様式　3（共同研究）

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">よこやま　由香
横山　由香</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年　4 月 29 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">東海大学　海洋学部　特任助教</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☑新規
☐継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☐　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">Pb-210・Cs-137 年代測定を用いた津波による海底侵食量の検討</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">松中　哲也</td></tr>
</table>

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	横山　由香	東海大学	特任助教	堆積物構造解析
	分担者	松中哲也	金沢大学	助教	Pb-210・Cs-137 分析
		落合伸也	金沢大学	助教	Pb-210・Cs-137 分析
		坂本　泉	東海大学	教授	堆積物構造解析
	※　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	乾燥、プラスチック容器内に密閉した状態	15
	分析した試料	堆積物	乾燥、プラスチック容器内に密閉した状態	9

研究目的・期待される成果	
	津波堆積物の研究は，津波の発生履歴・規模・被害状況などを解明するのに有用とされ，陸上を中心に進められている．一方で，観測および災害発生予測の難しさから，海域（特に浅海域）における研究は少なく，報告は限られている．申請者は，浅海域における津波による堆積物移動過程の解明を目指し，2011 年東北沖地震津波以降の三陸沿岸域の浅海底で研究を行ってきた．その結果，津波が海域に広く堆積物を運搬すること，それに伴い海底面を攪乱・侵食していることが明らかになった．しかしながら，陸域と異なり，地震津波以前の情報がないことから，津波が海底に与えた直接的な影響の全容は明らかとなっていない．また，日本海においても津波を引き起こしうる活断層が多数分布している．津波による海底への影響を明らかにすることは，津波後の海底への影響と合わせ，東北地域のみならず，来るべき将来地震津波の影響が考えられる環日本海域の防災・減災への有益な情報を与えるものと考えられる．

※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	本共同研究では，津波によって浸食される以前の海底面の復元を試み，Pb-210 および Cs-137 を用いた年代測定から津波前後の堆積速度の推定を行った．そのため，2011 年東北地方太平洋沖地震で被害を受けた三陸海岸の内湾より採取したコア試料（水深約 30 m より採取）の 9 層（津波堆積物層から 3 層，津波前堆積物層から 6 層）に関して，Pb-210・Cs-137 の分析を行った． その結果，津波堆積物層（0～13 cm 層）では，Cs-137 と Pb-210 ともに確認されたが，津波前層では未検出となった．したがって，津波前層は，少なくとも 100 年以上前に堆積したそうであることが示唆された． また，Cs-137 は津波堆積層の中でも最上位（0～6 cm）でのみ検出され，その下位では未検出となった．この事は，6 cm を境にその上位と下位で堆積時期または過程が異なることを示していると推察される．ここで，2011 年東北沖地震津波時の出来事を整理すると，地震発生が 2011 年 3 月 11 日，その後 3 月 12 日には福島第一原発の事故対応によるガス放出が行われている．地震後の調査から，このガス放出に伴い 137-Cs-137 も放出されたことが確認されている．実際に，2011 年東北沖地震津波以降，東日本の広範囲の沿岸海底堆積物から Cs-137 が検出された（乙坂，2013）．したがって，本研究で確認された津波堆積物層に分布する Cs-137 は，福島第一原発由来のものと推定され，最上位は 3 月 12 日以降に堆積した堆積物と推定される．最上位の堆積物は，粗粒シルトからなり，津波による影響があった 3 月 11 日には堆積せず海水中に漂い，津波の影響がなくなった 3 月 12 日以降にゆっくりと海底に堆積したものと考えられる． 津波前層から両核種が検出されなかったため，津波堆積物層直下において C-14 分析を行った．その結果，津波堆積物層直下の堆積年代は 1616~1646 calAD と推定された．よって，現状では，このコア試料では，海底下約 15 cm の間に約 400 年分の堆積物が堆積していたことになる．これらの要因として，(1)この地点における堆積速度が非常に遅い，(2)津波によって，多くの堆積物が侵食された，またはその両者による可能性が考えられる．本研究のコア試料は，その岩相記載から比較的津波による浸食が小さかったと推察し用いたため，岩相記載も併せて考えると，この地点の堆積速度が遅い可能性が考えられる．しかし，それらを判断するにはデータ数は不十分であるため，今後，Pb-210 が検出された層におけるより高分解能な Pb-210 分析と津波前層の C-14 測定を実施することで，津波前の海底面の復元に取り組む必要があると考えられた．また，合わせて同湾における他のコア試料による解析も必要と推察される．
※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	今後，日本地球惑星科学連合大会，日本堆積学会および日本地質学会などでの，口頭・ポスター発表を検討している． 関連論文 [1] 横山由香・林元気・八束翔・坂本泉（2023）2011年東北地方太平洋沖地震津波による岩手県大船渡湾の海底堆積物変化，およびその後の経年変化．堆積学研究，81(1/2)，27–41．(査読あり) [2] 横山由香（2023）東北地方太平洋沖地震・津波イベントの考古学的意義．海洋研究所シンポジウム2023 水中考古学と地球科学”分離融合から導く総合学術知” 2023年3月．(口頭発表) [3] 横山由香・坂本泉・髙清水康博・清水賀之（2021）陸前高田市広田湾から確認された浅海域の津波堆積物の堆積学的特徴と分布．堆積学研究，79(2)，47–69．(査読あり)
※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。	

２０２３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	うちだ　まさお 内田　昌男	提出年月日	2024 年　5 月　27 日
所属・職名	国立研究開発法人　国立環境研究所　地球システム領域　物質循環観測研究室		
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 ☐　博士後期課程学生育成共同研究	☑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	北極湖沼堆積物中ブラックカーボンによる過去の火災履歴の復元研究			
研究実施期間	2023 年　4 月　1 日～　2024 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	内田 昌男	国立環境研究所	主幹研究員	^{210}Pb・^{137}Cs 分析
	分担者	熊田 英峰	東京薬科大	講師	^{210}Pb・^{137}Cs 分析
		松中 哲也	金沢大学	助教	^{210}Pb・^{137}Cs 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	乾燥、オートクレーブ済み、プラスチック容器内に密閉した状態	10
	分析した試料	堆積物	乾燥、オートクレーブ済み、プラスチック容器内に密閉した状態	10

研究目的・期待される成果	大気中ブラックカーボン（BC）は、有機物の不完全燃焼などにより生成され、環境中では、$PM_{2.5}$粒子にも多く含まれることから、健康被害のみならず、気候変動影響など、環境化学分野を中心に重要な研究対象となっている。現在、中国（主に化石燃料）、ロシア（自然火災など）は、BC の主要な発生地域となっており、その風下にある日本（特に環日本海域）は、その影響を大きく受ける。一方、北極圏では、中緯度帯をソースとする人為起源ブラックカーボン（BC）、近年増加している北極圏内における自然火災も BC が気候変動（特に温暖化アルベド効果）の観点から、その動態が注目されている。しかしながら、未だ北極圏 BC の環境動態に関する知見は乏しく、実態解明が急がれている。本研究では、観測網の整備されていなかった過去の BC 実態を保存するアーカイブとして、湖沼堆積物、永久凍土に注目し、現代から過去数千年間のアラスカ地域における BC 濃度変動の復元を行う。北極湖沼堆積物からブラックカーボン（BC）を抽出し、^{210}Pb・^{137}Cs を用いてコアの年代測定を行い、過去の主要な BC 放出源である自然火災の履歴を復元するための手法開発を行う。本研究で開発される手法は、環日本海域における同様の研究へ幅広く応用が期待されることから、その研究意義は高い。

※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	本申請研究では、^{210}Pb・^{137}Cs を用いた過去 100 年程度でのコアの年代測定を行う。2023 年度は、アラスカ中央部（フェアバンクス、Smith lake)、ブルックス山脈の南側（Grayling lake）より採取した２本の堆積物コア試料の年代決定のため、金沢大学日本海域環境センターのゲルマニウ検出器を用い ^{210}Pb・^{137}Cs の予備的な計測を行った。Grayling lake のコア試料（GL20130325、コア長 30cm）は、6.5-7.0cm, 12.0-12.5cm, 15.0-15.5cm の３層準について計測を行った。結果は、210Pbex から求めた堆積速度は、0.111cm/y と計算され、30cm のコアは、約 270 年に相当することがわかった。また、Smith lake のコアサンプル（SL20130327 PC3、コア長 180cm の）については、表層 10cm から、5 層準（1-2cm, 3.5-4.5cm, 5.5-6.5cm, 7.5-8.5cm, 9.5-10.5cm）について計測を行う準備を行った。現在、1-2cm のみ結果が得られ、他のサンプルについては、引き続き計測の予定である。来年度は、210Pb の予察結果を踏まえて、新たなコア試料並びに層準について分析を行う予定である。
※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	地球惑星合同学会等にて発表
※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。	

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">よしだ　けいすけ
吉田　　圭佑</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年　5 月　28 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
敦賀廃止措置実証本部　安全・品質保証室　環境監視グループ</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☐新規
☑継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☑　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">北陸地方における冬季の ^{7}Be と ^{22}Na の降下量の変動</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">井上　睦夫　准教授</td></tr>
</table>

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	吉田　圭佑	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	主査	分析及びデータ解析
	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
		奥山　慎一	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構		分析及びデータ解析
		山下　雅広	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	マネージャー	分析及びデータ解析
		加藤　慎吾	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構		分析及びデータ解析
	※　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	降下物	乾燥樹脂（プラスチック容器封入）	24
	分析した試料	降下物	乾燥樹脂（プラスチック容器封入）	24

研究目的・期待される成果	^{7}Be と ^{22}Na は宇宙線により北極上空で多く生成する放射性核種である。^{7}Be と ^{22}Na は空気中のエアロゾルに付着し、空気塊とともに移動し、主に降水により地表へもたらされている。降下物の ^{7}Be と ^{22}Na を調べることは高緯度地域からの物質輸送の解明につながるため、降下物の ^{7}Be と ^{22}Na の挙動解明を目指した研究が多く行われている。 北陸地方は世界的にみて ^{7}Be と ^{22}Na が多い地域である。これは、冬季の北西の季節風と降雨の影響により、北極上空で宇宙線により生成する ^{7}Be と ^{22}Na がもたらされるためである。当グループでは敦賀市で降下物の採取を、1 ヵ月毎（年間）と 1 週間毎（冬季（11 月中旬から 2 月）の期間）を行い、^{7}Be と ^{22}Na の経年変動と、北陸地方の冬季特有の気象現象が ^{7}Be と ^{22}Na の降下量に与える影響を調べている。^{7}Be と ^{22}Na は北極地方由来の放射性核種であるため、本研究の成果は北極地方から北陸地方への物質輸送の解明に貢献す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	金沢大学低レベル放射能実験施設の尾小屋地下測定室の Ge 半導体検出器を用いることにより、通常は測定が困難である低濃度の ^{22}Na を測定することが出来た。これにより、試料採取を 1 ヵ月から 1 週間へ短くすることが出来た。北極から北陸地方へ ^{7}Be と ^{22}Na を輸送する北西の季節風と降水と伴う気象現象は数日間の時間スケールで発生するため、試料採取を短くすることでこの気象現象と降下物中の ^{7}Be と ^{22}Na の増加との関係をより詳細に調べることが可能となる。また、^{7}Be と ^{22}Na は高度により宇宙線の生成量が異なっており、^{7}Be は 7 割が成層圏下部、3 割が対流圏上部で生成するが、^{22}Na は 9 割が成層圏下部、1 割が対流圏上部で生成するため、^{22}Na /^{7}Be 放射能比を調べることで空気塊の起源が対流圏なのか成層圏なのかを調べることも可能となる。 秋季から冬季（11 月から 2 月）にかけて、^{7}Be と ^{22}Na は 1 週間毎に増加と減少を繰り返していた。^{7}Be と ^{22}Na は降水量と相関が見られるため降水により地表へ供給されており、北陸地方の冬季特有の気象現象（西高東低の気圧配置による北西の季節風とそれに伴う降水）が 1 週間毎に発生することが要因であると考えられる。 春季から夏季は ^{22}Na/^{7}Be 放射能比は約 1×10^{-4} となるが、秋季から冬季にかけて ^{7}Be が ^{22}Na と比べて顕著に増加する傾向があり、^{22}Na/^{7}Be 放射能比は約 5×10^{-5} まで低下した。^{22}Na/^{7}Be 放射能比低下時の後方流跡線解析[1]を行ったところ、空気塊の起源はシベリアから北欧にかけての高緯度地方に存在していた。冬季の ^{22}Na/^{7}Be 放射能比の減少は北極圏付近で採取したエアロゾル試料でも確認されており、その要因は冬季には空気が成層化し大気の鉛直循環がなくなり成層圏の空気が地表へ供給されなくなるためとされている[2]。以上より、秋季から冬季には北極付近の空気塊が成層化し対流圏の空気が多くを占めており、その空気塊が北陸地方へもたらされるため、^{22}Na/^{7}Be 放射能比が低下することが示唆される。また、3 月中旬以降は ^{22}Na/^{7}Be 放射能比が高くなる傾向が見られた。これは、空気塊の起源が日本列島付近や低緯度地方にあることが原因として考えられるが、原因を解明するにはさらなる観測と考察が必要である。 本研究により、^{22}Na/^{7}Be 放射能比を用いることで空気塊の起源が成層圏なのか対流圏なのかを探ることが出来た。本研究の知見は、北陸地方への地表へ供給される物質の起源解明につながることが期待される。さらに、^{7}Be/^{22}Na 放射能比はナトリウムを冷却材に用いる型原子炉周辺において、^{22}Na が宇宙線由来か原子炉由来か区別する際に用いられている。そのため、本研究の知見は原子力利用の分野においても有意義なものである。 [1]Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies; METEX (Meteorological Data Explorer) [online]. Available at: http://db.cger.nies.go.jp/metex/index.html. [2]Leppänen and Poluianov, 2022. The impact of different atmospheric phenomena to cosmogenic ^{22}Na/^{7}Be ratio. J. Atmos. Solar-Terrestrial Phys. 236, 105918.

※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	・本研究で得られた知見は、Journal of Radiation Protection and Research に投稿する予定である。

※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。

２０２３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	ささ きみかず 笹 公和	提出年月日	２０２３年４月　15 日
所属・職名	筑波大学　放射線・アイソトープ地球システム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 ☐　博士後期課程学生育成共同研究	☑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	人為起源放射性ヨウ素 129 をトレーサーとした南大洋における海水循環研究			
研究実施期間	２０２３年　４月　１日～　　２０２４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	総括・加速器質量分析
	分担者	松中 哲也	金沢大学	助教	^{129}I の前処理・測定
		熊本 雄一郎	JAMSTEC	主任研究員	試料採取・水塊構造解析
		末木 啓介	筑波大学	特命教授	^{129}I の測定管理
		高橋 努 松村 万寿美	筑波大学	技術職員	^{129}I 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	海水	海水から化学分離したヨウ素を AgI 沈殿としてガラス管内で乾燥させた状態	４０
	分析した試料	海水	海水から化学分離したヨウ素を AgI 沈殿としてガラス管内で乾燥させた状態	４０

研究目的・期待される成果

研究目的

人類の核活動に起因する人為起源 ^{129}I（$T_{1/2}$：1570 万年）は、海洋において主に IO_3^- と I^- の化学形態で溶存し、水塊移動のトレーサーとして利用できる。南極周辺海域は、北半球の北極海や日本海と比べ ^{129}I 濃度が 2-5 桁低いレベルであり、人為起源 ^{129}I を含んだ水塊を検出する上で非常に適している海域である。本研究の目的は、^{129}I をトレーサーとし南大洋における海水循環を明らかにすることである。

期待される成果

研究例が少ないインド洋から南大洋における ^{129}I の鉛直断面観測を実施し、水塊構造解析と組み合わせて表層・深層の水塊移動を推定する。南大洋における新たな海水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	利用・研究実施内容 JAMSTEC「みらい」MR19-04 航海（2019 年 12 月～2020 年 2 月）におけるインド洋から南大洋の 6 地点で水平・鉛直方向に採取した海水（最大水深：5,230 m)、及び国立極地研究所「しらせ」SH63（2021 年 11 月～2022 年 3 月）におけるオーストラリアから南極・昭和基地にかけての 15 地点で水平方向に採取された海水を対象試料とした。海水は共洗いした 1 L ポリエチレン容器にオーバーフローさせながら密閉し、分析まで常温保管した。経験的にバックグラウンドが低い金沢大学低レベル放射能実験施設において、海水 500ml に対して 1 mg の ^{127}I キャリア（Deepwater iodine, ^{129}I/^{127}I: ～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。筑波大学応用加速器部門の加速器質量分析計でターゲットの ^{129}I/^{127}I 比を測定し、Purdue 1（^{129}I/^{127}I: 8.38×10^{-12}）を標準として規格化した。ICP-MS を用いて海水試料の ^{127}I 濃度を測定した後、^{129}I 濃度と ^{129}I/^{127}I 比を算出した。インド洋から南大洋における ^{129}I の水平分布と鉛直分布を解析した。 得られた成果 南大洋の南極周極流海域において、人為起源 ^{129}I は、水平・鉛直方向にほとんど観測されず、核活動以前のレベル（0.42 nBq L^{-1}）、および定量限界（0.56 nBq L^{-1}）以下であった。一方、南極海からインド洋にかけて人為起源 ^{129}I が観測され、^{129}I の水平分布と水温・塩分・^{226}Ra の分布から、^{129}I をトレーサーとしてインド洋表層海水と南極周極流の前線に関する情報が得られることが分かった。また、インド洋の 3 地点における ^{129}I の鉛直分布は基本的に表層から深度と共に減少し、人為起源 ^{129}I の鉛直方向への移流・拡散度合いが分かった。南大洋の最も南に位置する地点において、水深 201 m と 1670 m に核活動以前のレベルを超える ^{129}I 極大層が確認さた。各層のポテンシャル密度は、それぞれ 27.94 kg m^{-3} と 28.22 kg m^{-3} であり、北側のいくつかの地点においても前者の等密度層において ^{129}I 極大層が認められた。^{129}I 極大層の原因について、南大洋からインド洋における ^{129}I 鉛直断面分布と水温・塩分・密度から得られる水塊構造を組み合わせて解析している。

※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	口頭発表 ・ Michinobu Kuwae, Bruce P. Finney, Zhiyuan Shi, Aya Sakaguchi, Narumi Tsugeki, Takayuki Omori, Tetsuro Agusa, Yoshiaki Suzuki, Yusuke Yokoyama, Hirofumi Hinata, Yoshio Hatada, Jun Inoue, Kazumi Matsuoka, Misaki Shimada, Hikaru Takahara, Shin Takahashi, Daisuke Ueno, Atsuko Amano, Jun Tsutsumi, Masanobu Yamamoto, Keiji Takemura, Keitaro Yamada, Ken Ikehara, Tsuyoshi Haraguchi, Stephen Tims, Michaela Froehlich, L. Keith Fifield, Takahiro Aze, **Kimikazu Sasa**, **Tsutomu Takahashi**, **Masumi Matsumura**, Yukinori Tani, Peter R. Leavitt, Hideyuki Doi, Tomohisa Irino, Kazuyoshi Moriya, Akira Hayashida, Kotaro Hirose, Hidekazu Suzuki, and Yoshiki Saito, The cumulative number of anthropogenic fingerprints as a potential marker of the onset of the Anthropocene—an example of the Beppu Bay stratigraphy, XXI INQUA Congress, Rome, Italy, 13 – 20 July 2023. ・ Rodrigo Mundo, **Tetsuya Matsunaka**, Mutsuo Inoue, Yukiko Taniuchi, Hiromi Kasai, Hideki Kaeriyama, Shizuho Miki, **Kimikazu Sasa**, Nagao Seiya, 234Th/238U & 228Ra & 129I to study the ocean-currents driven transport of dissolved polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) at the southern Okhotsk Sea, European Geosciences Union, EGU2023, Vienna, Austria & Online, 23–28 April 2023. ・ **Tetsuya Matsunaka**, Saki Tanaka, Rodrigo Mundo, Mone Ozawa, Mutsuo Inoue, Tetsutaro Takikawa, Masaya Morita, **Kimikazu Sasa**, Ning Tang, and Seiya Nagao, Variation factor of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface seawater of the Sea of

Japan during 2017–2022, European Geosciences Union, EGU2023, Vienna, Austria & Online, 23–28 April 2023.

- Michinobu Kuwae, Bruce P. Finney, Zhiyuan Shi, Aya Sakaguchi, Narumi Tsugeki, Takayuki Omori, Tetsuro Agusa, Yoshiaki Suzuki, Yusuke Yokoyama, Hirofumi Hinata, Yoshio Hatada, Jun Inoue, Kazumi Matsuoka, Misaki Shimada, Hikaru Takahara, Shin Takahashi, Daisuke Ueno, Atsuko Amano, Jun Tsutsumi, Masanobu Yamamoto, Keiji Takemura, Keitaro Yamada, Ken Ikehara, Tsuyoshi Haraguchi, Stephen Tims, Michaela Froehlich, L. Keith Fifield, Takahiro Aze, **Kimikazu Sasa**, **Tsutomu Takahashi**, **Masumi Matsumura**, Yukinori Tani, Peter R. Leavitt, Hideyuki Doi, Tomohisa Irino, Kazuyoshi Moriya, Akira Hayashida, Kotaro Hirose, Hidekazu Suzuki, and Yoshiki Saito, The onset of a rapid increase in anthropogenic fingerprints in the Beppu Bay stratigraphy as a potential marker of the onset of the Anthropocene, 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 幕張メッセ 千葉県, 2023 年 5 月 21 日(日)～26 日.
- Shi Zhiyuan、加　三千宣、笹　公和、松村 万寿美、高橋 努、高久 雄一、山﨑 信哉、末木　啓介、坂口　綾, 別府湾の堆積物用いた表層環境への I-129 導入史の復元，Reconstruction of ^{129}I Input History to the Surface Environment Using a Sediment Core from Beppu Bay，日本放射化学会第 67 回討論会，広島大学，2023 年 9 月 21-23 日.
- 松村万寿美，笹 公和，坂口綾，高橋 努，末木啓介，大気中からのヨウ素 129 降下量調査（2022 年度），日本アイソトープ協会の令和 5 年度 放射線安全取扱部会年次大会，富山国際会議場，富山市，2023 年 10 月 26-27 日.
- 笹 公和，高橋 努，松村万寿美，吉田哲郎，椎根大輔，高橋穂高，坂口 綾，6 MV タンデム加速器質量分析装置を用いた難測定核種の検出技術開発の現状，2024 年第 71 回応用物理学会春季学術講演会，東京都市大学，2024 年 3 月 22－25 日.
- 松村万寿美，高橋 努，吉田 哲郎，松中 哲也，高橋 穂高，坂口 綾，笹 公和，筑波大学 6 MV タンデム加速器質量分析装置における多核種 AMS と応用研究の現状（2023 年度），第 24 回 AMS シンポジウム，東京大学武田ホール，2024 年 3 月 28－29 日.

国際会議招待講演

- Kimikazu Sasa, Tsutomu Takahashi, Masumi Matsumura, Tetsuya Matsunaka, Aya Sakaguchi, Accelerator Mass Spectrometry of 36Cl and 129I at the University of Tsukuba: Analytical Techniques and Applications, The 9th East Asia Accelerator Mass Spectrometry Symposia (EA-AMS 9), KIST, Seoul, Republic of Korea, 22-24 November 2023. (Invited Talk)

※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。

様式　3（共同研究）

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">こふじ　ひさき
小藤　久毅</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">令和６年４月 30 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">公益財団法人日本海洋科学振興財団　むつ海洋研究所　海洋研究部　主任研究員</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☑新規
☐継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☐　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">日本海・太平洋における海水中の放射性核種の水平・鉛直分布データを基にした海洋の物質移行に関する研究</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">環日本海域環境研究センター　准教授
井上　睦夫</td></tr>
</table>

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	小藤久毅	(公財)日本海洋科学振興財団	主任研究員	データ解析およびモデル化、試料調製
	分担者	井上睦夫	環日本海域環境研究センター	准教授	データ解析、試料測定
	※　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	$BaSO_4$	粉末(樹脂ケースパッキング)	2
		モリブドリン酸アンモニウム	粉末（樹脂ケースパッキング)	2
	分析した試料	$BaSO_4$	粉末(樹脂ケースパッキング)	4

研究目的・期待される成果	ウランおよびトリウム系列には様々な半減期の放射性核種が存在し、それらは海洋における物質動態を数十日から数年の時間スケールで解析するためのトレーサとなる。また、福島第一原発事故に由来する放射性セシウムもまた海洋での物質移動のトレーサとなる。海洋での物質動態解明には、このような複数の放射性核種をトレーサ（マルチトレーサ）とすることが有効である。 申請者所（日本海洋科学振興財団）がこれまでデータを蓄積してきた津軽海峡周辺および青森県太平洋側を中心とした海域は、共同研究者（金沢大学環日本海域環境研究センター）が主にデータを蓄積してきた日本海の出口にあたる。これまでにそれぞれの海域について水平輸送あるいは鉛直輸送関する情報が明らかになっているが、両海域における多核種のデータを合わせて解析することで、より進んだ三次元的な物質輸送過程が把握できると考えられる。 日本海とその周辺を対象とした複数の放射性核種をトレーサとした三次元的な物質移動過程の解析手法の確立は、さらに多くの機関のデータを活用とする基礎となり、海洋環境の詳細な把握と将来予測に貢献すると考えられる。

※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	極低バックグラウンド Ge 半導体検出器で同時測定できるマルチトレーサー（^{7}Be、^{134}Cs、^{137}Cs、^{226}Ra、^{228}Ra、^{228}Th、^{234}Th）のうち、^{234}Th（半減期 24.1 日)はローカルな粒子除去を探るうえで重要である。その反面、自己吸収の影響が大きく計数効率の確定が難しいこと、採取～化学分離～ガンマ線測定の期間によって誤差が大幅に変化することなどから､カンマ線スペクトロメトリーを海水の ^{234}Th 研究に適用した例は極めて少ない。そこで、海洋環境の解析に有効な誤差での ^{234}Th 測定の計算手順を確立し、これまでデータを蓄積してきた日本海について水平輸送あるいは鉛直輸送についての解析に適用した。 作業効率と必要精度が両立する採取～化学分離～ガンマ線測定の期間について検討し、実際の海水試料中 ^{234}Th 濃度における計数誤差についても評価した。さらに、これまで ^{226}Ra、^{228}Ra 及び ^{228}Th などの鉛直分布について報告してきた（日本海でのデータ Inoue et al., 2019 など）に、^{234}Th/^{238}U データを加えての解析を行った。日本海の比較的低水温の地点（日本海盆、SY18-B）と比較的高水温の地点（対馬海盆、SY18-D）ともに、^{234}Th/^{238}U 比は、表層から 50 m までは 1 より有意に小さく、100～150 m で 0.9～1 まで増加しており、北太平洋での過去の報告（Kawakami & Honda, 2007）と同様の鉛直分布を示した。^{234}Th/^{238}U 比の鉛直分布は 0～50 m での比較的速やかな Th 除去を示し、表層定常状態モデルでは 0～50 m での Th の滞留時間は、 SY18-B 及び SY18-D でそれぞれ 150 日及び 80 日と見積もられた。さらに、表層から 150 m までの深度に伴う ^{228}Th/^{228}Ra 比と ^{234}Th/^{238}U 比の増加傾向の違いからは、鉛直的な混合が ^{234}Th（半減期 24.1 日）が成長する時間スケールでは影響せず、^{228}Th（半減期 1.913 年）が成長する時間スケールでは影響していることが示唆された。これは冬季の冷却により生じる季節的な混合の時間スケールに合致するものであった。 日本海表層からの Th 除去について ^{234}Th/^{238}U 比と ^{228}Ra/^{228}Th 比が整合する結果が得られたことから、多核種同時測定が可能な核種ガンマ線スペクトロメトリーで得られた ^{234}Th の情報が妥当なものであると考えられ､マルチトレーサーによる海洋におけるスカベンジングを解析する上で有効であることが確認できた。
※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	上記の研究成果を用いた結果について、令和 6 年度または 7 年度に論文として学術誌に投稿を予定している。
※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。	

