一彦	広島大学	准教授	試料採取
		岩本 洋子	広島大学	准教授	試料採取
		佐久川 弘	広島大学	特任教授	試料採取
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	^{210}Pb	海底堆積物（泥）	3 地点×7～15 層程 度	
	分析した試料	^{210}Pb	海底堆積物（泥）	瀬戸内海 4 地点 ×6～12 層	
研究目的・ 期待される 成果	本研究は発癌性を有する環境汚染物質である多環芳香族炭化水素（PAH）に着目し、海底堆積物における PAH の濃度を測定することで瀬戸内海における PAH の水平および鉛直分布を調査することを目的とする。また、日本における PAH については環日本海域である大陸からの長距離輸送が一つの起源だと考えられており、環日本海域を調査した金沢大学の早川らの PAH 組成と比較し、瀬戸内海において大陸からの越境型汚染の影響があるか検討を行う。さらに、瀬戸内海の柱状堆積物中の PAH 濃度測定と共に、柱状堆積物各層試料の年代を ^{210}Pb 法により測定することで、海底堆積物中 PAH の経年変化を推定する。世界最大の PAH 排出国と言われている中国では石炭燃焼由来の PAH がヒトの発癌リスクに大きな影響を与えている。近年、日本において原子力発電の代替として火力発電の需要が高まっている。海底堆積物中の PAH 濃度を測定することにより、化石燃料消費量の推移を評価することが可能になると期待される。				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究 実施内容・ 得られた成 果	2018 年 12 月 15 日～12 月 16 日の期間、広島湾の 6 地点において表層堆積物試料を採取した。2019 年 2 月 28 日～3 月 3 日の期間、瀬戸内海東部海域（大阪湾、紀伊水道、燧灘）の 8 地点において柱状堆積物試料および表層堆積物試料を採取した。また、2019 年 7 月 8 日～7 月 12 日の期間、瀬戸内海西部海域（伊予灘、周防灘、別府湾、豊後水道）の 10 地点において表層堆積物試料を採取した。試料採取は全て広島大学附属練習船豊潮丸を利用し、柱状堆積物は不攪乱柱状採泥器 HR 型（離合社）を用いて、また表層堆積物はスミス・マッキンタイヤ採泥器を用いて行った。柱状堆積物は船上で 2 cm ごとに裁断し各層の試料を別々の容器に入れ冷凍保管した。広島大学の実験室にて、採取した堆積物試料を真空凍結乾燥し PAH を抽出して堆積物中の PAH 濃度を求めた。測定対象の PAH は、米環境保護局の優先取組物質とする 16 種の PAH および Benzo[e]pyrene の 17 種とした。また、柱状堆積物各層試料の ^{210}Pb 測定は、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で行った。 上記の堆積物試料の表層部分における PAH 濃度は $14.6\sim 1160\text{ ng g}^{-1}\text{ dw}$、平均値 $198\text{ ng g}^{-1}\text{ dw}$ となった。最も PAH 濃度が高かったのが別府湾、次いで大阪湾、最も低かったのが豊後水道、次いで伊予灘における堆積物試料であった。 2019 年 7 月に採取した瀬戸内海 4 地点（燧灘 1 地点、大阪湾 2 地点、紀伊水道 1 地点）分の柱状堆積物試料の ^{210}Pb 濃度を測定した結果、2 地点（燧灘 1 地点、大阪湾 1 地点）の堆積年代が推定できた。しかし、残り 2 地点（大阪湾 1 地点、紀伊水道 1 地点）ではコアの下層部分において ^{210}Pb 濃度が減衰しておらず堆積年代は推定できなかった。堆積年代が求められなかった 2 地点においては生物攪乱などによる鉛直混合が起きた可能性が考えられる。年代を推定できた燧灘では堆積速度 $0.381\text{ g cm}^{-2}\text{ yr}^{-1}$、柱状堆積物最下層試料の下端の年代が 1991 年と推定された。年代を推定できた大阪湾北部～中央部にかけての地点においては堆積速度 $0.320\text{ g cm}^{-2}\text{ yr}^{-1}$、柱状堆積物最下層試料の下端の年代が 2001 年と推定された。 燧灘の 1992 年頃～2018 年頃における PAH の経年変化からは 2010 年頃に PAH 濃度のピークがわずかに認められた（$286\text{ ng g}^{-1}\text{ dw}$）ものの、推定された堆積期間を通して PAH 濃度はほぼ一定であることがわかった。大阪湾の 2002 年頃～2018 年頃における PAH の経年変化から、最下層の PAH 濃度が最も高く（$452\text{ ng g}^{-1}\text{ dw}$）、2002 年頃から 2018 年頃にかけてやや減少したことがわかった。 ※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。
見込まれる 成果物	原著論文（執筆中） 口頭発表 H. Tsuji, W. A. Jadoon, Y. Nunome, H. Yamazaki, K. Takeda H. Sakugawa (July, 2019) Distribution and Source Estimation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Coastal Sediment Cores from Seto Inland Sea, Japan. Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting, Singapore (Suntec Convention and Exhibition Centre) 卒業論文 秋吉雄大（主指導教員:竹田一彦），瀬戸内海の海底堆積物中の多環芳香族炭化水素（PAHs）の濃度測定，広島大学総合科学部総合科学科，2020 年 3 月（予定） 博士論文 辻浩明（主指導教員:竹田一彦），瀬戸内海の海底堆積物中多環芳香族炭化水素（PAHs）の分布，広島大学大学院生物圏科学研究科環境循環系制御学専攻，2021 年 3 月（予定） ※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

