

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	A. チャルキン		提出年月日	令和3年4月21日	
申請者氏名	A. Charkin				
所属・職名	ロシア科学アカデミー極東支部 V. I. Il' chev 太平洋海洋研究所・研究員				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input checked="" type="checkbox"/> 重点共同研究 <input type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input type="checkbox"/> 一般枠 <input checked="" type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input type="checkbox"/> 単年 <input checked="" type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究				
研究課題	環日本海域沿岸域における海底湧水の実態把握				
研究実施期間	令和2年 4月 1日～ 令和3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
申請者	A. Charkin	ロシア科学アカデミー 極東支部太平洋海洋研 究所	研究員	総括・調査
分担者	V. Lobanov	ロシア科学アカデミー 極東支部太平洋海洋研 究所	所長	解析
	P. Semkin	ロシア科学アカデミー 極東支部太平洋海洋研 究所	研究員	調査・分析
	T. Tischenko	ロシア科学アカデミー 極東支部太平洋海洋研 究所	室長	調査・分析
	長尾誠也	環日本海域環境 研究センター	教授	総括・調査
	井上睦夫	環日本海域環境 研究センター	准教授	分析
	落合伸也	環日本海域環境 研究センター	助教	調査・分析
	杉本 亮	福井県立大学	准教授	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 海底堆積物	水 固体	30 20
	分析した試料	海水 海底堆積物 海底地形 CTD data	水 固体 — —	26 25

研究目的・  
期待される  
成果

本研究では、降水量や集水域の植生、土壌、地質環境、水の移動性が異なる沿岸域を対象にした調査を実施し、沿岸域の生物生産や越境汚染物質の移動に及ぼす海底湧水の効果を検討し、環日本海域の沿岸域における物質動態を総合的に解析することに資する研究である。本研究では、海底湧水の可能性が報告されている能登半島・小浜湾とロシアのウラジオストク周辺の海域を対象に調査するものであり、上記の目的を達成するために適切な対象海域と位置づけることが出来る。

本研究の成果は、沿岸域の生物生産を支配する要因解明に繋がるとともに、有機物との親和性が指摘されている越境汚染有害物質の多環芳香族炭化水素の移行挙動を評価する基礎データとして活用することが出来る。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

利用・研究  
実施内容・  
得られた成  
果

Geochemical processes in the North of Asia are changing at accelerated rates due to climate change. In 2020, we studied the submarine groundwater discharge (SGD) of different genesis in two Arctic bays, Buor-Khaya Bay (Laptev Sea), Chaun Bay (East Siberian Sea) and in the Estuary of Razdolnia River and Nanao Bay (Japan Sea).

In the Buor-Khaya Bay we studied the features of the isotopic and hydrochemical signals of discharging submarine sub-permafrost groundwaters on the transect along the underwater extension of the Lena River Delta in the Laptev Sea. This study demonstrated that the water column at submarine groundwater discharge sites is enriched with radium isotopes. A significant part of the short-lived radium isotopes depending on the season and hydrometeorological conditions can have an erosive genesis, while  $^{226}\text{Ra}$  activity is due to the serious contribution of groundwater. The light signal of  $\delta^{18}\text{O}$  and the increased quantities of excess deuterium can indicate that groundwater was formed when the climate was colder than today. The fraction of sub-permafrost groundwater in the bottom layer of the studied transect reaches 7% at the plays of the SGD. The groundwater presence was also indicated by an increase in the content of dissolved  $\text{Na}^+$  at the discharge site resulting in  $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$  ratio decrease relative to other waters in the Buor-Khaya Bay. The higher total alkalinity value is probably also the result of submarine sub-permafrost groundwater discharge.

For the first time on the Arctic shelf discharge area of submarine thermal groundwaters was discovered. Warm waters with a high activity of short-lived radium isotopes and radon were found in the Chaunskaya Bay. The final conclusions regarding the genesis of these waters will be made after measuring the activity of long-lived isotopes of radium at the Institute of Nature and Environmental Technology Kanazawa University.

SGD has been discovered on the basis of the radium quartet and positive temperature anomaly in the upper part of the Razdolnia Estuary during the period of winter runoff low and freeze-up. According to the model calculation of radium age, the transformed ground waters with  $\approx 25\%$  salinity travel towards the receiving basin with an average rate of 2.3 cm/s. At the same time, the age of the salinized wedge waters is less than 8 days within about 28 km from the river mouth bar. The currents measured in the SGD area confirm that there is an excess flow of saline water going into the receiving basin. According to the data provided by an anchored autonomous station installed in the area of SGD influence during the freeze-up period, the temperature reaches 2.5 °C in the saline water wedge. The composition of stable isotopes  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta\text{D}$  in the discharge zone is subject to the sea water / river water ratio. It is considered that the main reason for SGD is that recirculated sea water has penetrated into the upper aquifer during the winter runoff low period and further discharged into the deepest section line of the estuary.

SDG research also was carried out at Nanao Bay in Noto Peninsula, Japan in August 2020. Rn-222 concentration ranged from 18 to 119 Bq/m<sup>3</sup> (on average of  $47 \pm 24$  Bq/m<sup>3</sup>) and is almost a half of that for the samples in August 2019. The sampling was performed 11 days after rain event for this summer, but 22 hours after rain event in August 2019. The results suggested that rain event is important for the increase in Rn-222 concentration of bottom seawater. We also determined  $\delta\text{D}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  of seawater samples, and elemental composition and isotopic ratio ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) to identify characteristics of surface marine sediments.

※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

We will make presentation at annual meeting of related society in Russia and Japan.

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	さかた こうへい	提出年月日	2021年4月30日	
申請者氏名	坂田 昂平			
所属・職名	国立環境研究所 地球環境研究センター			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input checked="" type="checkbox"/> 重点共同研究 <input type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input type="checkbox"/> 単年 <input checked="" type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	大気微量金属化学の新展開: 環日本海域の地域環境問題から全球的な気候変動へ			
研究実施期間	2019年4月1日～2021年3月31日			
センター教員	松木 篤 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	坂田 昂平	国立環境研究所	共同研究員	化学種解析、有機硫黄、小型センサー
	分担者	高野 祥太郎	京都大学	助教	微量金属元素の濃度・同位体
		高橋 嘉夫	東京大学	教授	金属元素の化学種解析
		坂口 綾	筑波大学	准教授	有機硫黄の分析
谷本 浩志		国立環境研究所	室長	小型センサー	
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載した試料	エアロゾル	粒子	168 試料	
	分析した試料	エアロゾル	粒子	84 試料	
研究目的・ 期待される 成果	<p>【研究目的】 エアロゾル中の金属は人体への毒性を持つものがある一方で、鉄などが海洋表層に供給されることで海水中の植物プランクトンの光合成を活発化させ、全球的な気候に影響を及ぼす。エアロゾルの主成分が有機物であることは広く知られているが、これまでのエアロゾル観測では無機成分（金属）と有機物の相互作用に着目した研究例がない上に、同一試料からこれらのデータを蓄積した例もほとんどない。本研究では能登大気スーパーサイトで採取したエアロゾル中の有機物と金属元素の濃度分析のみでなく化学種や同位体など最先端の技術を含めた包括的な分析を行い、有機物の影響も含めて金属元素の大気化学反応に関する知見を得る。これらのデータから、エアロゾル中の金属元素が環日本海域や北太平洋などの外洋に対する越境汚染が全球的な気候に与える影響評価する。</p> <p>【期待される成果】 本申請から得られるデータは世界的にも例を見ない網羅的な分析成分の連続観測データであり、従来の観測では検知できなかった金属および有機物の相互作用に関する知見が得られる。また、化学反応時に生じる金属元素の安定同位体比や化学種の変化を定量的に理解することで、将来の室内実験系や化学輸送モデルの精緻化などに繋がり、より具体的に環日本海域の地域環境問題や全球的な気候変動に金属元素が及ぼす影響評価が可能となる。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

### 【水溶性金属元素濃度と溶解率】

昨年度に報告した金属元素の全濃度（水溶性＋不溶性金属濃度）の粒径分布に加えて、本年度は水溶性金属濃度および金属元素の溶解率に関する分析を進めた。アルミニウムやチタン、鉄などの全濃度は粗大粒子 (>1.3 μm) に濃度極大を持ち、これら元素の濃縮係数 (EF: (X/Al)<sub>エアロゾル</sub>/(X/Al)<sub>大陸地殻</sub>, X: 対象元素) は粗大粒子・微細粒子 (<1.3 μm) とともに 10 以下だった。これらの特徴を持つ元素は土壌などの地殻物質の影響を強く受けていると考えられる。一方で、水溶性金属濃度および溶解率は微細粒子で高くなることが明らかとなった (図 1a, b)。これは微細粒子が硫酸などで酸性化されることにより生じたと考えられる (詳細はチタンおよび鉄化学種の項目に記載)。一方で、粗大粒子は酸性化の影響が小さく、これら金属元素の溶解性が低いまま保持されたと考えられる。

ニッケルや銅、亜鉛、鉛などの元素は微細粒子と粗大粒子ともに濃度ピークがある二峰性の粒径分布もしくは微細粒子の濃度極大を持つ濃度分布をとることが明らかとなった。微細粒子中のこれら元素の EF<sub>crust</sub> は観測期間を通して 10 を大きく超えており、これらの元素は微細粒子では人為起源の影響が大きいと考えられる。地殻物質由来の元素と同様に微細粒子で水溶性金属濃度および溶解率が高くなる傾向が得られた (図 1c)。先述したように、微細粒子は粗大粒子よりも酸性化の影響が大きい事が明らかになっており、その影響により微細粒子中の金属元素の溶解性が上昇したと考えられる。

利用・研究実施内容・得られた成果

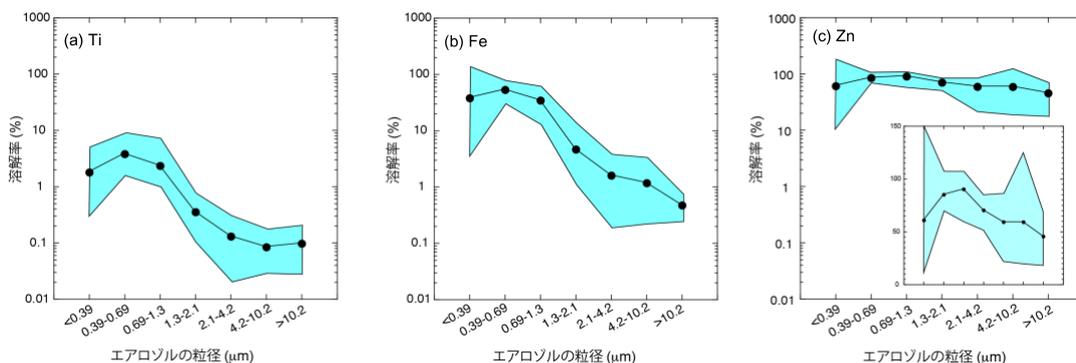


図 1 (a) チタン, (b) 鉄, (c) 亜鉛の溶解率の粒径分布。

### 【チタン化学種】

粗大粒子・微細粒子中のチタン化学種はルチル型/アナターゼ型  $\text{TiO}_2$ 、イルメナイト ( $\text{FeTiO}_3$ )、チタン石 ( $\text{CaTiSiO}_5$ ; 30%) で構成されており、顕著な粒径依存性は見られなかった (図 2a)。この化学種組成は黄砂 ( $\text{TiO}_2$ : $\text{FeTiO}_3$ : $\text{CaTiSiO}_5 = 25$ : $29$ : $46$ ) に比べてやや  $\text{TiO}_2$  が高い傾向が得られた。また、微細粒子中のチタン化学種の局所分析を行った結果、チタン濃集粒子は  $\text{TiO}_2$  に著しく富んでいることが明らかとなった。平均的なチタン化学種と局所分析の結果が異なることから、ルチル型の  $\text{TiO}_2$  の濃集粒子の個数濃度は低いことが予想される。ルチル型  $\text{TiO}_2$  の製造量はアナターゼ型  $\text{TiO}_2$  よりも多く、ペイントなどにも使用されていることから、ペイントなどから放出された  $\text{TiO}_2$  の濃集粒子が Ti の EF<sub>crust</sub> を 2 程度まで引き上げている要因になりうる。

先述したように、チタン化学種に顕著な粒径依存性は見られなかったにも関わらず (図 2a)、微細粒子のチタンの溶解率 ( $3 \pm 2\%$ ) は粗大粒子 ( $0.2 \pm 0.2\%$ ) と比べて約 1 桁高い溶解率を保持していた (図 1a)。微細粒子の高い溶解性の原因を明らかにするために、走査型電子顕微鏡エネルギー分散型 X 線分光法 (SEM-EDX) を用いて単一粒子中の元素分析を行なった。その結果、微細粒子中の鉱物粒子やチタン含有粒子は硫黄を主成分として含んでいたのに対して、粗大粒子中の鉱物粒子はほとんど硫黄を含んでいなかった (図 2b, c)。そのため、微細粒子中の鉱物粒子に含まれる硫黄は大気中で硫酸などと反応することにより付加されたと考えられる。その結果、微細粒子

の酸性度が大気中で増加したことによりチタンの溶解率が上昇したと考えられる。

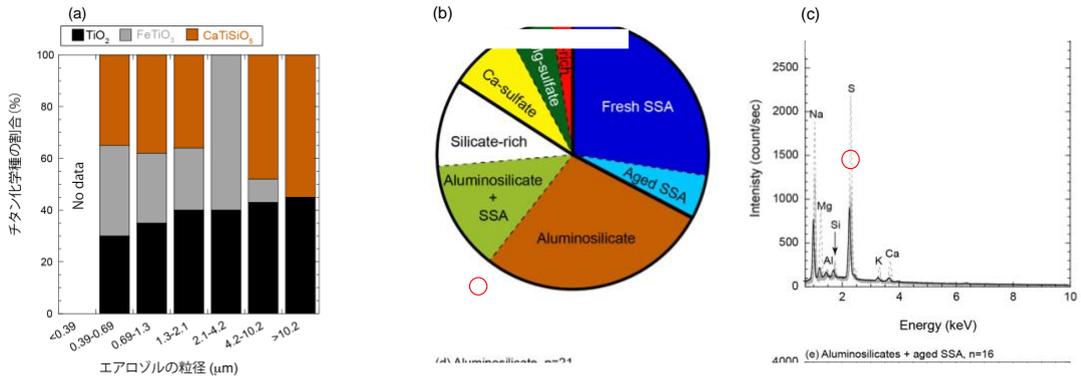


図 2 (a) チタン化学種の粒径分布、(b) 粗大な鉱物粒子の XRF スペクトル、(c) 微細な鉱物粒子の XRF スペクトル。

### 【鉄化学種】

2019年7月から2020年6月までに採取した粗大粒子に含まれる鉄化学種は主に鉄酸化物（ヘマタイト、マグネタイト、フェリハイドライト）とアルミノケイ酸塩（黒雲母、イライト、スメクタイト）であることが明らかになった（図 3a）。年間を通して粗大粒子中の鉄の EF は 1 から 3 程度と地殻物質と類似した値を保持しており、これらの鉄化学種は土壌などの巻き上げに由来するものだと考えられる。一方で、微細粒子では鉄酸化物やアルミノケイ酸塩のみでなく、高い水溶性を持つ硫酸鉄や鉄の有機錯体（シュウ酸塩や腐植様物質: HULIS）が検出された（図 3b）。先述したように微細粒子中の鉱物粒子は硫酸などによる化学的風化の影響を受けており（図 2c）、その影響により溶解性の高い硫酸鉄が二次的に生成したと考えられる。また、水溶性鉄の存在割合と鉄の溶解率の間に正の相関関係が見られたことから（図 3c、Spearman の順位相関係数( $\rho$ ): 0.717)、これらの化学種が鉄の溶解性を決める上で重要であることが明らかとなった。同様の結果が室内実験やモデル計算などにより示唆されていたが（Mahowald et al., 2018 など）、フィールド観測を通してこれらの証拠を直接的に示した例は極めて乏しく貴重な結果が得られた。

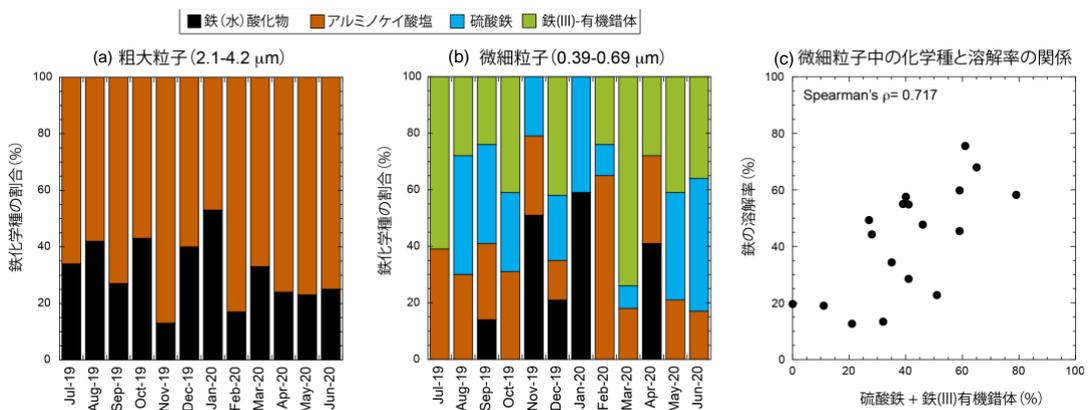


図 3 鉄化学種の季節変動: (a) 粗大粒子、(b) 微細粒子。 (c) 微細粒子中の鉄化学種（硫酸鉄+鉄の有機錯体）と溶解率の関係

### 【亜鉛化学種】

粗大粒子中の主要な亜鉛化学種は硫化亜鉛、塩化亜鉛、硝酸亜鉛であり、不溶性の硫化亜鉛の存在度（ $50 \pm 12\%$ ）が最も高かった（図 4a）。硫化亜鉛はタイヤなどの摩耗物に由来することが知られており、粗大粒子中の亜鉛は道路粉塵の影響を強く受けていると考えられる。粗大粒子中の亜鉛の溶解率は  $30 \pm 30\%$  であり、溶解性が高い塩化亜鉛と硝酸亜鉛の存在量が粗大粒子中の亜鉛の溶解性を制御する要因の 1 つだと考えられる。一方で、微細粒子中の亜鉛化学種は硫酸亜鉛や亜鉛の有機錯体（シュウ酸亜鉛および HULIS との有機錯体）だった。微細粒子に含まれる亜鉛化学種は硫化亜鉛