２０２３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	おくだ　ともあき 奥田　知明	提出年月日	2024 年　4 月　23 日
所属・職名	慶應義塾大学理工学部・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 ☐　博士後期課程学生育成共同研究	☑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	小型可搬型サイクロンサンプラーを用いた越境及び都市域粒子状物質の有害性評価			
研究実施期間	2022 年　4 月　1 日～　　2024 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	奥田知明	慶應義塾大学理工学部	教授	粒子採取と分析
	分担者	松木 篤	金沢大学環日本海域研究センター	准教授	観測拠点整備
		中野 康平	慶應義塾大学大学院理工学研究科	修士２年	粒子採取と分析
		唐内 宏彰	慶應義塾大学大学院理工学研究科	修士１年	粒子採取と分析
	※　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	水溶性イオン成分、元素成分、炭素成分、細胞応答性	粒子状物質	6(3+3)
	分析した試料	水溶性イオン成分、元素成分、炭素成分、細胞応答性	粒子状物質	5(2+3)

研究目的・期待される成果	
	$PM_{2.5}$に代表される微小な粒子状物質の有害性は、粒子が有する様々な特性に依存するため、その特性の相違に着目した健康影響評価研究の推進は喫緊の課題である。この課題の解決のためには、同一サンプルを用いて粒子特性とその有害性を調べる必要がある。粒子試料採取のために従来用いられてきたフィルター捕集は、化学成分分析には適しているものの、細胞や動物曝露による毒性学的実験のためには、フィルターから必要量の粒子が取り出せない等の多くの問題があった。そこで本研究では、独自に開発した、フィルターを用いずに粒子状物質の採取を可能とする小型可搬型サイクロン装置を、横浜と能登に設置し、それぞれ採取された粒子の有害性を化学分析および細胞曝露実験により明らかにする。横浜は都市域である一方、能登大気観測スーパーサイトは主要な汚染源から離れた清浄地域であり、かつ大陸からの越境輸送を受けやすい地域であるため、両者を比較することで、何が粒子の有害性を考える上で重要であるかの知見を得ることができる。２０２２年度に金沢大学環日本海域環境研究センター共同研究（22055）に採択され、同年 5 月に能登大気観測スーパーサイトにサンプラーを設置し稼働を開始することができた。同年 8 月に最初の大気粒子サンプルを得ることができたため、化学分析を行ったところ、能登で得られた粒子中の金属成分は横浜と比較して低濃度であった一方で、鉛については能登で顕著に高く、非常に興味深い結果が出始めている。今後は少なくとも１年分のサンプルを得て季節変動を明らかにすると共に、化学分析および細胞曝露実験を進め、清浄地（越境汚染の影響あり）の能登と、都市域の横浜との比較を行うことで、粒子の有害性に関与する要因を見出すことが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	本研究では、2022 年 5 月~2023 年 6 月にかけて、$PM_{2.5}$ 発生源が異なると考えられる国内 3 地点 (横浜・福岡・能登) でサイクロン法により粒子採取を行い、横浜と福岡で各 5 サンプル、能登で 4 サンプルを得た。採取したサンプルの酸化能を、化学的な酸化能測定 (DTT Assay) と生物学的な酸化能測定 (CM-H_2DCFDA Assay) の 2 手法により評価した。$PM_{2.5}$ 発生源と酸化能の関係を調査するため、サンプルの化学成分分析を行った。水溶性イオン成分をイオンクロマトグラフィー、炭素成分を熱分離・光学補正法、無機元素を ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) で測定した。加えて、各サンプリング期間について後方流跡線解析を行い、大気輸送経路を推定した。後方流跡線解析は HYSPLIT (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory) モデルを用い、各地点の上空　1000 m に到達した大気を 6 時間ごとに 120 時間解析した。 各サンプルにおける化学的な酸化能測定と生物学的な酸化能測定の結果は、どちらの手法においても横浜・福岡・能登の順に酸化能の値が高かった。 次に化学成分分析の結果に関しては、横浜では福岡・能登と比較して V, Mn, Cu, Zn, EC2, EC3 といった成分の含有量が高かった。ここで、V, Mn, Cu, Zn は都市の工業に由来すると考えられ、EC2, EC3 は車両の排気ガスなど交通関連に由来すると考えられる。そのため、横浜は福岡・能登よりも都市のローカルな発生源の影響を受けたことが示唆された。一方で、As は福岡・能登の方が横浜と比較して高い含有量であった。As は石炭燃焼の指標とされており、越境汚染の影響を受けた可能性がある。また、後方流跡線解析による大気輸送経路の推定結果より、大陸由来の大気は横浜・福岡・能登でそれぞれ 23%, 40%, 42%となり、福岡・能登の方が横浜よりも越境汚染の影響を受けたことが推定された。以上のことから、酸化能測定の結果と合わせて、都市のローカルな発生源の方が越境汚染よりも酸化能が高いと考えられる。 最後に、酸化能に寄与した化学成分を調査するため、2 つの手法による酸化能と各化学成分含有量の相関を調べた。その結果、一部の無機元素 (Ca, V, Mn, Cu, Zn) が 2 つの手法で測定された酸化能と強く相関した。試薬を用いた先行研究と照らし合わせると、実際に酸化能に寄与した成分は主に Mn, Cu であると考えられる。また、炭素成分 (EC・OC) は、主に生物学的な手法で強い相関を示した。このことから、酸化能には Mn, Cu などの遷移金属や炭素成分が寄与することが示唆された。しかし、遷移金属と炭素成分では、手法によって相関の強さが異なる傾向にあった。そのため、両成分は異なるプロセスで酸化能に寄与している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	中野康平 (2024) サイクロン技術を利用して国内三地点で捕集した PM2.5 の酸化ストレス誘発能に着目した毒性の比較, 慶應義塾大学大学院理工学研究科修士論文. 原著論文 1 報を執筆中
※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。	

様式　3（共同研究）

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">たん　しゅうや
丹　秀也</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年　5 月　28 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">国立研究開発法人海洋研究開発機構・Young Research Fellow</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☐新規
☑継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☑　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">モンゴル南部塩湖群の冬季結氷過程における重金属の水-堆積物分配</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年　4 月　1 日～　2024 年　3 月　31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">福士圭介</td></tr>
</table>

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	丹秀也	海洋研究開発機構	Young Research Fellow	計算モデル拡張・実験室分析
	分担者	福士圭介	金沢大	教授	地球化学モデリング
		バーサンスレン・ガンフレル	金沢大	博士研究員	重金属分析
		依田優大	QJ サイエンス	研究コンサルタント	地球化学モデリング
		関根康人	東工大	教授	データ解釈
	※　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	モンゴル塩湖湖水サンプル	ポリ容器内液体	40
	分析した試料	モンゴル塩湖湖水サンプル	ポリ容器内液体	10

研究目的・期待される成果	
	乾燥気候帯に位置するモンゴル南部塩湖群は閉鎖的な水環境であり、冬季には大規模な結氷が起きている。陸域水環境における元素動態の観点から環境変動の評価対象として、主要元素の調査は進んでいるが、冬季の重金属や微量元素の動態は明らかではない。 2022 年度の湖水分析・モデル計算により有害重金属や微量元素のリンについて元素ごとに異なる動態が示唆されたが、これらをより制約することを 2023 年度は目的とした。元素動態の評価はより広義の閉鎖的水環境への適用も見込まれる。

※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	モンゴル南西部塩湖群の湖水サンプルに関して、微量元素濃度を自然科学 2 号館に設置の ICP 質量分析計を用いて分析した。この分析では、主要元素については分析済みの 2019 年から 2022 年にかけての夏季の湖水サンプルを対象とした。これは 2022 年度の調査サンプル分析・地球化学モデル計算の結果、湖水中の元素濃度の年ごとの変動が大きく、冬季のサンプルのデータだけではその変動を把握できないことが示されたために必要となった。 2022 年度の研究状況では、湖水中の微量元素のうち、ウランは冬季の湖水の結氷によって強い濃縮を受けている一方、リンとヒ素は湖底の鉄酸化物粒子への吸着により同程度で濃縮が緩和されている可能性が示唆されていた。今年度の追加分析の結果、実際にはヒ素よりもリンは強い濃縮を受けており、鉄酸化物への吸着による濃縮の緩和はヒ素の方が強いことが示唆された。こうした傾向は、数値計算モデルの見直しにより再現できることが示された。また追加の重金属としてモリブデンについても分析、数値計算モデルに追加したところ、その傾向をおおよそ再現することができた。 また 2022 年度に分析した冬季の湖の氷部分に含まれる元素の濃度についても、ヒ素、ウラン、モリブデンについてはその傾向を地球化学モデル計算により再現できた。一方で、リンについてはこの計算モデルのみでは再現が困難であった。氷部分に含まれる成分の量は、多くの元素では湖内での濃縮を反映し、湖の深部ほど高くなっていたが、リンは深度によらず同程度となっていた。2022 年度にはこれをリン酸塩などの鉱物の析出、もしくは湖内で多くみられる炭酸塩への吸着などの効果によるものと推測していた。しかし見直したモデル計算でこの効果を取り入れて検証したところ、現実の傾向を再現できなかった。今回のモデル計算で考慮できていない要素として、生物のリン消費による均一化などが考えられる。今後は有害重金属（ウラン、ヒ素、モリブデン）の地球化学的な変動に注目した方針で成果をまとめ、学術専門誌へ投稿することを検討している。 成果発表 1. 丹秀也, 福士圭介, Baasansuren Gankhurel, 北島卓磨, Davaadorj Davaasuren, 依田優大, モンゴル アルカリ塩湖の凍結における微量元素の分配, 日本地球化学会 第 70 回年会（東京, 2023.09）口頭発表 2. 丹秀也, 福士圭介, Baasansuren Gankhurel, 北島卓磨, Davaadorj Davaasuren, 依田優大, Chemical partitioning of trace elements within freezing closed-basin lakes in Mongolia, 日本地球惑星科学連合 2023 年大会（千葉, 2023.05）口頭発表
見込まれる成果物	環境化学系の学術専門誌へ 2024 年度の投稿を予定。

※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。

２０２３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	いたはし　しゅういち 板橋　秀一	提出年月日	2024　年　4　月　30　日
所属・職名	一般財団法人電力中央研究所　サステナブルシステム研究本部・主任研究員		
連絡先住所	〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 新本館 4 階（気象・流体科学研究部門）		
TEL		FAX	
E-mail			

申請区分	☐　重点共同研究 ☑　一般共同研究 ☐　博士後期課程学生育成共同研究	☑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	日中韓蒙共同観測ネットワークに基づいた長距離輸送されるエアロゾルの変質過程に関する研究			
研究実施期間	2023　年　4　月　1　日～　2024　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	板橋　秀一	電力中央研究所サステナブルシステム研究本部	主任研究員	モデル解析
	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	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	大陸の風下に位置するわが国の大気環境（光化学オキシダントやPM2.5）は東アジアスケールの越境汚染の影響を大きく受ける．近年，中国の排出量は劇的に変化しており，それによる越境汚染の変化を迅速に把握することは，国内の大気環境を保全する上で不可欠である．金沢大学所有の能登大気観測スーパーサイトは，国内発生源の影響が小さい能登半島に位置しており，大陸からの越境汚染を診断・評価するのに最適である．本研究では，能登大気観測スーパーサイトで実施されている日中韓蒙共同観測の結果と，申請者が推進してきたモデルシミュレーションとを統合的に解析し，長距離輸送されるエアロゾルの変質過程を解明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，日中韓蒙で実施された国際プロジェクト FRIEND について，第 1 期観測キャンペーン（2020 年 12 月～2021 年 1 月に実施）に対して，国外（中韓蒙）や日本（能登）における硫酸塩（SO_4^{2-}）・硝酸塩（NO_3^-）等の $PM_{1.0}$ 主要成分の観測データを詳細に解析するとともに，数値モデルの解析結果と統合評価することで，環日本海域を越境輸送される $PM_{1.0}$ の構成成分の変質過程を解析した． 冬季に実施された第 1 期 FRIEND 観測キャンペーンの観測データからは，風上側（中国（ペキン）・韓国（ソウル））では SO_4^{2-} 濃度が低く，NO_3^- 濃度が高い特徴があった一方で，風下側（日本（能登））では SO_4^{2-} 濃度が高く，NO_3^- 濃度が低いことが示されていた．この観測事実として得られた $PM_{1.0}$ の構成成分の変質過程の要因を解明するために，数値モデルによる解析を実施した．数値モデルとしては，東アジアスケールを 36 km の水平解像度でカバーし，約 200 種類の汚染物質に係る 700 程度の化学反応式を計算可能な領域モデルを構築した．まず数値モデルが $PM_{1.0}$ 構成成分等の観測データの時空間変動を再現できるかどうかを検証した．その結果，成分により過大・過小評価傾向はあるものの，モデル再現性の統計解析のレビューから提示されている指標程度の再現性を，本研究で適用した数値モデルが有していることが確認できた．また，地上観測による前駆体の気体成分（二酸化硫黄（SO_2）や窒素酸化物（NO_x））や，衛星観測による二酸化窒素（NO_2）の対流圏鉛直積算濃度についても再現性を検証し，妥当な再現性を有していることを確認した．その上で数値モデルによる空間分布を詳細に解析した．その結果，大陸上では SO_4^{2-} の生成が進みにくい状況であったが，大陸から越境輸送される際に日本海上で主として液相過程（雲を介した SO_2 から SO_4^{2-} への酸化過程）によって SO_4^{2-} が生成していたことが明らかとなった．加えて，越境輸送される過程での SO_4^{2-} の生成によって，対イオンとなるアンモニウム（NH_4^+）が消費されることとなり，風下側では NO_3^- が生成しにくい状況となったことがわかった．そのため，大陸上の高濃度の NO_3^- は風下側までは維持されることができずに，風上側とは一転して低濃度となったことが示された．以上のように，本研究による観測・数値モデルの統合解析から，環日本海域の越境輸送の変質過程を明らかとし，この成果については下記に示す原著論文として公表した．

※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：Itahashi, S., Kim, N. K., Kim, Y. P., Song, M., Kim, C. H., Jang, K. S., Lee, K. Y., Shin, H. J., Ahn, J. Y., Jung, J. S., Wu, Z., Lee, J. Y., Sadanaga, Y., Kato, S., Tang, N., Matsuki, A.: Distinctive features of inorganic $PM_{1.0}$ components during winter pollution events over the upwind and downwind regions in Northeast Asia. Atmospheric Environment, 309, 119943 (2023)

※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。

２０２３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	すずき　みちお 鈴木　道生	提出年月日	2024 年　5 月　23 日
所属・職名	東京大学大学院農学生命科学研究科・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 ☑　複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	カサガイの交差板構造に含まれる結晶欠陥制御因子の解析			
研究実施期間	2023 年　4 月　1 日～　　2024 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	鈴木道生	東京大学	教授	研究の統括
	分担者	Li Sicheng	東京大学	大学院生	研究の遂行
	※　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	カサガイ	生体	20
	分析した試料	カサガイ	生体	20

研究目的・期待される成果	
	カサガイは日本全国の岩場に見られる巻貝の一種であり、5 層以上の複合構造を持ち、垂直方向への圧力に非常に強いことが知られている。有機-無機の複合微細構造が重要な役割を果たすが、その形成メカニズムは不明なことが多い。本研究で日本海沿岸にも生息するカサガイの強度な貝殻構造に着目することで、新たな材料創成の開発に繋がる可能性がある。カサガイの微細構造は板状のアラゴナイト結晶が互い違いに交差した交差板構造を有しており、その中の結晶欠陥が非常に制御されている。その結晶欠陥を制御する因子をカサガイの殻から明らかにすることを目的とした。カサガイは日本のみならず世界各国の沿岸に生息する非常に一般的な生物であるが、貝殻の特性についてはこれまでほとんど研究されてこなかった。本研究では日本海沿岸に生息するカサガイを用いて、貝殻内の新たな因子を見つけるということが特徴である。新たな結晶欠陥制御因子が見つかれば、結晶欠陥を制御して材料を作ることで高強度の材料や異方的な特性を持つ新規素材の開発に繋がる可能性が考えられる。

※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	貝殻内のアラゴナイト結晶を模倣するために、カサガイ貝殻抽出液を添加してアラゴナイト結晶形成を行った。合成された結晶を走査型電子顕微鏡（SEM）で観察したところ、抽出液濃度が上昇するにつれて結晶が鋭利な形状に変化する様子が観察された。形成された結晶の結晶欠陥を評価するため、X 線回折（XRD）を測定した。得られたアラゴナイトの XRD パターンの 211 と 221 ピークの半値幅（FWHM）を利用して{110}双晶密度を定量化することができることが知られており(Suzuki et al., 2012)、この定量値を用いて結晶欠陥を評価した。各抽出液濃度を用いて得られたアラゴナイトの XRD パターンを比較すると、抽出液濃度が高いほど双晶密度が高いことがわかった。また、各アミノ酸を添加して同様にアラゴナイト結晶形成実験を行ったところ、多くのアミノ酸により双晶密度が上昇したことが分かった。合成された結晶を SEM にて観察したところ、双晶密度と結晶の形状には一定の相関がみられ、双晶密度が低いほど秩序的でかつ直径が大きい傾向がみられた。 結晶形成実験から、貝殻抽出液中に結晶欠陥形成に寄与するタンパク質が存在し、結晶表面で相互作用していると考えた。そこで、カサガイの貝殻中のカサガイの貝殻のアラゴナイトに多く結合し、かつアラゴナイト鉱物の(110)面に結合するタンパク質を液体クロマトグラフィー・タンデム質量分析（LC-MS/MS）による定量解析を行うことで探索することとした。カサガイの貝殻の結晶多形を解析するため、5 層以上からなる複合構造の各層を XRD により測定したところ、M-1 layer はアラゴナイトとカルサイトの両多形からなっている一方で、M-2 layer はカルサイトからなることが分かった。貝殻抽出液を貝殻各層およびアラゴナイト鉱物に作用させたところ、M-2 layer よりも M-1 layer への親和性が高く、かつアラゴナイト鉱物の(001)面よりも(110)面への親和性が高いタンパク質が同定された。同定されたタンパク質はカサガイ貝殻中の結晶欠陥形成に寄与している可能性が高いと考えられることから、現在は大腸菌を用いた組換えタンパク質の発現を行い、実際に結晶欠陥を生じさせることができることを確かめている。 以上より、カサガイの貝殻抽出液中に結晶欠陥を生じさせる有機物が存在することが示された。本研究によりカサガイにおいて結晶欠陥を生じさせ、貝殻を強固にする機構が明らかになれば、強度と耐久性を向上させた新しいアラゴナイト材料の合成につながると考えられる。
※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	○**Sicheng Li**, Lumi Negishi, Hitoshi Kurumizaka, **Michio Suzuki**. “The study on the organic molecules regulating the density of {110} twin defects in aragonite crystals”、『第 18 回バイオミネラリゼーションワークショップ』、千葉、2023 年 11 月（ポスター発表） ○**Sicheng Li**, Keisuke Oshima, Lumi Negishi, Taiga Okumura, Yugo Kato, Boaz Pokroy, Hitoshi Kurumizaka, **Michio Suzuki**. “Study on the Organic Molecules Regulating the Density of {110} Twin Defects in Aragonite Crystals”、『第 24 回マリンバイオテクノロジー学会大会』、茨城、2024 年 5 月（ポスター発表予定）
※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。	

様式　3（共同研究）

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">たかた　ひょうえ
高田　兵衛</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">令和６年　４月２５日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">福島大学　環境放射能研究所・准教授</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年(２年)</td><td colspan="2">☐新規
☑継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☑　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">日本の東西沿岸海水における放射性 Cs 濃度を支配する要因の定量的評価</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">令和５年　４月　　１日～　　令和６年　　３月３１日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">金沢大学環日本海域環境研究センター 井上睦夫</td></tr>
</table>

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	試料採取　前処理
	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	ゲルマニウム半導体検出器による測定
	※　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	河川水 沿岸水	弱酸性 （２０Ｌプラスチック容器）	約５個
	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

（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）

東電福島第一原発事故後、『日本の西海岸側』に位置する日本海沿岸において、北太平洋に沈着した事故由来の放射性 Cs が、対馬暖流に乗って東シナ海から対馬海峡を介して流入し、日本海の沖合を中心に放射性 Cs 濃度を高めていることがわかっている。

一方、『日本の東海岸側』の福島県沿岸では未だに事故前のレベルを超える海水中の放射性 Cs 濃度が検出されている。これは、東電福島第一原発施設からの直接漏洩だけでは説明出来ない局所的な上昇のため、陸域に沈着した放射性 Cs が、河川を介して同沿岸域へ流入する可能性を否定できない。2021 年度については大河川である阿武隈川に焦点を置いて調査を行い、同河川からの放射性 Cs の流出量を見積もった。その結果、同原発からの直接漏洩による流出量の 10%程度の流出量と推定された。東海岸の南側に位置する利根川でもこれだけの影響があるのであれば、同原発から南側の主要河川全体を考えると、これらの河川からの影響は今後も無視できない。

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海水中の放射性 Cs 濃度レベルを支配する要因は異なることがわかり始めている。

調査域を両沿岸側に拡大することで、

『日本の東海岸側』では**同原発からの直接漏洩と、河川流入によって**
『日本の西海岸側』では**対馬暖流によって**

	放射性 Cs レベルに影響を与えることがわかってきた。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。 そこで、引き続き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）の影響について定量的に比較し、また、両者を比較することで、その支配因子の理解がより深化すると考える。そこで、本研究では以下の 2 調査を行う。 『日本の東海岸側』調査：阿武隈川に加え、福島県の東電福島第一原発から南側に位置する河川における調査を行う。これら河川は福島県から茨城県の沿岸域における海水中放射性 Cs 濃度に影響を与える要因と考えられる。（沿岸調査は別事業にて継続中） 『日本の西海岸側』調査：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河川―沿岸域調査。特に、日本海側に注ぐ河川（手取川を中心に）での調査を行う。 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。更に、トリチウムを測定することで河川からの影響範囲を示すトレーサーとしての役割も果たす。**

※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	調査および実験 『日本の西海岸側』調査：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の河川（手取川）とその沿岸での調査を行った。 『日本の東海岸側』調査：福島県の東電福島第一原発周辺に位置する河川から沿岸での調査を行った。 試料採取について、西海岸側では 2023 年に 7 月に石川県小松市の沿岸において、40L の海水を採取した。手取川下流において、200L の河川水の採取を行った。沿岸海水については各 40L 採取した。各試料を福島大学に持ち帰り、孔径 0.45μm のメンブレンフィルターにてろ過を行い、ろ液を溶存態、フィルター上の粒子を粒子態に分けて、溶存態に濃硝酸を添加し弱酸性とし、リンモリブデン酸アンモニウム（AMP）を添加し、セシウムを AMP に吸着させ、その AMP を捕集、乾燥後、低バックグラウンドゲルマニウム半導体検出器で放射性 Cs を測定した。また、放射性 Cs である ^{137}Cs の検出下限値は 0.1 Bq/m^3 であった。なお、^{137}Cs 濃度は、採取日に減衰補正した。 結果 西海岸側の手取川では溶存態 ^{137}Cs 濃度が検出下限値未満であった。小松市の沿岸の海水中の溶存態 ^{137}Cs 濃度は約 2 Bq/m^3 であり、例年通りの数値であったが、河川中の溶存態 ^{137}Cs 濃度よりも高い結果となった。また、粒子態 ^{137}Cs は河川、海水のいずれでも検出されなかった。今年度も昨年度に引き続き河川中の粒子を 200Ｌもの大量ろ過を実施し１g 程度の粒子が採取できたが、同軸型のゲルマニウム半導体検出器での測定（数十万秒測定）でも検出できなかった。 東海岸側においては河川中の溶存態 ^{137}Cs 濃度は 1 Bq/m^3～数十 Bq/m^3 の範囲であり、福島第一原発に近い河川では比較的高い値を検出した。沿岸海水中の溶存態 ^{137}Cs 濃度も河川と同様の濃度レベルであった。 以上のことから、西海岸側の沿岸海水中の放射性セシウム濃度は河川からの影響は見られないことがここ数年の調査結果で分かった。なお、沿岸海水中の溶存態 ^{137}Cs 濃度は福島第一原発事故前レベルに近づいてきていることから、北太平洋の表層に沈着した同原発由来の放射性 Cs のうち、一部が西海岸まで至っている影響が徐々に減少している可能性が示された。
※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	月刊海洋　特集号 低レベル放射能をトレーサーとした海洋物質動態 金沢大学環日本海域環境研究センター共同研究集会 -「金沢城さくらセミナー（2022-2024）」より- 高田兵衛（福島大） 「本州の東西沿岸域の放射性セシウム分布の違い」
※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。	

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">かつた　ながよし
勝田　長貴</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年 4 月 1 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">岐阜大学・教授</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☑新規
☐継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☑　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">湖沼堆積物を用いたモンゴル高原永久凍土地帯の古環境変動復元</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">落合伸也</td></tr>
</table>

		氏　名	所　属	職名／大学院生・学部生は利用時の年次	分担内容
研究組織	申請者	勝田長貴	岐阜大学	教授	全般
	分担者	益木悠馬	岐阜大学	D1	試料封入
		板山由依	岐阜大学	学部研究生	試料封入
	※　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。				