研究集会 成果報告書

(ふりがな)	こ びん	提出年月日	令和 2 年 4 月 30 日
申請者氏名	胡 敏		
所属・職名	北京大学 環境科学与工程学院・教授		
連絡先住所			
TEL		FAX	
E-mail			
申請区分	☐ 一般枠 ☒ 国際枠	☐ 新規 ☐ 継続	
研究分野 区分	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☒ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☒ 地域環境の将来予測に関する研究 ☒ 持続可能な社会創成に関する研究		
研究集会名称	東アジア地域の環境保全における中日協力のあり方		
開催場所	中国 北京市 (北京大学 環境棟 B110 会議室)		
開催日	2020 年 1 月 7 日		
参加者人数	計 12 名 内訳：本学 (教職員 4 人、学生 0 人) 他大学・研究機関 (教職員・研究者 6 人、学生 2 人) 一般等 (0 人)		

得られた成果		東アジア地域の環境に大きな変化をもたらした事例としては、日中両国の高度成長期が挙げられる。日本では1954年から1973年までの約20年間（年平均成長率：10%以上）、中国では1978年から2012年までの約34年間（年平均成長率：9.8%）であった。経済産業の高度成長が国民の生活を豊かに導いた反面、エネルギー、とりわけ化石燃料の大量消費に伴って非意図的に生成した化学物質はヒトの健康が脅かされ、その結果、日本では四日市喘息や水俣病などの公害問題が起こっていた。一方、中国では、PM_{2.5}に代表される大気汚染物質の濃度が高い中、ヒトへの健康リスクとの因果関係は未だに不明な点が多く残されているにも関わらず、水環境や土壌環境についても、調査は不十分であることが指摘されている。このような背景の中、日中両国の専門家並びに若手研究者同士は、東アジア地域の環境保全のために、密接に連携することが不可欠である。従って、本研究集会では、日中両国の環境汚染の現状を示しながら、今後の協力のあり方について、より具体的に議論することを目的とした。 集会では、日中両国計8名の研究者より、エアロゾルのサイズ別による氷核形成への影響、大気汚染物質の健康影響、重金属及びタンパク質とエアロゾルとの相互作用、バイオ細胞系及び動物を用いた大気汚染物質のリスクと曝露評価など、他分野において最新の研究成果が報告された。さらに、本センター輪島測定局における越境エアロゾルの共同観測について合意に至った（共同利用・共同研究：20017）。			
研究組織		氏 名	所 属	職名／ 大学院 生・学 部生は 実施時 の年次	分担内容
	申請者	胡 敏	北京大学	教授	総括
	分担者	呉 志軍	北京大学	教授	報告者
		郭 松	北京大学	教授	報告者
		陸 思華	北京大学	准教授	参加者
		魏 永杰	中国環境科学研究所	准教授	報告者
		楊 小陽	中国環境科学研究所	教授	参加者
		長尾 誠也	金沢大学	教授	報告者
		福士 圭介	金沢大学	教授	報告者
		本田 匡人	金沢大学	助教	報告者
		唐 寧	金沢大学	准教授	報告者
※申請時の研究組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