よりも高い溶解性を保持しているため、より高い亜鉛の溶解率（ $60 \pm 30\%$ ）が微細粒子で観測されたと考えられる。このように粗大粒子と微細粒子間における化学種の違いが亜鉛の溶解性を決める上で重要となると考えられる。

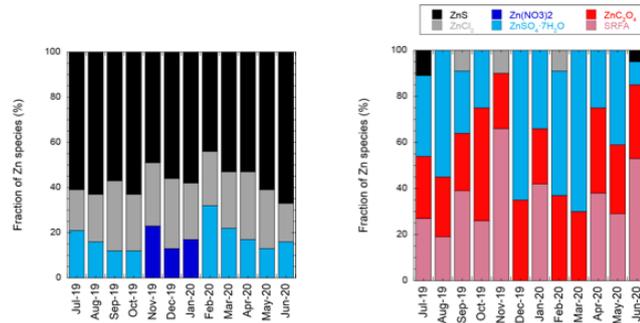


図4 亜鉛化学種の季節変動: (a) 粗大粒子、(b) 微細粒子。

### 【金属同位体比を用いた排出源推定】

エアロゾル中のニッケル、銅、亜鉛の排出源や大気中での変質過程などをより詳細に評価するために、これら元素の安定同位体比（例： $\delta^{65}\text{Cu} = [((^{65}\text{Cu}/^{63}\text{Cu})_{\text{エアロゾル}} / (^{65}\text{Cu}/^{63}\text{Cu})_{\text{標準物質}}) - 1] \times 1000$ ）の測定を行なった。その結果、粗大粒子中の $\delta^{65}\text{Cu}$  およびニッケル同位体（ $\delta^{60}\text{Ni}$ ）は0‰程度の値を持つことが明らかとなった。この値は観測サイト周辺で採取した道路粉塵や先行研究により報告されている土壌などと類似していた。粗大粒子中の銅およびニッケルのEFと併せて考えると、銅は道路粉塵の寄与が大きく、ニッケルは鉱物粒子と道路粉塵の両方の寄与を受けていると考えられる。一方で、微細粒子（ $0.39\text{--}1.3\ \mu\text{m}$ ）中の $\delta^{65}\text{Cu}$  および $\delta^{60}\text{Ni}$  は地殻物質と比べて顕著に低い値が得られた。微細粒子中の負の $\delta^{65}\text{Cu}$  および $\delta^{60}\text{Ni}$  は化石燃料などの高温燃焼時に軽い同位体（ $^{63}\text{Cu}$ ,  $^{58}\text{Ni}$ ）が選択的に気化することに起因しており、同様の結果が鉄の同位体比などからも観測されている（Kurisu et al., 2016, 2019）。 $\delta^{60}\text{Ni}$  は中国からの空気塊の影響が強い冬季に低くなる傾向が見られた。ニッケルは重油燃焼のトレーサーとして知られているため、中国における重油燃焼の影響によるものだと考えられる。一方で、微細粒子中の $\delta^{65}\text{Cu}$  に関する顕著な季節依存性は見られなかった。微細粒子中の $\delta^{65}\text{Cu}$  の変動要因を明らかにすることは今後の課題である。

銅およびニッケル同位体比と異なり、負の亜鉛同位体比（ $\delta^{66}\text{Zn}$ ）は粗大粒子（ $1.3\text{--}4.2\ \mu\text{m}$ ）を中心に観測された（図5c）。亜鉛化学種の解析結果から粗大粒子中の亜鉛の約半分は道路粉塵に由来すると考えられるが（図4a）、観測サイト付近で採取した道路粉塵中の $\delta^{66}\text{Zn}$  は0.1‰とエアロゾルとは異なる値を保持していることが明らかとなった。先行研究により報告されている道路粉塵中の $\delta^{66}\text{Zn}$  も0‰程度であるため（Souto-Oliveira et al., 2018, 2019）、粗大粒子中の負の $\delta^{66}\text{Zn}$  は道路粉塵以外の影響を受けていると考えられる。先行研究から高温燃焼由来の亜鉛が低い同位体比を持つことが報告されているが（Mattielli et al., 2009 など）、高温燃焼由来の亜鉛の寄与が大きいと考えられる微細粒子（ $<1.3\ \mu\text{m}$ ）は粗大粒子と比較すると高い同位体比を保持していた（図5c）。 $\delta^{66}\text{Zn}$  の粒径分布が $\delta^{65}\text{Cu}$  や $\delta^{60}\text{Ni}$  と異なる理由として、気化した亜鉛が固相に取り込まれるプロセスが銅やニッケルとは異なることが予想される。また、顕著に低い $\delta^{66}\text{Zn}$  が日本国内を経由した空気塊から得られているため、日本国内に特有の亜鉛の排出源が顕著に低い $\delta^{66}\text{Zn}$  に関与していることも予想されるが、本研究ではその詳細なプロセスの解明には至らなかった。今後、水溶性の亜鉛、銅、ニッケル同位体比などのデータを加えて、これら元素の安定同位体比の粒径分布の違いを明確にすることが課題である。

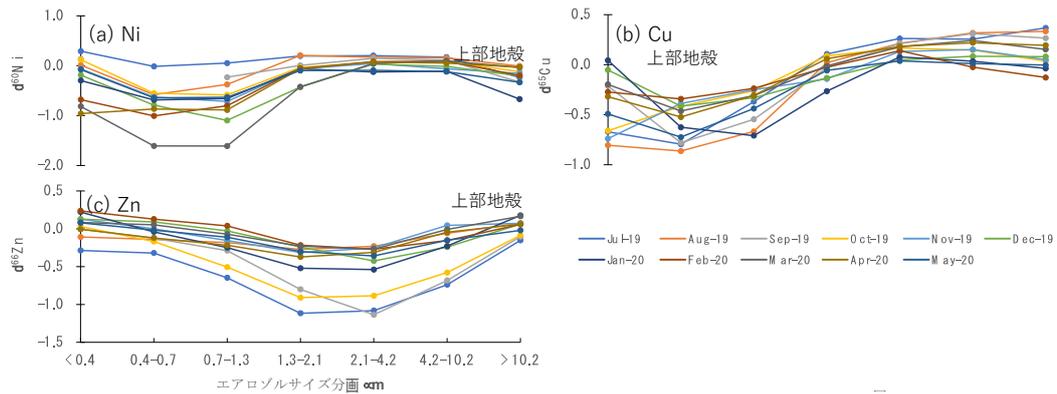


図 5 安定同位体比の粒径分布: (a)  $\delta^{60}\text{Ni}$ , (b)  $\delta^{65}\text{Cu}$ , (c)  $\delta^{66}\text{Zn}$ 。

**【単一粒子内における炭素、硫黄の混合状態解析】**

微細粒子中の主要な鉄および亜鉛化学種として HULIS などの金属有機錯体が検出されたため、HULIS の生成過程に関する研究を走査型透過 X 線顕微鏡 (STXM) ー吸収端近傍 X 線吸収微細構造 (NEXAFS) を用いて行った。STXM による個別粒子解析の結果、夏季に採取したエアロゾルの多くが二相性のコアシェル構造を保持していた (図 6a)。エアロゾルのコアに含まれる有機炭素はカルボキシル基に富む一方で、芳香族 C やケトン類は主成分として含まれていなかった。このエアロゾルのコアに含まれる炭素の NEXAFS スペクトルはイソプレンやモノテルペンなどの生物由来揮発性有機化合物 (BVOCs) に由来する二次有機エアロゾル (SOA) の NEXAFS スペクトルと類似していた (Shakaya et al., 2013)。夏季に採取した試料は国内の山間部を經由した空気塊の影響を受けており、BVOCs 由来の SOA が多く含まれることは妥当な結果だと考えられる。また、液相反応を介して BVOCs 由来の SOA と硫酸が反応することで有機硫酸エステルが生成することが示唆されているため (Brüggemann et al., 2020)、本研究で採取し SOA の一部が有機硫酸塩エステルへと変質している可能性がある。今後、有機硫酸塩エステルの標準試料などを用いて、より詳細な解析を行う。一方で、エアロゾル表面 (シェル) の有機炭素は芳香族 C、ケトン基、カルボキシル基に富むことが明らかとなった。これらの有機炭素の官能基構成は標準河川腐植物質である Swanee River fulvic acids (SRFA) と類似しており、エアロゾル粒子の表面に HULIS が濃集していることが明らかとなった (図 6a)。このような硫酸塩と有機物の二相性のコアシェル構造は液-液相分離 (LLPS) により形成することが知られている (Freedman 2018)。そのため、液相反応により形成した HULIS が LLPS により粒子表面に濃集したと考えられる。

冬季に採取した試料は北京などの汚染大気の影響を受けていた。実際、この試料中の HULIS は高温燃焼のトレーサー物質である黒色炭素 (BC) と共存していた。そのため、冬季に採取した試料中の HULIS は人為的活動と密接な関係があることが明らかとなった。また、これらの HULIS と BC は硫酸塩により被覆されていることが明らかとなった (図 6b)。汚染大気下では BC などが排出後数時間で酸性物質による化学的風化を受けることが知られており、それに伴い BC の一部が HULIS へと変化したと考えられる。冬季に採取した HULIS の特徴としてカリウムに富んでいる事が挙げられる。微細粒子中のカリウム主要成分としてカリウムの有機塩が含まれていることと整合的な結果だと言える。微細粒子中のカリウムは森林火災や石炭燃焼のトレーサー元素であるため、人為的活動の中でも特に石炭燃焼や森林火災などにより放出された BC を前駆体として HULIS が形成したと考えられる。このように単一粒子中の元素・化学種の内部混合状態解析を詳細に行うことにより、そのエアロゾルが受けた風化過程や HULIS の生成過程を明らかにする上で重要な結果が得られることが示唆された。

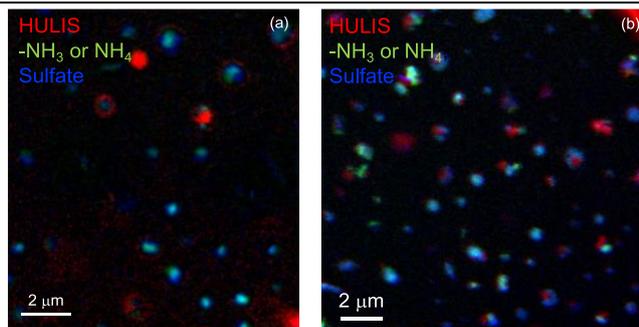


図 6 HULIS (赤)、アンモニウム塩 (緑)、硫酸塩 (青) の単一粒子内での混合状態: (a) 夏、(b) 冬

【総括】

本研究で得られた結果の概要を図 7 に示す。粗大粒子中の金属元素化学種は近く物質や道路粉塵などの一次粒子の影響を強く受けていることが明らかになった。粗大粒子中は大気中での化学的風化の影響が小さく、顕著な金属元素の溶解率の上昇は見られなかった。一方で、大気中での化学的風化の影響が大きい微細粒子中の金属元素の溶解率は高くなる傾向があった。微細粒子中の金属元素化学種として金属硫酸塩のみでなく、鉄や亜鉛、カリウムなどの有機錯体が普遍的に存在することが本研究から明らかになった。鉄に関しては水溶性鉄（硫酸鉄+鉄有機錯体）と溶解率の間に正の相関関係があり、金属有機錯体が鉄の溶解性を制御する上で重要な要因であることが明らかとなった。室内実験などから水溶性有機炭素が金属元素の溶解性に影響することが示唆されていたが (Mahowald et al., 2018)、フィールド観測を通してこれらの金属錯体と溶解率の関係を示すことに成功した。このように、研究目的で掲げた有機物が金属元素の大気化学反応に与える影響の 1 つを明確にできたと言える。金属と錯体を形成していると考えられる HULIS の生成過程には季節依存性があることが STXM-NEXAFS を用いた単一粒子の解析から明らかとなった。今後、金属含有粒子の単一粒子解析を通して、金属錯体を形成している有機物の化学種をより詳しく同定することが今後の課題である。また、本研究では粒径分画エアロゾルに対して複数の元素の同位体比測定を応用した。個々の元素の安定同位体比の粒径分布を決める因子解析を進めた結果、亜鉛の同位体比が銅やニッケルと異なる挙動を示すことが明らかとなった。今後は化学種解析の結果や亜鉛、銅、ニッケルの同位体比に関する複合的な研究を進めて、各元素の安定同位体比をより頑健な化学トレーサーとして確立できるように努める。

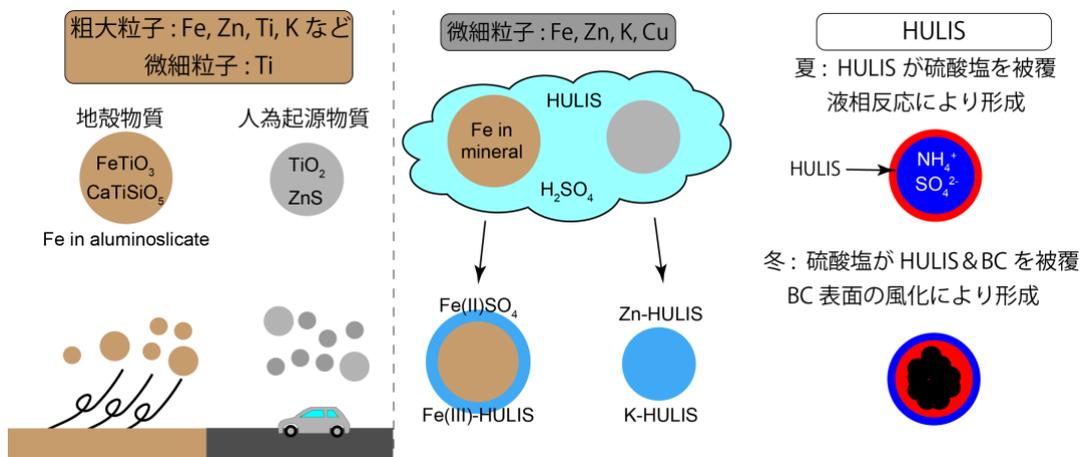


図 7 本研究で得られた結果の概要図

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる  
成果物

【論文（投稿中）】

Kohei Sakata, Yoshio Takahashi, Shotaro Takano, Atsushi Matsuki, Aya Sakaguchi, Hiroshi Tanimoto, First result of titanium speciation in size-fractionated aerosol by X-ray spectroscopy, under review.