		物質名	形態（形状）	試料数
分析試料	申請書に記載した試料	湖沼堆積物	粉末	30
	分析した試料	湖沼堆積物	粉末	30

研究目的・期待される成果	本研究の目的は、モンゴル高原・永久凍土地帯の湖沼堆積物を用いて、最終氷期から完新世に至る過去 5 万年間の永久凍土地帯・古環境変動を復元することを目的とする。本研究の特色は、過去約 150~200 年間の古気候記録を、湖水、河川水や湧水の分析結果と測器観測データと合わせて解析し、永久凍土指標とそれに関わる環境変動の代替指標を明確にすること、それらの代替指標を長尺堆積物から導き出し、信頼性の高い永久凍土地帯の環境変動復元を実施することである。これにより、気候と永久凍土の関連性や、それに伴う生態系と水環境の改変や回復過程を解読できれば、永久凍土域環境変動の将来予測と対策に大きく貢献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	本研究計画は、^{137}Cs-^{210}Pb 年代測定法を用いて、過去 100 年度程度の年代軸を確立し、堆積物の成分要素と気象測器データとの比較から、堆積物中の古気候指標を明らかにし、その上でモンゴル高原永久凍土域の環境変動の歴史を実証的に復元することを目的としている。本年度は、モンゴル高原南部の Olgoy 湖と Orog 湖表層堆積物の ^{137}Cs-^{210}Pb 年代測定を実施した。しかし、封入量が 1 g 程度と十分に確保できず、解析に必要な放射線量を得ることができなかった。このため、2023 年 7 月にて 2 地域の現地調査と表層堆積物コアを確保した。 また、これと並行して、既に ^{137}Cs-^{210}Pb 年代測定済みのモンゴル高原東部 Buir 湖と、それと同じアムール川流域の中国北東部・Jingpo 湖の古環境変動解析を進めた。 Buir 湖湖堆積物コア（全長 48 cm）では、鉱物粒子径の測定結果から、深度 22~35 cm でタービダイト層が見られた。また、^{137}Cs 濃度は、深度 26 cm から徐々に増加し、深度 18 cm の微小なピークが生じ、更に深度 13 cm に向けて増加傾向を示した。その後表層に向けて深度 13 cm 以浅でやや減少した後、ほぼ一定に推移した。そこで、深度 22~35 cm のタービダイト層を除去し、そして、1963 CE の Fallout、深度 13 cm の微小ピークを Chernobyl と見なし、過剰 Pb の区分的 CRS モデルを用いて年代軸を構築した。その結果、タービダイト層の堆積年代は 1954.7 ± 5.2 CE となり、その成因として 1957 CE の Muya（M7.8）や Gobi-Altay 地震（M8.3）の影響の可能性が明らかとなってきた。一方で、化学組成、粒度組成、安定同位体組成（TOC-δ^{13}C, TN-δ^{15}N, TS-δ^{34}S）の分析から、堆積物の有機物は植物プランクトン起源であること、1955 CE 以降における生物起源シリカの漸近的な増加傾向とそれに伴う δ^{34}S の低下は、流域からの人為的負荷に伴う富栄養化と深層水の貧酸素化であることが明らかとなった。また、1950 CE 以降の炭酸塩濃度で示される塩濃度の上昇と砕屑物の流入量の減少は、ERA5 再解析データ（1940 CE 以降）との比較からから、モンゴル高原における温暖化と乾燥化に起因していることが明らかとなった。 Jingpo 湖湖底堆積物では、1950 CE 以降の堆積記録と気象測器解析データとの比較ら、化学的風化指標（CIA）が東アジア夏季モンスーン（EASM）降水量、平均鉱物粒子径（MGS）が冬季アジアモンスーン（EAWM）である可能性が示された。そして、この結果を過去約 6092 年の長尺堆積物コア記録（全長 976 m）に適用し、古環境変動解析を行った。CIA から推定される Jingpo 湖周辺の夏季降水量は、6092 年から 2500 年で増加傾向を示し、1500 年から現在にかけて急激な減少を示す。この降水量変動は、中国南部の鍾乳石 δ^{18}O と逆パターンであり、この原因は、偏西風経路とその南の EASM 降水域が完新世後期（現在）に比べて中期に北上していたことで説明することができる。また、スペクトル解析から、CIA 変動には、~300 年、~500 年、~1200 年の卓越周期が見られ、このうち、~500 年、~1200 年は、ENSO 変動の変動周期と対応し、互いに逆位相パターンを示すものである。このことは、ENSO が弱まると、中国北東部の降水量は増加したことを意味する。一方、MGS で示される EAWM 強度は明瞭な周期的な変動を示し、~1200 年、~800 年の卓越周期から成ることが明らかとなった。このうち、1200 年周期の変動は、ENSO 変動と同位相で生じるものであった。これは、ENSO が強まると、中国北東部の EAWM 強度が上昇することを意味するものである。以上の結果から、熱帯太平洋域の大気・海洋域の相互作用が、遠方域の中国北東部の夏季と冬季の気候変動に影響を与えてきた可能性が明らかとなってきた。

※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	・原著論文発表：Buir 湖と Jingpo 湖湖底堆積物研究 ・卒業論文、修士論文、博士論文：モンゴル高原のその他湖沼堆積物研究

※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。

様式　3（共同研究）

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">うの　せいいち
宇野　誠一</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年　4 月　30 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">鹿児島大学　教授</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☑新規
☐継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☑　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">金沢市内におけるマーカー物質によるタイヤ粉塵分布調査の試み</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年　4 月　1 日～　　2023 年　3 月　31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">本田　匡人</td></tr>
</table>

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	研究統括、サンプリング、毒性試験、分析
	分担者	本田匡人	金沢大学	助教	サンプリング
		今村和貴	鹿児島大学	博士課程 1 年	サンプリング、毒性試験補助、分析補助
		内村未来	鹿児島大学	修士課程 2 年	サンプリング、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	PAHs など	粉塵中のものを測定	10～50
	分析した試料	PAHs など	粉塵中のものを測定	10

研究目的・期待される成果	
	海域のマイクロプラスチック汚染が問題視されて久しいが、最近、その一部がタイヤ粉塵に由来する、とする研究論文が最近いくつか発表された。タイヤ粉塵は自動車の走行時に道路との摩擦で生じ、大気中に舞ったり、道路の隅に溜まったりする。道路上に存在する粒子はタイヤ粉塵のみならず、自動車排ガス由来の粉塵、道路アスファルト片など、生物に何らかの影響を与える化学物質を含むと考えられる複数の粉状粒子で構成されていると予想される。これらは降雨時に排水とともに河川へと流され、最終的に海域に到達する。国際自然保護連合（2017）は現在のマイクロプラスチック海洋汚染の 28%がタイヤ由来のものと断じたが、上記の道路の状況から考えると、タイヤ粉塵だけが水域に入るとは考えられず、道路上に存在する全ての粉塵類が水生生物に多大な影響を及ぼす可能性も考えられる。 我々は令和 4 年度の本共同研究において、金沢市内を中心に 10 カ所において道路粉塵を採取し、これらが海域底質に堆積することを想定して、底生甲殻類のフサゲモクズ（*Ptilohyale barbicornis*）をこれら道路粉塵と共に 10 日間飼育して、その影響を調べた。その結果、全地点において暴露 7 日目には死亡率が 50%を越えた。 本研究では 2022 年度の調査を受けて、引き続き金沢市周辺行きにおける道路粉塵を採取し、2022 年度と同様にフサゲモクズにより影響試験を行うものである。これらの結果から、水環境に影響を与える因子がどの程度陸上に分布しているかを明らかにしていく。

※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	これまでタイヤに含まれる化学物質の影響を調べた研究は多く、近年では酸化防止剤として含まれている物質の紫外線による変化体が魚類のサケ・マスに深刻な影響を与えることが明らかになった。しかし、この物質はサケ・マス以外の生物に対する影響は確認されていない。本研究に取り組む前に、我々の別研究において、タイや粉塵の甲殻類に対する影響を調べた。海産甲殻類の一種であるフサゲモクズ（*Ptilohyale barbicornis*）を対象として、タイヤ粉塵への影響を調べたところ、かなり少量の粉塵量でも鋭敏に影響を受けることが分かった。2022 年の金沢市内 10 ヶ所で採取した道路粉塵に対するフサゲモクズの影響を調べたところ、いずれもかなり強い毒性が見出された。採取された粉塵を顕微鏡で観察したところ、タイヤ片由来と思われる粒子が観察され、その影響はある程度あるのではないかと考えられた。その他にも道路に降り注ぐ自動車排ガス由来の煤などは、様々な化学物質が吸着していると考えられ、それ由来の毒性も無視できないと考えられた。 2023 年度は 12 月 12～13 日にさらに広範囲の金沢市内でサンプリングを計画していたが、両日とも日中ほとんどの時間、雨天であったために計画を急遽変更し、2022 年度に道路粉塵を採取した地点と同じ地点で再度粉塵を採取して、雨でどの程度生物影響リスクが変化するかを検証することにした。降雨により道路表面にある道路粉塵やそこに吸着する化学物質はかなり流される可能性があるが、それにより生物リスクがどの程度減少するか、検証した例は少ないと思われる。2022 年度同様、金沢市内の交通量の激しい 10 か所を選別し、そこから道路粉塵を集めた。粉塵は道路の隅から採取し、その地域の影響を反映させるため、その場所の 1 地点から粉塵を採取するのではなく、少なくとも 50 m 以上の道路に沿った範囲で少しずつ粉塵を集めた。集めた道路粉塵を鹿児島大学から持ち帰り、これを、1 ㎜径の篩でふるって、それをガラス容器に一定量ずつ収容し、海水を注いだ。そこに、1 つの容器には 1 匹ずつヨコエビを収容し、これを 1 地点につき 12 匹暴露をした。10 日間、この環境でヨコエビを飼育し、その致死率を調べた。対象区として汚染されていない珪砂を用意し、10 匹を 10 日間、そこで飼育した。2022 年度は粉塵暴露 5 日目で、1 地点を除いた 9 地点で 50～100%の致死率が観察されたが、2023 年度は兼六園横（St.1）で 100%→20%、西念（St.3）で 100%→60%、中橋町（St.5）で 50%→20%、赤土町（St.8）で 60%→30%、新神田（St.10）で 70%→20%に減少していた。暴露 10 日目では St.1、3、5、8、9 では僅かな死亡率上昇でしかなかったものの、St. 10 では 90%の死亡率（2022 年度は 100%死亡）が観察された。一方で、香林坊（St.2）、諸江（St.4）、白山市横江町（St.7）では 2022 年度と経時的な死亡率変動は類似しており、10 日目における死亡率も 70～100%と高いものであった。10 ヶ所のサンプリング地点の中で St.4 は北陸自動車道ガード下で道路粉塵を収集しており、道路表面の降雨洗浄は限定的であったと考えられる。また、St.2 は鹿児島市内でも有数の繁華街で、車由来の道路粉塵が大量に生じるために、降雨での洗浄も限定的なのかもしれない。また、St.7、St.10 が両年であまり死亡率が変わらなかったが、化学物質データを今後得て、さらに考察する予定である。2022 年から 2023 年度で明らかに死亡率が下がった地点では降雨の影響がある程度あるかと思われるが、これらの地点でも今後、化学物質データを検証して、2023 年の死亡率減少の理由を探る予定にしている。

※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	得られた影響データに加えて、今後化学物質データを加えることで、海外誌に投稿予定である。

※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。

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">かつみ　なおや
勝見　尚也</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年　4 月　4 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">石川県立大学生物資源環境学部環境科学科・准教授</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☐一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☐単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☐新規
☐継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☑　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">農耕地におけるマイクロプラスチックの発生と海洋への移行挙動</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年　4 月　1 日～　2024 年　3 月　31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">長尾　誠也</td></tr>
</table>

		氏　名	所　属	職名／大学院生・学部生は利用時の年次	分担内容
研究組織	申請者	勝見尚也	石川県立大学	准教授	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。				

		物質名	形態（形状）	試料数
分析試料	申請書に記載した試料	土壌 河川懸濁物質 プラスチック	粉体 粉末 粉末	20 20 50
	分析した試料	土壌 河川懸濁物質 プラスチック	粉体 粉末 粉末	20 20 50

研究目的・期待される成果

1．研究の意義

近年、海洋のマイクロプラスチック（MP）汚染が問題視されているが、それらの多くは陸域に発生源がある。そのため、汚染拡大を防ぐためには陸域の各発生源からのフラックスを明らかにし、個別に対策を講じることが効果的である。

2．目的・期待される成果

本研究では、これまで海洋 MP の発生源として見逃されてきた農業生態系における実態を明らかとすることを目的に、(1)顕微 FT-IR や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耕地における 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業生態系の機能性を評価し、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。

利用・研究実施内容・得られた成果	日本国内において農耕地で多用されている被覆肥料に由来するマイクロプラスチック（被膜殻）が海洋マイクロプラスチックの主要な起源となっている。これまでの調査により被膜殻の多くは代かきや定植時の強制落水により流出していることが明らかとなったが、その流出原単位（単位面積当たりの流出量）は圃場間でのばらつきが大きいことも同時に判明した。この大きなばらつきは水田からの被膜殻の総排出量推計に大きな変動をもたらすため、ばらつきが生じる要因の解明が求められている。そこで本年度は、栽培条件の違い（代かき時の水位、栽培時の水位、圃場面積、栽培体系、排水口の位置など）が被膜殻の流出量に与える影響を評価し、流出原単位の規定因子を明らかにすること目的とした。 水田面積と流出量の間には正の相関関係があり、面積の大きい圃場ほど流出量が多くなる傾向があった。また、傾き（流出原単位）が異なる二つのグループが存在しており、流出しやすい水田と流出しにくい水田の存在が示唆された。流出しやすい圃場（傾きが大きいグループ）は、①代かき後に灌漑水をかけ流す、②移植時に強制落水を行う、③主風向の風下に排水口が存在するなどの特徴があった。 そこで、圃場条件・管理方法の違い応じて分類し、代かき～定植までの水管理や気象条件の違いが原単位に与える影響を評価した。なお、グループの内訳は次の通りである：(1) 排水口風上 + かけ流し無 + 落水無、(2) 排水口風上 + かけ流し無 + 落水有、(3) 排水口風上 + かけ流し有 + 落水有、(4) 排水口風下 + かけ流し有 + 落水有。その結果、流出原単位は、風下・かけ流し&落水有 ＞ 風上・かけ流し&落水有 ＞ 風上・かけ流し無・落水有 ＞ 風上・かけ流し&落水有の順であり、排水口の位置が主風向の風下で、代かき後に灌漑水をかけ流す(＋ 強制落水)が最も流出量が増える条件だった。 一方、これまで被膜殻の流出原単位に大きな影響をおよぼすと考えられてきた①土壌中の被膜殻濃度や②代かき時の水位との間には相関はなかった。これまで流出抑制対策として浅水代かき（代かき時の水位を下げる）による被膜殻の浮上防止が重要視されてきたが、それらの有用性に疑問を投げる結果となった。そこで、浅水代かきの効果をより詳細に検討するため、浅水代かき区と通常代かき区において被膜殻の浮上量を UAV により定量的に計測し、浮上量と流出原単位との関係性を評価した。その結果、浅水代かきによって被膜殻や稲わらの浮上量は減少したが、流出原単位は浅水代かき区と通常代かき区の間に差はなかった。このことは、代かきの水位（浮上量）以上に流出量に影響を与える因子が存在することを意味する。特に今回の調査地では、代かき時の水位よりも風向の方が影響していた。今後、さらに調査地点数を増やし、浅水代かきの効果を検討する必要がある。
※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	総説 勝見尚也（2024）被覆肥料に由来するマイクロプラスチックの環境動態解明. JATAFF ジャーナル. 印刷中 勝見尚也・大河内博（2023）農用地土壌のマイクロプラスチック：発生源および分析手法. エアロゾル研究 38, 173-180. 勝見尚也（2023）農耕地土壌におけるマイクロプラスチック：発生源、影響、海洋への移行. 大気環境学会誌 58, A151.
※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。	

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td>はやし　まさひこ
林　政彦</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年　6 月　17 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="4">福岡大学理学部・教授</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td>☐新規
☑継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="4">☑　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="4">無人航空機による越境汚染気塊中の粒子生成機構の研究</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="4">2023 年　4 月　1 日～2024 年　3 月　31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="4">猪股　弥生</td></tr>
</table>

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	林政彦	福岡大学	教授	研究統括
	分担者	猪股弥生	金沢大学	准教授	無人航空機計測装置運用
		吉野彩子	国立環境研究所	研究員	地上エアロゾル観測
		原口諒平	㈱四門	技術員	無人航空機運用
	※　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	無人航空機を用いて中国大陸からの越境大気中の数 nm の超微小粒子の粒径分布，粒子生成に関係するガス・粒子成分（オゾン，二酸化硫黄，窒素酸化物，水蒸気，PM2.5）の鉛直分布の継時変化を観測する。無人航空機を使用して観測を行うことで，計測対象物質の境界層内外の鉛直分布の時間変化についての知見を得ることができる。 また，金沢大学が開発した超微小粒子粒径分布観測装置を搭載することで粒径分布に関する情報の時給間変動データを取得できる。 地上観測データとも比較し，越境汚染気塊中における新粒子生成機構と環日本海域と沿岸域の環境変動に対する新粒子生成の役割を明らかにする。

※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	1．無人航空機（カイトプレーン）の性能向上に関する検討・検証 2022 年 3 月に帰国した第 62 次日本南極地域観測隊が持ち帰った、無人航空機（カイトプレーン）の予備機のエンジンを新型インジェクションエンジンに換装し、久住グライダー滑空場において、既存の運用機と併せて、2024 年 3 月 3, 9 日に水銀サンプリングシステム（国立水俣病総合研究センター）、SMPS（金沢大学開発）を搭載して、気中水銀観測を実施した。予備機に動作不良とみられるエンジンの突然停止が見られたため、カイトプレーンによる観測は中止し、2024 年度の観測へ向けてエンジンシステムの確認を後日行うこととした。 2．久住高原グライダー滑空場における野焼き時の超微小粒子時空間変動観測 久住高原および阿蘇高原では、毎年、牧草地の維持のために 3 月初めに野焼きが行われている。久住高原では 2024 年 3 月 3, 9, 10 日に野焼きが行われることとなったため、①カイトプレーン搭載 SMPS（金沢大学開発）および中型マルチコプタ（搭載重量 5 kg）搭載 SMPS（カノマックス製 PAMS）および、小型マルチコプタ搭載凝結核カウンタ（TSI 社製 model 3007）による、カットオフ径 0.01 μm の超微小粒子の数濃度（$UFP_{0.01}$）及び粒径分布の観測を行った。PAMS による高度 150m の粒径分布（10nm 以上）が継続的に得られた。滑空場格納庫前の地上連続観測、草原中の小型マルチコプタ観測で、高度 150m までのバックグランド的な $UFP_{0.01}$、ごく近傍の草の燃焼気塊中の $UFP_{0.01}$、遠方から移流・対流混合を経た気塊中の $UFP_{0.01}$ が得られた。併せて、$UFP_{0.01}$ の時空間的な一様性と遠方の景色等の景観から、日中の混合層発達に伴い、境界層中に燃焼起源粒子が拡散していると考えられた。これらの結果に基づき、2025 年 3 月の野焼き観測の計画を立案することとした。 3．都市部にける超微小粒子の時空間変動 福岡市内において、未明の逆転層形成、混合層の発達、水平移流に伴う局地発生超微粒子（$UFP_{0.01}$ の高度 200m までの時空間変動に関する検討を 2023 年 6 月末～11 月の地上連続観測と 2023 年 11 月 3 日のマルチコプタ観測に基づいて行った。2020、22 年の 11, 12 月に実施したマルチコプタによる観測結果も併せて解析を行った。その結果、①福岡大学の地上 $UFP_{0.01}$ は昼に高濃度、夜間に低濃度の明瞭な日周変化を示すこと、②夜間にみられる福岡大学の地上の極端な低 $UFP_{0.01}$ は、夜間に太平洋の気塊の移流によってもたらされる可能性があること、③午前中の急増による昼の地上 $UFP_{0.01}$ のピークは、混合層発達中・発達後の汚染気塊の移流による可能性があること、④午前に高度 60m 付近を境界とする層構造が形成されることなどが明らかになった。
※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 1. 城戸英昭（福岡大学・院）、松瀬美紅、原口慶太、安永朗宏、林政彦（福岡大学），福岡平野地表付近の超微小粒子の時空間変動　―局所循環と都市キャノピー層の影響―、第 41 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 八王子, 2024 年 8 月 研究会等口頭発表 1. 林政彦、城戸英昭、松瀬美紅（福岡大学）、福岡平野地表付近の超微小粒子の時空間変動、令和 5 年度福岡から診る大気環境研究所研究会、福岡、2024 年 3 月 14 日 卒業論文 1. 城戸英昭，福岡平野地表付近の超微小粒子の時空間変動－局所循環と都市キャノピー層の影響－，2023 年度福岡大学理学部地球圏科学科卒業論文，2024 年 3 月 2. 松瀬美紅，福岡平野の夏季の凝結核数濃度の日周変化，2023 年度福岡大学理学部地球圏科学科卒業論文，2024 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。	

２０２３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	にしもと　そうご 西　本　壮　吾	提出年月日	2024 年 4 月　　日
所属・職名	石川県立大学　生物資源環境学部 食品科学科・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 ☐　博士後期課程学生育成共同研究	☑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	培養器の違いによる多環芳香族炭化水素類の影響評価系の構築：哺乳類の免疫系に及ぼす影響評価を一例として			
研究実施期間	2023 年　4 月　1 日～　2024 年　3 月 31 日			
センター教員	鈴木信雄			

		氏　名	所　属	職名／大学院生・学部生は利用時の年次	分担内容
研究組織	申請者	西本壮吾	石川県立大学生物資源環境学部 食品科学科	准教授	細胞評価
	分担者	鈴木信雄	金沢大学 環日本海域環境研究センター	教授	PAH 類提供
		本田匡人	金沢大学 環日本海域環境研究センター	助教	データ解析
		湊 律子	石川県立大学大学院 生物資源環境学研究科 食品科学専攻	修士２年	細胞評価
	※　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。				

		物質名	形態（形状）	試料数
分析試料	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	**研究の意義**：環境中に存在する様々な PAH 類が、哺乳類の免疫系へ影響を及ぼすことが明らかとなってきた。PAH 類の研究報告例は *in vivo* 評価が大半を占めている。PAH 類は樹脂の吸着性が高く、細胞実験のための樹脂製培養器が影響するのではないかと考えられる。そこで、哺乳類細胞の培養器をガラスに変更し、PAH 類の吸着影響を排除した *in vitro* 評価系を構築することによって PAH 類の免疫細胞に対する影響評価を行うことができる。 **目的**：ヒト免疫系細胞の培養器をガラス製に変更し、PAH 類の吸着性を排除した *in vitro* のバイオアッセイ系を構築する。評価系の構築によって、培養細胞を用い、環境中に存在しうる PAH 濃度域で影響評価を行う。 **特色及び期待される成果**：過去の PAH 類の報告は *in vivo* 評価が大半を占めており、現状では PAH 類の吸着性を想定し簡便に PAH 類を評価することが難しい。本共同研究では、培養器の違いが PAH 類の免疫細胞に対する評価を行い、培養細胞を用いた PAH 類の *in vitro* 評価系を構築する。評価系の構築によって、再現性の検証が困難であった *in vivo* 評価ではなく、スクリーニングを目的とした再現性の高い *in vitro* 評価の実施が可能となる。評価系の公表によって、PAH 研究に新たな評価を提言できると考えられる。

※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	即時型アレルギーは、炎症誘導のトリガーである抗原特異的免疫グロブリン E（Immunoglobulin E：IgE）の産生により獲得される免疫異常疾患である。B 細胞による過剰な IgE 産生は、疾患の重症化に繋がると考えられている。このことから本研究では、PAHs の即時型アレルギー増悪リスクを分析するため、ヒト免疫細胞の PAHs 曝露試験を実施し、IgE 産生に及ぼす影響について評価した。 同一プレート上で 16 種の PAHs を一種ずつ U266 細胞に添加してスクリーニング試験を実施した結果、Dibenz[a,h]anthracene（DA）、Benzo[g,h,i]perylene（BP）、Indeno[1,2,3-c,d]pyrene（IP）、Acenaphthene（Ace）添加細胞で IgE 産生率の有意な上昇が示された。しかし、プレート内で同一の気相を共有する培養条件であるため、複合曝露による影響である可能性が考えられた。このことから、DA、Benzo[a]pyrene（BaP）、Pyrene（Pyr）、Chrysene（Chr）の 4 種について、プレート内で 1 種類のみ PAHs を扱い、U266 細胞への影響を評価する単独試験を実施した（10^{-10} M では実効濃度が検出限界を下回ったため、PAHs 添加濃度を 10^{-8} M に変更した）。その結果、BaP、Pyr 添加細胞では IgE 産生率の向上が、Chr、DA は細胞増殖の促進が示唆された。また、DMSO 終濃度の違いにより影響が異なる傾向も示された。 いくつかの PAHs は、ヒト免疫細胞による IgE 産生を促進することにより、即時型アレルギーを増悪させる可能性が示された。また、細胞増殖を促進することにより、悪影響を誘起する可能性がある。

※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	**・口頭発表** 「多環芳香族炭化水素（PAHs）の即時型アレルギー増悪リスク分析」湊律子、本田匡人、鈴木信雄、西本壮吾、第 2 回環境化学物質 3 学会合同大会（徳島あわぎんホール・2023 年 5 月） 本発表はナイスプレゼン賞を受賞 **・原著論文発表** Minato, R., Nishimoto, S., Honda, M., Tabuchi, Y., Hirano, T., Hirayama, J., Urata, M., Hong, C.S., Srivastav, A.K., and Suzuki, N.: Analysis of immunoglobulin E antibody production in the human cell line by polycyclic aromatic hydrocarbon treatments: considerations of culture conditions and cytotoxicity of dimethyl sulfoxide. Int. J. Zool. Inv., 10: 510-519 (2024)

※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。

様式　3（共同研究）

２０２３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	とりば　あきら 鳥羽　陽	提出年月日	2024 年　4 月　30 日
所属・職名	長崎大学大学院医歯薬学総合研究科（薬学系）・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 ☐　博士後期課程学生育成共同研究	☑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	越境大気汚染物質の化学的特性と毒性に関する研究		
研究実施期間	2023 年　4 月　1 日～2024 年　3 月　31 日		
センター教員	環日本海域環境研究センター　教授　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	鳥羽　陽	長崎大学大学院医歯薬学総合研究科（薬学系）	教授	研究総括
	分担者	唐　寧	金沢大学環日本海域環境研究センター	教授	試料捕集，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	粒子状物質	個体	56
	分析した試料	粒子状物質	個体	63

研究目的・期待される成果	
	近年日本国内において、近くに発生源のない地域でも長距離輸送された大気汚染の影響による $PM_{2.5}$ 濃度の増大や光化学スモッグ注意報の発令など、大陸からの越境汚染に注目が集まっている。地元由来の汚染源の少ない石川県能登地域でも、大陸から大気汚染物質が輸送され、その過程で大気粒子の変質・毒性化が起こると考えられる。能登地域は、越境汚染に伴う有機汚染物質の生成メカニズムを明らかにするのに最適な環境である。そこで本研究では、能登大気観測スーパーサイトにおいて捕集した大気粒子に含まれる多環芳香族炭化水素類（PAH）及びそのニトロ体（NPAH）を季節ごとに解析し、同時に活性酸素種（ROS）産生に基づく毒性を評価して粒子の長距離輸送と毒性との関係を明らかにすることを目的とする。2023 年度の本共同研究において輪島で捕集した $PM_{2.5}$ 試料について昨年度の PAH の酸化体に続き、親化合物である PAH を定量することに成功した。本研究は、黄砂飛来時や大陸からの長距離輸送が顕著な時期における汚染物質濃度と喘息による病院受診件数との関係といった健康影響に関する知見について、含有化学物質の毒性の観点から裏付けることを可能とし、越境大気汚染の脅威が明確になる。