研究集会 成果報告書

(ふりがな)	V. B. ロバノフ	提出年月日	令和2年 1月 17日
申請者氏名	V. B. Lobanov		
所属・職名	ロシア科学アカデミー極東支部 V.I.Ilichev 太平洋海洋研究所		
連絡先住所			
TEL		FAX	
E-mail			
申請区分	☒ 一般枠 ☐ 国際枠	☒ 新規 ☐ 継続	
研究分野 区分	☒ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☒ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究 ☐ 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究		
研究集会名称	Understanding present environmental situation of marginal sea		
開催場所	金沢大学		
開催日	令和元年 12月 16日		
参加者人数	計 15 名 内訳：本学（教職員 4 人、学生 7 人） 他大学・研究機関（教職員・研究者 4 人、学生 人） 一般等（ 人）		

得られた成果		本研究集会は、日本海において表層海流の動きにより越境汚染物質がどんな滞留時間で移動するのか、水塊の移動中での懸濁粒子との吸着性、粒子の海洋表層から深層への沈降に伴う移動といった基本的なパラメータを収集し、越境汚染物質の移動性を総合的に解析することを目的に開催した。研究集会では、環日本海域環境研究センターが進める研究成果について報告された。また、日本の研究者では観測が難しいロシア側の最新に知見がロシア科学アカデミー極東支部・V.I.Ilichev 太平洋海洋研究所より報告され、日本海全域の最新情報を共有する事が出来た。また、今後の研究の方向性について議論を行い、令和2年度に継続した共同研究を実施することで意見が集約された。			
		氏 名	所 属	職名／ 大学院生・学部生は 実施時の年次	分担内容
	申請者	V. Lobanov	ロシア科学アカデミー極東支部・太平洋海洋研究所	所長	研究集会の運営
	分担者	T. Tiaschenko	ロシア科学アカデミー極東支部・太平洋海洋研究所	室長	研究集会の運営
		T. Chizhova	ロシア科学アカデミー極東支部・太平洋海洋研究所	研究員	研究集会の運営
		A. Charkin	ロシア科学アカデミー極東支部・太平洋海洋研究所	研究員	研究集会の運営
		P. Semkin	ロシア科学アカデミー極東支部・太平洋海洋研究所	研究員	研究集会の運営
		長尾誠也	金大・環日本海域環境研究センター	教授	研究集会の運営
		井上睦夫	金大・環日本海域環境研究センター	准教授	研究集会の運営
		落合伸也	金大・環日本海域環境研究センター	助教	研究集会の運営
		松中哲也	金大・環日本海域環境研究センター	助教	研究集会の運営
		唐 寧	金大・環日本海域環境研究センター	准教授	研究集会の運営
		鈴木信雄	金大・環日本海域環境研究センター	教授	既存データの整理
		関口俊男	金大・環日本海域環境研究センター	助教	既存データの整理
		安東宏徳	新潟大学・佐渡臨海実験所	教授	既存データの整理
		下谷豊和	新潟大学・佐渡臨海実験所	助教	既存データの整理
		広橋教貴	島根大学・隠岐臨海実験所	教授	既存データの整理
		西崎政則	島根大学・隠岐臨海実験所	技 術 職員	既存データの整理

		原田浩太郎	石川県水産総合センター	技師	既存データの整理
		佐々木一樹	金大・大学院自然科学研究科	M2	既存データの整理
		藤田充司	金大・大学院自然科学研究科	M2	既存データの整理
		花木祥太郎	金大・大学院自然科学研究科	M1	既存データの整理
		竹原亮成	金大・大学院自然科学研究科	M1	既存データの整理
※申請時の研究組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					

Understanding Present Environmental Situation of Marginal Sea

Date and time: 16 December 2019 13:30-20:00

Place: Meeting Room at Natural Science Library, Kakuma Campus, Kanazawa University

Organizer: Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

13:00-13:40 Reception

13:40-13:45 Opening remarks

Director of the INET, Kanazawa University S. Nagao

13:45-15:05 Oral session I

13:45-14:30

Developing international collaboration in the Japan Sea: past achievements and future challenges

Director & Dr. V. Lobanov V.I.Il'chev POI, FEBRUS

14:30-15:05

Hypoxia in the Razdolnaya River Estuary (Amursky Bay, Sea of Japan)

Dr. Pavel Semkin V.I.Il'chev POI, FEBRUS

15:05-15:25 Coffee break

15:25-16:55 Oral session II

15:25-15:55

Yearly variations of air pollutants at Kanazawa University Wajima Air Monitoring Station (KUWAMS), a background site in Japan