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	やざわ たかし		提出年月日	2021年 4月 30日	
申請者氏名	矢澤 隆志				
所属・職名	旭川医科大学生化学講座・講師				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input checked="" type="checkbox"/> 重点共同研究 <input type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究		<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input type="checkbox"/> 単年 <input checked="" type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究				
研究課題	PAHs が生殖腺機能に及ぼす影響の包括的な解析				
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2022年 3月 31日				
センター 教員	関口 俊男				

研究組織	氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容	
	申請者	矢澤 隆志	旭川医大	講師	研究統括、細胞実験
	分担者	関口 俊男	金沢大学	助教	魚類・無脊椎動物実験
		鈴木 信雄	金沢大学	教授	遺伝子発現解析
		本田 匡人	金沢大学	助教	PAHs 測定
今道 力敬		旭川医大	助教	ラット実験	
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料	物質名	形態（形状）	試料数		
	申請書に記載 した試料	ベンゾ(a)ピレン	粉末	1 検体	
		フェナトレン	粉末	1 検体	
		ベンゾチオフェン	粉末	1 検体	
		フルオレン	粉末	1 検体	
	分析した試料	ベンゾ(a)ピレン	粉末	1 検体	
		フェナトレン	粉末	1 検体	
		ベンゾチオフェン	粉末	1 検体	
フルオレン		粉末	1 検体		
研究目的・ 期待される 成果	<p><b>研究の意義及び目的</b></p> <p>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が進んでいる。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、主要な内分泌器官である生殖系（生殖腺や関連器官）に対する PAHs の悪影響が強く懸念されているものの、十分な検証がなされているとは言えない。</p> <p>申請者は、過去の研究で、環境ホルモンが男女（雌雄）の生殖系に及ぼす影響を調べる <i>in vivo</i> と <i>in vitro</i> の評価系を確立し、マイクロプラスチック由来の女性ホルモン様物質が生殖腺のステロイドホルモン産生を抑制すること並びに、その分子メカニズムの一端を明らかにしてきた。本研究は、これらの系を用いることにより PAHs が生殖腺機能に及ぼす影響を包括的に調べることを目的とする。これにより、PAHs の生殖腺機能に対する影響とそのメカニズムと解明すると共に、環日本海域の環境汚染問題解決に向けた基盤とすることを旨とする。</p>				
	<p><b>期待できる成果</b></p> <p>1) これまで詳細が明らかにされていない、PAHs の生殖への影響を分子レベルで解明</p>				

	<p>できる。</p> <p>2) PAHs が生殖腺内分泌細胞に及ぼす影響の包括的な理解が可能となり、PAHs の精巣や卵巣に対する影響を調べる上でのバイオマーカーを得ることができる。</p> <p>3) さらに、この系に様々な化学物質を投与することにより、様々な動物に対するステロイドホルモン産生系へのリスク評価系として確立する。</p> <p>4) ヒトの生殖能力の低下による少子化や健康面への影響問題に、環境面からの対策を提言できる。</p>
--	---

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p>まず初めに、様々な PAHs (ベンゾ[a]ピレン、ジベンゾチオフェン、フェナントレン、フルオレン) を、マウス・精巣ライディッヒ細胞由来の細胞株である MA-10 細胞に添加して、ステロイドホルモン産生への影響を調べた。すると、ジベンゾチオフェン、フェナントレンとフルオレンは、MA-10 細胞のステロイドホルモン産生を著しく低下させた。これらの PAHs のステロイドホルモン産生の抑制作用は、ヒト・卵巣顆粒膜細胞由来の細胞株である KGN 細胞においても観察された。ジベンゾチオフェン、フェナントレンとフルオレンは、steroidogenic acute regulatory protein (StAR) 遺伝子を含むステロイドホルモン産生系の遺伝子発現を抑制することから、これにより細胞のステロイドホルモン産生が低下することが示唆された。一方、ベンゾ[a]ピレンは、MA-10 細胞においても KGN 細胞においても、ステロイドホルモン産生やホルモン産生系遺伝子の発現にほとんど影響を及ぼさなかった。PAHs は、ダイオキシン受容体 (Ahr) を活性化して細胞に作用することがよく知られていることから、PAHs の哺乳類 Ahr 活性化能を GAL4 システムやダイオキシン反応性ルシフェラーゼベクターを用いたレポーターアッセイにより調べた。すると、ベンゾ[a]ピレンは、非常に高い Ahr 活性化能を有していた。一方、ジベンゾチオフェンやフェナントレンの Ahr 活性化能はベンゾ[a]ピレンに比べて非常に弱く、フルオレンでは Ahr 活性化能が全く検出されなかった。以上の結果から、PAHs はステロイドホルモン産生系の遺伝子発現を抑制することにより、生殖腺におけるステロイドホルモン産生を低下させる作用があることが分かった。しかしながら、この作用は従来知られている Ahr を活性化する経路は関わっておらず、他の経路を介していることが示唆された。</p> <p>さらに、PAHs がステロイドホルモン産生酵素の活性を直接阻害することによりステロイドホルモン産生を抑制する可能性を、昨年度、確立した (Yazawa et al. J Steroid Biochem Mol Biol, 2020) ルシフェラーゼアッセイによるヒトの酵素活性測定系を用いて検討した。すると、阻害の強さには違いが見られるもののいずれの PAHs もステロイドホルモン産生酵素の活性を阻害する効果が観察された。さらに、日本海域に生息する生物においても、この実験系を適用するために、ウナギのステロイドホルモン産生酵素の測定系も確立した (Yazawa et al., Front Endocrinol, 2021)。</p>
--	---

※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, Sekiguchi T, Suzuki N, et al. (2021): Profiles of 5 $\alpha$ -Reduced Androgens in Humans and Eels: 5 $\alpha$ -Dihydrotestosterone and 11-Ketodihydrotestosterone Are Active Androgens Produced in Eel Gonads. *Front Endocrinol*, **12**, 657360
2. **Yazawa T\***, Imamichi Y, Sekiguchi T, Suzuki N, et al. (2021): 11-Ketotestosterone is a major androgen produced in porcine adrenal glands and testes *J Steroid Biochem Mol Biol*, **210**, 105487.
3. Uwada J, **Yazawa T\*** et al. (2020): PNU-120596, a positive allosteric modulator of  $\alpha 7$  nicotinic acetylcholine receptor, directly inhibits p38 MAPK. *Biochem Pharmacol*, **182**, 114297.
4. Hara S, **Yazawa T\*** et al. (2020): Peroxisome proliferator-activated receptor alpha is involved in the temperature-induced sex differentiation of a vertebrate. *Sci Rep*, **11**, 11672.
5. Mikami D, **Yazawa T\*** et al. (2020): AR420626, a selective agonist of GPR41/FFA3, suppresses growth of hepatocellular carcinoma cells by inducing apoptosis *via* HDAC inhibition. *Ther Adv Med Oncol*, **12**, 1758835920913432.
6. Mikami D, **Yazawa T\*** et al. (2020): Short-chain fatty acid mitigates adenine-induced chronic kidney disease via FFA2 and FFA3 pathways. *Biochim Biophys Acta Mol Cell Biol Lipids*, **1865**, 158666.
7. Kawabe T, **Yazawa T\*** et al. (2020): Transcriptional Regulation of Müllerian Inhibiting Substance (MIS) and Establishment of a Gonadal Somatic Cell Line Using *mis-GFP* Transgenic Medaka (*Oryzias latipes*). *Front Endocrinol*, **11**, 578885.
8. Mikami D, **Yazawa T\*** et al. (2020):  $\beta$ -Hydroxybutyrate enhances the cytotoxic effect of cisplatin via the inhibition of HDAC/survivin axis in human hepatocellular carcinoma cells. *J Pharmacol Sci*, **142**, 1-8.

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	おるが V. ねすとろば		提出年月日	令和3年4月23日
申請者氏名	Olga V. Nesterova			
所属・職名	ロシア極東連邦大学・土壌学分野主任			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input type="checkbox"/> 一般枠 <input checked="" type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	環日本海域海底堆積物における重金属の分布状況			
研究実施期間	令和2年 4月 1日～ 令和3年 3月31日			
センター 教員	長尾 誠也			

研究組織		氏名	所属	職名/ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	Olga V. Nesterova	ロシア極東連 邦大学	主任	総括・調査
	分担者	Anastasia Brikmans	ロシア極東連 邦大学	准教授	調査・分析
		Viktorii A. Semal	ロシア極東連 邦大学	シニア研 究員	調査・分析
		長尾誠也	環日本海域環境研 究センター	教授	解析
		落合伸也	環日本海域環境研 究センター	助教	調査・分析
		福土圭介	環日本海域環境研 究センター	准教授	調査・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・土壌	粉末	30	
	分析した試料	堆積物	粉末	15	

(環日本海域との関連性がわかるように記載してください)

研究目的・  
期待される  
成果

**意義:**環日本海域では沿岸域の人口増加・産業活動の増加により、重金属の流出・移動が生じ、対馬暖流の影響により日本海への流入が起こっている。また、今後の持続可能な社会環境の構築のためには、沿岸域の有効活用、漁業と沿岸域環境の保全が必要不可欠である。そのためには、現状の把握とともに、過去からの推移の把握が基盤データとして必要である。

**目的:**本研究では、人間活動の影響が顕著に反映される沿岸域を対象に現状を把握するために年間の流出量が記録される海底堆積物に着目して調査・解析する。

**特色:**日本海沿岸でウラジオストク沖と周辺の海域、日本側では能登半島やその周辺海域を対象に調査を実施するため、流域環境の影響を比較するとともに、堆積物コア試料の堆積速度を見積もり測定試料の年代を特定することにより、日本海の東西で人為活動影響を評価する。

**期待される成果:**沿岸域堆積物の重金属濃度・組成の水平分布が得られるとともに、堆積物コアの解析により過去からの放出量の推定を行うことも可能となる。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

In marine ecosystems, bottom sediments are an essential component. In bottom sediments, substances different origin accumulates, the most dangerous of which are pollutants, which under certain conditions (natural and man-made) can pass into the water column, causing its secondary pollution. Contaminated bottom sediments affect the species composition and abundance of bottom and bottom organisms, marine biogeochemical cycles, and disruption of the biocenosis chain. There are a many methods for the extraction of heavy metals from marine sediments. First of all, it depends on the research task; moreover, for each element, the choice of measurement technique depends on the measurement range and error. Each technique uses its own method of preparing samples for analysis.

The main objective of the study is to assess the content of gross and available forms of heavy metals in the bottom sediments of the northern part of the Sea of Japan.

The research objects were bottom sediments of the northern part of the Sea of Japan. Sampling was carried out using geological columns at a depth of 1120, 1385m, 1794m, and 3246m from layers 10 cm, 30 cm and 50 cm. The determination of the of organic matter was carried out by the bichromate method according to GOST. Total contain of heavy metals were determined by ARLQUANT'X EDXRF Spectrometer. Determination of acid-extractable elements: sediment were digested in 1 M HCl (pH~0) to determine the potential "bioavailable" metals. Approximately 0.2 g of dried sediment of each sample was accurately weighed, using a calibrated balance, into individual 50-mL glass beakers. Exactly 10 mL of 1 M HCl was added to each beaker, and the contents constantly agitated and allowed to digest for 2 h at room temperature. Afterwards 6 mL of the digest from each of the beakers was extracted using a calibrated pipette and transferred to 50 mL volumetric flasks, which were made up to the mark using Milli-Q water and the contents of the sealed flasks thoroughly mixed. The heavy metal content was determined by the atomic absorption method on a Shimazu AA 6800 spectrophotometer.

From the data, we see that the variation in the values within the bottom sediment profile at depths of 100 and 3200 m is insignificant, which means that the conditions for the accumulation of organic matter at these depths were relatively stable throughout the formation of the entire 1.5-meter strata. At a depth of 1400 m to 1800 m from a depth of 100 m, we see a sharp change in the content of organic carbon, which is probably associated with a change in the conditions of its accumulation. If we characterize the spatial change in the content of organic carbon in this profile, then we can see that for the upper 10 - 75 cm, the conditions for accumulation of organic carbon are more or less the same (TOC content from 1.69% to 2.81%), which may indicate similar biogeochemical cycles occurring in this area.

Tab. 1. Content of organic carbon within bottom sediment profiles

H, sm	1120, m (LV81-13)	1385, m (LV81-35)	1794, m (LV81-44)	3246, m (LV 81-05)
10	2,37	2,349	2,079	1,687
30	2,667	2,364	1,846	1,453
50	2,807	2,09	2,499	2,136
75	2,74	1,98	2,01	1,87

The change in the content in all samples in layers of 10–50 cm for each individual point is not very high, approximately in the range of up to 10 ppm. If we consider the change in the metal content with depth, then for manganese and iron there is a significant increase in the content at a depth of up to 3000 m, a high content of which is also characteristic of coastal soils of the Russian territory of the Far East. The same increase in element content with depth is characteristic of chromium, copper, zinc, lead and zircon. This can be attributed to the formation of bottom sediments that are complex with organic matter.

The content of bioavailable forms of heavy metals of the most toxic elements, such as lead and chromium, is not actually detected in bottom sediments, especially in marine conditions, this may be due to the dissolution of these elements in water, rather than deposition in sediments. Nevertheless, there is a relationship between the content of heavy metals and organic carbon, namely: with an increase in the content of organic carbon, the concentration of both bioavailable and gross forms of heavy metals increases, most likely due to the formation of complex compounds between heavy metals and humus substances of bottom sediments.

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる  
成果物

令和 3 年度に分析を実施し、取りまとめた結果は学会等で発表予定である。

※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。

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)				
申請者氏名	Stephen Archer	提出年月日	令和3年 4月 23日	
所属・職名	School of Science, Auckland University of Technology, Research Fellow			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input type="checkbox"/> 一般枠 <input checked="" type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	放射性核種からみた日本海—ニュージーランド沖合域の物質循環			
研究実施期間	2020年4月1日～2021年3月31日			
センター 教員	井上 睦夫			

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	Stephen Archer	School of Science, Auckland University of Technology	Research Fellow	海水採取 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	化学処理 γ線測定
		岩井久典	金沢大学環日本海 域環境研究センタ ー	博士研究員	PAHs 測定
		松中哲也	金沢大学環日本海 域環境研究センタ ー	助教	PAHs 測定
長尾誠也		金沢大学環日本海 域環境研究センタ ー	教授	物質動態モデル構築	
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
	申請書に記載 した試料		海水試料	乾燥物およびろ紙	20 個
	分析した試料		海水試料	乾燥物およびろ紙	12 個

研究目的・  
期待される  
成果

海水は、汚染物質の最も大きな媒体である。表層の物質循環に関する情報は、様々な起源の汚染物質の流入など有事に備え重要である。溶存性  $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{228}\text{Ra}$  は海洋循環を探るうえでのトレーサーとして有効であり、特に半減期の短い(5.75年)  $^{228}\text{Ra}$  濃度は、大陸沿岸由来海水の影響の指標となる。

本申請課題では、異なる越境汚染にさらされる日本とニュージーランドの海洋環境を舞台とし、放射性核種を海洋物質動態のトレーサーとして併用しながら、有害物質である多環芳香族炭化水素 (PAHs) の供給プロセスに焦点を当てるべく、研究を始めた。

ニュージーランドによる沖合調査航海 (Sea2Cloud Voyage; 2020年3-4月) による海水試料採取を実施したが、航海後半は COVID-19 で中断となった。申請当初は日本側研究分担者の井上、岩井が放射性核種、PAHs とともに5月初旬にニュージーランドのオークランド工科大 (AUT) を訪問、AUT グループとともに化学処理を行った後、測定用試料とし、日本に持ち帰る予定であった。COVID-19 により、ニュージーランドへの出入国が困難なため、本予定はキャンセルとなった。ラジウム測定用海水試料は、行き来が可能になった時点で AUT を訪れ化学処理を行う予定であるが (AUT に保管中)、PAHs 測定用試料は、その保存性の有効期限 (3カ月程度) を大きく経過したため、廃棄を依頼した。

一方で、日本海では、海水採取、化学処理、測定は順調に進んだ。採取地点と結果を Fig. 1、Fig. 2 および Fig. 3 に示す。

東シナ海東部～日本海表層は、おもに太平洋側から流入する高塩分、低  $^{228}\text{Ra}$  濃度の黒潮暖流海水と東シナ海大陸側浅層海水からなる。日本海においては、低塩分、高  $^{228}\text{Ra}$  濃度の東シナ海大陸側浅層海水の寄与が大きいほど、溶存 PAHs (溶存成分) 濃度が高い傾向を示した。大陸側からの何らかのプロセスを経ての供給が推測される。

今後、南半球でのオーストラリア大陸～ニュージーランドとの比較を行い、大陸からの PAHs の影響を探る。ここで得られる成果は、ユーラシア大陸の東域に位置する日本列島、さらに南半球、特にオーストラリア大陸の東域に位置するニュージーランド近海における以上のデータは溶存越境汚染粒子の循環プロセスを評価するうえで重要となる。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

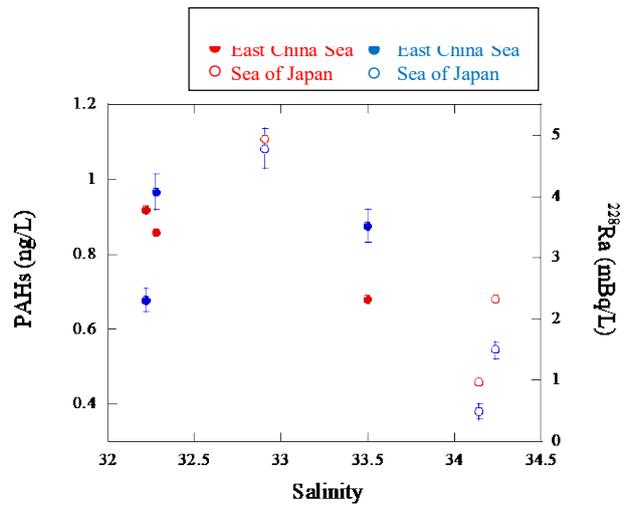
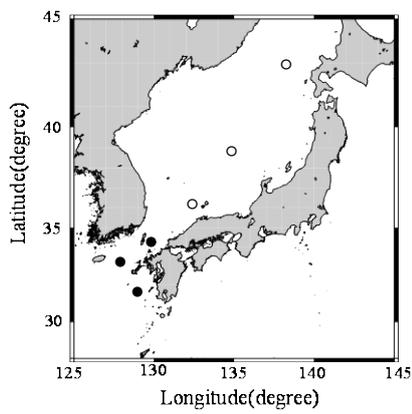
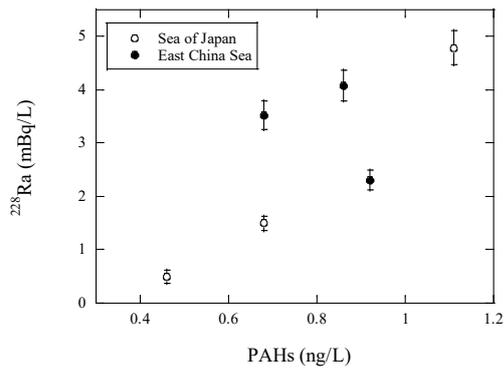