※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	能登大気観測スーパーサイト（輪島測定局）に設置された微小粒子状物質自動計測器（紀本電子工業, APC-710）を用いて 2 時間ごとに春季（2020 年および 2021 年 4 月）に捕集された微小粒子状物質($PM_{2.5}$)試料について 24 時間分を 1 サンプルとして多環芳香族炭化水素（PAH）及びそのニトロ体（NPAH）の測定を実施した。テープろ紙上の$PM_{2.5}$粒子をジクロロメタンで 2 回超音波抽出し、ジメチルスルホキシドを加えて減圧し、ジクロロメタンを留去した。濃縮した抽出物をエタノールに転溶してろ過したものを分析試料とした。カラムスイッチングを用いた 2 次元蛍光検出-HPLC 法（Boonglaet al., *Asian J. Atmos. Environ.*, **11**(4), 283-299, 2017）により PAH 10 種および NPAH 16 種を分析対象とし，分析を行った。 2020 年及び 2021 年の 4 月に輪島測定局で捕集された $PM_{2.5}$ 中に含まれる PAH 及び NPAH を分析・定量した結果、分析対象とした 10 種の PAH すべてが検出されたもの、NPAH については特に検出されやすい 3 種の NPAH（1-ニトロピレン、2-ニトロピレン、2-ニトロフルオランテン）を含めた 16 種類全ての化合物が検出されなかった。NPAH は PAH に比べて 1/100 程度の濃度であり、自動計測器で捕集される $PM_{2.5}$ の粉じん量が足りていないと判断した。そこで、HPLC システムや分析条件を変更して PAH 10 種のみを定量することにした。 PAH 総濃度は 2021 年と比べて 2020 年が高い傾向にあり、$PM_{2.5}$ と PAH の濃度間で相関性が観察された。総濃度に占める割合の高い PAH は、フルオランテン、ベンゾ[*ghi*]ペリレン、ピレンの順となっており、両年とも同様の傾向を示した。また、昨年度測定済みの PAH の酸化体であるキノン誘導体（PAHQ）と親化合物の PAH との間に正の相関関係が観察され、燃焼等の一次発生源において PAH の生成に伴って PAHQ の生成量が増加し、また大気中の PAH の増大に伴って PAHQ の二次生成量も増大すると考えられた。発生源を推定するための各 PAH の定量値を用いた診断比を算出した結果、PAH は主に石炭やバイオマスの燃焼や自動車の排気ガスを含む混合起源である可能性があり、また今回捕集された PAH は局地的な排出による PAH よりも長距離輸送を経て長時間大気中を対流した PAH の割合が優勢であることが示唆された。
※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	修士１年生が研究テーマとして本試料の分析を実施し、十分な成果が得られたことから、当該学生の修士論文としてまとめる予定である。今後、今年度 PAH を追加分析した試料について毒性評価に関するデータを得た上で、学会での口頭（ポスター）発表を行い、国際誌に原著論文を投稿する予定である。
※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。	

様式　3（共同研究）

２０２３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	はぎわらひろき 萩原大樹	提出年月日	2024 年　4 月　30 日
所属・職名	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 福島廃炉安全工学研究所　廃炉環境国際共同研究センター 環境影響評価グループ 研究副主幹		
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 ☐　博士後期課程学生育成共同研究	☑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	北陸地方における福島第一原子力発電所事故由来粒子の追跡に関する研究		
研究実施期間	2023 年　4 月　1 日～　　2024 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	萩原大樹	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	研究副主幹	分析及び解析
	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
		落合伸也	金沢大学環日本海域環境研究センター	助教	ガンマ線測定
		石森有	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	室長	分析データの評価
		中野政尚	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	グループリーダー	分析データの評価
		山下雅広	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	マネージャー	分析データの評価
		吉田圭佑	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	主査	分析データの評価
		角川章二	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	主査	放射能分析用試料の前処理
	※　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	ダストフィルター	フィルター	5
	分析した試料	ダストフィルター 鉱物粒子	フィルター 粒子	7

研究目的・期待される成果	
	2011 年 3 月に発生した福島第一原子力発電所の事故により、環境中に放射性物質が飛散した。福島第一原子力発電所から遠隔の九州地方の福岡県では、2011 年 4 月 6 日に ^{131}I の値が最大値を記録した。また、北陸地方の石川県および福井県において 2011 年 4 月 7 日に採取したダストフィルターにおいて、^{134}Cs、^{137}Cs、^{131}I がそれぞれ同時期に検出された。4 月 6 日から 7 日における福岡県に向かう放射性プルームは、北陸地方を経由しない輸送モデルが提案されており、北陸地方への詳細な輸送経由に関わる報告はない。 本研究では、北陸地方で採取したダストフィルターに捕集された放射性物質の特徴を明らかにするとともに、その輸送経路の解明を進める。本研究によって、2011 年 4 月上旬における、新たな輸送経路の特定、当時の被ばく線量の推定、さらに炉内での事故進展による放射性物質の飛散時期および飛散量の推定等への展開が期待できる。

※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	１．オートラジオグラフィ分析から得た成果 金沢市で採取したダストフィルターのオートラジオグラフィ分析結果では、ダストフィルター中の ^{137}Cs 濃度の上昇を確認した 2011 年 4 月 6 日～7 日に採取したダストフィルター中に放射性の粒子が多数存在した。またその中でも特に強く感光する粒子も確認した。これは、同地点で 4 月 4 日～11 日に採取したダストフィルターにも多数の感光粒子が存在する結果と整合する。また、4 月 17 日及び 18 日のダストフィルター中の ^{137}Cs 濃度が高かったが、4 月 11 日～18 日に採取したダストフィルター中にも感光粒子を確認していることから、4 月 6 日～7 日及び 4 月 17 日～18 日に北陸地方へ粒子状の放射性物質の拡散の可能性が示唆された。さらに、敦賀市で採取したダストフィルターのオートラジオグラフィ分析では、事故前の 3 月 1 日から事故後の 4 月 4 日までのダストフィルターには、感光粒子がほとんどないが、4 月 4 日～5 月 2 日までのダストフィルターには感光粒子が多数存在することが分かり、上記の金沢市の結果から、敦賀市で確認した感光粒子は、4 月 6 日～7 日及び 4 月 17 日～18 日付近に拡散した粒子と推測できる。 ２．流跡線解析から得た成果 顕著な空間線量率の上昇が認められた 4 月 7 日、17 日、18 日付近に着目し、流跡線解析を行った結果、いずれも北陸地方に到達する流跡線が得られた。Huh et al. (2012)では、4 月 6 日の 21 時頃、福島第一原子力発電所から九州南部を経由して、台湾まで到達するプルームをシミュレートとしているが、このプルームの一部が東方向に、九州北部、中国および北陸地方と経由し、放射性含有粒子が拡散したことが説明できる。 ３．実体顕微鏡観察から得た成果 4 月 7 日～8 日に金沢市で採取したダストフィルターの実体顕微鏡観察を行ったところ、直径数 10μm オーダーの多数の黄色粒子の中に黒色粒子を確認した。ダストフィルターの採取地点は、森林地域であるため、黄色粒子は花粉と考えられ、黒色粒子のいずれかに、放射性物質含有粒子が存在することが考えられる。 ４．Ge 半導体検出器による測定から得た成果 4 月 4 日～11 日、4 月 11 日～18 日に金沢市で採取したダストフィルターから感光粒子をΦ45 ダストフィルターに含まれるように切り取り、^{137}Cs 濃度をそれぞれ Ge 半導体検出器で測定した。Φ45 ダストフィルターは、ダストフィルターの全放射能の 5-16%程度の放射能を含むことが見積もられ、今後、オートラジオグラフィ分析を繰り返し、感光した粒子を特定・単離する。さらに単離した粒子について、走査型電子顕微鏡等を用いて物性を評価することで、放射性物質含有粒子の起源の特定を目指す。

※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	2025 年春の原子力学会での口頭発表、原著論文発表

※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。

様式　3（共同研究）

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">ながしま　ゆうじ
長島　裕二</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024　年　4　月　30　日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">新潟食料農業大学　教授</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☐単年
☑複数年（２年）</td><td colspan="2">☐新規
☑継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☐　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">魚類体表組織に及ぼす多環芳香族炭化水素類の影響
（「魚類鰓表皮初代培養細胞に及ぼす多環芳香族炭化水素類の影響」から改題）</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2022　年　5月　1日～　2024年　　3月　31日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">木谷洋一郎</td></tr>
</table>

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	長島裕二	新潟食料農業大学	教授	研究統括・データ解析
	分担者	木谷洋一郎	金沢大学	准教授	遺伝子発現解析・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	魚類各組織の総 RNA	液体	50
	分析した試料	魚類各組織の総 RNA	液体	10

研究目的・期待される成果	
	【目的】**本申請課題では、PAH 類が魚類に与える影響を明らかにするため，PAH 取り込み等に関与しうる体表組織における PAH 曝露と遺伝子発現の変化をとらえることを目的とした** 【特色】PAH 取り込み初期における生物学的反応を明らかとするために**皮膚，鰓，消化管など PAH が最初に曝露すると考えられる組織を対象とすることが本研究の特色である**．当初魚類鰓を対象として計画していたが，2022 年度では日本海に広く分布する硬骨魚キジハタから上記組織を採取し，その総 RNA から次世代 DNA シークエンサー（NGS）を用いて RNA 断片データの取得に成功した．現在はこれに対し *de novo* アッセンブリを実行し PAH 取り込みと代謝に関与しうる遺伝子群の配列解析が進行中である．そこで，2023 年度はキジハタを用いて PAH 曝露実験を行い，対象組織を拡張して遺伝子発現の変化を調べる予定である．定量 PCR による個別の遺伝子解析に加え，現在構築中のキジハタ遺伝子情報プラットホームを利用することで NGS を用いた網羅的遺伝子発現量解析を行う．自家プラットホームを利用することで迅速かつ低価格で NGS データの解析を実行できるため，試料数を増やし統計的評価が可能となる． 【期待される成果】**魚類における PAH 曝露初期の生理学的反応の理解につながる．そして，それらの成果は環境毒性学・環境生理学・水産学の分野に新しい知見をもたらすことが期待される．**

※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	魚類の体表は乾燥から身を守る必要がないため脆弱な表皮細胞で覆われている。そのため環境汚染物質の取り込み経路が魚類以外の陸上生物とは異なることが予想される。また，魚類は非常に多様であることから，モデル魚種以外における遺伝子情報資源が乏しい。本研究では海産高級魚として種苗生産や養殖が試みられているキジハタ Epinephelus akaara を用いて，体表組織を含むいくつかの組織における発現遺伝子を RNA-seq により網羅的に解析し遺伝子情報プラットフォームの構築を行った。 金沢大学環日本海域環境研究センター臨海実験施設で飼育されているキジハタ種苗 1 尾を 0.02%トリカインを含む海水で麻酔後に解剖し，皮膚，肝臓，消化管および頭腎から総 RNA 画分を得た。総 RNA 画分を mRNA 精製，逆転写反応による cDNA 調製を行い，次世代型塩基配列解析装置として NovaSeq 6000（illumina 社）を用いてトランスクリプトーム解析を行った。皮膚，肝臓，消化管，頭腎からそれぞれ約 2,600 万～4,300 万の遺伝子配列断片（リード）の配列が出力され，合計約 1 億 3,600 万リード（約 200 億塩基）が解析された。各組織から得られたリードを計算機上で合一後，Trinity プログラムを使用して配列の重複部分を指標に遺伝子全長の配列にアセンブルを行い，前述のリードから全長約 200～23,000 塩基の長さをもつ約 20 万配列が得られた。アセンブルされた配列をリファレンス配列として各組織のリードをマッピングし，これを遺伝子発現量とした。アセンブルされた配列は EnTAP パイプラインを用いてアノテーションを行い，予備的にアリルハイドロカーボンレセプター（AhR）相同遺伝子を検索したところ，1 遺伝子がアッセンブルされた（956 アミノ酸残基）。遺伝子発現量を算出したところ，皮膚で 9.3 CPM（Count per Million），消化管で 9.1 CPM を示したが，肝臓と腎臓ではそれぞれ 4.0 および 2.6 と少なく，外界と接する組織において発現量が高いことが示唆された。本課題により得られた遺伝子配列は計算機上で構築されたものであり，実際に発現している遺伝子の構造とは細部が異なることが考えられるため，これらのデータをもとに改めて AhR 遺伝子等をクローニングすることで全長の構造をあきらかとし定量 PCR など簡便な方法で発現量解析を行うように検出系を確立する。今後は本研究で得られた結果を利用し，キジハタにおける環境汚染物質の影響評価試験に応用する予定である。また本課題で得られた自然免疫および獲得免疫関連分子の遺伝子配列情報も利用して，環境汚染物質曝露がこれらの遺伝子群に与える影響についても評価していく。
※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	成果の一部を日本水産学会春季大会（2024 年 3 月 28 日）で公表した。 成果の一部は今年度中に国際誌で公開される予定である。
※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。	

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">きりあけ　あや
桐明　絢</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年　　4 月　　30 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">国立大学法人秋田大学　大学院理工学研究科　生命科学専攻　助教</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☐単年
☑複数年（２年）</td><td colspan="2">☐新規
☑継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☐　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">魚類体表粘液を用いた環境に優しい新規抗菌剤の探索</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2022 年　5　月　1　日～　　2024 年　　3 月　　31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">木谷洋一郎</td></tr>
</table>

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	桐明　絢	秋田大学	助教	研究統括・試料調製・前処理
	分担者	木谷洋一郎	金沢大学	准教授	抗菌活性測定
		Janthamat Duangmorakot	金沢大学	修士２	抗菌活性測定
	※　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	魚類体表粘液	液体	20
	分析した試料	魚類体表粘液・血液	液体	10

研究目的・期待される成果

【本研究の目的】

水産養殖現場における、薬剤耐性菌の新たな出現の低減化には、抗生物質などの化学物質ではない環境に優しい新規天然由来の抗菌剤が必要である。そこで本研究では、魚類の体表粘液にスポットを当てた。この**魚類体表に存在する抗菌物質を抗菌剤として活用することができれば、天然由来の環境に優しい抗菌剤を開発できる**と考えた。また、申請者の所属する秋田大学は、日本海に面した秋田市に存在し豊富な水産資源に恵まれている。こうした豊富な水産資源の利活用を目指し、**本研究では、「魚類体表粘液由来の環境に優しい新しい抗菌剤の探索」を目的とした。**

【期待される成果】

本研究によって、新規抗菌物質が見いだされれば、将来的に少量で効果的かつ環境に残留しない抗生物質および除菌剤の開発に発展することが期待される。また本研究で得られた成果は、養殖魚の育成過程で抗菌薬としての応用を目指すものである。特に，種苗生産事業において仔稚魚期の初期減耗を抑えることに貢献できれば、社会的な波及効果は極めて高い。そして日本海は水産資源が豊富であるが、こうした水産資源が市場や加工されて一般家庭に流通するまでに、頭部、皮、骨などは廃棄され、有効活用されていないのも現状である。頭部、皮、骨などに含まれる抗菌物質を活用すれば、持続可能な開発目標（SDGs）の目標 14 ［海洋資源］にも繋がる。

※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	抗菌物質は、ヒトの日常生活において多く活用されているが、現在、薬剤耐性菌の出現が国際的な課題となっている。薬剤耐性菌の低減化には、抗生物質などの化学物質ではない環境に優しい新規天然由来の抗菌剤が必要である。そこで本研究では、魚類の体表粘液にスポットを当てた。鱗を持たない魚類において、その体表粘液には抗菌物質が存在することが分かっている。この魚類体表に存在する抗菌物質を抗菌剤として活用することができれば、天然由来の環境に優しい抗菌剤を開発できると考えた。また、申請者の所属する秋田大学は、日本海に面した秋田市に存在し、県魚であるハタハタを始めとして豊富な水産資源に恵まれている。こうした豊富な水産資源の利活用を目指し、本研究では、「魚類体表粘液由来の環境に優しい新しい抗菌剤の探索」を目的とした。 日本海産クロダイ *Acanthopagrus schlegelii*, キダイ *Dentex abei*, マイワシ *Sardinops melanostictus*, メジナ *Girella punctata* およびハタハタ *Arctoscopus japonicus* の体表粘液について抗菌活性試験を行った。上記の魚種を研究機関近隣の市場等で入手後，いったん凍結し半解凍後にスライドグラスを用いて体表粘液を採取した。得られた体表粘液は 1.5 mL 微量遠心管中に回収し，その後 18,000×g，4 ° C，20 分間遠心分離し上清を回収しこれを体表粘液試料とした。体表粘液試料は超純水で 4 倍希釈後に 0.2 μm 孔径のシリンジフィルターを使用してろ過滅菌し抗菌活性試験に供した。本課題では魚病細菌として知られる *Vibrio anguillarum* に対する抗菌活性を微量液体希釈法で評価した。微量液体希釈法は試料溶液を液体培地で段階希釈し，ここに一定数の細菌菌体を含む細菌懸濁液添加後に培養することで，抗菌活性を示す場合は培地が透明に，示さない場合は培地の混濁もしくは細菌菌体の沈殿が目視で観察することが可能であり，また抗菌活性の強弱は試料の希釈段階で表現することができる。本研究では 96 穴丸底マイクロたいたープレート中で試料溶液の培地希釈系列を調製し，これに等量の 1×10^5 個の供試菌を加えた後 25 °C で一晩培養した。その結果，マイワシ，クロダイ，キダイの体表粘液において顕著な抗菌活性を観察することはできなかったが，希釈倍率 8 から 16 倍程度に細菌の凝集が見られた。これは直接的な抗菌活性を示さなくとも，凝集させることで貪食を誘導したり，細菌の活動を抑制する機能を持つ物質が含まれることが予想された。今後は他の細菌に対する抗菌活性もしらべ，抗菌スペクトルに違いがあるか検討する予定である。
見込まれる成果物	上記成果は他魚種の試料・他菌種への活性を追加したうえで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。

※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。

２０２３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	かもがわ　まさし 鴨川　仁	提出年月日	2024 年 7 月 15 日
所属・職名	静岡県立大学グローバル地域センター・特任教授		
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 ☐　博士後期課程学生育成共同研究	☑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学際的観測研究			
研究実施期間	２０２３年４月１日～　２０２４年３月３１日			
センター教員	松木篤			

		氏　名	所　属	職名／ 大学院生・学部生 は利用時の年次	分担内容
研究組織	申請者	鴨川仁	静岡県立大学	特任教授	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
		鈴木智幸	静岡県立大学	客員共同研究員	雷位置観測
		長尾年恭	静岡県立大学	客員教授	電波観測
		児玉哲哉	宇宙航空研究開発機構	主任開発員	電波観測
	※　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。				

		物質名	形態（形状）	試料数
分析試料	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う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して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、本研究では、冬季雷を統合的に研究するために、落雷位置評定を三次元かつ時間分解能高精度化、雷電波のハイサンプリング波形の取得を行い、雷に関する詳細情報を得る。そのうえで、前述の雷活動と高エネルギー放射線の研究以外にも、落雷と NOX 放出の研究も、センター教員、他のグループとも連携して行う。同時に、新たな試みとして、気候変動と冬季雷発生数上昇についても研究を行う。気象庁が 1880 年代から取得している雷日数というデータは計測開始から現在を比較すると5倍程度、雷が発生した日数が冬季において増えている。本測定は気象庁職員の人的観測であるため、本研究で取得される落雷位置データと比較し、雷日数というデータの定量的な評価を行う。同時に、江戸時代の日記に記されている雷日を調査し、雷日数の長期トレンドを算出する。そして気候変動との関係性を探る。

利用・研究実施内容・得られた成果	本研究では冬季雷に関係する多角的な研究を行っている。その成果を下記に列挙する。 1)　落雷・雷雲に伴う高エネルギー放射線 高エネルギー放射線は珠洲、輪島で測定を行った。雷雲・落雷に伴う放射線を研究する目的で行っているが、2020 年後に発生している珠洲の群発地震に関連する地震先行ラドン放出も捉えられるよう（下記 5 を参照)、装置の設置を冬期のみだけでなく通年に変更した。現時点では２０２４年１月１日の能登半島地震前のデータを収集した段階になっており、雷と放射線との関係はこれから解析になる。 2）高高度放電発光現象 能登半島地域での高高度放電発光現象を捉えるために、我々は、静岡、東京に観測機器を設置し、また全国各地の高校とも連携し、高校で取得しているデータもすぐ手に入るように体制を整えている。2023 年度も複数の事例を得ることができた。詳細な解析は今後になる。 3）Blitzortung システムによる落雷位置評定ネットワークの検知率向上 北陸の冬季雷における落雷位置標定制度を向上するために、北陸周辺の Blitzortung システムの設置を増強し、また落雷検知率の向上を目指した。また、Blitzortung の検知率を関東および北陸で行い論文誌(Kamogawa et al., Atmosphere, 2023)に発表した。 4)日本海の冬季期間の雷日数増加の理由について 北陸周辺の長期の気候変動を調べるために、雷日数（観測地点で雷鳴を聞いた月あたりの回数）を調査した。気象庁で雷日数は 1880 年代から取得されているが、金沢では、鶴村日記という江戸時代の日記を用いると雷日数を書籍から取得できる。そのため、鶴村日記にある雷鳴記述を集め、数値の評価を行った。また 1960 年代より雷日数が大きく増加しているがこれらの原因について、調査を行った。 5）地震先行ラドン放出起源大気電場変動の検出 地震先行現象の研究として、大気中ラドン濃度の研究は古くから行われている。1995 年兵庫県南部地震においては、断層直上の大気中ラドンの観測にて、数ヶ月まえから増加している報告がある。珠洲領域では、2020 年以降群発地震が多く発生していることから、冬季雷用の放射線観測を活用し、地震に先行するラドン濃度の変化を調査することにした。取得した放射線データを整備し、ラドンから放出されるビスマス 214 のガンマ線の時系列を調べられるようにした。
※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	Masashi Kamogawa, Tomoyuki Suzuki, Hironobu Fujiwara, Tomomi Narita, Egon Wanke , Kotaro Murata, Toshiyasu Nagao, Tetsuya Kodama, Jun Izutsu, Atsushi Matsuki , Ning Tang and Yasuhiro Minamoto, Characteristics of the Blitzortung.org Lightning Location Catalog in Japan, Atmosphere14(10), 1507 (2023) 鴨川仁ら，雷日数データと雷放電位置評定データの比較，日本大気電気学会第 102 回研究発表会（2023） ※本成果の北陸部分の成果については英文学術誌に投稿予定。 藤原博伸，博士論文（早稲田大学)，2025 年 3 月 15 日取得予定
※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。	

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">はまさき　こうじ
濵﨑　恒二</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年　4 月　30 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">東京大学大気海洋研究所・教授</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☑新規
☐継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☐　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">海洋微生物環境における濾過摂食動物の影響に関する研究</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年　4 月　1 日～　2024 年　3 月　31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">関口俊男・金沢大学環日本海域環境研究センター 臨海実験施設</td></tr>
</table>

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	東京大学大気海洋研究所	教授	研究統括、メタゲノム解析
	分担者	関口俊男	金沢大学	准教授	メタゲノム解析
	※　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。				

		物質名	形態（形状）	試料数
分析試料	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	海洋環境では陸上環境と異なり、プランクトンや懸濁物が豊富に存在しているため、多種多様な固着性の濾過摂食動物が存在している。これらの固着性濾過摂食動物は、大量の海水を取り込み排出する過程で、プランクトンや懸濁物を取り込んでいる。これらの餌は鰓などで濾過され消化吸収された後、糞として海水と共に排出される。従って、汚染や栄養状態など海洋環境が固着性濾過摂食動物に影響を与えると共に、**濾過摂食動物の排出する海水や糞が海洋環境へ影響を与えている。しかしながら、このような相互作用は、十分に解明されたと言えない**。 メタゲノム解析を行い、日本海の九十九湾における**海水中の細菌叢と固着性濾過摂食動物の腸内細菌叢を比較し、これらの間の相関関係を明らかにする**。

※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	海洋細菌に対する固着動物の影響を考える上で、腸内環境を考慮する必要がある。餌は、腸内環境の影響を受け糞として海洋に放出される。ヒト腸内には常在菌が存在するが、脊椎動物の祖先的な固着動物であるホヤは、腸管にキチンのバリアを持つため、常在菌の非存在説が一般的である。しかし海水中には多様なキチン分解細菌の存在が知られているため、ホヤ糞便と腸管表皮におけるキチン分解菌の有無を検討した。 これまでの解析で、ホヤを九十九湾に沈め糞便中の細菌を培養した。比較のために海水や腸からも菌を培養した。単離した菌を 16SrDNA から同定した結果、多くの菌がキチナーゼ遺伝子を持つことを突き止めた。これらの細菌は、キチン質の膜で覆われているホヤの腸表皮を緩やかに分解し、キチン分解物を利用している可能性が示唆された。 本年度は、糞便中のメタゲノム解析を行なった。カタユウレイボヤ（*Ciona intestinalis* type A）の腸を切り出し、内容物を集めた。その後、無菌の PBS で洗浄し、DNA を nexttec 1-Step DNA Isolation kit で抽出した。抽出した DNA をシーケンスして、リボゾーム RNA 配列を元に分類した結果、糞便中にバクテリアの DNA が 86%、真核生物の DNA が 14%存在した。今回、バクテリア DNA を集中的に採集することに成功した。真核生物は藻類がほとんどであり、藻類が主要な餌であることが推測される。バクテリアでは、Cyanobacteria が最も多く 56%を占めており、次いで Planctomycetes、Gammaproteobacteria、Alphaproteobacteria の順で多く、それぞれ全体の 10、7、6%を占めていた。Planctomycetes の中では、*Rhodopirellula baltica*、*Pirellula staleyi*、*Thermogutta terrifontis* が主要で全体の 77%を占めた。Gammaproteobacteria では、*Halioglobus japonicus* が主要であり、全体の 22%を占めた。Alphaproteobacteria では、最も多い種が *Roseobacter denitrificans* だが 3.5%程度であり、多様な種が存在していた。今後は、糞便中の分布が海水中の菌叢とどの程度異なるのか、海水とホヤ糞便中のメタゲノムを解析して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	原著論文を投稿する予定である。 また 2024 年の富山湾研究会で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。	

様式　3（共同研究）

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">よしだ　まさあき
吉田　真明</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">２０２４年　４月　３０日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">島根大学生物資源科学部・准教授</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年(２年)</td><td colspan="2">☐新規
☑継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☐　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">環境 DNA による日本海で変動する無脊椎生物相モニタリングと環境汚染物質との関連性</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">２０２３年　４月　１日～　２０２４年　３月　３１日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">関口　俊男</td></tr>
</table>

		氏　名	所　属	職名／大学院生・学部生は利用時の年次	分担内容
研究組織	申請者	吉田真明	島根大学	准教授	採水・実験
	分担者	川瀬　優花	島根大学	M2	採水・実験
		関口俊男	金沢大学	助教	センター担当者
		長尾誠也	金沢大学	教授	シミュレーション
		松中哲也	金沢大学	助教	PAH の測定
		鈴木信雄	金沢大学	教授	海水の前処理
		小木曽正造	金沢大学	主任技術職員	海水の前処理・操船
	※　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。				

		物質名	形態（形状）	試料数
分析試料	申請書に記載した試料	海水ろ過試料 海底泥	フィルター吸着物 底質	5~10 2~3
	分析した試料	海水ろ過試料 海底泥	フィルター吸着物 底質	5~10 2~3

研究目的・期待される成果

研究の意義:近年、地球規模での環境変動が生じており、日本海でも異常が観察されている。温暖化もその一例である。このような環境変動は、海洋生物と強く関連しており、**広範囲の生物相を網羅的に、かつ継続的に解析することが必須**である。さらに、継続的に実施している PAH の海水サンプリングとのデータを比較することにより、**環境汚染物質との関連を解析**する。**生態学、分子生物学、環境化学の分野が融合した研究**である。

目的：本研究では、日本海の海洋生物の変動を解析するために、代表的な無脊椎動物(頭足類、棘皮動物類)を対象とした**新規環境 DNA 手法を開発**し、これまで欠落している**これらの動物の浮遊性の幼生期の動態を分析する**ことで、現在北進している南方系の動物の分布把握と予想を行うこととする。

特色及び期待される効果：日本海においては主要漁種の不漁が続いており、特にイカ類は記録的な不漁である。南方系種、例えばガンガゼやカンムリヒトデなどの棘皮動物の一部は勢力を伸ばし、より北方に勢力を広げつつある。これらの状況と未来予測を行うためには、主に分布拡大に寄与していると考えられる浮遊性幼生の動態を把握することが必要であう。