Miss Xuan Zhang Kanazawa University

15:55-16:25

Spatial distribution of PAHs concentration in seawater from Nanao Bay, 2019

Mr. Rodrigo Jose Mundo Kanazawa University

16:25-16:55

Distributions of radiocesium and radium in the Sea of Japan

Dr. Mutsuo Inoue Kanazawa University

16:55-18:00 move to Hotel Trusty Korinbo meeting room

18:00-19:50 Discussion

19:50-20:00 Closing remarks Director of the V.I.Il'chev POI, V. Lobanov

2019年度金沢大学環日本海域環境研究センター

研究集会 成果報告書

(ふりがな)	シライワ タカユキ	提出年月日	令和2年 3月 31日
申請者氏名	白岩 孝行		
所属・職名	北海道大学低温科学研究所・准教授		
連絡先住所			
TEL		FAX	
E-mail			
申請区分	☐ 一般枠 ☐ 国際枠	☐ 新規 ☐ 継続	
研究分野 区分	☐ 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 ☐ 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 ☐ 生態系と人間社会の共生に関する研究 ☐ 地域環境の将来予測に関する研究 ☐ 持続可能な社会創成に関する研究		
研究集会名称	陸起源物質が沿岸海洋に及ぼす影響評価		
開催場所	しいのき迎賓館 セミナールーム A		
開催日	2020年3月23日～3月24日		
参加者人数	計 11 名 内訳：本学（教職員__3人、学生____人） 他大学・研究機関（教職員・研究者__8人、学生____人） 一般等（____人）		

得られた成果		添付のプログラムを作成し、実施予定であったが、コロナウィルスの蔓延により、大事をとって研究集会を中止させていただきました。			
研究組織		氏 名	所 属	職名／大学院 生・学部生は 実施時の年次	分担内容
	申請者	白岩孝行	北海道大学低温科学研究所	准教授	
	分担者	三寺史夫 西岡純 的場澄人	北海道大学低温科学研究所	教授 准教授 助教	
		山下洋平 芳村毅	北海道大学大学院地球環境研究院	准教授 准教授	
		大西健夫 楊 宗興	岐阜大学応用生物科学部 東京農工大学	准教授 教授	
		長尾誠也 井上睦夫 落合伸也	金沢大学・環境日本海センター	教授 准教授 助教	
	※申請時の研究組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。				

金沢大学 環日本海研究センター共同研究
「陸起源物質が沿岸海洋に及ぼす影響評価」

日時：2020年3月23日 15:00 - 3月24日 12:00

場所：しいのき迎賓館 セミナールームA

<http://www.shiinoki-geihinkan.jp/index.html>

プログラム

3月23日（月）15:00-17:30 セッション1（別寒辺牛川～北太平洋）

15:00-15:10 共同研究の開催にあたり

白岩孝行・長尾誠也

15:10-15:40 「別寒辺牛川から厚岸湖への河川流出量の見積もり」

丁曼卉・白岩孝行

15:40-16:10 「別寒辺牛川から海域への鉄の輸送過程」

加藤寛己・伊佐田智規・黒田寛・白岩孝行・

長尾誠也・西岡純・山下洋平・芳村毅

16:10-16:40 「沿岸親潮水の栄養物質環境を決めるオホーツク海」

西岡純・黒田寛・鈴木光次

16:40-17:10 「沿岸親潮水中の淡水の起源推定」

山下洋平・西岡 純

17:10-17:30 討論

18:00 懇親会

あまつば 柿木畠店 〒920-0999 石川県金沢市柿木畠 4-7 076-221-8491

3月24日（火） 9:30-12:00 セッション2（日本海および周辺海域）

9:30-10:00 「熊木川における粒子態有機物の移行挙動」

長尾誠也

10:00-10:30 「七尾湾堆積物の放射性核種・磁化特性から見た熊木川流域の土砂流出イベント」

落合伸也

10:30-11:00 「Cs-134からみた日本海をめぐる物質循環」

井上睦夫

11:00-11:30 「温暖化が伊勢湾流域圏における流出および窒素負荷量におよぼす
影響の評価」

大西健夫

11:30-12:00 「沿岸海洋に影響を及ぼす陸起源物質はどこでどのように生産されるか？」

楊 宗興