Fig. 2: Salinity vs. PAHs and <sup>228</sup>Ra concentration

利用・研究実施内容・得られた成果



### 謝辞

東シナ海および日本海の表層海水は、水産資源研究所「蒼鷹丸」調査航海において採取いただいた。

※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

現在、PAHs、ラジウム同位体とも多岐にわたる海域で、データの収集がなされている。今後、これらデータも加え、学会発表、さらには原著論文として発表する予定である。

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)				
申請者氏名	黄 誌川 (Jr-Chuan Huang)	提出年月日	2021年 4月30日	
所属・職名	国立台湾大学地理環境資源学系・教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input type="checkbox"/> 一般枠 <input checked="" type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	台湾と日本の山地小河川における地表水と地下水の相互作用と溶存有機物の流出挙動			
研究実施期間	2020年 4月 1日～2021年 3月31日			
センター 教員	落合伸也			

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	黄 誌川	国立台湾大学	教授	台湾の河川水試料の採取・溶存有機物分析
	分担者	長尾誠也	金沢大学環日本 海域環境研究センター	教授	日本の河川水試料の採取・溶存有機物分析
		落合伸也	金沢大学環日本 海域環境研究センター	助教	日本の河川水試料の採取・溶存有機物分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載した試料	河川水・地下水	ガラス瓶	50	
	分析した試料	河川水・地下水	ガラス瓶 ポリ瓶	47	
研究目的・ 期待される 成果	<p>河川流域からの溶存有機物・栄養塩の流出は下流域や沿岸域の環境に影響を及ぼす。環日本海域を含む東アジア地域では越境汚染による流域への窒素負荷等の影響が懸念されており、その影響を受けやすい山地小河川での流出挙動の把握が重要である。山地小河川においては、地表水と地下水の相互作用や河川生態系がこれらの流出挙動と密接に関連している可能性がある。本研究では台湾北部の山地小河川、および気候条件の異なる石川県七尾市の熊木川において、河川水および地下水中の溶存・無機炭素量、溶存有機物の特性分析、主要イオン濃度、地下水トレーサー<sup>222</sup>Rn等の分析から、地表水と地下水の相互作用や、流域の土地利用・水文条件（平水時・出水時）が溶存有機物・栄養塩等の流出挙動に与える影響を明らかにすることを目的とする。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p>本研究では、台湾北部および比較対象地の石川県七尾市の山地小河川において、地下水と地表水中の相互作用や流域環境が溶存有機物・栄養塩の流出挙動に与える影響を明らかにすることを目的とし、地下水と地表水中の溶存有機物、栄養塩、地下水のトレーサー<sup>222</sup>Rn の観測を行い、これらの特性と流域の土地利用・水文条件との関連を検討した。</p> <p>台湾における研究対象地域は、台湾北東部の宜蘭県に位置する蘭陽溪 (Lanyang River) を対象とした。蘭陽溪水系において 11 地点 (本流 5 地点、支流 5 地点) の観測点を設け、DOC 濃度を観測した。その結果、蘭陽溪水系における DOC 濃度は、おおよそ 0.46 mgC/L で、グローバル平均の 1/5 程度の水準であった。また、顕著な季節変動は見られず、上流から下流への河川に沿った変化もわずかであった。このことは、急峻な河川勾配や直線的な河川形状により、水の滞留時間が短く、生物量の蓄積と DOC の生成が比較的低いことが関連している可能性が考えられる。また、低水時 (乾季) においては、DOC 濃度は河川に沿って増加し、DOC の特性も微生物由来の特徴を示す一方で、出水時 (雨季) においては、DOC 濃度は河川に沿って減少し、腐植様物質由来の特徴を示す傾向がみられた。</p> <p>比較対象地となる石川県七尾市の熊木川においては、下流域から上流域にかけて計 8 地点の観測点にて DOC 濃度の観測を行った。2019 年度から 2020 年度にかけて行った観測では、熊木川水系の DOC 濃度は 0.38-1.7 mgC/L (平均: 0.73 mgC/L) の濃度範囲であった。このことから台湾の蘭陽溪の DOC 濃度は、熊木川と比較して若干低い傾向にあることが分かった。こうした両地域間の DOC 濃度の違いは、上述のような河川勾配等の地形の違いや、降水量 (七尾: 2076.9 mm、宜蘭: 2837.7 mm) ・降雪の有無等の水文環境の違いなどが関連している可能性がある。</p> <p>また、河川水に対する地下水の寄与を評価するため、地下水のトレーサーとして有効な <sup>222</sup>Rn の利用を試み、下流部・中流部および上流部 6 地点の計 8 地点の観測点にて熊木川の河川水中 <sup>222</sup>Rn の測定を行った。熊木川の河川水中 <sup>222</sup>Rn 濃度は下流部 (平均: 188 Bq/m<sup>3</sup>) および中流部 (平均: 200 Bq/m<sup>3</sup>) に比べて上流部 (平均: 729 Bq/m<sup>3</sup>) において濃度が高い傾向がみられた。このことから、上流部において河川水に対する地下水の寄与が高いことが示唆された。特に、上流域においては観測点によって濃度に大きな差が見られ (78-1959 Bq/m<sup>3</sup>)、河川水中 <sup>222</sup>Rn の測定により、河川水における局所的な地下水の寄与を評価できる可能性が示唆された。</p> <p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>
<p>見込まれる成果物</p>	<p>口頭発表 Li-Chin Lee, Jr-Chuan Huang, Variation of DOC Composition along River Continuum in Small Mountainous Rivers, Taiwan, 金沢大学環日本海域環境研究センター 2020 年度共同利用研究成果報告会, 2021 年 3 月, 金沢.</p> <p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	アジャイ スリバスタブ		提出年月日	R3 年 3 月 7 日	
申請者氏名	Ajai K. Srivastav				
所属・職名	D.D.U. Gorakhpur University, Professor				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究		<input type="checkbox"/> 一般枠 <input checked="" type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究				
研究課題	魚類のミネラル代謝に及ぼす環境汚染物質の毒性影響				
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日				
センター 教員	鈴木信雄				

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	Ajai K. Srivastav	D. D. U. Gorakhpur University	教授	研究総括、解剖及び組織学的解析
	分担者	鈴木信雄	金沢大学	教授	ウロコを用いた解析
		関口俊男	金沢大学	助教	カルシトニンの分析
		木谷洋一郎	金沢大学	助教	血液サンプリング
		服部淳彦	東京医科歯科 大学	教授	血液マーカー分析
田淵圭章		富山大学	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。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	Benz[a]anthracene	粉末	1	
	分析した試料	Benz[a]anthracene	粉末	1	
研究目的・ 期待される 成果	<p><b>目的</b> 越境汚染物質である多環芳香族炭化水素類は、大気のみならず海水中にも含まれる。さらに、富山湾に生息するミシマオコゼの胆汁中に多環芳香族炭化水素類が検出されている（Suzuki et al., 2008 業績参照）。そこで、多環芳香族炭化水素類を含む環境汚染物質の魚類生理に対する影響を調べる。</p> <p><b>特色</b> 多環芳香族炭化水素類に加えて、重金属類においても魚の筋肉に含まれており、特に赤身の魚には多量に濃縮されていることが報告されている（Nicklisch et al., Environ Pollut., 229:87-93, 2017）。しかしながら、これらの環境汚染物質の骨代謝に関する知見は乏しい。そこで本研究では、魚類のカルシウム代謝の専門家であるインドの Srivastav 教授との国際共同研究により、詳細に解析を行う。</p> <p><b>期待される成果</b> 既に、鈴木を中心とする臨海実験所の研究グループと Srivastav 教授との共著の論文として、Benz[a]anthracene (BaA)がキンギョのカルシウム代謝に影響を及ぼしていることを報告している（Suzuki et al., 2017）。そこで本研究では、BaA のメジナに対する影響を解析する。予備的な実験により、BaA を投与することにより、メジナの血液中のカルシウム及び無機リン濃度が低下するという結果を得ているので、成果が上がる可能性が高い。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p>実験材料  臨海実験施設周辺で釣りをすることで簡単に採集できるので、本研究ではメジナ (<i>Girella punctata</i>) (n = 24、54.5±3.5 g) を用いた。釣りにより捕獲されたメジナは、約 2 週間順応させた後、実験に使用した。</p> <p>実験方法  メジナを 3 つのグループ (各 8 個体) に分け、low dose (1 ng/g of body weight, n = 8) 群、high dose (10 ng/g body weight, n = 8) 群及び対照群 (n = 8) に分けて実験した。BaA の注射は 4 回行った (1、3、6、および 9 日目)。これらの魚は、少量の天然海水を加えながら、12 時間の明期と 12 時間の暗期のサイクルの下で 26°C で 10 日間、それぞれの処理ごとに 1 つの水槽に保管されました。10 日後、これらの魚を 0.04% の 2-フェノキシエタノールで再度麻酔した。麻酔をかけた魚からの血液サンプルを、ヘパリン処理した注射器を使用して尾部血管から採取した。採取した血液を 1.5mL チューブに入れました。その後、チューブを 15,000rpm で 3 分間遠心分離した。分離した血漿は直ちに凍結し、使用するまで -80°C で保存しました。血液中のカルシウム及び無機リン濃度を測定して、さらにウロコから RNA を抽出して、骨芽細胞と破骨細胞のマーカー遺伝子の発現を調べた。</p> <p>実験結果  高用量の BaA は、有意な低カルシウム血症を引き起こした。しかし、低用量の BaA を投与したメジナの血液中のカルシウム濃度は有意差はなかったが、減少する傾向があった。血漿 Pi レベルは、低用量の BaA 治療で減少したが、実験群と対照群の間に有意差はなかった。しかし高用量の場合、血漿 Pi レベルは顕著に減少して、コントロールと比較して有意差が認められた。</p> <p>破骨細胞マーカーである MMP9 の mRNA 発現は、BaA により有意に低下した。また骨芽細胞マーカーである COL1A1 の mRNA 発現も有意に減少した。これらの内容は、Int. J. Environ. Res. Public Health に発表した。その他、エストロゲンやプロラクチンのホルモンの影響や水銀の影響についても解析して、論文発表をした。</p> <p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>
<p>見込まれる成果物</p>	<p>Zanaty, M.I., Sawada, N., <b>Kitani, Y.</b>, Nassar, H.F., Mahmoud, H.M., Hayakawa, K., <b>Sekiguchi, T.</b>, Ogiso, S., <b>Tabuchi, Y.</b>, Urata, M., Matsubara, H., Takeuchi, Y., <b>Hattori, A.</b>, <b>Srivastav, A.K.</b>, Amornsakun, T. and <b>Suzuki, N.</b>: Influence of benz[a]anthracene on bone metabolism and on liver metabolism in nibbler fish, <i>Girella punctata</i>. Int. J. Environ. Res. Public Health, 17: 1391 (2020)</p> <p>Srivastav, S., Mishra, D., Srivastav, S.K., <b>Suzuki, N.</b> and <b>Srivastav, A.K.</b>: Estradiol affects ultimobranchial gland of a freshwater catfish, <i>Heteropneustes fossilis</i> kept in different calcium environments. Jordan J. Biol. Sci., 13:519-523 (2020)</p> <p>Srivastav, S., Mishra, D., Srivastav, S.K., <b>Suzuki, N.</b> and <b>Srivastav, A.K.</b>: Estradiol affects ultimobranchial gland of a freshwater catfish, <i>Heteropneustes fossilis</i> kept in different calcium environments. Jordan J. Biol. Sci., 13:519-523 (2020)</p> <p><b>Srivastav, A.K.</b>, Agarwal, K., Kumar, A., Prasad, M. and <b>Suzuki, N.</b>: Acute toxicity of mercuric chloride to the freshwater catfish, <i>Heteropneustes fossilis</i>. Int. J. Zool. Inv., 6: 301-305 (2020)</p> <p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	らふいと N. まりく	提出年月日	令和3年4月19日	
申請者氏名	Riffat N. Malik			
所属・職名	Department of Environmental Sciences, Quaid-i-Azam University 教授			
連絡先住所	〒			
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input type="checkbox"/> 一般枠 <input checked="" type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	Historical reconstruction of persistent organic pollutants (POPs) in lakes sediments of Himalayan region of Pakistan			
研究実施期間	令和3年 4月 1日～ 令和4年 3月 31日			
センター 教員	長尾 誠也			

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	R. N. Malik	Quaid-i-Azam University	教授	総括
	分担者	H. ur-Rehman	鹿児島大学	助教	解析
		A. Faroqi	Quaid-i-Azam University	准教授	調査・解析
		R. Riaz	Quaid-i-Azam University	博士研究員	調査
		長尾誠也	金沢大学環日本海 域環境研究センタ ー	教授	解析
		落合伸也	金沢大学環日本海 域環境研究センタ ー	助教	放射能測定
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
	申請書に記載 した試料		湖底堆積物	粉末	30 個
	分析した試料				

研究目的・  
期待される  
成果

ヒマラヤ地域はアジアモンスーン地域に位置し、ローカルな排出とともにグローバルな難分解性有機物 (POPs) が輸送沈着する。そのため、グローバルスケールでの越境汚染の状況を調査研究できる地域である。本研究では、ヒマラヤ山岳地域の湖沼堆積物に記録されている難分解性有機物 (POPs) を測定するとともに堆積速度を測定し、1950 年代以降のヒマラヤ地域における POPs の蓄積状況を把握し、地球規模の越境汚染状況を解析する。また、標高の高い氷河地域と標高の低い露岩地域の湖沼堆積物の解析結果を比較し、気候変動に伴う POPs 沈着量の変動を検討する。

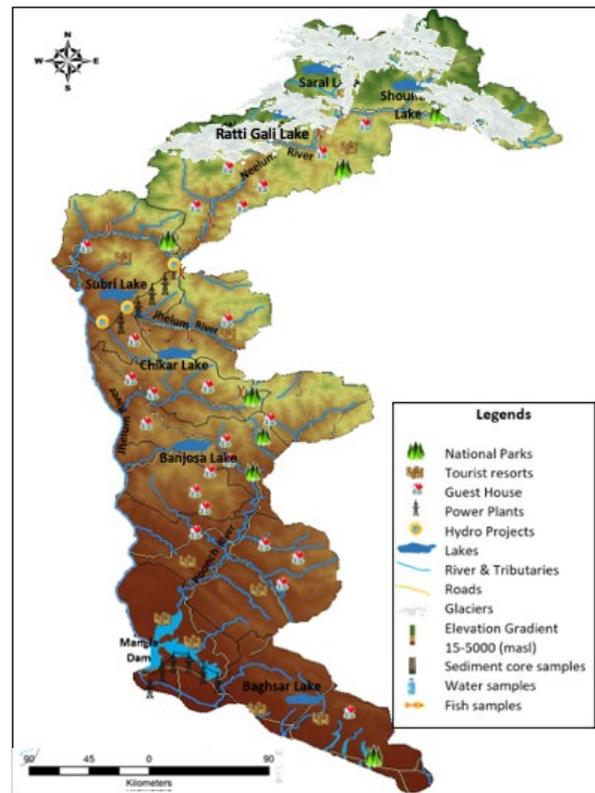
※申請書に記載した事項を要約して下さい。

湖沼堆積物はヒマラヤ地域の高度 3483m の Shounter Lake と高度 700m の Baghsar Lake でグラビティコーラーにより採取した。採取後、堆積物は 2cm 間隔で切断し、それぞれ堆積物の長さ 30cm の 15 試料を得ることが出来た。真空凍結乾燥により試料を乾燥し、前後の重量から含水率を計算した。Shounter Lake の堆積物の含水率は、表層の 73.7% から最下部の深さ 28-30cm で 43.4% と深さに対して減少する一般的な鉛直分布を示した。また、Baghsar Lake の堆積物の含水率は、表層の 80.1% から最下部の深さ 28-30cm で 40.9% と同じ様な変動傾向を示した。

コロナ禍の影響により、国際郵便の運用が停止され、試料をパキスタンから日本へ郵送することが不可能であった。しかし、2021 年 4 月現在、国際郵便の運用が再開され、試料の輸送が可能になったため、令和 3 年度に Pb-210 の測定を金沢大学環日本海域環境研究センター低レベル放射能実験施設で実施予定である。

利用・研究  
実施内容・  
得られた成  
果

### Study Area



※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

堆積物の堆積速度測定が令和 3 年度に終了後、国際学会、国際誌に公表予定である。

※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。

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

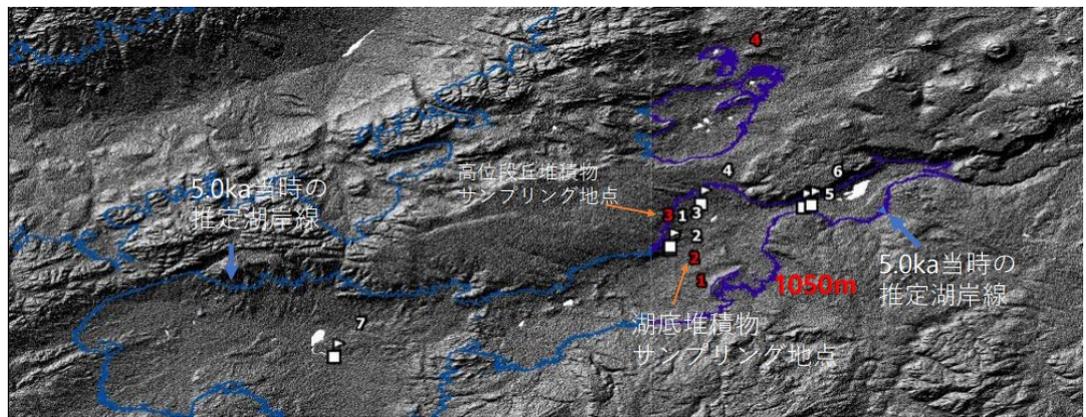
## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	たなか ゆきや		提出年月日	2021年 05月 14日
申請者氏名	田中幸哉			
所属・職名	慶護熙大学校 理科大学 地理学科 教授			
連絡先住所	〒			
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	東部モンゴルにおける湖水面変動と環境変化			
研究実施期間	2020年 4月1日～2021年 3月 31日			
センター 教員	長谷部徳子教授			