これまでの共同研究により、海中のプランクトンの環境 DNA 分析と種相解析に用いることができた（Kawashima et al. 2022、大原 2023)。これを日本海での広域移動を確認する生物マーカーとして用いることができるか検討する。現在北進している棘皮動物は有毒な危険種も多いため、これらの結果を速やかにプレスリリースすることで地元コミュニティと協力した駆除事業などへ発展させ、地域社会との共生においても波及す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	今回の共同研究では、まず、温暖化に伴う生息域の変化が注目されている棘皮動物を対象とした環境 DNA 手法の開発を行った。フィールドにおいて棘皮動物の幼生プランクトンを検出すること、さらに季節間、地点間での比較および幼生個体数の定量化することを目的として、メタバーコーディングと定量 PCR を用いて環境 DNA の分析を行なった。調査地点として、隠岐臨海実験所のある加茂漁港を起点として、湾から段階的に遠ざかるように 5 箇所設定し、9 月と 12 月にプランクトンネットと表層採水による野外調査を行なった。サンプル中の環境 DNA の検出手法として棘皮動物の DNA を増幅可能なユニバーサルプライマーを作成し、メタバーコーディングによる網羅的解析を行なった。メタバーコーディングの結果から、季節によって DNA が検出される棘皮動物の種には違いがみられた。特にムラサキウニに注目すると、プランクトンネットと表層採水で検出される DNA 量に大きな差があること、また、プランクトンネットでは季節的に DNA が検出されるのに対して表層採水では通年低濃度検出されることが示された。つまり、プランクトンネットを用いたサンプリングを行うことで、野外環境中を移動する棘皮動物の幼生プランクトンを検出できることが示唆された。また、定量 PCR の結果からは、幼生プランクトンの DNA は島後の南岸全域で同程度検出され、当初の予想以上に移動範囲が広いことが分かった。この結果には北方への移動が問題になっているガンガゼが含まれており、より広範囲のプランクトンの移動検出に用いる基盤技術としての有効性が示された。 次に、九十九湾の海中・海底に生息する微生物についても環境 DNA 分析が完了した。これが特有の動物群の生息を決定する要因となるか、同様に検証を行う。 マシコヒゲムシの虫体、および棲管からはこれまでに知られている共生体が検出された。一方、九十九湾の広範囲の底泥から共生体と同属である AM883178 が検出されるものの、共生体の遺伝子配列とは類似度が 91.7%程度であり、同一のものとは判別することが出来なかった。この結果はマシコヒゲムシの共生体は環境中には検出限界以下であり、幼生の着底には親個体の共生体を垂直伝播する必要があることを伺わせる。 上記の手法を組み合わせて、九十九湾の限局された箇所にだけ棲息するマシコヒゲムシの幼生分散をプランクトン環境 DNA から検出し、生息環境を限定する要因である共生体微生物との関連を詳しく調べることで、臨海実験所間での共同研究ならでは成果として期待している。
※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	プランクトンと海洋微生物のモニタリングには実質的な手法がほぼ確立し、以下の内容で学会発表を行った。 1. 大原圭太郎, 吉田真明. 隠岐近海の棘皮動物幼生プランクトンの時空間的分布調査をめざしたメタバーコーディング技術開発. 第 6 回環境 DNA 学会九州大会. ２０２３年１０月２４日 今後、上記の成果について原著論文を投稿予定である。
※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。	

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">にしやま　なおき
西山　直毅</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年　5 月　1 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">産業技術総合研究所地質調査総合センター・主任研究員</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☑新規
☐継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☐　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">アルカリ塩湖の湖水・堆積物分析から探る非晶質 Mg 炭酸塩の形成条件</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年　4 月　1 日～　2024 年　3 月　31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">福士圭介教授</td></tr>
</table>

		氏　名	所　属	職名／大学院生・学部生は利用時の年次	分担内容
研究組織	申請者	西山直毅	産業技術総合研究所	主任研究員	分析、解析
	分担者	福士圭介	環日本海域環境研究センター	教授	分析、解析
		北島卓磨	金沢大学大学院	博士課程３年	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。				

		物質名	形態（形状）	試料数
分析試料	申請書に記載した試料	アルカリ塩湖の湖底堆積物、および湖水	固体および液体	堆積物：３個、湖水３個
	分析した試料	苦鉄質および超苦鉄質岩が溶解した溶液およびそれらを蒸発濃縮した溶液	液体	溶液 11 個

研究目的・期待される成果

地球温暖化対策の一つとして期待される岩石風化促進法では、粉砕した岩石を土壌や農耕地に噴霧し、人工的に風化を促進して大気 CO2 を除去する。風化促進法に用いる岩石として苦鉄質火山岩や超苦鉄質岩が有力候補と考えられており、石川県能登半島では新第三紀の火成活動に伴って苦鉄質火山岩が産出することが知られている。苦鉄質火山岩等が風化すると、2 価イオン（Ca^{2+}, Mg^{2+}等）が水中へ溶出し、Ca や Mg を含む炭酸塩鉱物が沈殿することで大気 CO_2 が土壌・農耕地に固定される。モンゴルのアルカリ塩湖では、非晶質 Mg 炭酸塩（Amorphous Magnesium Carbonate（AMC））の溶解度によって水質が規定されることから、AMC の形成が示唆されている（Fukushi and Matsumiya, 2018; Fukushi et al., 2020）。一方で、Mg が Magnesium silicate hydrate (M-S-H)として沈殿する事例も報告されており（Nishiki et al., 2020）、この場合、大気 CO_2 は固定されない。どのような環境（水質や温度）で AMC が形成されやすいかを明らかにできれば、大気 CO_2 を Mg 炭酸塩鉱物として効率良く固定する条件を提示することに繋がる。また、苦鉄質火山岩を用いた風化促進法が確立されれば、能登半島に露出する苦鉄質火山岩の新規活用法に繋が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、蒸発の影響が顕著なアルカリ塩湖において炭酸塩鉱物が形成されることに着目し、苦鉄質および超苦鉄質岩と反応させた水の蒸発によって大気 CO_2 を鉱物として固定できるかを検証した。 試料には、苦鉄質岩として玄武岩（秋田県）を、超苦鉄質岩として橄欖岩（北海道）を用いた。さらに、溶解速度の速く Ca を豊富に含む灰長石（東京都）も試料として採用した。各試料を粒径<105 μm に粉砕後、粉末 5 g を超純水 500 mL に加え 7–14 日間撹拌しながら溶解させた。その後、減圧濾過によって固液分離し、蒸発実験用の溶液を回収した。これらの溶液を約 20 cm × 20 cm のトレーに入れ、温度約 20℃で蒸発させた。蒸発を加速するために、送風機を用いて溶液上部に空気を流した。蒸発の進行を把握するために、トレーの質量を定期的に測定し、溶液の濃縮率（=[蒸発前の溶液の質量]/[ある時間蒸発させた溶液の質量]）を計算した。また、溶液を適宜採取し、0.2 μm 孔径のフィルターで濾過後、pH と溶存イオン濃度を測定した。pH は、pH 4.01、6.86、9.18 で校正した後に測定した。陽イオンと陰イオン濃度は、イオンクロマトグラフィ（IC-7000, TOA DKK）を用いて測定した。溶存 Si 濃度の測定は、金沢大学環日本海域環境研究センター福士研究室所有の誘導結合プラズマ発光分光分析装置を使用した。蒸発により形成された沈殿物は室温下で風乾させた後に、エネルギー分散型 X 線分光器（EDS; Quantax75, Bruker nano GmbH）付の走査型電子顕微鏡（SEM; TM4000II, Hitachi）を用いて形態観察と化学組成分析を行った。 蒸発前の各溶液の pH は 7.6–7.8 であったが、蒸発によって pH は単調増加し最大で 9.2 まで上昇した。濃縮率と pH の関係は、溶解させた岩石の種類に関係なくほぼ同じであった。各種イオンの濃度は濃縮率~10 までは濃縮率に比例して増加した。一方、濃縮率が~10 を超えると、Ca^{2+}濃度は比例関係から逸脱しはじめ、さらに濃縮率が増加すると減少に転じた。よって、蒸発に伴って Ca を含む沈殿物が生じたと考えられる。それに加え、橄欖岩の溶解水では濃縮率>40 以上において Mg 含有鉱物も沈殿したことが示唆された。地球化学計算コード PHREEQ-C を用いた飽和指数の計算から、いずれの溶液についても蒸発前は各種カルシウム炭酸塩に対して未飽和であったが、濃縮率~10 を超えるとカルサイトやモノハイドロカルサイト、セピオライトに対して過飽和になっていた。SEM-EDS 分析から、いずれの溶液についても蒸発に伴ってモノハイドロカルサイトやアラゴナイトの形態に類似したカルシウム炭酸塩が形成されていた。また、橄欖岩の溶解水では、ネスケホナイト（$MgCO_3 \cdot 3H_2O$）の形態に類似した二次鉱物も確認された。SEM-EDS 分析と物質収支計算の結果から、灰長石の溶解水を濃縮率 100 まで蒸発させた場合、Na や Mg の大部分は溶液中に残留していた一方、Ca の 93 %が炭酸塩として沈殿していたことが示唆された。以上の結果より、苦鉄質および超苦鉄質岩の溶解と蒸発を利用することで大気 CO_2 の鉱物固定を促進できることが示された。

※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	本研究課題で得た成果は、日本鉱物科学会 2024 年年会（2024 年 9 月 12～14 日）において発表を行う予定である。

※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。

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">つむね　だいすけ
津旨　大輔</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年　4 月 30 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">筑波大学 放射線・アイソトープ地球システム研究センター・教授</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☑新規
☐継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☑　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">福島第一原子力発電所起源放射性セシウムの日本海への循環過程の解明</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">長尾誠也教授、　猪股弥生准教授</td></tr>
</table>

		氏　名	所　属	職名／大学院生・学部生は利用時の年次	分担内容
研究組織	申請者	津旨大輔	筑波大学	教授	北太平洋・日本海モデルによる放射性セシウムの動態解析
	分担者	坪野考樹	電力中央研究所	上席研究員	北太平洋・日本海モデルによる放射性セシウムの動態解析
		猪股弥生	金沢大学	准教授	日本海における放射性セシウムデータの解析
		長尾誠也	金沢大学	教授	日本海における放射性セシウムデータの解析
	※　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。				

		物質名	形態（形状）	試料数
分析試料	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	福島第一原子力発電所事故によって北太平洋に供給された放射性セシウムは、日本海へ再循環している。再循環は、海域における放射性セシウム濃度の上昇によって把握されている(Inomata et al., Ocean Science, 2018)。しかし、福島第一原子力発電所事故起源放射性セシウムの北太平洋への降下分布については明らかになっていない。大気輸送モデルによる降下分布を考慮した北太平洋の海洋循環モデルにおいては、日本海への再循環を再現出来ていない(Tsubono et al., Deep Sea Res., 2016)。東京電力 HD は ALPS 処理水の海洋放出を予定しているが、日本海への再循環は韓国や中国の注目を浴びている。福島第一原子力発電所事故時の直接漏洩と大気降下による放射性物質の供給と、発電所から放出される処理水の挙動の違いを説明する必要がある。北太平洋の海洋循環モデルを用い、日本海へ再循環する海域を逆推定し、詳細な日本海への再循環プロセスを解明する。

※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	地域海洋モデリングシステム（ROMS）（Shchepetkin and McWilliams, 2009）を用いて、北太平洋海域における 137Cs 濃度のシミュレーションを実施した。モデル領域は北太平洋の南緯 10 度から北緯 65 度、東経 115 度から西経 150 度をカバーした。水平方向には可変メッシュを用いた。北西太平洋の北緯 15°から北緯 65°、東経 120°から西経 175°の領域では、水平解像度は緯度経度で 1/12°であった。この領域以外では、グリッドは 1/4°まで等差数進法で粗くされた。鉛直方向は 45s 座標レベルである。 モデルは、バルク式を用いて、正確に繰り返される "平年 "強制 Coordinated Ocean Reference Experiment (CORE)強制データセット(Large and Yeager, 2008)によって駆動された。 2011 年 3 月 11 日から 4 月 30 日までの、137Cs の北太平洋への大気沈着フラックスについては、２種類の全球大気モデルによる推定結果（Aoyama et al, 2016）を用いた。また Tsumune et al. (2013)によって推定された 137Cs の直接放出率の時系列を用いた。計算結果は Inomata et al.(2018)によって明らかにされた日本海への再循環を再現することが出来なかった。しかし北太平洋への大気沈着フラックスの推定結果の違いによって、日本近海への再循環プロセスが異なることを明らかにした。つまり、日本近海、日本海への再循環プロセスには、北太平洋への大気沈着フラックス分布が大きな影響を与えるが、観測結果が不足しているため、その正確な把握は困難な状況である。限られた海洋の観測結果による検証は、今後の大気モデルと海洋モデルの組み合わせが必要である。
※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	特になし
※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。	

様式　3（共同研究）

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">きむら　ともはる
木村　知晴</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">２０２４年　４月　３０日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">魚津水族館飼育研究係・飼育員</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年(２年)</td><td colspan="2">☑新規
☐継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☐　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">環境 DNA のデータと魚の写真を合わせた「日本海お魚マップ」の作成</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">２０２３年　４月　１日～　２０２４年　３月　３０日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">長尾　誠也</td></tr>
</table>

		氏　名	所　属	職名／大学院生・学部生は利用時の年次	分担内容
研究組織	申請者	木村知晴	魚津水族館	飼育員	採水・観察
	分担者	稲村修	魚津水族館	館長	採水・観察
		吉田真明	島根大学	准教授	採水・実験
		笠根弘俊	島根大学	技術補佐員	採水・データ分析
		関口俊男	金沢大学	助教	センター担当者
		長尾誠也	金沢大学	教授	シミュレーション
		松中哲也	金沢大学	助教	PAH の測定
		鈴木信雄	金沢大学	教授	海水の前処理
		小木曽正造	金沢大学	主任技術職員	海水の前処理・操船
	※　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	海水ろ過試料	フィルター吸着物	10~12
	分析した試料	海水ろ過試料	フィルター吸着物	8

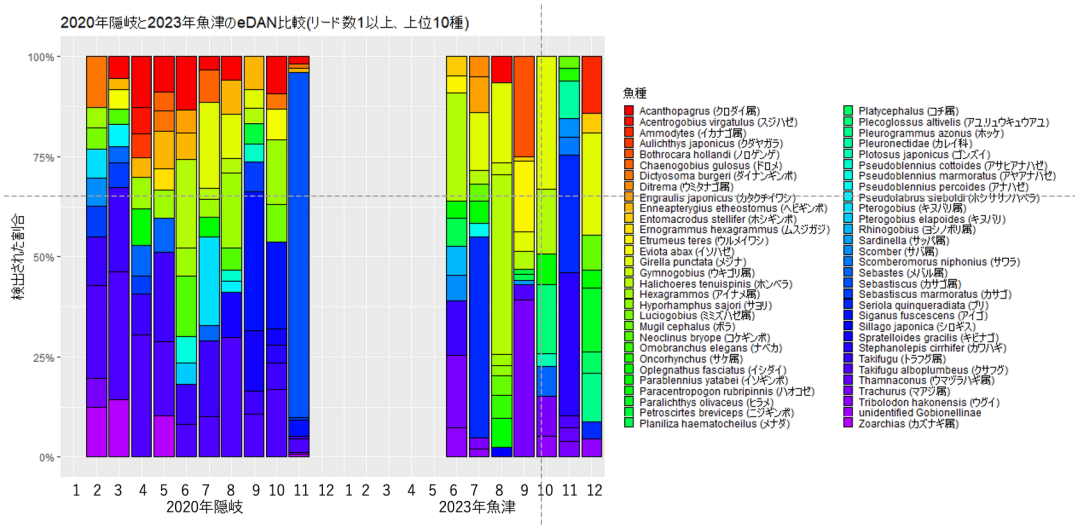
研究目的・期待される成果

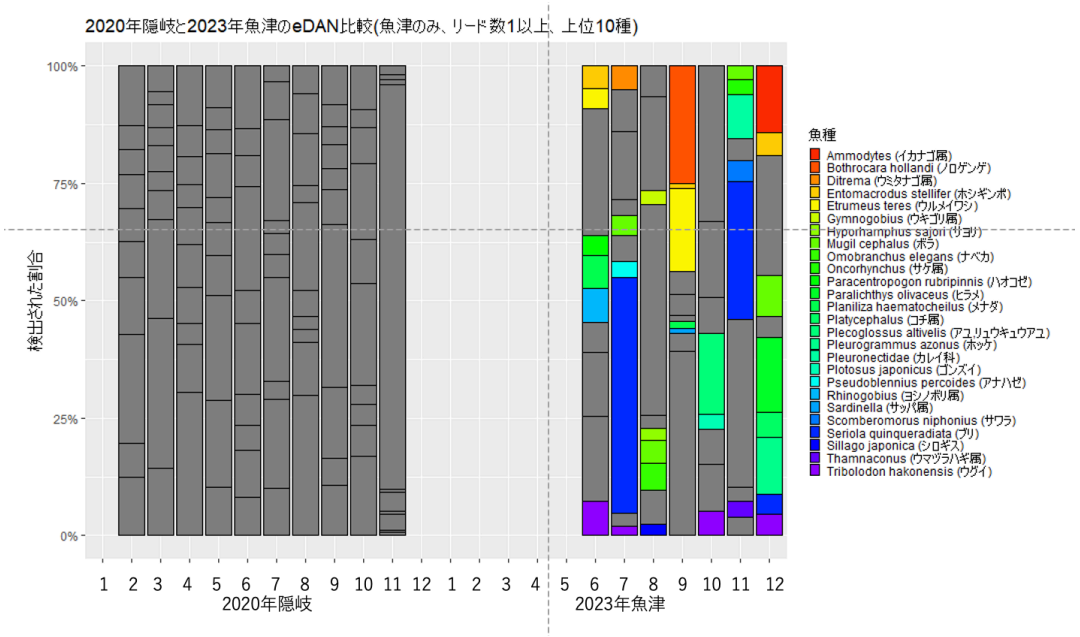
研究の意義:近年、地球規模での環境変動が生じており、日本海諸地域においても温暖化の影響は顕著である。ここ数年その影響が顕在化し、富山地域では冷水系の魚種の減少が著しい。その一方、日本海においては、県ごとの淡水性魚類のレッドリストなどを除いて、沿岸魚類や水産魚種の分布状況の基礎データが不足しており、「日本海お魚マップ」から始めることに大きな意義がある。

目的:本研究では環境 DNA 手法を用いて、**これまで欠測していた富山地域の海洋生物の分布調査を周年実施**する。これにより、**対馬海流の上流域から下流域までを網羅した日本海の魚類相を把握する。**さらに、魚津水族館で行ってきた魚類の潜水調査による生態映像や写真を合わせて、得られた成果を水族館展示と印刷物を通して発信して地域社会へ研究の基盤を伝え浸透させ、市民参加と合わせて持続可能な社会環境を構築する研究を展開する。

特色及び期待される効果:**本結果で得られた科学的な知見を地域社会へと還元することで、水産資源の活用について先進的な取り組みを行っている富山県をモデルとして、全国的に波及するモデルケースとなることが期待される。**現在北進している棘皮動物は有毒な危険種も多いためで地元コミュニティと協力した駆除事業などへ発展させ、地域社会との共生においても波及す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	富山地域の採水地点として、魚津港の１地点を定め、環境 DNA 採水マニュアルに従って、2023 年６月より通年の定点採水を行った。バケツ１投につき 100ml の海水ろ過を 10 回繰り返し、総ろ過量は 1L とした。また、ろ過ブランクとして蒸留水 500ml をろ過したネガティブコントロールサンプルを作成し、同様に分析を行った。採水は６月から 2024 年３月まで継続して行ったが、以下の分析には１２月までのサンプルをもちいた。 海水ろ過したステリベクスフィルターに付着した DNA を、QIAwave DNA Tissue and Blood kit を用いて抽出した。得られた DNA を Thermo Scientific™ NanoDrop One™ を用いて定量したところ、概ね 10ng/ul 前後の抽出 DNA が得られた。 海水中に含まれる魚類の DNA を検出・種判別を行うため、mifish プライマーを用いた定量メタバーコーディング分析を行った。抽出 DNA を分析会社である生物技研(株)に送付し、PCR 実験・次世代シーケンス・定量分析を依頼した。 対馬海流の上流域にあたる隠岐地域とあわせて分析し、隠岐・魚津で述べ 125 種の魚種の DNA が検出された。このうち、各地域・各月の上位１０種を抽出し得られた結果を以下に図示する。全検出魚種の 1/3 程度が共通しており、多くは各地域でのみ検出が見られた魚種であった。 魚津地域にのみ顕著に見られた魚種としては、ノロゲンゲ、ナベカ、ホッケなどのいわゆる冷水性の魚類が顕著である。これは地域性を反映しているものと考えられる。また、アユ、ウグイ、サケなどの河川の魚類が検出されたことも魚津の特徴として挙げられる。採水地点は漁港にあたるため本来の分布域とは異なる結果であるが、これが降河回遊などの自然現象を現している可能性があり、季節性のある現象であるのかなど検証が必要である。その他には、魚津地域のみサワラ、ボラ、ゴンズイ、ブリなどの魚種の DNA の検出があった。これらの魚種は隠岐地域でも一般的にみられるものであるため、採水地点付近の構造や漁港の形状のために DNA が検出されやすいといった採水地点の形状を検討する必要があると考えられる。 また全体の傾向として、隠岐地域は季節的に魚種が徐々に入れ替わるのに対して、魚津では月ごとの変化が激しい特徴が見られる。これが、例年起こる現象であるのか、2024 年度も続けて複数年の分析を継続し、魚津港の魚類相の特徴を明らかにしていく必要があると考えている。得られた分析結果は、魚津水族館のもつ魚の生態写真とあわせて、ポスターと作成するよう準備を進めている。 



※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	得られた分析結果を魚津水族館での２０２４年夏期の企画展の一部としてポスター展示し、地域の生物相を地元住民に周知するためのアウトリーチ活動として展開する予定で調整している。

※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。

様式　3（共同研究）

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">まつもと　しんご
松本　真悟</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">２０２４年　４月　３０日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">島根大学生物資源科学部・教授</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年(２年)</td><td colspan="2">☐新規
☑継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☐　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">大気エアーサンプラーによる環日本海域の大気中有機・重金属汚染物質の実測</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">２０２３年　４月　１日～　２０２４年　３月　３１日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">唐　寧</td></tr>
</table>

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	松本真悟	島根大学	教授	重金属測定
	分担者	吉田真明	島根大学	准教授	隠岐地域測定
		山下多聞	島根大学	准教授	三瓶地域測定
		長尾誠也	金沢大学	教授	シミュレーション
		松中哲也	金沢大学	助教	PAH の測定
		唐　寧	金沢大学	教授	PAH の測定
	※　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	大気フィルター試料	フィルター吸着物	20~30
	分析した試料	大気フィルター試料	フィルター吸着物	20

研究目的・期待される成果

研究の意義：日本各地において国をまたいで有害物質が飛来する越境汚染が確認されている。経済発展著しい大陸からの重金属（Cd, Pb, Cu, As 等）や多環芳香族炭化水素(PAH)による越境汚染が指摘されている。PM2.5 などに付着したこれらの物質は、森林から水系の水－土壌－農作物－水産物を通して広く健康への影響が懸念されている。これまでの予備的な分析では、隠岐で産する米で他の地域より高濃度のカドミウム・バナジウムが検出されており、摂食基準の限界に近い値に達している。また、三瓶・雲南地域では樹木を伝って流れ落ちる雨水(樹幹流)から高濃度の鉛が検出される。これらの検出量は、同地域における過去の検出量と比べ遙かに高く、汚染物質に晒される山陰地域においては、汚染の実態を把握し適切な安全対策を講じることが喫緊の課題となっている。

目的：これまでの共同研究から、日本海および周辺域の大気・海洋における PM2.5 に付着した有害化学物質の汚染実態を明らかにしつつある。本研究ではこれまでの調査に加えて、島根大学生物資源科学部附属センターがもつ化学分析技術（生物・非生物試料中の重金属濃度測定）を用いて、大気中の重金属元素の直接観測を行うこととする。

特色及び期待される効果：島根大学生物資源科学部附属生物資源教育研究センターは、同じく日本海側に面する新潟大学佐渡自然共生科学センター、および金沢大学環日本海域環境研究センターとは相互に連携し、日本海域の越境汚染物質の動態解明に関する共同研究を展開してきた。令和４年度から大気エアーサンプラーを隠岐・三瓶に設置し、得られた大気中の微粒子サンプルから、PAH と重金属の同時計測を行った。PM2.5 に由来する大気汚染物質の動態解析に利用することができる。中長期的な影響についても予測をする。これらの成果を地域のステークホルダーにフィードバックし、地域環境の将来に資する安全な農林水産業に役立て、地域活性化に貢献する。

※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	2021 年から 2023 年にかけて、生物資源科学部附属生物資源教育研究センター隠岐臨海実験所に大気エアーサンプラーを設置し、PM2.5 分画を収集した。得られたフィルター収集物を秤量したのちに２分割にし、片方は環日本海域環境研究センターに送付し、芳香族炭化水素(PAH)を代表とする有機汚染物質の定量に用いた。もう片方は島根大学松江キャンパスにおいて、LC-MS/MS を用いて、各種重金属元素の定量に供した。 隠岐地域では、2021 年冬季、2022 年夏期・冬季、2023 年夏期・冬季のサンプルを回収している。同様の手法で、2022 年から三瓶演習林においても大気エアーサンプラーを設置し、PM2.5 分画の収集を行った。三瓶地域では、2022 年夏期・冬季、2023 年夏期・冬季のサンプルを回収している。 フィルター収集物のうち、酸を用いて可溶化し。Cr, Ni, Zn, As, Mo, Cd, Pb の定量を行った。隠岐地域の夏期のフィルター収集物では、Zn がスパイク状の高い日が見られ、同じサンプルから Cr, Ni, As が高濃度に検出される傾向が見られた。これに対し、冬季のフィルター収集物においては、Zn の検出量は同様にスパイク状に高い日があるものの、検出量は 1/3 程度あった。さらに、Cr, Ni, As の検出量は少ない状態が続いていた。冬季のみに検出量の多い元素としては Pb がみられた。これに対して三瓶地域では Zn がスパイク状の高い日があるが、検出量は 1/100 程度に留まっており、また他の重金属元素の検出量も低いという結果になった。隠岐における重金属元素の検出量が大気汚染物質によるものかどうかは、同日のサンプルのある PAH の測定結果と合わせて共通性があるか分析する必要がある。 また、隠岐地域の河川・海洋環境にある無脊椎動物において、重金属の集積がないか試したところ、カサガイ類の体組織から 286ppm と比較的高濃度のヒ素が検出された。これが上記で見られるような大気降下物の影響下にあるのか、それとも地域に関係なくヒ素を集積する性質があるのかを検証するために、日本の各地域のカサガイ類を収集し、分析に用いた。本分析は、隠岐臨海実験所で開催された 2023 年度「森里海フィールド演習」の内容として行われたものであり、瀬戸内海のカサガイサンプルは同地域から来島した実習参加者から提供されたものである。分析の結果、ヒ素濃度は瀬戸内のカサガイでは低く、隠岐の 1/10 程度であった。逆に瀬戸内のカサガイでは Cr 濃度が高いという傾向が見られた。カドミウムは共通して低い値を示した。ヒ素は上記の大気降下物由来のものが海藻に取り込まれ、カサガイの食性に由来すると考えることができる。瀬戸内海では工業地帯由来のクロムが高いという可能性が示唆される。 すでに、富山県神通川河口域のカサガイも収集しており、さらなる比較検討を行っていく。さらなる検証が必要ではあるが、沿岸のカサガイ類は港湾や岩礁など広範な環境に生息することから、日本沿岸の汚染状況のバイオマーカーになる可能性が期待できる。
※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	上記の結果について､2023 年度環日本海域環境研究センター共同研究発表会で発表し、共同研究者間で情報共有した。 今後は PAH の分析状況と合わせて、原著論文等での発表方法を模索・検討する。
※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。	

２０２４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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">あらき　ゆうじ
荒木　祐二</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年 4 月 30 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">埼玉大学教育学部・准教授</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究
☐　金沢大学内共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☑新規
☐継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☐　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">人工貯水池における絶滅危惧植物の保全に向けた順応的管理の確立</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年 5 月 1 日～2024 年 3 月 31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">塚脇真二</td></tr>
</table>

		氏　名	所　属	職名／大学院生・学部生は利用時の年次	分担内容
研究組織	申請者	荒木祐二	埼玉大学教育学部	准教授	統括・植生調査
	分担者	塚脇真二	金沢大学環日本海域環境研究センター	教授	土壌分析
		本田匡人	金沢大学環日本海域環境研究センター	助教	バイオマス分析
	※　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	貯水池内の土壌	粒子	50 程度
	分析した試料	貯水池内の土壌	粒子	50 程度

研究目的・期待される成果
近年，河川や湖沼などの湿地は，開発や管理放棄によって劣化し，水生植物の多くが絶滅の危機に瀕している。金沢大学環日本海研究センター附属植物園の貯水池では，トチカガミをはじめ，クロモやイヌタヌキモといった絶滅危惧水生植物の生育が確認されている。これらの水生植物が仮に自生種でないにせよ，環境省が定める「絶滅のおそれのある野生動植物種の生息域外保全に関する基本方針」に基づき，種の絶滅を回避するための生息域外保存が求められている。 本研究では，貯水池内の植生動態をモニターしながら，貯水池内の水環境と土壌環境を調査し，絶滅危惧種の野生復帰も視野に入れた水生植物の順応的管理手法の確立をめざす。加えて，水生植物のフェノロジーと生育環境との関連性について分析を重ね，絶滅危惧種を維持・増幅させるための条件を明らかにする。これにより年間を通じて貯水池の植生動態をモニターした結果とともに，貯水池における安定した良質の水の供給や土壌堆積物の調整，外来種の駆除に関する効果的な順応的管理手法の提言が期待される。また，増えすぎたトチカガミなどの絶滅危惧種を移植できる環境を探し，地域全体での包括的な生息域外保存策の基礎的知見が得られ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	2023 年 5 月に金沢大学環日本海域環境研究センター附属植物園の植物園管理棟にて，金沢大学環日本海域環境研究センター連携部門の塚脇真二教授ならびに同センター研究領域部門陸域環境領域の本田匡人助教と本研究に関する研究打合せを行った。併せて，附属植物園の貯水池におけるフロラ調査，植生調査ならびに絶滅危惧種の現状調査を実施した。その結果，これまで未記載であったハイヌメリ，イトイヌノヒゲ，コアゼガヤツリ，メルケンカルカヤといった希少種を含む湿生植物が確認された。 また，絶滅危惧種のトチカガミの生息域外保全を見据え，附属植物園内のコンクリート水槽にトチカガミの一部を移植し，定着するまでの経緯を観察した。貯水池およびコンクリート水槽の植生変化について，塚脇教授が定期的にドローンで撮影するとともに，貯水池の水中の様子も水中カメラで撮影してトチカガミのフェノロジーを把握した。その観察を通じて，5 月に移植したトチカガミは増殖し，9 月には開花を確認して，殖芽の状態で越冬することが示された。一方，10 月の移植では生育が弱まり，越冬することができないことを確認した。 さらに，トチカガミをはじめとする附属植物園の貯水池にみられる絶滅危惧種の移植先を選定するため，木場潟および柴山潟における現地踏査を行い，移植先の候補地を木場潟に絞り込んだ。2023 年 10 月に木場潟公園協会代表理事の藤田勝男氏の案内で，木場潟の中央園地，南園地，西園地を巡り，西園地の西水草園を絶滅危惧種の移植先に設定することを決めた。また，同氏の案内で木場小学校のビオトープを訪れ，学校長の協力を得られることを確認した。実際にトチカガミ等を移植するには，既述の観察により植物が栄養成長の段階にある 5 月頃が適期と考えられ，次年度に改めて移植を試みることにした。 また，2024 年 1 月に塚脇教授とともに，滋賀大学の石川俊之教授の案内で琵琶湖南部に位置する木の岡ビオトープを視察し，湿地生態系における絶滅危惧種の保全事例について理解を深めた。市民に開かれたビオトープの事例に触れ，散策路や案内表示の工夫に関する示唆を得た。 順応的管理の検討にあたり，貯水池内の水環境（pH，EC，COD，水温など）および土壌環境（窒素，リン酸，硬度など）を定期的に測定する予定であったが，時間的・予算的な制約からトチカガミ等の絶滅危惧種のフェノロジーを把握することを優先とした。結果として，上述のとおりトチカガミの季節変化を記録するとともに，生息地外保全の候補地が絞り込まれ，さらには金沢大学構内の貯水池へ移植する見通しが立った。トチカガミは絶滅危惧種に指定されているが，貯水池の水面全体がトチカガミの葉で著しく覆われ，水中が酸欠状態となり，沈水植物やその他の昆虫，微生物などに悪影響を及ぼすことが懸念されている。トチカガミの葉を貯水池内から一定量取り除く対策を早急に講じるとともに，堆積した土壌に侵入するセイタカアワダチソウなどの帰化植物の除去に関するより具体的な管理手法の検討が望まれる。そのため，本研究は 2023 年度で一区切りをつけるものの，今後も附属植物園の貯水池の順応的管理を検討するとともに，地域を包括した湿地生態系の保全策について探究する活動を継続したい。

※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	（共同研究成果報告会での発表） 荒木祐二・塚脇真二・本田匡人，人工貯水池における絶滅危惧植物保全に向けた順応的管理の検討（発表番号: P-42），金沢大学環日本海域環境研究センター2023 年度共同研究成果報告会（金沢），2024 年 3 月 8 日

※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。

２０２３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	わだ　しゅういち 和田　修一	提出年月日	2024 年　4 月 30 日
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 ☐　博士後期課程学生育成共同研究	☑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	海産無脊椎動物ホヤの消化管で発現する解毒遺伝子の転写調節機構の解明			
研究実施期間	2023 年　4 月　1 日～　2024 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・ホヤ胚を用いた解析
	分担者	関口俊男	金沢大学	助教	解毒遺伝子の発現解析
		鈴木信雄	金沢大学	教授	分子生物解析
	※　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	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

環日本海域には、多環芳香族炭化水素類（Polycyclic Aromatic Hydrocarbons；PAH類）が移入し、その影響が懸念されている。PAH類が海洋環境に与える影響を推測するには、海産無脊椎動物へのPAH類の影響や、海産無脊椎動物がPAH類に応答する仕組みを理解することが必要だが、これらについては十分な研究がない。そこで我々は、海産無脊椎動物ホヤの1種カタユウレイボヤをモデルとしてPAH類の影響や応答機構についての研究を進め、カタユウレイボヤの消化管（胃と腸）には解毒反応に関わる遺伝子が多く発現していることを明らかにしてきた。しかし、解毒遺伝子が消化管で発現する仕組みや、異物に応答する仕組みは未だに不明である。そこで本申請研究では、消化管で発現する解毒遺伝子の転写調節機構の解明を目的とする。

期待される成果

消化管での解毒遺伝子の発現は無脊椎動物で保存された性質であり、本研究により消化管で働く解毒遺伝子の研究が進めば、海産無脊椎動物のPAH応答機構への理解が促進されることが期待される。さらに、解毒遺伝子のcis-転写調節領域の同定や解析が進めば、同定したcis-転写調節領域を含むレポーターを持ったカタユウレイボヤを作成することでPAH汚染海水を評価するアッセイ系が構築できる。

※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	**利用・研究実施内容** 動物の解毒の過程は 3 つの相からなり、第 1 相ではシトクロム P450（CYP）スーパーファミリーの酵素が異物に対して酸化反応を行う。次に第 2 相ではグルタチオン転移酵素（GST)、UDP-グルクロン酸転移酵素（UGT)、硫酸転移酵素（SULT)、各種のメチル化酵素などによって異物にグルタチオン、グルクロン酸、硫酸、メチル基などが付加される。最後に第 3 相では ABC 輸送体（ATP binding cassette transpoter）や SLC（Solute carrier）スーパーファミリーの輸送体が異物を細胞外へ排出する。これまでに我々は、カタユウレイボヤにおける CYP1 ファミリー遺伝子、CYP3 ファミリー遺伝子、GST ファミリー遺伝子を同定し、その発現様式などを明らかにしてきた。今回は、より網羅的に解毒遺伝子を研究し、消化管で発現する解毒遺伝子を特定し、cis-転写調節領域の解析を行うため、カタユウレイボヤの持つ第 1 相の CYP2 ファミリー、第 2 相の GST、UGT、SULT、メチル化酵素のうち COMT（catechol-O-methyltransferase)、第 3 相の ABC 輸送体、SLC22 ファミリー、SLC47 ファミリーの遺伝子を同定し、成体における発現を調べた。さらに GST ファミリー遺伝子については、代表的な PAH である Benzo[*a*]pyrene（BaP）による発現の変化を調べ、GST に応答して発現が誘導される遺伝子を同定した。 **得られた成果** 以下に示すように、今回の研究によりカタユウレイボヤの持つ解毒遺伝子の構成の全容がこれまで以上に明確になり、ヒトや他の動物と比べた際のカタユウレイボヤの共通性や独自性が明らかになった。また解毒遺伝子の発現についても全体像を把握することができ、消化管が解毒の場として働いている可能性をさらに支持する結果を得た。さらに消化管で発現し、なおかつ BaP によって誘導される解毒遺伝子を新たに同定することができ、それらの cis-転写調節領域の解析に向けた作業を開始した。 **(1) 第 1 相遺伝子である CYP2 ファミリー遺伝子の同定と発現の解析** CYP スーパーファミリーのうち、CYP1～3 ファミリーが主に解毒に関わるとされる。これまでに、CYP1 と 3 ファミリーについてはカタユウレイボヤにはそれぞれ 4 遺伝子と 5 遺伝子存在することがわかっていた（ヒトでは 3 遺伝子と 4 遺伝子）が、カタユウレイボヤの CYP2 ファミリー遺伝子の全容は不明だった。今回の研究により、CYP2 ファミリー遺伝子はカタユウレイボヤには 47 種類存在することがわかった。これに対してヒトの CYP2 ファミリー遺伝子は全部で 17 種類であり、カタユウレイボヤ独自に遺伝子数が増加していることが示唆された。またカタユウレイボヤの 47 種類の CYP2 ファミリー遺伝子のうち、17 遺伝子が成体の消化管に最も強く発現していることがわかった。 **(2) 第 2 相遺伝子の同定と発現の解析** 第 2 相遺伝子である GST ファミリー遺伝子、UGT 遺伝子群、SULT 遺伝子群、各種メチル化酵素遺伝子のうち、これまでに GST ファミリー遺伝子について、カタユウレイボヤではヒトよりも遺伝子数が多いこと、カタユウレイボヤ独自のサブファミリーが存在していること、約半数の遺伝子が成体の消化管に最も強く発現していることなどを示してきた。今回の研究で、ヒトにおいて GST ファミリー遺伝子と並んで主要な第 2 相遺伝子である UGT 遺伝子群を探索した結果、カタユウレイボヤには UGT 遺伝子が存在しないことが判明した。UGT 遺伝子は他の無脊椎動物には存在することから、カタユウレイボヤにおいて失われた可能性がある。さらに、SULT 遺伝子と COMT 遺伝子についてはヒト（それぞれ 13 種類、1 種類）よりもカタユウレイボヤ（23 種類、5 種類）の遺伝子数の方が多いことがわかった。カタユウレイボヤの SULT 遺伝子のうち 11 遺伝子、COMT 遺伝子のうち 1 遺伝子は成体の消化管に最も強く発現していることがわかった。

(3) 第 3 相遺伝子の同定と発現の解析

第 3 相で主に働く ABC 輸送体遺伝子、SLC47 ファミリー遺伝子、SLC22 ファミリー遺伝子のカタユウレイボヤにおける全容はこれまで不明だった。今回の研究により、ABC 輸送体の遺伝子はカタユウレイボヤには 32 種類（ヒトには 49 種類）存在すること、SLC47 ファミリー遺伝子はヒトには 2 種類存在するが、カタユウレイボヤを含む無脊椎動物には存在しないこと、SLC22 ファミリー遺伝子は、ヒトには 14 種類あるのに対して、カタユウレイボヤには 28 種類存在し、このファミリーについてもカタユウレイボヤ独自に遺伝子数が増加していること、などがわかった。さらに ABC 輸送体の遺伝子のうち 21 遺伝子、SLC22 ファミリー遺伝子のうち 15 遺伝子は成体の消化管に最も強く発現していることがわかった。

(4) BaP 処理による誘導される GST ファミリー遺伝子の同定

BaP でカタユウレイボヤの幼若体を処理し、GST ファミリー遺伝子の発現に与える影響を調べた結果、33 種類の GST ファミリー遺伝子のうち、GSTA.c の発現が誘導されることが示唆された（200 μg/L の BaP で約 4.5 倍、1000 μg/L で約 16.5 倍）。また GSTT の発現も 1000 μg/L の BaP 処理で約 4 倍に誘導された。GSTA.c と GSTT は共に成体の胃で最も強く発現する遺伝子であることから、これらの遺伝子は PAH 類に応答して消化管で働く解毒遺伝子の転写調節機構を調べるための良い候補であることが判明した。そこで現在、これらの遺伝子の上流領域をクローニングし、レポーターアッセイのためのプラスミド作成を行なっている。

※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	第 47 回日本分子生物学会年会（2024 年 12 月）でのポスター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。

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">やざわ　たかし
矢澤　隆志</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年　4 月　30 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">旭川医科大学生化学講座 細胞制御科学分野・講師</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☐新規
☑継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☑　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">PAHs が生殖腺ステロイドホルモン産生に及ぼす新たな分子機序の解明</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年　4 月　1 日～　2024 年　3 月　31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">環日本海機環境研究センター臨海実験施設　関口俊男</td></tr>
</table>

		氏　名	所　属	職名／大学院生・学部生は利用時の年次	分担内容
研究組織	申請者	矢澤隆志	旭川医科大学	講師	研究統括、細胞、動物実験
	分担者	関口俊男	金沢大学	准教授	ELISA によるステロイド測定
		鈴木信雄	金沢大学	教授	遺伝子発現解析
	※　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。				

		物質名	形態（形状）	試料数
分析試料	申請書に記載した試料	ベンゾチオフェン フルオレン ベンゾ(a)ピレン フェナントレン	粉末 粉末 粉末 粉末	
	分析した試料	ベンゾチオフェン フルオレン ベンゾ(a)ピレン フェナントレン	粉末 粉末 粉末 粉末	

研究目的・期待される成果

近年、東アジア地域の経済発展に伴い能登半島を中心とした環日本海域では、多環芳香族炭化水素類（**PAHs**）による大気や海洋汚染問題が懸念されている。呼吸を通じて、或いは海洋中のマイクロプラスチックへの吸着により食物連鎖を通じて濃縮されて PAHs が人体に取り込まれると、高い発癌性や免疫系への影響を有すると共に、ホルモン受容体に作用する内分泌かく乱物質として働く可能性が示唆されている。ゆえに、PAHs が主要な内分泌器官である生殖系（生殖腺や関連器官）し、生殖能力の低下に繋がることが危惧されているものの、未だに十分な検証がなされていない。

申請者は、過去の研究で、PAHs の中には、男女生殖腺のステロイドホルモン産生を短期的な作用で抑制する物質と長期的な作用で抑制する物質があることを明らかにしている。そして短時間処理でステロイドホルモン産生を抑制する PAHs は、Ahr を介さない未知の機序により作用している可能性が示唆された。例えば、ジベンゾチオフェンフェナントレンを 6 時間処理した MA-10 細胞において発現する遺伝子を RNA-seq により網羅的に解析したところ、ほとんどのステロイドホルモン産生遺伝子群は、発現が変化しなかったのに対して、アンドロゲン合成に関わる Cyp17a1 の発現が特異的に抑制されることが分かった。

本研究では、Cyp17a1 の転写抑制機構を詳細に解析することにより、PAHs が Ahr 以外の転写因子を介して遺伝子発現制御することにより生殖腺に及ぼす分子メカニズムを解明することを目的とする。そして、PAHs による環日本海域の環境汚染が生殖機能に及ぼす影響とその問題解決に向けた一助とすることを目指す。

※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	昨年度の研究では、MA10 細胞に、ジベンゾチオフェンもしくはフェナントレンを 6 時間処理した MA-10 細胞において発現する遺伝子を RNA-seq により網羅的に解析したところ、ほとんどのステロイドホルモン産生遺伝子群は、発現が変化しなかったのに対して、アンドロゲン合成に関わる Cyp17a1 の発現が特異的に抑制されることが分かった。レポーターアッセイの結果、これは Cyp17a1 遺伝子の転写が低下することによって起きることが示唆された。 本年度は、さらに PAHs 処理後、短時間で起きるステロイドホルモン産生抑制機構について解析を行った。MA-10 細胞における Cyp17a1 遺伝子の発現低下は、PAHs 処理 6 時間後に起きるが、ステロイドホルモン産生の低下は、処理 3 時間後から見られることから、遺伝子の転写を介さない異なるメカニズムが働く可能性が示唆された。そこで、ステロイドホルモン産生に関わる酵素群のタンパク質の発現をウエスタンブロッティングにより解析したところ、Cyp11a1 や Hsd3b1 の発現には変化が見られなかった。そこで、ステロイドホルモンの原料となるコレステロールを、ステロイドホルモン合成の最初のステップが行われるミトコンドリア内へと輸送する steroidogenic acute regulatory protein（StAR）タンパク質の発現を調べたところ、PAHs 処理 2 時間後には著しく低下していた。StAR タンパク質は、ゴナドトロピンのセカンドメッセンジャーである cAMP 処理によって、2 時間以内に急激に上昇してステロイドホルモン産生を促進するが、PAHs は、この上昇を強力に抑制した。PAHs の短時間でのステロイドホルモン産生抑制効果は、StAR を介することなくミトコンドリアへの移動が可能なコレステロール代謝物によってキャンセルされた。よって、PAHs の効果は、StAR タンパク質の発現低下によるコレステロールのミトコンドリアへの輸送が原因であることが分かった。以上の結果から、PAHs によるステロイドホルモン産生の低下には、ステロイドホルモン産生酵素の転写抑制を介するメカニズムに加えて、早期はコレステロール輸送タンパク質の発現低下を介するメカニズムが存在し、これらの作用により、短期～長期に渡るステロイドホルモン産生を抑制が可能になることが明らかになった。

※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. **Yazawa T**, Imamichi Y, Sato T, Ida T, Umezawa A, Kitano T. Diversity of Androgens; Comparison of Their Significance and Characteristics in Vertebrate Species. Zoolog Sci. 2024, 41(1), 77-86. doi: 10.2108/zs230064. 2. Fujisawa Y, Masunaga Y, Tanikawa W, Nakashima S, Ueda D, Sano S, Fukami M, Saitsu H, **Yazawa T**, Ogata T. Serum steroid metabolite profiling by LC-MS/MS in two phenotypic male patients with HSD17B3 deficiency: Implications for hormonal diagnosis. J Steroid Biochem Mol Biol. 2023 Nov;234:106403. doi:10.1016/j.jsbmb.2023.106403. 3. Tatsukawa T, Kano K, Nakajima KI, **Yazawa T**, Eguchi R, Kabara M, Horiuchi K, Hayasaka T, Matsuo R, Hasebe N, Azuma N, Kawabe JI. NG2-positive pericytes regulate homeostatic maintenance of slow-type skeletal muscle with rapid myonuclear turnover. Stem Cell Res Ther. 2023, 14(1), 205. doi: 10.1186/s13287-023-03433-1. 4. Nara A, Inoue A, Aoyama Y, **Yazawa T.** The ultrastructural function of MLN64 in the late endosome-mitochondria membrane contact sites in placental cells. Exp Cell Res. 2023 Aug 15;429(2):113668. doi: 10.1016/j.yexcr.2023.113668.

※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。

２０２３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	しまだ　としゆき 嶌田　敏行	提出年月日	2024　年　4　月　30　日
所属・職名	大学改革支援・学位授与機構 研究開発部 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 ☐　博士後期課程学生育成共同研究 ☐　金沢大学内共同研究	☑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	環境科学に関する研究における DX 推進の在り方に関する研究			
研究実施期間	2023　年　4　月　1　日～　2024　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	嶌田敏行	大学改革支援・学位授与機構	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	分析、現地調査
		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	代表者は、文部科学省が５年に１回実施している大学等におけるフルタイム換算データに関する調査設問の検討に参画したが、その際にも、我が国において研究時間の確保をどのように進めるべきか、ということが課題になっていた。教員の働き方については、各大学における状況を踏まえなくてはならない部分はあるが、例えば、DX による効率化、高度化については、各大学共通で推進できるのではないか、という議論となっている。このような DX の進展により、研究についても高度化、効率化が可能となっていることから、特に、単一ディシプリンではない複合領域における融合性が重視される環境科学において、どのような DX を推進させればよいのかを明らかにしたいと考えた。 本研究においては、１）研究 DX 事例の収集（文献調査、情報センター等への聞き取り）、２）環日センター教員等へのインタビュー調査から、研究 DX の現状明らかにした上で、環境科学という特性への対応時の留意点などについて具体的な方策について一定程度示すことができた。 この研究成果からネットワーク環境、デバイス、使用システム（Teams、Zoom 等）の違いを超えた研究連携の具体的ノウハウを提供することで、環日本海域環境研究センターが主導する環境科学研究を加速させるための示唆を提供できたと考えている。

※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	環日本海域環境研究センターは、国際共同研究を進めているが、当然のことながら、毎回、現地に赴き研究打ち合わせをすることはできないためオンラインの活用が進んでいる。申請者は、茨城大学において遠隔授業の運用の実務責任者（情報戦略機構デジタル改革推進部門長）として新型コロナウイルス感染症流行下での授業運営支援を担当してきた経験がある。この経験を研究分野に適用することで、時間の節約を図りつつ、有効な研究時間を確保するためのノウハウについて実践的研究を進めた。 その結果、遠隔授業によって得られたオンラインによるコミュニケーションに関する知見として、これらのことが明らかになった。1）全国的に、対面授業に対して理解度や満足度は概ね問題ない、という報告は多い。：デジタル化の問題よりは、教材や教授法の見直し効果の方が大きい、という話もある。2）遠隔キャンパスを持つ大学などは今後も積極的な活用もありうる。3）新規の人間関係を構築することには不向きであり。既存の人間関係を維持することは可能であろう。4）いわゆる「間」がとりにくい。そのため教員―学生間の空気の共有感はない。5）オンデマンド教育は、学習習慣の維持、双方向性の確保が十分に可能であれば、レベル揃えなどにも有効であり、知の提供から知の活用へと授業を転換させることにも寄与できると考えられる。 このような特性を加味しながら、環日本海域環境研究センターの研究実績について（いわゆる）コロナ前とコロナ後（2017－2022）について分析を行った。その結果、論文数などの減少は認められないものの海外渡航などの物理的接触の減少により国際共著率の低下傾向と考えられるトレンドがあった。なお、これらの数量的なパフォーマンス把握結果と現場教員への聞き取り調査の結果は概ね整合的であった。 整理すると、オンラインは時間的制約、空間的（距離的）制約をキャンセルできるが、人間関係の新規開拓には不向きである（ただし、気心知れる間柄なら研究の促進要因となり得る：すぐに会えるため）。しかし、フィールドが多い・実験系・文献調査系などディシプリンの特性を踏まえつつ、研究チームのメンバーを踏まえながら、対面（現地）とオンラインなどの手法のベストミックスを図ることで研究時間の捻出が可能ではないかということが示唆された。また、デジタル・コンテンツの情報共有は容易だが、同時に情報セキュリティとの関係に留意しなければならないことも調査の中から浮かび上がってきた。 これらの事例は環境科学のような複合領域においてネットワーク型研究を進めてきた環日本海域環境研究センターの特殊事例ということではなく、ある種一般的な「考え方」として文部科学省等での研修を通して普及できるようにしていきたい。このことは我が国の研究 DX の推進にも大きな意味を持つと考えられる。

※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	＜招待講演＞ 嶌田敏行 (2024)「研究者等の業績評価、研究開発機関等の評価」, 文部科学省科学技術・学術政策局 研究開発評価人材育成研修, 2024 年 2 月 26 日, 虎ノ門グローバルスクエアコンファレンス（東京都港区). ＜資料提供＞ 上記講演資料は文部科学省サイトに掲載予定

※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。

様式　3（共同研究）

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">みうら　ひかる
三浦　　輝</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年　4 月　30 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">一財）電力中央研究所　サステナブルシステム研究本部　主任研究員</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☐新規
☑継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☑　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">原子力施設周辺と縁辺海・外洋における放射性ヨウ素の動態解明</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年　4 月　1 日～　2024 年　3 月　31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">松中哲也</td></tr>
</table>

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	三浦　輝	電力中央研究所	主任研究員	^{129}I の前処理・測定
	分担者	松中　哲也	金沢大学	助教	^{129}I の前処理・測定
		笹　公和	筑波大学	准教授	加速器質量分析
	※　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	海水から化学分離したヨウ素を AgI 沈殿としてガラス管内で乾燥させた状態	90 試料程度
	分析した試料	海水	海水から化学分離したヨウ素を AgI 沈殿としてガラス管内で乾燥させた状態	90 試料程度

研究目的・期待される成果	
	2023 年度に放出が開始された ALPS 処理水には、告示濃度以下であるが検出可能なレベルで放射性ヨウ素（^{129}I、$T_{1/2}$：1570 万年）が含まれると想定されている。本研究では、ALPS 処理水放出前後において海水、堆積物、海藻等に含まれる ^{129}I 濃度を明らかにし、海洋放出の影響（^{129}I 濃度の変化）を評価することを目的とする。原発近傍（漁船チャーター）、太平洋外洋（JAMSTEC・新青丸）、日本海（水研機構・蒼鷹丸）と広範囲において、処理水放出前後のサンプルを用いた分析を行う。分析により得られる ^{129}I の濃度データを弊所所有の海洋拡散モデル・動的生物移行モデルに組み込むことで、^{129}I の移行・濃縮プロセスを明らかにする。広範囲での観測と、シミュレーションの組み合わせが本研究の特色と考える。処理水の影響評価、（放射性）ヨウ素の海洋動態解明が期待され、ヨウ素の海洋動態は日本海などの他の海域にも適用可能となる。