			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	田中幸哉	慶熙大学	教授	試料分析，総括
分担者		長谷部徳子	金沢大学	教授	OSL 年代測定	
		Kang Su-Min	慶熙大学	学部 3 年	試料分析補助	
		Ganbat Shuukhaaz	金沢大学	修士 1 年	OSL 年代測定補助	
※ 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	湖水堆積物 湖岸段丘堆積物				
	分析した試料	湖岸段丘堆積物	乾燥固体	8		
研究目的・ 期待される 成果	<p>現在中国大興安嶺付近まで太平洋モンスーンの影響下にあるとされている。モンゴル東部はこの限界線に近く、気候変動により降水量の変化が大きく現れると思われる気候変動に敏感な地域であると考えられる。モンゴル東部にはアムール川の源流であるヘルレン川が流れている。またこの地域に多数分布する凹地の多くは地形的にヘルレン川の河谷に連続している。湖岸段丘がこれらの凹地の周辺に多数分布していて、この凹地が湖水面変動を伴った湖であったことを表している。こうした地形的な特徴は湖の拡大縮小を意味し、拡大時にはヘルレン川の流量の増加をもたらしたことが推察される。これは日本海への淡水の流入量の変化は塩分濃度の変化をもたらし、日本海周辺の環境変化に大きく影響を与えるものと考えられる。</p>					
※申請書に記載した事項を要約して下さい。						

モンゴル東部のスフバートル県オンゴンの凹地（湖水が存在した）において5 mの堆積物のサンプリングを行った。またその周辺の湖岸段丘においても同様に堆積物のサンプリングを行った。その際にはトレンチを掘削し暗幕をかぶせて光爆していない試料を採取し、これら堆積物の年代を同定するためにルミネッセンス年代測定を行った。ルミネッセンス年代測定には次のような手順を用いた。まず試料を全岩試料として蛍光X線分析による主要元素分析およびレーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析計によるU、Thなどの微量放射性元素分析をおこない、試料が受ける年間線量を計算した。その際にトレンチから採取した試料であったことから、宇宙線期限の放射線量は無視した。また一部試料は過酸化水素処理による有機物の除去、塩酸処理による炭酸塩鉱物の除去、重液分離による重鉱物の除去、ケイフッ化水素酸処理による長石類の除去、ネオジウム磁石を用いた磁性鉱物の除去を行い石英を抽出した。さらにふるいかけによる試料サイズ調整およびフッ酸処理によりアルファ線による損傷を受けた可能性がある鉱物外殻の除去を行い、63-125ミクロンのもので光励起ルミネッセンスを測定した。測定にはSingle Aliquot Regenerative dose法を用い、同じ試料で感度変化も考慮した検量線を作成し、等価線量を見積もった。その結果、湖底堆積物の年代測定結果は4.8-60.9kaであり、後期更新世から完新世の環境変化を記録していると考えられる。また高位段丘の堆積物は1042m付近の露頭で観察され、その年代は5.4kaであった。またその周辺の砂丘堆積物の年代も4.9kaであった。これらは5.0ka前後に湖が最も拡大したことを示している。その時の湖の分布はUSGSのDEM dataを用い青ないし紫の線（標高1050m）で囲まれた範囲として以下のように推定された。この地域の周辺には氷河の分布は既存の研究によると報告されていない。また氷河の発達していたモンゴル中部のハンガイ山地からの融氷水の影響は地形的また位置的に見てないものと考えられる。この地域は安定していて隆起や沈降などの地殻変動も無視できると考えられる。したがって湖水位が5.0kaに1050m付近まで上昇し、これは降水量の増加とみなすことができる。当時は太平洋からのモンスーンがモンゴル高原にまで進入していたためと考えられる。

利用・研究実施内容・得られた成果



※1,000字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる  
成果物

Kang Su-Min 卒業論文

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ダバドルジ ダバスレン		提出年月 日	2021年 4月 20日
申請者氏名	Davaadorj Davaasuren			
所属・職名	モンゴル国立大学・専任講師			
連絡先住所	〒14201			
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input type="checkbox"/> 一般枠 <input checked="" type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			

研究課題	モンゴル南部アルカリ塩湖における重金属の濃集過程調査				
研究実施 期間	2020年 04月 01日～ 2021年 3月 31日				
センター 教員	福士圭介				
研究組織		氏名	所属	職名/ 大学院 生・学部 生は利用 時の年次	分担内容
	申請者	Davaadorj Davaasuren	モンゴル国立 大学	専任講師	総括
	分担者	福士圭介	金沢大学環日 本海域環境研 究センター	准教授	地球化学的解析
		Gankhurel Baasansuren	金沢大学大学 院自然システ ム学専攻	博士後期 課程2年	水試料の採取・分析
		北島卓摩	金沢大学大学 院自然システ ム学専攻	博士前期 課程2年	水試料の採取・分析
	Ochir Altansukh	モンゴル国立 大学	教授	現地調査	
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	湖水試料	液体	100	

	分析した試料	湖水試料	液体	100
研究目的・ 期待される 成果	<p>We studied Orog and Olgoy lakes located in Khangai and Gobi-Altai mountains transition zone, in Southern Mongolia. In these saline lakes, the dissolved matters are enriched in solutions because of the evaporation of lake water. The enrichments result in the formation of the contaminated lake water and salt deposits containing high levels of the toxic chemicals (Barber et al., 2009). The lakes are located in the desert area that one of the sources of Asian dust (kousa) that comes to Japan. Preliminary results of the study shown the high As and U concentration in lake water. As has already exceeds 10 times, U has exceeded 3 times the WHO environmental standard. Because the high concentration of heavy metals in lake water could be a source of environmental contamination and health associated risks. It can affect to the environment and possible to move to a greater distance beyond the continent by the westerly winds. Then we need to clarify the geochemical behavior (solubility, mobility and transport) of high concentrated heavy metals and water chemistry in saline lake water. The aim of the research is to clarify the heavy metal concentrations and formation process specifically As and U by monitoring the Orog and Olgoy lake water.</p> <p>The results will be significant for the understanding of heavy metals in saline water and helpful to understand the contamination of the study area further to discuss contamination of yellow dust study beyond the continent.</p>			
※申請書に記載した事項を要約して下さい。				

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p>In the 2020-2021 fiscal year, we went to the field sampling of lake water in July and September 2020. We collected water samples from our study area. The temperature, pH, electrical conductivity (EC), and oxidation-reduction potential (ORP) were measured using pH, EC, and ORP meters with electrodes (portable electrical conductivity pH meters, WM-32EP; TOA-DKK Corp., Tokyo, Japan). Concentrations of dissolved oxygen (DO) were measured using by DO meter (DO-3IP; TOA-DKK Corp., Tokyo, Japan), and corrected for the elevation of each lake. Major cation concentrations (Na, K, Ca, and Mg) of the filtered samples were analyzed by inductively coupled plasma optical emission spectroscopy (ICP-OES; ES-710S, Varian, Inc., Palo Alto, CA, USA). The concentrations of heavy metals (As, U, Pb, Zn, Cu, V, Cd, Sr, etc.) were analyzed using an inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS; iCAP RQ, Thermo Inc., Waltham, MA, USA). Major anion concentrations (Cl<sup>-</sup> and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) were analyzed by high-performance liquid chromatography (8020 Series, TOSOH Corp., Tokyo, Japan). All the above laboratory measurements were done at Kanazawa University.</p> <p>The lake water samples were characterized by slightly alkaline to alkaline pH values and high salinity. The major cation and anion of lake water are Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup>, respectively. It is typical for lakes located in arid regions, where evaporation exceeds the supply of water.</p> <p>The As concentrations varied from 100 µg/L at Orog lake to 885 µg/L at Olgoi lake. The U concentrations varied from 5.6 µg/L at Olgoi lake to 611µg/L at Orog lake. Therefore, As and U concentrations exceeded the World Health Organization (WHO) standard of 10µg/L (As) and 30µg/L (U) in lake water. The other heavy metal concentrations were relatively low (~46µg/L of Zn, ~65µg/L of Cu).</p> <p>We found a positive correlation between As and U with Na, K, and salinity. It reveals that As and U were also the results of high evaporation of lake water. Therefore, it supported our hypothesis of high concentrations of As and U in lake water.</p> <p>Furthermore, we need not only just results of water sample but also clarification of concentrations and mobility study of sediments of lakes. In the 2021-2022 fiscal year, we are planning to take water and sediment samples from our study area to determine the distribution of As and U between lake water and sediments.</p>
<p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p>	
<p>見込まれる 成果物</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fukushi, K.; Imai, E.; Sekine, Y.; Kitajima, T.; Gankhurel, B.; Davaasuren, D.; Hasebe, N. In Situ Formation of Monohydrocalcite in Alkaline Saline Lakes of the Valley of Gobi Lakes: Prediction for Mg, Ca, and Total Dissolved Carbonate Concentrations in Enceladus' Ocean and Alkaline-Carbonate Ocean Worlds. <i>Minerals</i> <b>2020</b>, <i>10</i>, 669. <a href="https://doi.org/10.3390/min10080669">https://doi.org/10.3390/min10080669</a></li> <li>2. バーサンスレンガンフレル・福士圭介・ダバスレン ダバドルジ・今井英吾・北島卓摩・長谷部徳子“Distribution of Uranium and Arsenic Between Sediments and Lake Water in Alkaline- Hyposaline Lake From Valley of Gobi Lakes in Mongolia”AGU Fall Meeting- 2020 (Online, 1-17 December 2020)</li> </ol>
<p>※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。</p>	

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

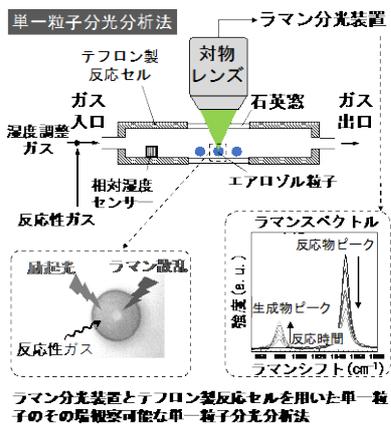
## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ちゃつく・ちゃん		提出年月日	令和3年4月10日
申請者氏名	Chak Chan			
所属・職名	School of Energy and Environment, City University of Hong Kong; Professor			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input type="checkbox"/> 一般枠 <input checked="" type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	Spectroscopic chemical characterization of aerosol particles during atmospheric aging processes			
研究実施期間	2020年4月1日～2021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	Chak K. Chan	City University of Hong Kong	Professor	Leading this research collaboration
	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	分析装置の最適化、実験
		玄大雄	金沢大学理工 研究域フロン ティア工学系	助教	反応セルのデザイン、反応実験
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態 (形状)	試料数
	申請書に記載 した試料		Model particles	Deposited droplets	20
			Ambient particulate matter	Particles collected in a filter	10
分析した試料		Model particles	Deposited droplets	30	

<p>研究目的・期待される成果</p>	<p>Aerosol has significant impacts on both the climate and human health on a global scale. Atmospheric aerosol is generated from a variety of sources and complex mixtures of organic and inorganic substances. It has a wide range of physical and chemical properties.</p> <p>Atmospheric aerosol is long-range transboundary species and hence it is subjected to atmospheric aging processes such as heterogeneous oxidation and photochemistry. The Japanese island receives aerosol which is “aged” during its transportation across the Sea of Japan. While a number of field measurements of ambient aerosol have been reported, the atmospheric chemical processes of the transboundary aerosol remain poorly understood. Elucidating such chemical processes is particularly crucial to facilitate the interpretation of field measurements across Asia-pacific regions including the area of the Sea of Japan and to provide more useful information needed in atmospheric modeling community.</p> <p>Spectroscopic methods, such as Raman spectroscopy and scanning electron microscopy, are useful for investigating the physical properties and chemical components of complex atmospheric particles. Raman studies have been carried out to probe the phase state (Bertram et al., 2011), hygroscopic properties (Yeung et al., 2009) and heterogeneous reactivity (Lee and Chan, 2007) of laboratory-generated atmospherically relevant particles under precisely controlled environments. Raman spectroscopic characterization can be performed under normal pressure and room temperature conditions, which has advantages over the other common instruments such as aerosol mass spectrometer requiring vacuum condition and ionization process that leads to fragmentation.</p> <p>In this study, we aim to develop a spectroscopic method for examining the chemical evolution of aerosol during atmospheric aging. We will focus on two atmospheric aging processes: (1) photolysis and (2) heterogeneous oxidation. The method is based on the combination of Raman spectroscopy and in-situ aerosol flow cell which provide chemical characterization and reaction chamber of aerosol samples, respectively.</p>
---------------------	--

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p>本研究での成果の一つとして、単一粒子分光分析法を開発した（右図）。この分析法の画期的な点は、様々な反応条件下で時間制限なく、反応実験を簡易かつ安価に反応セル中で行えることである。さらに非破壊分析である顕微ラマン分光法を用いることで、単一粒子をその場観察しながら反応をリアルタイムかつ大気圧下で測定できる。</p> <p>本研究では大気化学で最も重要な反応系であるエアロゾル相でのNO<sub>2</sub>ガスの加水分解反応(Wang et al Nat Commun 2020)に着目し、様々なイオン強度条件下でその反応速度定数を決定した。</p> $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+$ <p>実大気中に存在するイオン成分である硫酸、硝酸、塩化物イオン、アンモニウム、有機酸を含む水溶液から、数 μm サイズの液滴を微粒化することで、大気エアロゾルの組成、大きさを近似した微粒子の調製法を確立した。水溶液からの微粒化には、インクジェット技術でも用いられる、圧電素子を用いた微粒化法を採用した(Iida et al. Aerosol Sci Technol 2014)。微粒子中のイオン強度は周囲環境の相対湿度でコントロールし、その相対湿度は乾燥・湿潤空気の混合比をフェードバック(PID)制御により変え自動制御した。反応前の微粒子中の各成分濃度とイオン強度は、水溶液中の組成比と相対湿度の情報からエアロゾル熱力学モデルを用いて算出した。反応実験では、微粒子を反応セル中に導入し、数 ppm 程度のNO<sub>2</sub>ガスと反応させた。微粒子中の反応生成物を単一粒子分光分析法により検出、定量することで反応速度を測定した。この反応速度に加え、エアロゾル相での反応物・ガス濃度の情報から、最終的に反応速度定数を決定した。</p>  <p>ラマン分光装置とテフロン製反応セルを用いた単一粒子の場観察可能な単一粒子分光分析法</p>
<p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p>	
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>得られたNO<sub>2</sub>反応系における、反応速度定数とイオン強度の関係式は、ハーバード大学 Song 博士に提供され、大気化学モデルへ実装されている。これらの成果をまとめて原書論文の発表を予定している。</p>
	<p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	おちや あるたんすく		提出年月日	令和3年4月22日		
申請者氏名	Ochir Altansukh					
所属・職名	モンゴル国立大学 教授					
連絡先住所	〒					
TEL			FAX			
E-mail						
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究		<input type="checkbox"/> 一般枠 <input checked="" type="checkbox"/> 国際枠		研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究					
研究課題	流域の人間活動がモンゴル湖沼水質へ及ぼす影響評価					
研究実施期間	令和2年4月1日～ 令和3年3月31日					
センター 教員	長尾 誠也					

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	O. Altansukh	モンゴル国立 大学	教授	調査・解析
	分担者	長尾誠也	環日本海域環 境研究センタ ー	教授	調査・解析
		福士圭介	環日本海域環 境研究センタ ー	准教授	調査・解析
		落合伸也	環日本海域環 境研究センタ ー	助教	分析
		岩井久典	環日本海域環 境研究センタ ー	博士研究 員	分析
		Baterdene Ariunsanaa	環日本海域環 境研究センタ ー	D2	調査・分析
		宮川和大	環日本海域環 境研究センタ ー	M1	分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
	申請書に記載 した試料		湖水	水	60
	分析した試料		湖水	水	46

研究目的・  
期待される  
成果

モンゴルは越境汚染物質を輸送する大気エアロゾルの起源の 1 つの地域と考えられている。そのため、乾燥地帯のモンゴルは温暖化の影響を顕著に受けることが指摘されている。また、鉱床開発・採掘・居住地域の都市化とそれに伴う水質汚染等の環境問題がクローズアップされ、貴重水資源の湖沼環境の現状と人間活動の影響を評価することが急務となっている。本研究では、モンゴル第 2 の都市の郊外に位置し、鉱山活動の影響と都市化の影響を受けている河川水系・湖沼に直目し、栄養塩・有機物濃度等の地球化学的な観測項目を測定することにより、現在の湖沼環境を詳細に把握し、人間活動の将来予測を実施する。今回のアプローチはモンゴル水環境の基盤データの整備に繋がるとともに、水管理の視点を取り入れた環境保全対策を構築するために必要不可欠のデータと位置づけられる。

本申請では、河川水系・湖沼環境の栄養塩や有機物の動態研究を実施している環日本海域環境研究センターとの共同研究で実施する。分担者にはすでにモンゴルの微量金属汚染の研究について調査を進めている研究者が参画する。また、申請者は令和元年度にすでに予備調査を実施している。そのため、令和 2 年度の共同研究の調査等についても検討済みである。モンゴルでは Bulangiin nur lake (Bulan Lake) と Kharaa River で年 4 回の調査を計画している。採取した水試料を低レベル放射能実験施設に移動し、主要イオン組成、溶存有機炭素濃度、3 次元蛍光スペクトルを測定し、対象としているモンゴルの湖沼水質の季節変動を明らかにする。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p>コロナ禍の影響により、日本の研究者がモンゴルを訪問して共同での調査は実施出来なかったため、モンゴル国立大学のグループがモンゴルの湖沼調査を担当した。令和元年9月はDarhan ProvinceのBulan LakeとKharaa River流域のBornuur Lakeで湖水を採取した。令和2年1月、4月、8月、さらに令和3年1月にBulan Lakeで鉛直的に湖水を、流域のKharaa Riverでは表層河川水も採水した。令和元年9月と令和2年1月の湖水と河川水試料は金沢大学に移動できたため、令和元年9月の試料は栄養塩濃度、1月については栄養塩濃度、溶存有機炭素濃度、3次元蛍光スペクトル分析を実施した。また、有機物の蓄積状況を把握するため、富栄養化が進行している湖と対象点の湖で令和2年8月に堆積物コアを採取した。Darhan ProvinceのBulan Lakeでは2本のコア(長さ34~40cm)を採取し、0-10cm間は1cm間隔、10cm以深は2cm間隔で堆積物を切断した。Arkhangai ProvinceのUgii Lakeでも2本のコア(長さ56~68cm)を採取し、同じような間隔で堆積物を切断した。現在、乾燥中である。</p> <p>令和元年9月のBulan Lake湖水はアンモニウム濃度は12.6~25.4μM、硝酸濃度は5.1~11.0μMとBornuur Lakeに比べて1桁程度高い濃度であった。令和2年1月のBulan Lake湖水中のアンモニウム濃度は36.4~101μM、硝酸濃度は33.6~100.5μMと、Kharaa River河川水に比べて1~2桁高い濃度であった。付近の廃棄物処理場の排水のアンモニウム濃度は452μM、硝酸濃度は4.7μMと濃度比が異なる事、また、リン酸濃度は31.6μMと湖水と河川水に比べて30倍以上高い事、さらに、アンモニウムと硝酸は底層水で最大値を示すことから、冬季の湖水中アンモニウム・硝酸濃度が高い原因は、Bulan Lake表層が凍ることにより成層化が形成され、底層での有機物の分解による寄与が原因と考えられる。湖水の溶存有機炭素濃度も河川水に比べると2~10倍高い。また、湖水の三次元蛍光スペクトルを分析した結果、ブロードな腐植物質の蛍光ピークは検出されたが、トリプトファン様物質の蛍光ピークが検出され、有機物の分解が起こっている可能性を示唆している。今後は、令和2年4月と8月、令和3年1月の湖水試料を分析し、年間の栄養塩濃度の変動を明らかにする予定である。</p>
<p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p>	
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>令和3年度に学会発表を予定している。また、Baterdene Ariunsanaaは博士論文の一環でモンゴルの湖沼研究を実施している。令和3年度に博士論文として取りまとめる予定である。</p>
<p>※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。</p>	

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	インドラ チャンドラ	提出年月日	令和 2021年 04月 27日	
申請者氏名	Indra Chandra			
所属・職名	Engineering Physics, School of Electrical Engineering, Telkom University			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input type="checkbox"/> 一般枠 <input checked="" type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	Data validation and forecasting for long-term observation of environmental pollutions using low-cost sensors.			
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日			
センター 教員	氏名 Yayoi Inomata _____ E-mail: yinomata@se.kanazawa-u.ac.jp _____ ※主要設備一覧掲載の「センター教員」について記載して下さい。			

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	I. Chandra	Telkom University	Assistant Professor	Low-cost sensors preparation, gathering environmental data, data validation and forecasting
	分担者	Y. Inomata	Institute of nature and environmenta l study	Associate d Professor	Environmental aerosol data analysis
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
	申請書に記載 した試料		-	-	-
	分析した試料		-	-	-
研究目的・ 期待される 成果	<p><b>【Objectives】</b> We would like to continue our field observation regarding air pollution in <b>the Fukue Island and Kanazawa</b> with the focus into:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) to develop software-based calibration of air quality data that can automatically detect anomalous data.</li> <li>2) to analyze spatiotemporal air quality data (PM<sub>2.5</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, and NO<sub>2</sub>) and weather parameters (Temperature, Relative Humidity, Pressure, and Light intensity) for determination/prediction of emission sources and air mass behaviors.</li> </ol> <p><b>【Output/outcomes】</b> The output and/or outcomes from these activities are:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) The prototype of low-cost sensors-based air quality monitoring system and it is ready for commercialization.</li> <li>2) Method of fault detection for validation of sensors data.</li> <li>3) Method of data forecasting of concentrations of gas/particulate emissions.</li> <li>4) Web-based air quality monitoring system for multi-station.</li> </ol>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p>Due to pandemic covid-19, field observation at Fukue Island and Kanazawa, Japan, was canceled. Some field observations in Bandung, Indonesia, were also not held. However, we have the environmental data in 2020, and in some circumstances with tightening health procedures, we still can run two stations in Telkom Campus, Bandung. Our results are following:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Our pilot project of fixed station for air quality monitoring system in Bandung Metropolitan was established in 2018 and it have been continuing until now.</li> <li>2. We calibrated PM<sub>2.5</sub> and CO<sub>2</sub> sensors and we also have been testing in the field other uncalibrated sensors (CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, and O<sub>3</sub>).</li> <li>3. Emission levels in this area are influenced by local and long-range transport of polluted air due to local and regional wind/weather. We used low-cost meteorological sensing (Temperature, Relative Humidity, Pressure, Wind Speed/Direction).</li> <li>4. In the pre-study, we analyzed short and long-term exposure of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> to human health based on patient data around 5 km from the measurement stations.</li> <li>5. We identified technical issues in the field using low-cost sensors (only for PM<sub>2.5</sub> and CO<sub>2</sub>). Both hardware and software were monitored and repaired to ensure good data. Then, we validated PM<sub>2.5</sub> and CO<sub>2</sub> data.</li> <li>6. We tried to forecast the environmental data for PM<sub>2.5</sub> mass concentrations using artificial neural networks – backpropagation. Root mean square errors in two stations are 2 and 5 µg/m<sup>3</sup> respectively. Noted that the sensors have an error ±10 µg/m<sup>3</sup>.</li> <li>7. Caused by the outbreak, we changed some objectives and output/outcomes to make a low-cost calibration system for gas sensors.</li> <li>8. For commercialization used and to protect intellectual property rights, we submitted two local patents and one brand as well as a pre-start-up company.</li> <li>9. Further research: to make the standard of procedure for maintenance of low-cost sensors in the field.</li> </ol> <p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p>
<p>見込まれる成果物</p>	<p>Other results are as following:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Two submitted local patents regarding low-cost environmental sensors for indoor and outdoor: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Alat pemantau kualitas udara dalam ruang berbasis IoT (IoT based indoor air-quality monitoring device; IoT = Internet of Thing);</li> <li>b. Alat pemantauan kualitas udara outdoor berbasis Internet of Things (IoT) (IoT based outdoor air-quality monitoring device).</li> </ol> </li> <li>2. Indra Chandra, Muhayatun Santoso, Yayoi Inomata, and Takafumi Seto, “Utilization of microsensors for air-quality monitoring systems”, in Handbook of Advanced Approaches Towards Pollution Prevention and Control, Chapter book - 15, Elsevier (ISBN: 978-0-12-822121-1). <a href="https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822121-1.00015-1">https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822121-1.00015-1</a>.</li> </ol> <p>※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。</p>

**Annual Results Report**  
**Joint Research, Institute of Nature and Environmental Technology,**  
**Kanazawa University, 2020**

Name	Pham Chau Thuy	Date	04/24/2021	
Affiliation Position	Vietnam National Univeristy of Agriculture,Lecturer			
Postal Address				
Phone Number		Facsimile		
E-mail Address				
Funding Category	<input type="checkbox"/> Key Joint Research Program <input checked="" type="checkbox"/> Joint Research Program <input type="checkbox"/> PhD student Support Program	<input type="checkbox"/> domestic  <input type="checkbox"/> international	Research period <input type="checkbox"/> one year <input type="checkbox"/> two years	<input type="checkbox"/> new  <input type="checkbox"/> continue
Research Field	<input checked="" type="checkbox"/> Understanding environmental pollution, environmental fluctuations, and the mechanisms behind these factors <input type="checkbox"/> Investigating the effects of environmental change on human health <input type="checkbox"/> Researching the effects of human societies on ecosystems <input type="checkbox"/> Developing methods for the prediction of changes to local environments <input type="checkbox"/> Researching topics related to sustainable development <input type="checkbox"/> Interdisciplinary studies related to the Sea of Japan Sea region			
Research Theme	Comparison of particle-bound PAHs and NPAHs concentration between rice straw bu Hanoi and automobile area of Kanazawa			
Program Period	04/01/2019 ~ 03/31/2020			

K-INET Research Staff		Prof.Ning Tang			
Research Team		Name	Affiliation	Position	Role/Research Task
	Applicant	Pham Chau Thuy	Vietnam National University of Agriculture	Lecturer	
	Member(s) )	Ning Tang	Kanazawa University	Associate Professor	
		Akira Toriba	Kanazawa University	Associate Professor	
		Kazuichi Hayakawa	Kanazawa University	Professor	
※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				

<p>Purpose of the Research/ Expected Results</p>	<p>The object of this research is to find out the difference of atmospheric PAHs and NPAHs between in automobiles and biomass burning area. For detail purposes, the research determine emission profile from atmospheric particles in open rice straw burning area of Hanoi, focusing on emission factor of PAHs, NPAHs. The detail quantification of these toxic compounds is to be compare with those in vehicles area (Yamashina, Kanazawa) to assess characteristics of atmospheric PAHs and NPAHs in rice straw burning area in Hanoi, Vietnam</p> <p>Expected scientific outcomes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The characteristic of atmospheric PAHs and NPAHs distribution in rice straw burning area in Vietnam</li> <li>• The difference between atmospheric PAHs and NPAHs behavior in vehicles and rice straw burning area.</li> <li>• Identify indicators for PAHs and NPAHs emission sources in Hanoi and Kanazawa.</li> </ul>
--	---

※ Submit the application form.

<p>Details of the project/ Results</p>	<p>Comprehensive experiments were conducted to determine emission factors of gaseous pollutants, PM and PAHs adsorbed on PM via both field experiments and hood experiments in Hanoi. RSOB in Hanoi was popular with small piles at fields. Field burning experiments were conducted following the small pile burning as common burning practice in the North of Vietnam. PM EF in the field experiments was <math>34.0 \pm 17.6 \text{ g kg}^{-1} \text{ RS}</math> for <math>\text{PM}_{2.5}</math> and <math>54.6 \pm 35.4 \text{ g kg}^{-1} \text{ RS}</math> for TSP, which was higher than previous results in China with the same burning type. The EF for <math>\text{CO}_2</math>, CO from field experiments were in accordance with the values in the previous reports with the same small pile burning type. PM EF in field experiments was higher than the value from hood experiments. The PM EF from RS burning varied significantly depending on a number of factors, mostly related to RS characteristics, wind direction and wind speed, which led the differences of emission factor. The EF of <math>\text{SO}_2</math> in the present study (<math>1.4 \pm 1.1 \text{ g kg}^{-1} \text{ RS}</math> for field experiments and <math>1.82 \pm 1.77 \text{ g kg}^{-1} \text{ RS}</math> for hood experiments) was higher than the values reported from Thailand and China. The higher EF of <math>\text{SO}_2</math> due to higher sulfur content in RS in Vietnam may be related to habitual use of fertilizer or available sulfur content in soil. In the hood experiments, the positive relationship between PM EF and RS moisture and between <math>\text{CO}_2</math> EF and RS carbon content were observed. The EF of <math>\text{CO}_2</math> and PM had positive correlation coefficients with <math>\text{O}_2</math> percentage in the burning smoke. Particle-bound PAHs tended to be adsorbed more on <math>\text{PM}_{2.5}</math> rather than TSP and BaP was the most noticeable PAH in RS burning smoke. The level of PAHs in the present study was the same range as those in the previous studies. However, it is the first time to mention the higher proportion and contribution of BaP to the total PAHs in the RS burning smoke as compared to the literature. This observation needs to have further studies to better understand. The results of PM EF and PAH profile in this study are related to RS characteristics, the burning type (small piles) and meteorological conditions, which represent the North region of Vietnam. High levels of PM EF and the toxic substances (such as BaP) observed in RS burning smoke would cause high exposure to people during the RS burning season and lead to adverse health consequences. With the current RS burning ratio at field, the amount of 369.6 Gg for <math>\text{CO}_2</math>, 13.7 Gg for CO, 0.67 Gg for <math>\text{SO}_2</math>, 0.35 Gg for <math>\text{NO}_2</math>, 10.8 Gg for <math>\text{PM}_{2.5}</math> and 32 Mg for total 10 particle-bound PAHs emitted from RSOB in Hanoi 2019, which contributed significantly to reduce air quality in Hanoi and also in the regional atmospheric environment. This result is useful information for the environmental</p>
--	---

	<p>managers, who need to seek for environmentally sustainable and economically viable ways to manage large amount of residual rice straw to avoid open field burning. Thus, reduction or elimination of this common open burning practices should have much more attention from environmental managers and policy makers, targeting to improve air quality, health, and climate.</p>
<p>Results</p>	<p>The results were submitted in Journal of Air Quality Atmospheric and Health And completed revision after reviewing <b>Pham, C.T.</b>, Ly, B.T., Nghiem, T.D., Pham, T.H.P., <b>Tang, N.</b>, Hayakawa, K., Toriba, factors of selected air pollutants from rice straw burning in Hanoi, Vietnam, <i>Air Quality &amp; Health</i>, complete revision after reviewing.</p> <p>※ Write down the schedule of the published original papers, the publication without original papers, oral presentation, bachelor thesis, thesis of master degree and doctoral thesis. Applicants must report the results to the K-INET office.</p>

**Annual Results Report**  
**Joint Research, Institute of Nature and Environmental Technology,**  
**Kanazawa University, 2020**

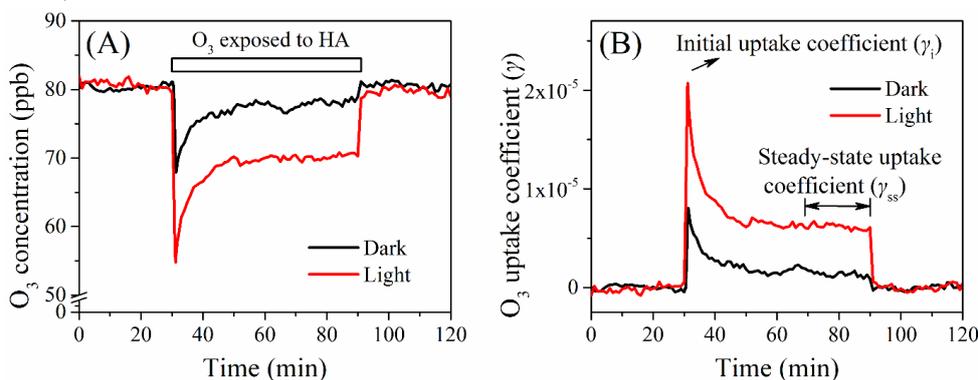
Name	Chong Han	Date	4/21/2021	
Affiliation Position	Department of Resource and Environment, School of Metallurgy, Northeastern University, China. Professor			
Postal Address				
Phone Number		Facsimile		
E-mail Address				
Funding Category	<input type="checkbox"/> Key Joint Research Program <input checked="" type="checkbox"/> Joint Research Program <input type="checkbox"/> PhD student Support Program	<input type="checkbox"/> domestic <input checked="" type="checkbox"/> international	Research period <input checked="" type="checkbox"/> one year <input type="checkbox"/> two years	<input checked="" type="checkbox"/> new <input type="checkbox"/> continue
Research Field	<input checked="" type="checkbox"/> Understanding environmental pollution, environmental fluctuations, and the mechanisms behind these factors <input type="checkbox"/> Investigating the effects of environmental change on human health <input type="checkbox"/> Researching the effects of human societies on ecosystems <input type="checkbox"/> Developing methods for the prediction of changes to local environments <input type="checkbox"/> Researching topics related to sustainable development <input type="checkbox"/> Interdisciplinary studies related to the Sea of Japan Sea region			
Research Theme	Investigation of compositions and optical properties of humic-like substances in atmospheric Japan sea region			
Program Period	04/01/2020 ~ 03/31/2021			
K-INET Research Staff	Ning Tang, Associate Professor, Kanazawa University			