※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	【試料採取】処理水放出前後の海水を新青丸で 2 度（23 年 8 月初旬、24 年 3 月下旬）、および漁船で 6 度（23 年 4 月上旬、4 月下旬、7 月、10 月中旬、10 月下旬、24 年 3 月）採取した。本サンプリングは電中研が実施した。 【実験】金沢大学 LLRL にて、得られた海水およそ 90 試料から溶媒抽出によるヨウ素（安定ヨウ素 ^{127}I＋放射性ヨウ素 ^{129}I）の抽出実験を行った。この実験は、金沢大学松中助教の指導の下で行った。ヨウ化銀として抽出されたヨウ素について、筑波大学の AMS を用いて ^{129}I /^{127}I、および ICP-MS を用いて ^{127}I 濃度の測定を行った。AMS の分析・解析は筑波大学笹准教授と金沢大学松中助教の指導の下で行った。ICP-MS の分析・解析は筑波大学坂口教授の指導の下で行った。新青丸の 1 回分、漁船の 5 回分までの海水試料の分析が完了した。 【結果：処理水放出前】処理水放出前において、原発から離れた地点では原発事故前の濃度レベル（10^{-8} Bq/L）まで下がっていることが分かった。一方、原発近傍 2 km 圏内では平均 1 桁程度濃度が高く、ばらつきは 2 桁程度と大きく、陸域・原発周辺からの流出が続いていたことが示唆された。今後、この流出について弊所所有の海洋拡散モデルによるシミュレーションを行い、観測結果との比較を進める予定である。 【結果：処理水放出中】漁船により 10 月中旬に採取されたサンプルは、処理水放出中の海水である。処理水放出中は、原発近傍 2 km 圏内において、処理水放出前と比較して最大 2 桁程度の濃度上昇が認められ、濃度のばらつきが 2 桁程度であった。放出口から南側地点の ^{129}I レベルが最も高かったが、弊所所有の海洋拡散モデルによるシミュレーションの結果と整合的であり、海流の方向によるものであることが分かった。正し、本シミュレーションはトリチウムのシミュレーション結果を基に処理水タンク内の ^{129}I/トリチウム比を用いて計算した結果であり、ヨウ素とトリチウムの海洋での挙動の違いは考慮されていないため、原発から離れた地点では再現できないと考えられる。 【結果：処理水放出後】漁船により 10 月下旬に採取したされたサンプルは、処理水放出が終わって 4 日後の海水である。処理水放出後は、原発近傍 2 km 圏内において、処理水放出前と比較して最大 2 桁程度の濃度上昇が見られ、濃度のばらつきは 1 桁以内と小さかった。この結果は、想定より高濃度であった（放出が終わるとただちに薄まり低濃度になると想定）が、前述の海洋拡散モデルによるシミュレーションの結果と整合的であった。シミュレーションの結果では、放出が終わり南方向へと移動していった高濃度の海水が、およそ 4 日後にもう一度北方向へと戻ってくる様子が見られた。その後は次第に薄まっていくことをシミュレーションの結果から確認した。

※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	原発近傍における海水中放射性ヨウ素濃度の観測結果と、モデルによるシミュレーション結果を比較して議論する論文を投稿予定。

※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。

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">いわもと　ようこ
岩本　洋子</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">２０２４年　４月３０日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">広島大学大学院統合生命科学研究科・准教授</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☑　一般共同研究
☐　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☐新規
☑継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☐　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">「波の花」に濃集する糖質の生物地球化学的特徴に関する研究</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">２０２３年　４月　１日～２０２４年　３月３１日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">関口俊男・金沢大学環日本海域環境研究センター 臨海実験施設</td></tr>
</table>

		氏　名	所　属	職名／大学院生・学部生は利用時の年次	分担内容
研究組織	申請者	岩本 洋子	広島大学	准教授	総括・化学分析
	分担者	関口 俊男	金沢大学	准教授	海水採取
		濵﨑 恒二	東京大学	教授	微生物分析
		岩田 歩	気象庁	研究官	化学分析・粒子物性計測
		大林 由美子	愛媛大学	講師	微生物分析・酵素活性測定
	※　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。				

		物質名	形態（形状）	試料数
分析試料	申請書に記載した試料	海水泡沫試料 海水試料 大気エアロゾル試料	液体または濾紙 液体または濾紙 濾紙	5 5 5
	分析した試料	海水泡沫試料 海水試料 大気エアロゾル試料	液体または濾紙 液体または濾紙 固体(濾紙)	8 32 12

研究目的・期待される成果

大気と海洋の境界には、海洋表層マイクロ層（Sea surface microlayer; SML）と呼ばれる薄い層が存在する。SML には界面活性物質や透明細胞外ポリマー粒子（TEP）などの糖質粒子が濃集する。SML に濃集する物質は、飛沫によってエアロゾルとして大気に輸送され、雲核を形成し気候に影響を及ぼすと考えられるが、定量的な理解には至っていない。SML に物質を濃集させる機構として、海水泡沫の役割は大きい。日本海の冬の風物詩である「波の花」は、藻類などに由来する界面活性物質や糖質を含む海水が風や波の作用で安定泡沫になったもので、海岸に集積するため容易に採取可能であり、SML に濃集し大気に輸送される海洋起源物質を理解するためのモデルとして適当と考えられる。

本グループは、2016 年より曽々木海岸で「波の花」の採取と化学・微生物分析を継続的に実施し、「波の花」は下層の水に比べ、TEP やある種の糖質分解細菌を多く含むことを明らかにした。本共同研究では、これまでに得られた物理・化学・生物データの整理と分野間での共通理解を目的としたデータ検討会に重点を置き、投稿論文作成に向けた議論を行った。また、データ検討会の後に能登町の臨海実験施設に滞在し、曽々木海岸での試料採取と試料処理を行った。

※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

波の花＆海泡濃集ワークショップの開催

2023 年 12 月 20 日（水）に金沢大学角間キャンパス自然科学研究科図書館棟 G15 会議室およびビデオ会議システム Zoom において「波の花&海泡濃集ワークショップ」をハイブリッド開催し、これまでの「波の花」研究で得られた物理・化学・生物データを共有し、結果の解釈について議論した。以下に示す 13 件の発表があり、うち 6 件は学生（氏名の横に*を付した）による発表であった。ワークショップでは、本共同研究メンバーがこれまでに得た成果発表の他に、海洋起源エアロゾル（松木、松本）、海水中粒子（福田）、海洋プラスチック（谷）に関連する発表があった。

―――――――――――

【午前の部】

岩本洋子（広島大）　趣旨説明

濵﨑恒二（東大 AORI）　「波の花」から探る大気-海洋境界の微生物・有機物動態

黄燦*（東大 AORI）　「波の花」微生物群における海洋多糖分解のゲノム・メタゲノム・メタトランスクリプトーム解析

竹内真美*（東大 AORI）能登に生息するフコイダン分解菌の単離

岡本諭賢*（東大 AORI）海洋表層マイクロ層/海水飛沫エアロゾルのマイクロバイオーム

関口俊男（金沢大 環日セ）　ホヤの腸内細菌叢についての研究

【午後の部】

大林由美子（愛媛大 CMES）　「波の花」から海洋エアロゾル中の有機物・微生物動態を知る？-細胞外加水分解酵素編-

陳一恵*（東大 AORI）　海洋環境に生息する Verrucomicrobia 門細菌の糖質分解における機能的な特徴

岩本洋子（広島大）　糖質を含むエアロゾルの雲凝結活性

岩田歩（気象研）　波の花を用いた海洋生物起源有機物が及ぼす氷晶形成への影響評価に向けて

松木篤（金沢大 環日セ）　原子間力顕微鏡による海洋起源有機エアロゾルの付着性評価

松本綾乃*（金沢大）　能登半島における海洋起源エアロゾルの季節変化

福田秀樹（東大 AORI）海中粒子のサイズ計測

谷悠人*（早稲田大 M2）プラスチックの海泡濃集 FTIR-ATR イメージングによる波の花中マイクロプラスチックの分析

試料採取と今後の分析予定

2023 年 12 月 21 日（木）～26 日（火）の期間に臨海実験施設に滞在し、試料採取と試料処理を行った。12 月 22 日は気象警報のため試料採取を中止した。12 月 23 日は曽々木海岸（石川県輪島市）において「波の花」が観測された。海面に集積した「波の花」サンプルを、ステンレス製スコップまたはプラスチック製スコップで採取し、ステンレス製の蓋付トレーやプラスチック袋に移して保管した。同時に、海水試料および大気エアロゾル試料を採取した。12 月 24 日および 12 月 25 日は、「波の花」は観測されず、海水および大気エアロゾル試料の採取のみ行った。必要に応じて、濾過などの処理を臨海実験施設において行った。

採取した試料については、研究室に持ち帰り、DNA 分析（濵﨑）氷晶核活性測定（岩田）を行う予定である。また、採取後に、各種人工蛍光基質を用いて、全画分および濾液画分の細胞外酵素活性の測定（大林）を行った。

※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	研究集会での発表に関しては、以下の 3 件を予定している。 濵﨑恒二・兼利天河・小林陽子・黄燦・岡本諭賢・岩本洋子,「波の花」から探る大気―海洋境界の微生物・有機物動態, 日本地球惑星科学連合 2024 年大会, 2024.5.27, ハイブリッド（幕張メッセ） 岩田歩・大野耕平・松本彩乃・戸田雅之・岩本洋子・大林由美子・濵﨑恒二・松木篤, 西部北太平洋上の氷晶核粒子濃度と海洋起源有機物の氷晶形成に与える影響, 第 42 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 2024. 8.20–22, 工学院大学八王子キャンパス Yoko Iwamoto, Yutaka Okamoto, Ayumi Iwata, Kohei Ono, Atsushi Matsuki, Yumiko Obayashi, Koji Hamasaki, Influence of Organic Matter from Algae on Cloud Condensation Nucleus Characteristics of Sea Spray Aerosol, Asia Aerosol Conference 2024, 2024.11.3-7, Kuchin, Malaysia また、海泡濃集に関する和文のレビュー論文の執筆を予定している。
※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。	

２０２３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	 Altansukh Nyamdorj	提出年月日	2024 年　3 月 31 日
所属・職名	モンゴル国立大学・博士課程 2 年生		
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 ☑　博士後期課程学生育成共同研究	☐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	To assess the sedimentation material and rate in river bed and saline lakes in semi-arid area of Mongolia to reconstruct environmental changes		
研究実施期間	2023 年　4 月　1 日～2024 年　2 月 10 日		
センター教員	長谷部徳子		

		氏　名	所　属	職名／大学院生・学部生は利用時の年次	分担内容
研究組織	申請者	Altansukh Nyamdorj	National University of Mongolia	PhD candidate	Field work, laboratory analysis
	分担者	Davaadorj Davaasuren	National University of Mongolia	Ass. Prof	Field work
		Uyangaa Udaanjargal	National University of Mongolia	Ast.Prof	Field work, laboratory analysis
		Noriko Hasebe	Kanazawa University	Prof	Geochemistry analysis
		Shuuhaaz ganbat	Kanazawa University	Master student	Geochemistry 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。				

		物質名	形態（形状）	試料数
分析試料	申請書に記載した試料	River sampling Lake sampling	Liquid Liquid	10 10
	分析した試料	River and Lake sediment trap samples, core samples	powder	30

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） Sediment from lake bottom and riverbeds are excellent archive of environment condition of water shed and anthropogenic impacts. Study area of Baidrag river watershed is located southern Mongolia and its highly affected anthropogenic impact, including illegal gold mining, overgrazing, dust emission form offroad etc. Recently, climate changes strongly influenced surface water quality in semi-arid areas and it may affect water properties and human health. Several studies revealed that river bed sediment indicated mining pollution transited by run off and dust transportation and deposited in sediment. Thus this study site is one of the best localities to understand the environmental framework in Asia. During the field work we should install the several sediment trap equipment in Baidrag river and Boontsagaan lake to collect deposition sediment and make laboratory analysis. Onsite measurement of water characteristics will be also carried out. The analyses will estimate the deposition material and rate in saline lake in semi-arid area and will contribute the understanding of sedimentary dynamics which is useful to understand environmental framework and to reconstruct the paleo-environment condition in southern Mongolia and climate change impact.

※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	Endorheic lake basins are a great record of changes in regional hydrology and environmental conditions. Especially their lake sediment plays an important role as valuable archive, recording temporal environmental changes over time. In this study, we investigated sedimentation dynamics for the saline lakes in the arid region of Mongolia. We set sediment traps in Boontsagaan lake and inflowing Baidrag river in the summer of 2022 and 2023. Sediment characteristics, including organic matter (OM), carbonate ($CaCO_3$), grain size, and mineral assemblages, were measured for the sediment trap samples. In summary, mass accumulation rate (MAR) in Boontsagaan Lake varies between 0.5 and 2.5 g/cm^2/year, with relatively high organic matter and carbonate content observed in the lake's sample. Analyses of sediment trap samples show the presence of monohydrocalcite in the lake, but no monohydrocalcite in the river's sample. According to the comparison of climate and sediment characteristic data of the 2022 summer, the high carbonate content with various presence of carbonate minerals could be attributed to the low occurrence of precipitation in the catchment. The occurrence of carbonate minerals and carbonate-rich layers, as noted in previous studies of the Tsagaan Lake, 60 km east of Boontsagaan Lake, may suggest accelerated authigenic mineral formation during favorable conditions, such as periods of increased alkalinity induced by drought in the region.

※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	Shuukhaaz Ganbat, Noriko Hasebe, Davaadorj Davaasuren, Keisuki Fukushi, Uyangaa Udaanjargal , Shinya Ochiai, Chultem Batbold, Baasansuren Gankhurel, Kitajima Takuma, Shibuya Yuma, Analysis of Tsagaan lake sediment, Valley of the Gobi Lakes, Mongolia, to determine past environmental changes and the effect of ongoing global warming , Quaternary International, https://doi.org/10.1016/j.quaint.2023.07.010, 2023 PhD thesis by Altansukh Nyamdorj PhD thesis by Shuukaaz Ganbat

※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。

Annual Results Report
Joint Research, Institute of Nature and Environmental Technology,
Kanazawa University, 2023

<table>
<tr><td>Name</td><td>Yoonkyeong Ha</td><td>Date</td><td colspan="2">04/30/2024</td></tr>
<tr><td>Affiliation
Position</td><td colspan="4">Department of Civil and Environmental Engineering, Pusan National University
PhD student</td></tr>
<tr><td>Postal Address</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>Phone Number</td><td></td><td>Facsimile</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail
Address</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>Funding
Category</td><td>☐ Key Joint Research Program
☐ Joint Research Program
■ PhD student Support Program</td><td>☐ domestic
■ international</td><td>Research period
■ one year
☐ two years</td><td>■ new
☐ continue</td></tr>
<tr><td>Research Field</td><td colspan="4">■ Understanding environmental pollution, environmental fluctuations, and the mechanisms behind these factors
☐ Investigating the effects of environmental change on human health
☐ Researching the effects of human societies on ecosystems
☐ Developing methods for the prediction of changes to local environments
☐ Researching topics related to sustainable development
☐ Interdisciplinary studies related to the Sea of Japan Sea region</td></tr>
<tr><td>Research
Theme</td><td colspan="4">Spatiotemporal differences in the real-time characteristics of $PM_{2.5}$ particles between Seoul and Noto sites</td></tr>
<tr><td>Program
Period</td><td colspan="4">04/01/2023 ~ 03/31/2024</td></tr>
<tr><td>K-INET
Research Staff</td><td colspan="4">Name: Atsushi Matsuki

E-mail: matsuki@staff.kanazawa-u.ac.jp</td></tr>
</table>

Research Team		Name	Affiliation	Position	Role/Research Task
	Applicant	Yoonkyeong Ha	Pusan National University	PhD student	Analysis data
	Member(s)	Atsushi Matsuki	Kanazawa University Institute of Nature and Environmental Technology	Associate Professor	NOTOGRO data measurement
		Ning Tang	Kanazawa University Institute of Nature and Environmental Technology	Professor	NOTOGRO data measurement
		Changhyuk Kim	Pusan National University	Associate Professor	Leading research collaboration as supervisor of applicant
	※If there are any changes, please submit a newly revised application form to the K-INET office in consultation with K-INET staff.				

Assay sample(s)		Name of Sample	Form(Shape)	The number of sample
	Applied sample			
	Analyzed sample			

Purpose of the Research/ Expected Results	
	High concentrations of atmospheric $PM_{2.5}$ are one of severe air pollution in Northeast Asian countries including South Korea. To reveal the main contributor to high $PM_{2.5}$ events in South Korea, we compared the properties of the atmospheric particles between Seoul, the representative area in South Korea, and Noto, the background area of the Northeast Asia region. Measurements were carried out at the metropolitan area intensive-air-quality-monitoring site (37.61N 126.93E) in Seoul (SE) and the NOTOGRO (NOTO Ground-based Research Observatory, 37.45N 137.36E) in Noto (NT) during four seasonal campaigns. $PM_{2.5}$ mass concentrations ($C_{PM2.5}$), particle number size distributions (PNSDs), particle chemical compositions and concentrations of gaseous pollutants were collected during the campaigns at the same time using similar/same real-time measurement instruments (1st (winter): 2020.12.15-2021.01.14, 2nd (summer): 2021.06.01-30, 3rd (spring): 2022.03.14-04.14, and 4th (fall): 2022.11.10-2022.12.09). Through meticulous comparison and analysis, it will be anticipated that valuable insights can be gained to address the challenge of high PM2.5 concentrations, thereby paving the way for potential solutions.

※Submit the application form.

Details of the project/ Results	When comparing SE and NT in PNSDs, SE showed higher concentrations. Generally, when $C_{PM2.5}$ increased, larger particle concentrations increased. Seoul shows similar levels of $C_{PM2.5}$ between the four seasons. However, particle formation and growth events were more observed in winter seasons. Unlike the general trend of increasing $C_{PM2.5}$ in winter, Noto was higher in summer and spring, which could also be confirmed by PNSD. In addition, unlike the SS season, the bimodal type of PNSD was shown as it approached winter. When see the box plot results of $C_{PM2.5}$ and the total number and volume concentrations (N_{tot}, V_{tot}), the differences between the SE and NT showed clearly. Chemical compositions of the particles in SE and NT showed significant results. When the $C_{PM2.5}$ increased in both SE and NT, the proportion of nitrate and organic increased, respectively. NT rarely exceeded the $PM_{2.5}$ high concentration standard of 35 $\mu g/m^3$, but there are periods beyond the standard in spring. During that period, the nitrate concentration increased. This shows that nitrate is the key point in high $PM_{2.5}$ events, so it is necessary to look carefully at the NO_X, precursor of nitrate. Through the NO_X concentration data measured at the same time, it was confirmed that Seoul was 10 to 40 times higher than Noto for each season, which supports the above. In the volatile organic compounds (VOCs) concentration data, it was confirmed that the tendency of the average total VOC concentrations (TVOC) for four seasons was similar to that of the average $C_{PM2.5}$. High concentrations of VOCs can be the reason for the period that showed relatively high $C_{PM2.5}$ in NT. Through this study, it was not possible to know the exact formation path or source of $PM_{2.5}$, but it was found that NO_X, VOCs, and the secondary $PM_{2.5}$ formation and growth could be the key to solving the $PM_{2.5}$ problem.
Results	The article will be published within 2 years on the subject of real-time physicochemical characteristics differences of $PM_{2.5}$ between the four seasons in Seoul, the capital of South Korea, and Noto, a background region in Northeast Asia.

※Write down the schedule of the published original papers, the publishment without original papers, oral presentation, bachelor thesis, thesis of master degree and doctoral thesis. Applicants must report the results to theK-INET office.

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">
Radwa Saad</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年 4 月 30 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">九州大学大学院　生物資源環境科学府　資源生物科学科　博士後期課程（1 年）</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td colspan="2">☐　重点共同研究
☐　一般共同研究
☑　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td>☑新規
☐継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☑　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">ホヤにおけるマイクロプラスチックの蓄積と体内動態</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年　4 月　1 日～　2024 年　3 月　31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">関口俊男・金沢大学環日本海域環境研究センター 臨海実験施設</td></tr>
</table>

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	Radwa Saad	博士後期課程1年	092-802-4608	PS 定量暴露試験
	分担者	関口俊男	金沢大学	准教授	暴露試験
		大嶋雄治	九州大学	教授	解析指導
		島崎洋平	九州大学	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			
	分析した試料			

研究目的・期待される成果
近年、海洋環境でマイクロプラスチック（MP）による環境汚染が危惧されている。中でも、環日本海域は MP のホットスポットでありそこに生息する海洋生物は大きな影響を受けていると予想される。さらに日本海に生息する濾過・底生性の生物は MP により強い影響を受けると予想される。本研究ではホヤにポリスチレン(PS)-MP を与えて、その吸収、蓄積、排泄を解明して、体内動態モデルを作成する。またその影響として消化管内の微生物叢の解析を行う。 **■特色** 本研究では、ホヤによる PS-MP の体内動態と影響を解明するものであり、他に類をみない。 **■期待される効果** 本研究により、汚染の深刻化している PS-MP の影響を解明し、生態系保全に寄与する。

※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	近年、海洋環境でマイクロプラスチック (MP) による環境汚染が危惧されている。中でも、環日本海域は MP のホットスポットとなっており、海洋生物が大きな影響を受けていることが予想される。しかしながらその研究の殆どは魚類を対象としており、濾過・底生性で MP の影響を受けると予想される生物への影響は未解明である。 上記を達成するためにホヤを用いた PS 暴露試験を実施した。 カタユウレイボヤ(*Ciona intestinalis* type A) の幼若体（体長 1.6-2.4mm）に直径 2 μm の蛍光ラベルしたポリスチレンビーズ(PSMP)を 10^5 粒子/個体の濃度で 120 時間暴露し、その後、海水で飼育し PSMP を排出させた。消化管や糞を採集し、30%過酸化水素で分解、PSMP をフィルターで集め蛍光顕微鏡（BZ-X810）で粒子数を計数した。 実験の結果、PSPM が、ホヤに毒性を示さないことが分かった。暴露 120 時間では、腸で(53.67 ± 46.54 粒子/個体、胃で 31.67 ± 29.37 粒子/個体の PSMP が検出された。糞からは 887 ± 109.49 粒子/個体の PSMP が観察された。海水交換後 48 時間で PSMP がほぼ完全に排出された。
※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	● 第 3 回環境化学物質合同大会（2024 年 7 月 2 日-5 日, 広島）で発表予定 ● The International Symposium on Toxicity Assessment (2024 年 8 月 25 日-30 日,福岡)で発表予定
※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。	

様式　3（共同研究）

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">ぬまたわかこ
沼田和佳子</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年　4 月　5 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">富山大学大学院理工学教育部地球科学専攻・博士課程 1 年</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☐　一般共同研究
☑　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☑新規
☐継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☐　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">熱ルミネッセンス法による草津白根火山噴出物の年代決定</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">令和 5 年　4 月　1 日～　令和 6 年　3 月　31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">長谷部徳子</td></tr>
</table>

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	沼田 和佳子	富山大学大学院	博士課程 1 年	試料採取・実験全般
	分担者	長谷部徳子	金沢大学環日本海域環境研究センター	教授	実験補助
		宮城 汐李	富山大学大学院	修士課程 1 年	試料採取・実験補助
	※　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	火山岩中の石英	固体	5
	分析した試料	火山岩中の石英	固体	10

研究目的・期待される成果	環日本海域には多数の活火山が分布している．そのため，活火山の過去の噴火年代を高時間分解能で明らかにすることが、環日本海域の火山防災のためにも重要である．本研究では，国内有数の活動的火山である草津白根火山を研究対象とし，熱ルミネッセンス（TL）法を用いて最近 1 万年間（完新世）の噴出物（主に溶岩流）の年代を決定する．本火山では，1400 年前ごろまでマグマ噴火が繰り返し発生し，多数の溶岩流が流出している（亀谷ほか，2021）．近い将来にも過去と同じような噴火が発生する可能性が高く，その発生時期を中長期的視点で予測するためにも過去の噴火年代の解明が必要である．これまで，草津白根火山の完新世噴出物を対象とした噴火年代の決定はほとんど行われておらず，本研究によって得られる噴火年代に関する成果は，草津白根火山の長中期的噴火ポテンシャルの評価とそれに基づく地域防災計画や観測網・インフラ再整備のための基礎資料となる．

※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、これまで見過ごされてきた活火山である志賀火山のマグマ噴火史を解明し、中長期的なマグマ噴火の可能性を評価することを目的とした。志賀火山のマグマ噴火史の概要は以下の通りである（村上・石崎, 2020)。志賀火山には 2 つの噴火中心がある。活動初期には、現在鉢山が位置する噴火中心から、旭山溶岩、鉢山溶岩、鉢山火砕堆積物が順次噴出した。その後噴火中心が現在の志賀山付近に移動し、志賀溶岩 1、2、3 を順次噴出した。また、マグマ噴火の後の約 5000 年前には、志賀火山の山頂付近で水蒸気噴火が発生した。 本研究では、志賀火山の溶岩の年代を古地磁気法と熱ルミネッセンス（TL）法で測定し、旭山溶岩の年代が 28.3 ± 1.2 kyr（TL 法)、志賀溶岩 2・3 の年代が 6380-6400 cal. BP（古地磁気法による年代値であり、TL 法では年代が決まらなかった）であることを明らかにした。旭山溶岩から得られた年代は先行研究の KAr 年代（0.24±0.06 Ma）よりかなり若いが、その上位にある鉢山溶岩の K-Ar 年代（0.07±0.05 Ma）とは誤差の範囲で一致する（K-Ar 年代は金子ほか、1991 による)。鉢山から噴出した旭山溶岩、鉢山溶岩、鉢山火砕堆積物は全岩化学組成やその変化傾向が類似しており、約 28,000 年前に 1 回の噴火で順次噴出した可能性が高い。志賀山から噴出した志賀溶岩 1、2、3 はいずれも表面の微地形がよく保存していることや全岩化学組成が類似することから、約 6,400 年前に 1 回の噴火で順次噴出した可能性が高い。また、QGIS で計算した噴出量（溶岩換算体積）は、旭山溶岩が 0.959 km^3, 鉢山溶岩が 0.129 km^3, 鉢山火砕堆積物が 0.023km^3, 志賀溶岩 1 が 0.091 km^3, 志賀溶岩 2 が 0.090 km^3, 志賀溶岩 3 が 0.044km^3 であり、活動初期の旭山溶岩の噴火により志賀火山の全噴出量の約 70%が噴出したことが明らかになった。 得られた噴火年代と噴出量から、積算マグマ噴出量階段図を作成した。志賀火山の長期マグマ噴出率は 0.05 km^3/kyr（最大）と 0.02 km^3/kyr（最小）と推定され、隣接する草津白根火山のマグマ噴出率（白根火砕丘群 0.01 km^3/kyr、本白根火砕丘群 0.05 km^3/kyr; 沼田ほか、2023）とほぼ等しい。作成した階段図が時間予測型であれば，志賀火山は約 2000 年前にマグマ噴火の発生時期に到達しており，現在も再噴火のポテンシャルをもっていることになる．一方、階段図が体積予測型であれば、現在の志賀火山が約 0.07 km^3 のマグマを噴出するポテンシャルをもつことが示唆される。

※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	宮城 汐李 修士論文

※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。

様式　3（共同研究）

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">せき　まこと
関　誠</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年 4 月 26 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">富山大学　大学院理工学教育部　地球生命環境科学専攻　博士課程 3 年</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☐　一般共同研究
☑　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☐　重点共同研究
☐　一般共同研究
☑　博士後期課程学生育成共同研究</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☐　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">大気バイオエアロゾルの健康影響評価に関する研究:能登半島における嫌気性細菌の探索</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">唐　寧　教授</td></tr>
</table>

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　誠	富山大学 大学院理工学教育部	博士課程2年	研究の統括、微生物実験
	分担者	唐　寧	金沢大学 環日本海域環境研究センター	教授	大気試料の捕集、助言
		鈴木信雄	金沢大学 環日本海域環境研究センター	教授	海洋微生物、助言
		松木篤	金沢大学 環日本海域環境研究センター	准教授	大気試料の捕集、助言
		能田淳	酪農学園大学 獣医学群　獣医保健看護学類	教授	大気試料の捕集、助言
		田中大祐	富山大学 学術研究部理学系	教授	微生物実験、助言
		岩本玲佳	富山大学 大学院理工学研究科	修士1年	微生物実験、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	エアロゾル	大気を捕集した石英繊維フィルター	20～30 程度
	分析した試料	エアロゾル	大気を捕集した石英繊維フィルター	18

研究目的・期待される成果	【本研究の背景と目的】 *Clostridium*（クロストリジウム）spp. は、偏性嫌気性で芽胞を形成するグラム陽性桿菌であり、150種以上を含み、いくつかの種はヒトに病原性を有する。本菌は、土壌や水環境、ヒトや動物の腸内など様々な環境から分離されている。本研究では能登半島の大気試料における培養可能な *Clostridium* について継続して調査することで、地域や季節及び年単位での菌種の差違について把握する。さらに、ヒトへ食中毒やガス壊疽などを引き起こす *Clostridium perfringens*（ウェルシュ菌）について、ゲノム解析を行うことで病原性の有無や発生源を推定する。また、東アジアから輸送されるバイオエアロゾルの影響については化学分析や気象などのデータも含めて考察する。 【期待される成果】 能登半島の大気試料より検出できた *Clostridium* について、ゲノム解析や化学分析を行うことで地域や季節の差違や病原性について、より明確に把握することができる。また、大気バイオエアロゾルの越境輸送の可能性について考察を深めることができる。
※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	【利用・研究実施内容】 昨年度の成果報告において、能登半島（輪島、珠洲）の大気試料から *Clostridium* を培養法にて初めて検出することに成功し、季節や地域によって菌種の違いが認められたことを報告した。本年度も継続的に培養法を用いた調査を行ったが、大気中の *Clostridium* について明確な傾向を把握するにはより多くの菌株を収集する必要があり、長期間を要する。そこで今回、昨年度の大気試料について細菌叢解析を行い、大気中の *Clostridium* の動態を探ることとした。 大気試料は、能登大気観測スーパーサイト輪島測定局（37.4° N、136.9° E）と能登大気観測スーパーサイト珠洲測定局（37.5 °N、137.4 °E）にて、いずれもハイボリュームエアサンプラー（柴田科学）を用いて採取した。得られた大気試料はISOSPIN Soil DNA（Nippon gene）を用いてDNAの抽出を行い、Illumina MiSeq（イルミナ社）にてシークエンスを行った。配列データは、SILVAのデータベースを用いてQiime2で解析した。また、統計解析にはソフトウェアRを用い、微生物の生息環境の推測にはデータベースProkAtlas（http://prokatlas.bs.s.u-tokyo.ac.jp/）を用いた。 【得られた成果】 輪島及び珠洲における大気中の細菌群集構造については、他の研究で大気から検出されていた分類群が多く検出されており、両地点で類似していた。また、輪島における *Clostridium* の検出割合は4月～7月及び2月に高く、8月～12月に低く、季節変化が認められた。さらに、 *Clostridium* の上位10種について調べたところ，培養法で検出された主要菌種であった *C. perfringens*、*Paraclostridium bifermentans* 及び *Clostridium sardiniense* が輪島において上位3種となっていた。さらに、これら3種は珠洲においても上位10種に含まれていたことから、細菌叢解析と培養法で検出された主要菌種は類似していた。 また、主成分解析の結果では、輪島と珠洲の両地点で *Clostridium* の検出傾向が好気性芽胞形成細菌である *Bacillus* と類似しており、好気性と嫌気性の芽胞形成細菌の検出傾向が似ていたことは興味深い。ProkAtlas による生息環境推測では、ヒトや動物の腸や糞の割合が高く、次に水処理関係や土壌が高くなっており、輪島と珠洲で傾向が似ていた。（図1）

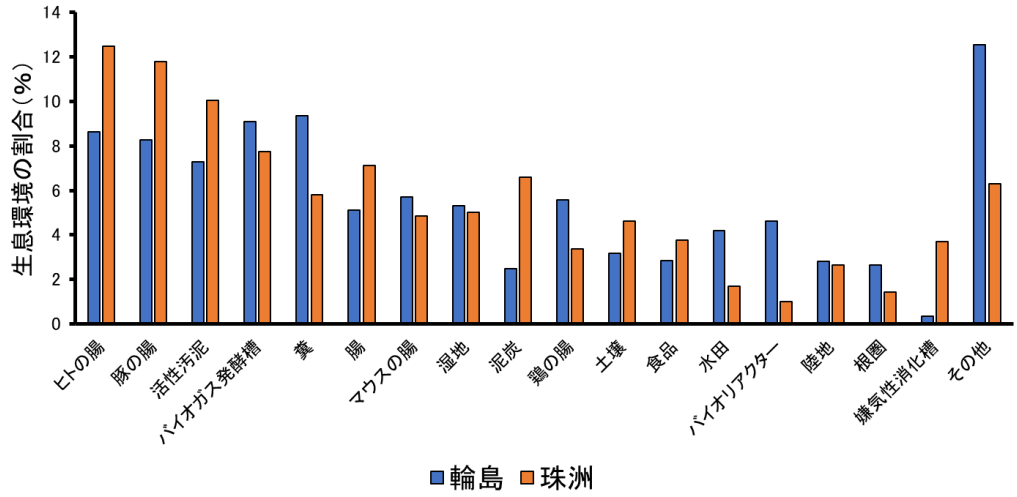


図1.　*Clostridium* の生息環境推測

細菌叢解析では、主要な菌種や由来の推定を行うことができた。しかしながら、このような分子生物学的な解析では検出した菌の生死は判別できず、病原性遺伝子や抗生物質耐性遺伝子の保有状況が分からない。そこで、培養法で単離した生菌のゲノム解析が必要であり、現在進めている。今後は、ゲノム解析と細菌叢解析の結果、さらに化学分析や気象などのデータも併せて考察を行い、大気中の *Clostridium* の動態やヒトの健康への影響を把握していきたいと考える。

※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(ポスター発表)

・岩本玲佳、関誠、唐寧、松木篤、鈴木信雄、能田淳、酒徳昭宏、中村省吾、田中大祐　「能登半島における大気中の嫌気性細菌 *Clostridium* の動態」
日本微生物生態学会第36回大会（2023.11.27-30）

・関誠、岩本玲佳、侯建建、藤吉奏、丸山史人、古澤之裕、加賀谷重浩、酒徳昭宏、中村省吾、田中大祐
「富山市の大気中における培養可能な嫌気性細菌 *Clostridium* のサイズ分布と潜在的病原性」
日本微生物生態学会第36回大会（2023.11.27-30）

原著論文

Seki, M., Iwamoto, R., Hou, J., Fujiyoshi, S., Maruyama, F., Furusawa, Y., Kagaya, S., Sakatoku, A., Nakamura, S., Tanaka, D. Detection and characterization of culturable outdoor airborne *Clostridium* spp. and their potential health risks. (Submitted)

※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。

様式　3（共同研究）

２０２３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

<table>
<tr><td>（ふりがな）
申請者氏名</td><td colspan="2">いまむら　かずき
今村　和貴</td><td>提出年月日</td><td colspan="2">2024 年　4 月　26 日</td></tr>
<tr><td>所属・職名</td><td colspan="5">鹿児島大学大学院連合農学研究科　博士課程 1 年</td></tr>
<tr><td>連絡先住所</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>TEL</td><td colspan="2"></td><td>FAX</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>申請区分</td><td>☐　重点共同研究
☐　一般共同研究
☑　博士後期課程学生育成共同研究</td><td>☑一般枠
☐国際枠</td><td>研究期間
☑単年
☐複数年（２年）</td><td colspan="2">☑新規
☐継続</td></tr>
<tr><td>研究分野</td><td colspan="5">☑　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</td></tr>
<tr><td>研究課題</td><td colspan="5">金沢市近郊水域底質における界面活性剤と内分泌かく乱物質の分布の解明</td></tr>
<tr><td>研究実施期間</td><td colspan="5">2023 年　4 月　1 日～　2024 年　3 月　31 日</td></tr>
<tr><td>センター教員</td><td colspan="5">本田　匡人</td></tr>
</table>

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	今村和貴	鹿児島大学大学院連合農学研究科	博士１年	研究総括、分析
	分担者	本田匡人	金沢大学	助教	分析指導
		宇野誠一	鹿児島大学	教授	分析指導
	※　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。				

		物質名	形態（形状）	試料数
分析試料	申請書に記載した試料	界面活性剤 内分泌かく乱物質	底質吸着態	10～30
	分析した試料	界面活性剤 内分泌かく乱物質	底質吸着態	5

研究目的・期待される成果	我々の生活では様々な化学物質を使用しているが、その一部は環境中へ放出され、最終的に水域へと流入する。水域に流入した化学物質は、懸濁物に吸着し、底質へと移行した後、底質上で長期にわたり残留することがある。底質近傍には様々な生物種が生息しており、底質が化学物質によって汚染されている場合、生物群や種の維持を脅かすような影響を誘発しかねない。申請者は金沢平野北部に位置する河北潟周辺水域の魚類胚を用いた底質影響評価を実施し、孵化の遅延や、孵化稚魚の奇形誘発といった影響リスクを見出した。しかし、この時の研究では、底質影響を引き起こす原因物質を特定することは出来なかった。過去の研究においても河北潟周辺水域の化学物質汚染の状況は断片的な情報があるにすぎず、化学物質分布に関する情報は不足している。そこで、本研究では、河北潟周辺水域における界面活性剤と内分泌かく乱物質の底質モニタリングを実施し、底質での分布の実態を明らかにすることを目的とした。 近年の日本の淡水域底質における、界面活性剤や内分泌かく乱物質についての底質モニタリング例はほとんどなく、汚染状況の実態は分かっていない。そのため、本研究は、化学物質分布の情報があまり知られていない河北潟周辺水域の汚染の実態だけでなく、近年の界面活性剤や内分泌かく乱物質の汚染状況の一旦を明らかにするものである。また、魚類胚に対する影響リスクが明らかになっている底質の分析を行うことにより、底質影響と底質に残留する界面活性剤や内分泌かく乱物質との関連性も検証可能となり、野外底質における底質影響を引き起こすような原因物質の探求にも寄与するものとなる。

※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	界面活性剤や内分泌かく乱物質の大部分は下水処理によって除去されるため、我が国では 1990 年代から 2000 年代前半をピークにこれら物質の環境水中濃度は低下しつつある。一方で、下水処理場周辺の底質からは界面活性剤や内分泌かく乱物質は検出されており、残留濃度や場所によっては周辺に生息する生物種に影響を及ぼしている可能性もある。河北潟周辺地域の汚水処理普及率は 80～90%を超える水準にあり、各家庭から排泄された界面活性剤や内分泌かく乱物質は下水処理によって除去されている、と予想された。しかし、河北潟周辺には下水処理場が位置しており、万が一、処理場で処理が完全にできていない場合は、その周辺域の汚染の可能性もあるが、現状分かっていなかった。もし、汚染が起こっていた場合、放出された化学物質の一部は底質に吸着し、一定期間残留していると予測された。そこで、河北潟周辺水域のうち、過去に行った底質影響評価で生物影響リスクを見出した地点や下水処理場周辺、金沢市やかほく市を流れる河川の合流域など 5 地点を調査対象とした。 採泥後ふるいにかけ、室温で風乾させた底質を試料とし、前処理を行ったのち界面活性剤は鹿児島大学にて HPLC で、内分泌かく乱物質は金沢大学陸域環境領域付属植物園の本田匡人先生の指導のもと LC/MS/MS で分析した。本研究では、界面活性剤からは陰イオン界面活性剤の直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム（LAS、炭素数 10~14（C10~14））を、内分泌かく乱物質からは 17β エストラジオール（E2）、エストロン（E1）、エチニルエストラジオール（EE2）、ビスフェノール A（BPA）、ノニルフェノール（NP）、オクチルフェノール（OP）の 6 物質を測定対象とした。LAS は C10~C14 の個々の濃度を総じて、以下の評価を行った。 分析の結果を以下に示す。まず LAS については、1.37～11.1 ng/g-dw の濃度範囲で検出され、かほく市を流れる河川である宇ノ気川の合流部で最も高かった。過去に、国内淡水域において底質中 LAS 濃度は、長野県の河川で<500～37000 ng/g-dw（鹿角ら, 1983）、千葉県の手賀沼で 100～500000 ng/g-dw（天野ら, 1989）、三重県の河川で 1600～150000 ng/g-dw（佐来・早川, 2004）と報告されている。これら濃度と今回検出された濃度と比較すると、今回の検出濃度は非常に低く、河北潟周辺域において LAS は十分に処理されているのではないかと考えられた。次に、内分泌かく乱物質については E2 と EE2 以外の 4 物質は全地点から検出され、BPA は 0.60～48.6 ng/g-dw、NP は 3.27～36.3 ng/g-dw、OP は 0.18～1.30 ng/g-dw、E1 は 0.07～0.85 ng/g-dw の濃度範囲であった。E2 は宇ノ気川の合流部（0.32 ng/g-dw）でのみ検出され、EE2 については宇ノ気川の合流部（0.52 ng/g-dw）と、金沢市を流れる河川の金腐川の合流部（0.14 ng/g-dw）の 2 地点で検出された。測定対象とした 6 物質のうち、E1 以外の 5 物質は宇ノ気川の合流部で最も高いという結果であった。今回の検出結果から、各地点の内分泌かく乱物質の生物影響リスクを評価するために、E2 のエストロゲン活性を 1 として、各物質のエストロゲン活性の強度を E2 当量値（E2 equivalent, 以下 EEQ）として置き換え、エストロゲン活性の比較を行った。その結果、今回検出された濃度は 0.01～1.37 ng/g-EEQ の範囲になり、調査地点のうち全物質が検出された宇ノ気川の合流部でエストロゲン活性が高いという結果となった。過去の研究において、E2 を雄の魚類に水暴露した時に、ng/mL レベルの濃度でビテロジェニンが誘導された（例：Hemmer et al., 2002）という報告もあるが、底質化学物質が水暴露での化学物質と同じように取り込まれる状況は自然界では起こりにくく、調査地点における内分泌かく乱物質によるリスクは小さいと考えてよいだろう。 本研究より、LAS と内分泌かく乱物質ともに、今回対象とした地点の中で宇ノ気川の合流部で底質中濃度が高いということが明らかになった。しかし、その濃度であっても水生生物に影響を与える濃度よりも低く、LAS や内分泌かく乱物質が引き起こす影響リスクは河北潟周辺水域では小さいと示唆された。今後、検出された物質と底質影響評価試験の結果との関連性について、更に調査を進めていく予定である。

※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	データを精査した上で、学会や論文での発表を行う予定である。

※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。

様式　3（共同研究）

２０２３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	おおつか　しんぺい 大塚　進平	提出年月日	2024　年　4　月　30　日	
所属・職名	富山大学 大学院理工学教育部 地球生命環境科学専攻　博士課程１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 ☑　博士後期課程学生育成共同研究	☑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	近年の気候変動が及ぼす沿岸域への陸源物質輸送の変化に関する研究			
研究実施期間	2023　年　4　月　1　日～　2024　年　3　月　31　日			
センター教員	長尾　誠也			

		氏　名	所　属	職名／ 大学院生・学部生 は利用時の年次	分担内容
研究組織	申請者	大塚進平	富山大学大学院理工学教育部	D1	統括、試料採取、化学分析
	分担者	長尾誠也	金沢大学環日本海研究センター	教授	機器分析指導
		井上睦夫	金沢大学環日本海研究センター	准教授	機器分析指導
		落合伸也	金沢大学環日本海研究センター	助教	機器分析指導
		張勁	富山大学学術研究部理学系	教授	研究指導
		遠藤真樹	富山大学大学院持続可能社会創成学環	M1	試料採取、化学分析
		三神崇重	富山大学理学部	B4	試料採取、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	^{226}Ra、^{228}Ra	粉末状 (濃縮作業済試料)	10
	分析した試料	^{226}Ra、^{228}Ra	粉末状 (濃縮作業済試料)	7

研究目的・期待される成果	「天然の生簀」と呼ばれる富山湾の豊富な海の幸を保全し、持続的に利用するには、湾内の複雑な水塊構造を理解することが重要である。日本海では、日本海固有水の昇温化、貧酸素化が明らかになり、深層循環の停滞が示唆されている。湾内の底層にも同様の変化が起きることが懸念され、特に外洋との海水交換が不活発とされる湾中央部は影響が反映されやすいと考えられる。一方で、近年確認された富山深海長谷(TDSC)内部の東西非対称な流れは、湾中央部における新鮮な底層水の循環をアシストする可能性があるが、その海水流動の実態は未解明である。そこで本研究では TDSC 深層に着目し、東西非対称な水塊の異なる起源と定量化を目的とする。これらの成果は、富山湾深層循環への深海海底谷の役割を明らかにするとともに、地球温暖化に伴う日本海深層循環の停滞が、今後富山湾にどのような影響を及ぼすかについて科学的基礎データを提供す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	本研究では、長崎大学附属練習船「長崎丸」を用いて、2021～2023 年 5 月に 3 年間継続して海洋観測を実施し、富山深海長谷（TDSC）を横切る横断面と富山県主要河川の沖合で計 15 地点を調査した。船上では、海底谷の地形探査と CTD 観測（水温、塩分、DO など)、ニスキン採水を実施した。TDSC 内部における深層水塊の特徴を捉えるため、海水中の栄養塩濃度(SiO_2-Si、NO_2+NO_3-N、PO_4-P)、REEs 濃度、酸素安定同位体比、^{226}Ra・^{228}Ra 濃度を測定した。^{226a}Ra・^{228}Ra 濃度測定用の海水は、船上でろ過、濃硝酸を添加して pH 1 に調整した後、研究室で試料 20L 当たりバリウムキャリア 480mg、5%硫酸ナトリウム溶液 100mL を使用してラジウムを $BaSO_4$ 沈殿として共沈回収した。測定は、本共同利用により、金沢大学の尾小屋地下測定室に設置された高検出効率の井戸型ゲルマニウム検出器で行われた。また、これらのデータは経年変化把握のために、2003 年～2015 年に実施された長崎丸航海の現場観測値とも比較された。 現場観測データから作成した T-S ダイヤグラムによって、富山湾における TDSC 周辺の海水は、SW(表層水)、TWC(対馬暖流水)、JSIW(日本海中層水)、JSPW(日本海固有水)に大まかに分類された。深層に着目すると、密度面 27.355（1000m 付近）には、DO 極小層が確認され、TDSC の谷軸を境にして東側で明瞭に現れた。この傾向は、2021 年の観測開始から 3 年継続して観察された。また、異なる TDSC の横断面では、湾奥側ほど DO 濃度が低く、沖合に向かって深層水塊への JSPW の寄与が大きくなると考えられた。一方で、水温と塩分には地点間で明確な差がなく、東斜面上で西斜面よりも高い栄養塩濃度を示すことから、低酸素水の形成には、粒子フラックスまたは滞留時間の違いに起因した酸素消費量の増加が寄与していると考えられる。TDSC 横断面の東西斜面及び谷軸上（1000m 以深）で測定された ^{226}Ra と ^{228}Ra 濃度は、2.35～3.45 と 0.30～0.93 mBq/L の範囲にあり、10km 以内の TDSC 内部で不均一に分布していた。^{226}Ra・^{228}Ra 濃度と ^{228}Ra/^{226}Ra 比はいずれも西斜面上で最小値を取り、大和海盆と日本海盆で測定された同程度の水深の値と類似していた。このことは、東斜面上の低酸素水塊が、移流過程において Ra を含む堆積物からの寄与を受けたことを示唆しており、DO 極小層で濁度が最大となることからも支持される。また水塊トレーサーである海水中の Dy/Er 比が、DO 極小層で高い比をもつ西側（～1.35）と低い東側（1.17～）に区分されたことは、異なる起源をもつ水塊が狭い TDSC の東西に分布することを示唆しており、Senjyu, 2022 が報告した TDSC 内部の非対称な流れとも矛盾しない結果であった。 さらに過去の観測値との比較により、本海域における水深 500m 及び 1000m の DO 濃度は、2003 年以降から約 15～30 μmol/kg も減少（大和海盆の最大 3 倍の速度）しており、富山湾深層も気候変化の強い影響下にあることが明らかとなった。減少速度が速い要因としては、富山湾が深層循環経路の末端に位置することに加え、有機物フラックスの変化が考えられる。今後は、TDSC における低酸素水塊の起源を定量化、滞留時間を把握するとともに、TDSC 内部の海水流動が富山湾深層水の換気に果たす役割をより詳細に明らかにしていく。
※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	<u>学会発表等</u> 1. Shinpei Ohtsuka, Jing Zhang, Keiji Horikawa, Tomoharu Senjyu(2023),Organic matter and heavy metals transport from land to deep sea via deep-sea submarine canyons in Toyama Bay, Goldschmidt2023, (Jul. 2023), https://doi.org/10.7185/gold2023.19499 2. 大塚 進平, 張 勁, 遠藤 真樹, 千手 智晴, 長尾 誠也, 朴 進午(2024)，【速報】令和 6 年能登半島地震が富山湾周辺の海底・水塊構造に及ぼす影響について, 第 7 回富山湾研究会, 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。	

Annual Results Report
Conference Grant, Institute of Nature and Environmental Technology,
Kanazawa University, 2023

Name	Ke Zhang	Date	20/Feb/2024
Affiliation・Position	Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences・教授		
Postal Address			
Phone Number		Facsimile	
E-mail Address			
Funding Category	☐ domestic ☑ international	☑ new ☐ continue	
Research Field	☑ Understanding environmental pollution, environmental fluctuations, and the mechanisms behind these factors ☐ Investigating the effects of environmental change on human health ☑ Researching the effects of human societies on ecosystems ☑ Developing methods for the prediction of changes to local environments ☑ Researching topics related to sustainable development ☑ Interdisciplinary studies related to the Sea of Japan region		
Title	17th East Eurasia International Workshop (EEIW)-Kunming		
Venue	Ramada hotel, Kunming, China		
Date	8-12/Oct/2023		
Number of participants	details：Kanazawa University (staffs__2__, students_____) other university/research institute (staffs/researchers__45____, students____5__) the public (_____)		

Results		The purpose of the Workshop is to exchange modern and historical environmental information in East Asia region for clarifying “Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Eurasia” for the better understanding of Earth landscape and climate evolution. It was originally planed in 2020, but it was postponed until this year due to the COVID pandemic. We had around 50 participants from Japan, China, Korea and France. 23 oral and 8 poster were presented and discussed. Field excursion introduced the lake management at the Fuxianhu Station of Plateau Deep Lake Research & Lakeside Wetland. Karst landform and Cambrian palaeontology were also introduced. Next workshop is scheduled in Matsue, Japan (October 2024).			
Research Team		Name	Affiliation	Position	Role/Research Task
	Applicant	Ke Zhang	NOGLAS	Professor	Head of the local organising committee
	Member(s)	Noriko Hasebe	Kanazawa Univ	Professor	Member of international organising committee.
		Kenji Kashiwaya	Kanazawa Univ	Professor	Member of international organising committee.
		Yoshiki Saito	Shimane Univ	Professor	Member of international organising committee and the head of the next meeting
	※If there are any changes, please submit a newly revised application form to the K-INET office in consultation with K-INET staff.				

Annual Results Report
Conference Grant, Institute of Nature and Environmental Technology,
Kanazawa University, 2023

Name	Ji Yi Lee	Date	04/26/2023
Affiliation・Position	Professor		
Postal Address	Department of Environmental Science and Engineering (DESE) Ewha Womans University		
Phone Number		Facsimile	
E-mail Address			
Funding Category	☐ domestic ☑ international	☑ new ☐ continue	
Research Field	☑ Understanding environmental pollution, environmental fluctuations, and the mechanisms behind these factors ☐ Investigating the effects of environmental change on human health ☐ Researching the effects of human societies on ecosystems ☐ Developing methods for the prediction of changes to local environments ☐ Researching topics related to sustainable development ☐ Interdisciplinary studies related to the Sea of Japan region		
Title	2023 International Workshop on International Intensive Measurement Campaign of FRIEND project		
Venue	Kanazawa University		
Date	08/23/2023-08/25/2023		
Number of participants	details：Kanazawa University (staffs 1, students 3) other university/research institute (staffs/researchers 18, students 5) the public (3)		

Results	2023 Workshop on International Air Quality Studies in East Asia (AQSEA 2023) 8 月 23 日～25 日　しいのき迎賓館および能登大気観測スーパーサイト珠洲測定局 北東アジア地域連携微粒子研究イニシアチブ(FRIEND) プロジェクトは、北東アジアの 4 ヵ国 (韓国、中国、日本、モンゴル) における研究機関の密接な協力のもと、北東アジア地域の大気汚染を総合的に理解するために 2020 年に開始。 2020～2022 年に行った 4 回の国際共同観測期間を通じて得られた大気エアロゾルの物理化学的性質に関する最新の研究成果を共有することを目的に本ワークショップを開催した。韓国を中心に国内外から 30 名の参加があり、活発な議論が交わされたほか、参加者らによる能登大気観測スーパーサイトの視察も行われた。

	Name	Affiliation	Position	Role/Research Task
Applicant	JiYi Lee	Ewha Womans University	Professor	PI
Member(s)	Atsushi Matsuki	Kanazawa University	Professor	K-INET counterpart
	Mijong Song	Jeonbuk National University	Professor	Participant
	Changhyuk Kim	Pusan National University	Professor	Participant
	Kyoung-Soon Jang	Korea Basic Science Institute	Principal Researcher	Participant
	Zhijun Wu	Peking University	Professor	Participant
	Amgalan Natsagdorj	National University of Mongolia	Professor	Participant
	Jinsang Jung	Korea Research Institute of Standards and Science	Principal Researcher	Participant

※If there are any changes, please submit a newly revised application form to the K-INET office in consultation with K-INET staff.

２０２３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） 申請者氏名	くまもと　ゆういちろう 熊本　雄一郎	提出年月日	令和５年４月１４日
所属・職名	国立研究開発法人海洋研究開発機構・主任研究員		
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	水圏における福島原発由来の放射性核種－これまでの研究成果とその応用 （採択番号 23082）		
開催場所	金沢市　石川四高記念文化交流館		
開催日	令和５年４月１１日～１２日		
参加者人数	計２３名 内訳：本学（教職員　３人、学生　３人） 他大学・研究機関（教職員・研究者　１４　人、学生　３人） 一般等（　０人）		

得られた成果		2 日間の集会では、福島大学の学生 3 名と金沢大学の学生 3 名の発表を加えて全部で 17 件の研究発表がなされた。講演内容は福島第一原子力発電所事故に由来する放射性核種に関するものが最も多かったが（11 件）、1950/60 年代の大気中核実験に由来する放射性核種、放射性核種と同じくグローバルに拡散する汚染物質に関する発表もあり、活発な議論がなされた。研究対象は、海水、淡水、堆積物、粒子、プランクトン、魚類など多岐にわたり、水圏における放射能研究の最新の知見を広く共有することができた。また、放射性核種はセシウムだけでなく、トリチウム、ヨウ素、超ウラン核種についての発表があり、それぞれの核種についての挙動の違いについて議論された。			
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	熊本雄一郎	海洋研究開発機構	主任研究員	集会準備、集会で発表
	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	集会準備
		帰山秀樹	水産研究・教育機構	主任研究員	集会で発表
		乙坂重嘉	東京大学大気海洋研究所	准教授	集会で発表
		城谷勇陛	海洋生物環境研究所	研究員	集会で発表
	※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。				