Research Team	Name	Affiliation	Position	Role/Research Task	
	Applicant	Chong Han	Department of Resource and Environment, School of Metallurgy, Northeastern University, China	Professor	Investigation of compositions and optical properties of HULIS in aerosols
	Member(s)	Wangjin Yang	Department of Resource and Environment, School of Metallurgy, Northeastern University, China	Grade 5, doctoral student	Analysis of compositions of HULIS
		Hongxing Yang	Department of Resource and Environment, School of Metallurgy, Northeastern University, China	Grade 2, doctoral student	Analysis of compositions of HULIS
		Di You	Department of Resource and Environment, School of Metallurgy, Northeastern University, China	Grade 2, master student	Analysis of optical properties of HULIS
Ran Yan		Department of Resource and Environment, School of Metallurgy, Northeastern University, China	Grade 2, master student	Analysis of optical properties of HULIS	
※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	Aerosol; WSOC; HULIS; NAC; PAHs; NPAHs	Solid State	120
	Analyzed sample	HULIS HA	Solid State	165
Purpose of the Research/ Expected Results	<p>A class of organic compounds in atmospheric aerosol, fog and cloud water have been defined as humic like substances (HULIS) due to a certain resemblance to HS. HULIS was important compositions of organics in Atmospheric aerosols and its level range in atmospheric particles was 0.02-13.4 <math>\mu\text{g m}^{-3}</math>. Atmospheric HULIS differed from terrestrial and aquatic HS, such as smaller average molecular weight, lower aromatic moiety content, greater surface activity, better droplet activation ability, as well as others. HULIS had significant environmental and climatic effects. For example, HULIS may play a significant role in the atmospheric processes by affecting radiation balance and cloud droplets formation. HULIS can be also involved in the photochemical processes because it contained aromatic moieties as light absorbers. The environmental and climatic effects of HULIS significantly depended on its compositions. Therefore, it is very important to investigate the relationship between compositions and properties of HULIS.</p> <p>This project will be performed in the atmospheric chemical laboratory, Northeastern University and the aerosol sampling station of the institute of nature and environmental technology, Kanazawa University. HULIS in the aerosols in near Japan sea region will be investigated to obtain their compositions and optical properties. The quantitative relationship between the compositions and optical properties of HULIS will be built.</p> <p>It has been observed that the <math>\text{O}_3</math> uptake on HA and HULIS was enhanced under irradiation, and the <math>\text{O}_3</math> uptake coefficient depended on various environmental conditions. The generation of small aldehydes, alcohols and ketones has been detected after HA was exposed to <math>\text{O}_3</math> under irradiation. The change in the HULIS light absorption ability during the photochemical ozonization has been also measured. The photo-bleaching process and the formation of chromophores were responsible for the modification in the optical property of HULIS. It should be pointed out that visible or ultraviolet light was used to investigate the photochemical reaction of <math>\text{O}_3</math> with HA or HULIS in previous publications. The role of sunlight with a continuous wavelength in the heterogeneous <math>\text{O}_3</math> uptake on HULIS has not been clarified yet. Influences of environmental factors on the heterogeneous reaction of <math>\text{O}_3</math> with HA or HULIS under real or simulated sunlight remain unexplored. To better obtain the uptake data of <math>\text{O}_3</math> on HA and HULIS, the dependence of the initial uptake coefficient (<math>\gamma_i</math>) and the steady-state uptake coefficient (<math>\gamma_{ss}</math>) of <math>\text{O}_3</math> on environmental conditions is needed to be further measured. In addition, the comprehensive modifications in the chemical composition of HA and HULIS during the photochemical ozonization are not well known. Thus, heterogeneous photochemical reaction between <math>\text{O}_3</math> and HA was investigated using a flow tube reactor coupled to an <math>\text{O}_3</math> analyzer. The <math>\gamma_i</math> and <math>\gamma_{ss}</math> on HA were measured in detail under diverse environmental factors, such as HA mass, total irradiance, initial <math>\text{O}_3</math> concentration, <math>\text{O}_2</math> content, temperature, relative humidity (RH) and HA solution pH. The changes in the functional groups and optical properties of HA aged by <math>\text{O}_3</math> under irradiation were examined by the Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) and the UV-visible diffuse reflectance spectrophotometer (UV-VIS DRS), respectively.</p> <p>Based on the implementation of this project, atmospheric implications of the photochemical reaction between <math>\text{O}_3</math> and HA were discussed on the basis of experimental results. Series of results about atmospheric aerosol chemistry was obtained, and papers have been published in journals.</p>			
*Submit the application form.				

### 1. Photoenhanced O<sub>3</sub> Uptake on HA

Figure 1 shows the variations of the O<sub>3</sub> concentration and the O<sub>3</sub> uptake coefficient with proceeding the reaction between O<sub>3</sub> and HA. Once 80 ppb O<sub>3</sub> was exposed to HA in the dark and under irradiation, the O<sub>3</sub> signals rapidly decreased to the smallest values, followed by gradual recovers due to the consumption of reactive sites on HA (Figure 1A). The O<sub>3</sub> signal under irradiation exhibited a larger decline compared to that in the dark (Figure 1A). This suggests that light promoted the O<sub>3</sub> loss on the HA surface. As shown in Figure 1B,  $\gamma_i$  was determined by the maximum O<sub>3</sub> uptake on HA at the first 1 min during the reaction. The  $\gamma_i$  on HA was  $8.04 \times 10^{-6}$  and  $2.07 \times 10^{-5}$  in the dark and under irradiation, respectively. The O<sub>3</sub> uptake coefficient almost remained unchanged at the 40-60 min in the reaction, which was used to calculate  $\gamma_{ss}$ . The  $\gamma_{ss}$  on HA was  $(5.89 \pm 1.24) \times 10^{-6}$  under irradiation, which was 4.8 times of  $\gamma_{ss}$  in the dark.

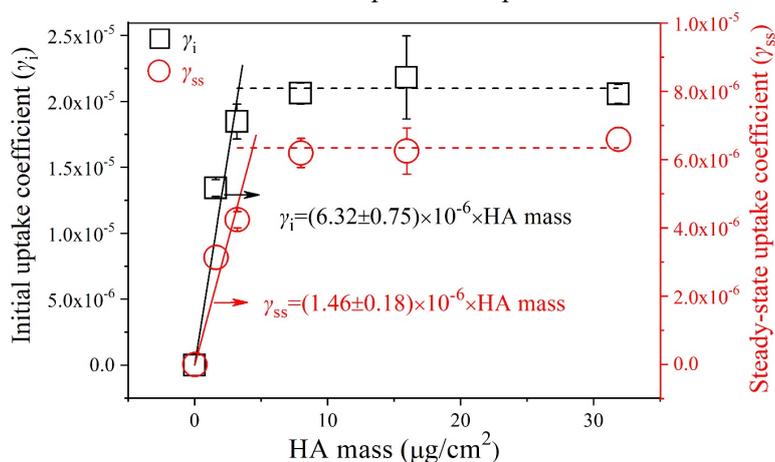


**Figure 1.** The temporal changes of the O<sub>3</sub> concentration (A) and the O<sub>3</sub> uptake coefficient (B) during the heterogeneous reaction of O<sub>3</sub> with HA in the dark and under irradiation of  $2.07 \times 10^{16}$  photons/(cm<sup>2</sup>·s). Reaction conditions: HA mass of 15.9 μg/cm<sup>2</sup>, initial O<sub>3</sub> concentration of 80 ppb, O<sub>2</sub> content of 20%, temperature of 298 K, RH of 20% and HA solution pH=9.6.

Details of the project/ Results

### 2. Dependence of Photochemical O<sub>3</sub> Uptake on Environmental Conditions

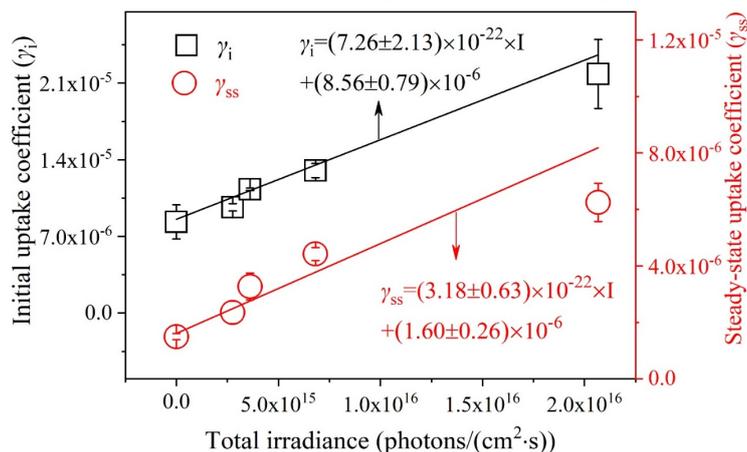
As shown in Figure 2, the dependence of the O<sub>3</sub> uptake coefficient on the HA mass was investigated to determine the O<sub>3</sub> diffusion on the HA. The error bars in figures represent the standard deviations on the basis of three reduplicative experiments.



**Figure 2.** The  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  at different HA mass during the photochemical reaction of O<sub>3</sub> with HA. Reaction conditions: total irradiance of  $2.07 \times 10^{16}$  photons/(cm<sup>2</sup>·s), initial O<sub>3</sub> concentration of 80 ppb, O<sub>2</sub> content of 20%, temperature of 298 K, RH of 20% and HA solution pH=9.6.

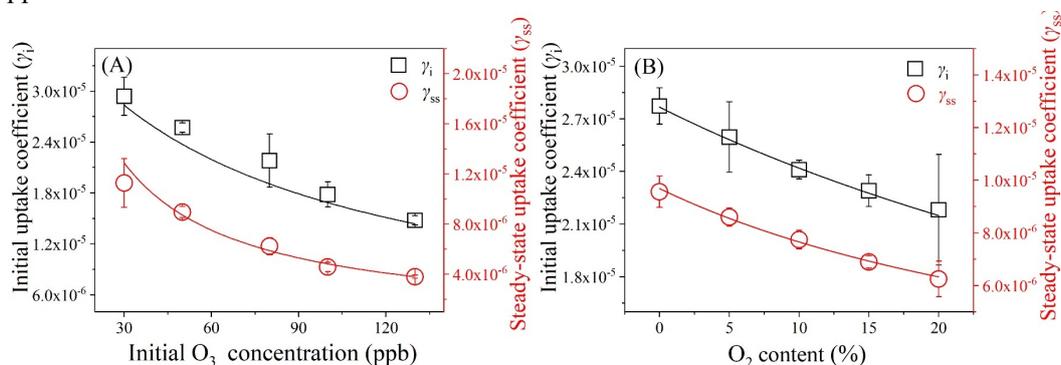
The  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  linearly correlated with the HA mass (0-3.2  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ), indicating the exposure of the whole HA to  $\text{O}_3$ . The  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  were almost invariable at the HA mass of 8.0-31.8  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ , with their average values of  $(2.10 \pm 0.07) \times 10^{-5}$  and  $(6.35 \pm 0.22) \times 10^{-6}$ , respectively. The independence of  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  with respect to the HA mass suggests that  $\text{O}_3$  cannot react with the underlayer HA. The  $\text{O}_3$  maximum probe mass per unit area was calculated to be 3.3 and 4.3  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  for the initial  $\text{O}_3$  uptake and the steady-state  $\text{O}_3$  uptake on HA, respectively, which was the intersection between the straight line and the average values of the  $\text{O}_3$  uptake coefficient in the HA mass range of 8.0-31.8  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ .

Figure 3 displays the dependence of  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  on total irradiance. The  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  had linear relationships with the total irradiance in the range of 0- $2.07 \times 10^{16}$  photons/( $\text{cm}^2\cdot\text{s}$ ).



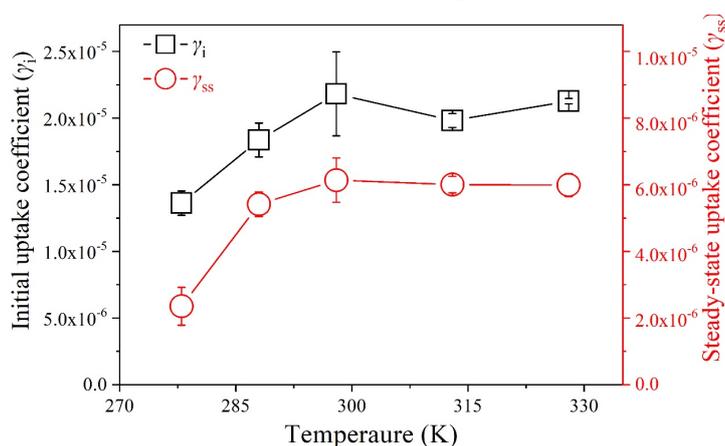
**Figure 3.** The  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  at different total irradiance during the photochemical reaction of  $\text{O}_3$  with HA. Reaction conditions: HA mass of 15.9  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ , initial  $\text{O}_3$  concentration of 80 ppb,  $\text{O}_2$  content of 20%, temperature of 298 K, RH of 20% and HA solution pH=9.6.

Figure 4 demonstrates the changes of  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  at various initial  $\text{O}_3$  concentrations (Figure 4A) and  $\text{O}_2$  contents (Figure 4B). As shown in Figure 4A, there was negative dependence of  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  on the initial  $\text{O}_3$  concentration. The  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  declined from  $(2.94 \pm 0.22) \times 10^{-5}$  and  $(1.13 \pm 0.19) \times 10^{-5}$  to  $(1.48 \pm 0.05) \times 10^{-5}$  and  $(3.81 \pm 0.13) \times 10^{-6}$ , respectively, with increasing initial  $\text{O}_3$  concentration from 30 to 130 ppb. Figure 4B displays that  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  decreased with increasing the  $\text{O}_2$  content. The  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  were  $(2.77 \pm 0.10) \times 10^{-5}$  and  $(9.55 \pm 0.57) \times 10^{-6}$ , respectively, when pure  $\text{N}_2$  was used as the carrier gas with the initial  $\text{O}_3$  concentration of 80 ppb.



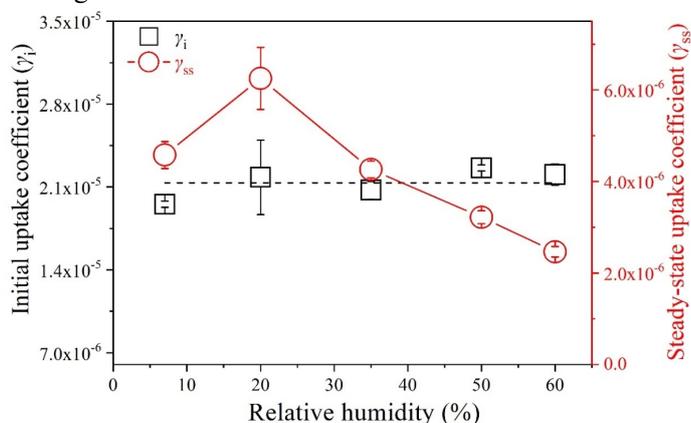
**Figure 4.** The  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  at different initial  $\text{O}_3$  concentrations (A) and  $\text{O}_2$  contents (B) during the photochemical reaction of  $\text{O}_3$  with HA. Solid lines in (A) and (B) were the fitting results using equations (10) and (11), respectively. Reaction conditions: total irradiance of  $2.07 \times 10^{16}$  photons/( $\text{cm}^2\cdot\text{s}$ ), HA mass of 15.9  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ , temperature of 298 K, RH of 20%, HA solution pH=9.6,  $\text{O}_2$  content of 20% in (A), and initial  $\text{O}_3$  concentration of 80 ppb in (B).

Figure 5 shows that  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  increased with the temperature ranging from 278 to 298 K. The  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  at 298 K were  $(2.18 \pm 0.31) \times 10^{-5}$  and  $(6.25 \pm 0.68) \times 10^{-6}$ , which were 1.6 and 2.6 times of the corresponding ones at 278 K, respectively. This suggests that the photochemical reaction between  $O_3$  and HA is a thermal-controlled process. It was noted that  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  were almost independent of the temperature at 298-328 K, with their average values of  $(2.10 \pm 0.10) \times 10^{-5}$  and  $(6.16 \pm 0.08) \times 10^{-6}$ , respectively. When the reaction temperature increased, the reaction between the  $O_3$  adsorbed on HA and photoexcited species may be accelerated, leading to the increase trend in  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  in the temperature range of 278-298 K.



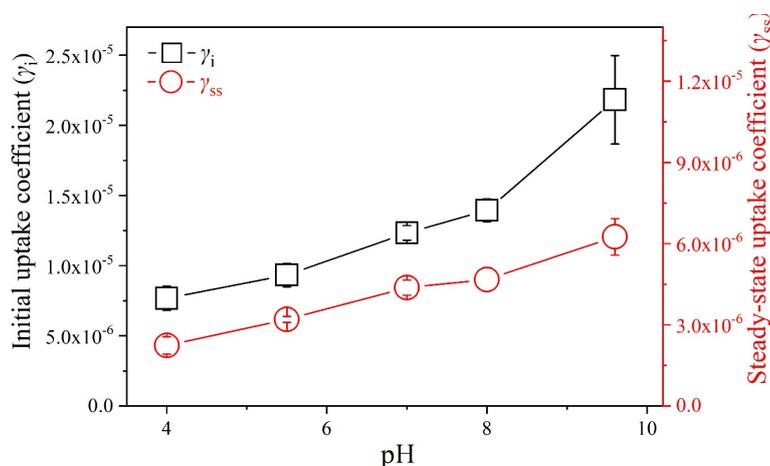
**Figure 5.** The  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  at different temperature during the photochemical reaction of  $O_3$  with HA. Reaction conditions: total irradiance of  $2.07 \times 10^{16}$  photons/( $cm^2 \cdot s$ ), initial  $O_3$  concentration of 80 ppb,  $O_2$  content of 20%, HA mass of  $15.9 \mu g/cm^2$ , RH of 20% and HA solution pH=9.6.

Figure 6 shows dependence of  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  on RH. The  $\gamma_i$  almost remained unchanged ( $(2.14 \pm 0.12) \times 10^{-5}$ ) with RH (7%-60%), and the maximum  $\gamma_{ss}$  value appeared at RH=20%. Strong interactions among polar groups in HA by the hydrogen bonding formed an aggregated HA structure under dry condition. The hydration of polar groups in HA unfolded the aggregated HA, which provided more approachable sites for the  $O_3$  uptake under humid condition. Thus,  $\gamma_{ss}$  increased with the RH in the range of 7%-20%. When the RH further increased, photoexcited species in HA generated under irradiation may be quenched by  $H_2O$ , resulting in the decrease of  $\gamma_{ss}$  at higher RH.



**Figure 6.** The  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  at different RH during the photochemical reaction of  $O_3$  with HA. Reaction conditions: total irradiance of  $2.07 \times 10^{16}$  photons/( $cm^2 \cdot s$ ), HA mass of  $15.9 \mu g/cm^2$ , initial  $O_3$  concentration of 80 ppb,  $O_2$  content of 20%, temperature of 298 K and HA solution pH=9.6.

Figure 7 displays that  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  continuously increased with increasing the pH from 4.0 to 9.6. The  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  were  $(7.68 \pm 0.86) \times 10^{-6}$  and  $(2.24 \pm 0.32) \times 10^{-6}$  at pH=4, respectively. Both  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  at pH=9.6 were larger by a factor of 2.8 than those at pH=4.



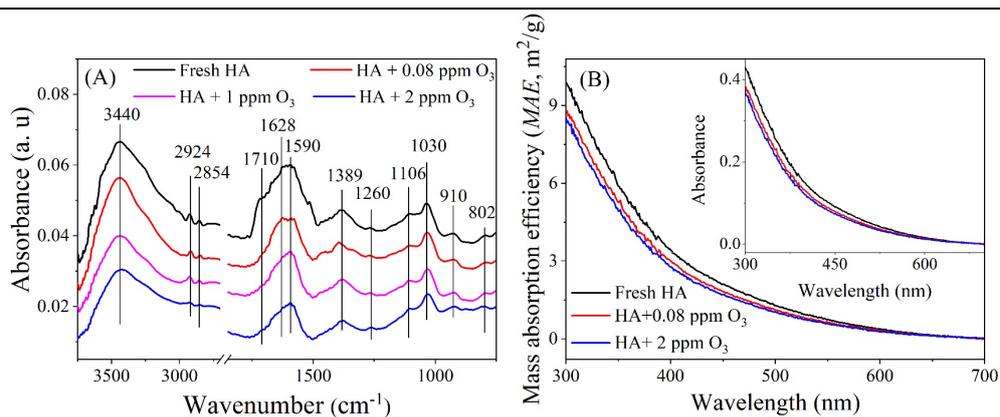
**Figure 7.** The  $\gamma_i$  and  $\gamma_{ss}$  at different pH during the photochemical reaction of  $O_3$  with HA. Reaction conditions: total irradiance of  $2.07 \times 10^{16}$  photons/( $cm^2 \cdot s$ ), HA mass of  $15.9 \mu g/cm^2$ , initial  $O_3$  concentration of 80 ppb,  $O_2$  content of 20%, temperature of 298 K and RH of 20%.

### 3. Changes in the Composition and Optical Property of HA

Figure 8A summarizes FT-IR spectra of fresh HA and HA aged by  $O_3$  under irradiation for 6 h. The peak at  $3440 \text{ cm}^{-1}$  was attributed to OH stretching.<sup>1-3</sup> Peaks at  $2924$  and  $2854 \text{ cm}^{-1}$  were related to C-H stretching in  $CH_3$  and  $CH_2$ .<sup>4, 5</sup> The shoulder peak at  $1710 \text{ cm}^{-1}$  originated from ketone and aldehyde or C=O stretching vibration of COOH.<sup>2, 5-7</sup> The peak at  $1628 \text{ cm}^{-1}$  was ascribed to C=O stretching of quinone and ketone or COOH.<sup>2, 6, 7</sup> Two peaks at  $1590$  and  $1389 \text{ cm}^{-1}$  were asymmetric and symmetric stretching of  $COO^-$ , respectively.<sup>5, 8, 9</sup> Peaks at  $1628$  and  $1590 \text{ cm}^{-1}$  may be related to C=C.<sup>6, 7</sup> Peaks at  $1260$ ,  $1106$  and  $1030 \text{ cm}^{-1}$  belonged to C-O stretching vibration.<sup>4, 7, 8</sup> In addition, peaks at  $910$  and  $802 \text{ cm}^{-1}$  were associated with C-H bending of aromatic rings.<sup>2, 4, 6</sup>

After the exposure of HA to  $O_3$  under irradiation, there were decreases in the intensity of OH ( $3440 \text{ cm}^{-1}$ ),  $CH_2$  and  $CH_3$  ( $2924$  and  $2854 \text{ cm}^{-1}$ ), C=O ( $1710$ ,  $1628$  and  $1590 \text{ cm}^{-1}$ ), COOH ( $1710$  and  $1628 \text{ cm}^{-1}$ ), aromatic C=C ( $1628$  and  $1590 \text{ cm}^{-1}$ ) and  $COO^-$  ( $1590$  and  $1389 \text{ cm}^{-1}$ ). To highlight the loss of functional groups during the photochemical aging of HA, Table S2 summarizes the integrated areas of FT-IR peaks of fresh HA and HA aged at 0.08, 1 and 2 ppm  $O_3$  concentration under irradiation. The integrated areas of these peaks decreased with increasing the  $O_3$  concentration, suggesting the consumption of these functional groups.

Figure 8B shows *MAE* of fresh HA and HA aged by  $O_3$  under irradiation for 6 h. HA has a wide light absorption in the wavelength range of 300-600 nm. The *MAE* of HA exhibited a decline with increasing the wavelength. Compared to fresh HA, HA aged by 0.08 and 2 ppm  $O_3$  had a decline in *MAE*. The loss of oxygen containing functional groups in HA aged by  $O_3$  has been confirmed by FT-IR spectra (Figure 8A), such as chromophoric C=O groups, which was responsible for the decline in *MAE* of HA during the photochemical ozonization. It has been reported that *MAE* of HULIS aged by  $O_3$  under irradiation also showed a decrease (Baduel et al., 2011). Although the generation of carbonyl functions in HULIS during the ozonization led to the increase in *MAE* of HULIS, the photo-bleaching process of HULIS played a more important role in decreasing *MAE* of HULIS (Baduel et al., 2011).



**Figure 8.** The FT-IR spectra (A) and MAE (the inset was the absorbance spectra) (B) of fresh HA and HA aged at different initial O<sub>3</sub> concentrations under irradiation for 6 h.

#### Reference:

1. Andjelkovic, T., Perovic, J., Purenovic, M., Blagojevic, S., Nikolic, R., Andjelkovic, D., Bojic, A., 2006. Spectroscopic and potentiometric studies on derivatized natural humic acid. *Anal. Sci.* 22, 1553-1557.
2. Hu, G., Sun, Z., Gao, H., 2010. Novel process of simultaneous removal of SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> by sodium humate solution. *Environ. Sci. Technol.* 44, 6712-6717.
3. Lumsdon, D.G., Fraser, A.R., 2005. Infrared spectroscopic evidence supporting heterogeneous site binding models for humic substances. *Environ. Sci. Technol.* 39, 6624-6631.
4. Adani, F., Ricca, G., 2004. The contribution of alkali soluble (humic acid-like) and unhydrolyzed-alkali soluble (core-humic acid-like) fractions extracted from maize plant to the formation of soil humic acid. *Chemosphere* 56, 13-22.
5. Traversa, A., Said-Pullicino, D., D'Orazio, V., Gigliotti, G., Senesi, N., 2011. Properties of humic acids in Mediterranean forest soils (Southern Italy): Influence of different plant covering. *Eur. J. Forest Res.* 130, 1045-1054.
6. Cavoski, I., D'Orazio, V., Miano, T., 2009. Interactions between rotenone and humic acids by means of FT-IR and fluorescence spectroscopies. *Anal. Bioanal. Chem.* 395, 1145-1158.
7. Helal, A.A., Murad, G.A., Helal, A.A., 2011. Characterization of different humic materials by various analytical techniques. *Arabian J. Chem.* 4, 51-54.
8. Gaffney, J.S., Marley, N.A., Smith, K.J., 2015. Characterization of fine mode atmospheric aerosols by Raman microscopy and diffuse reflectance FTIR. *J. Phys. Chem. A* 119, 4524-4532.
9. Hay, M.B., Myneni, S.C.B., 2007. Structural environments of carboxyl groups in natural organic molecules from terrestrial systems. Part 1: Infrared spectroscopy. *Geochim. Cosmochim. Acta* 71, 3518-3532.

Results	<p>(1) Wangjin Yang, Tingting Zhang, Chong Han*, Ning Tang, He Yang, Xiangxin Xue. Photoenhanced heterogeneous reaction of O<sub>3</sub> with humic acid: Focus on O<sub>3</sub> uptake and changes in the composition and optical property. <i>Environmental Pollution</i>, 2021, 268, 115696.</p> <p>(2) Wangjin Yang, Chong Han*, Tingting Zhang, Ning Tang, He Yang, Xiangxin Xue. Heterogenous photochemical uptake of NO<sub>2</sub> on the soil surface as an important ground-level HONO source. <i>Environmental Pollution</i>, 2021, 271, 116289.</p> <p>(3) Quanyu Zhou, Lulu Zhang, Lu Yang, Xuan Zhang, Wanli Xing, Min Hu, Bin Chen, Chong Han, Akira Toriba, Kazuichi Hayakawa, Ning Tang*. Long-term variability of inorganic ions in TSP at a remote background site in Japan (Wajima) from 2005 to 2015. <i>Chemosphere</i>, 2021, 264, 128427.</p>
---------	---

※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 the K-INET office.

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ご けい		提出年月日	2021年 4月 30日
申請者氏名	Qing Wu			
所属・職名	School of Public Health, Fudan University, Professor			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input type="checkbox"/> 一般枠 <input checked="" type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	Comparison of characteristics and health risks of PM <sub>2.5</sub> -bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the atmosphere of coastal cities in China and Japan			
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日			
センター 教員	Ning Tang			

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	Qing Wu	Fudan University	Professor	Management and sampling
	分担者	Ning Tang	Kanazawa University	Professor	Sampling
		Xiuli Chang	Fudan University	Associate Professor	Analysis
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	PAHs	Adsorbed on solid particles	168	
	分析した試料	PAHs	Adsorbed on solid particles	168	
研究目的・ 期待される 成果	<p>Plenty of studies have demonstrated that fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) in the ambient air has both acute and chronic negative effects on human health. The concentration, composition and evolution of PM<sub>2.5</sub> and its bound PAHs depend on emission sources and meteorological conditions and vary greatly from region to region. Shanghai, China, and Kanazawa, Japan, are both coastal cities in the East Asian monsoon zone, and traffic emission has been identified as the primary source of PM<sub>2.5</sub>-bound PAHs in these two cities. However, the concentration of PAHs in PM<sub>2.5</sub> in Shanghai is significantly higher than that in Kanazawa and is influenced by more mixed emission sources, which is believed to cause greater health risks.</p> <p>In this study, we collected PM<sub>2.5</sub> samples in Shanghai and Kanazawa and analyzed the concentration and composition of PAHs in PM<sub>2.5</sub>. Based on the comparison between the variation and source of PM<sub>2.5</sub>-bound PAHs in the two cities, we clarified the differences and relations in the formation and health effects of PM<sub>2.5</sub>-bound PAHs in Shanghai and Kanazawa.</p>				
※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

In the first stage, the regularly variations of the PM-bound PAHs and NPAHs in Shanghai over the past decade were compared. The mean  $\Sigma$ PAHs and 1-NP concentrations in winter decreased by 39.7% and 79.0% from 2010 to 2018, respectively. BbF, BgPe, and 2-NFR were dominant compounds in all periods. The ambient temperature was found to affect PM-bound PAH and NPAH concentrations. The emission sources in Shanghai were mainly affected by traffic emissions with some coal and/or biomass combustion. The OH radical-initiated reaction was the main pathway for the secondary formation of 2-NP and 2-NFR. Moreover, the air mass routes were different in each period, and the effect of external sources from northern China was greater in winter. On the other hand, the mean  $\Sigma$ BaP<sub>eq</sub> concentrations and ILCR in winter both decreased in recent years.

A series of measures have been implemented to control air pollutant emissions from various sources in China in recent years. PAH and NPAH results in this study indicated the positive effects of various policies and regulations. However, the air pollution in winter is still severe. To further control and reduce air pollutant emissions, some measures should be strengthened. Examples include improving the combustion technology, such as increasing the combustion efficiency; popularizing the desulfurization and denitrification of fossil fuels; changing the energy structure, such as reducing the use of fossil fuels; popularizing clean and/or renewable energy; and using dust and smoke removal and condensation technologies to reduce some of the pollutants before entering the atmosphere. Moreover, the routes of exposure to PAHs and NPAHs include ingestion and dermal contact in addition to inhalation due to the characteristics of their generation and existence. Analysing simple and representative PAH and NPAH biomarkers can better evaluate the potential health risks of exposure to PAHs and NPAHs. However, the previous results of research on biomarkers, such as 1-hydroxypyrene in human urine, still showed some shortcomings because absorption, metabolism, and excretion may differ among PAHs and NPAHs and vary significantly among humans. We hope that we can provide basic data for finding better PAH and NPAH biomarkers through the accumulation of our data from atmospheric observations.

※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) Yang, L., Zhang, L.L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Wu, Q., Zhou, Z.J., Chen, R.J., Toriba, A., Hayakawa, K., Tang, N., Yearly variation of characteristics and health risk of PM-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and nitro-PAHs (NPAHs) in urban Shanghai, China, *J. Environ. Sci.*, **99**, 72-79 (2021).
- 2) Yang, L., *et al.*, Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and nitro-PAHs in nine cities in monsoon zone during the predominant East Asian monsoon: characteristics and determinants, *Manuscript in preparation*.

※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, 2020**

Name	Zhijun Wu	Date	04/13/2021	
Affiliation Position	College of Environmental Sciences and Engineering, Peking University/Professor			
Postal Address				
Phone Number		Facsimile		
E-mail Address				
Funding Category	<input type="checkbox"/> Key Joint Research Program <input checked="" type="checkbox"/> Joint Research Program <input type="checkbox"/> PhD student Support Program	<input type="checkbox"/> domestic <input checked="" type="checkbox"/> international	Research period <input type="checkbox"/> one year <input checked="" type="checkbox"/> two years	<input type="checkbox"/> new <input checked="" type="checkbox"/> continue
Research Field	<input checked="" type="checkbox"/> Understanding environmental pollution, environmental fluctuations, and the mechanisms behind these factors <input type="checkbox"/> Investigating the effects of environmental change on human health <input type="checkbox"/> Researching the effects of human societies on ecosystems <input type="checkbox"/> Developing methods for the prediction of changes to local environments <input type="checkbox"/> Researching topics related to sustainable development <input type="checkbox"/> Interdisciplinary studies related to the Sea of Japan Sea region			
Research Theme	The atmospheric ice nucleating particles activities in Wajima, Japan			
Program Period	04/01/2021 ~ 03/31/2022			
K-INET Research Staff	Ning Tang			

Research Team		Name	Affiliation	Position	Role/Research Task
	Applicant	Zhijun Wu	Peking University	Professor	Organizer
	Member(s)	Song Guo	Peking University	Professor	Sample analysis
		Min Hu	Peking University	Professor	Sample analysis
		Ning Tang	Kanazawa university	Professor	Instrument management
※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	Ambient particle samples		48	
	Analyzed sample	Ambient particle samples			
Purpose of the Research/ Expected Results	<p>The concentrations and properties of atmospheric ice nucleating particles (INPs) could modulate the cloud formation and furtherly have impacts on precipitation and cloud radiative forcing. Therefore, INPs play profound roles in the aerosol-cloud-climate system. However, the sources of INPs and corresponding ice nucleation mechanisms remain largely unclear, impeding our understanding the aerosol-cloud interaction and climate change. Especially, studies related to the INPs over Asian regions were scarce. The investigations on INPs sources and properties will improve our understanding of INP budgets and cloud formation over Eastern areas.</p> <p>We plan to develop the collaboration between Peking University and Kanazawa University and carry out the field observations focusing on the INPs at Wajima, Japan. Wajima faces to Japanese sea and is a receptor of dust particles and anthropogenic aerosols from outflow of Eastern Asia areas. Thus, Wajima is a unique site to study the marine aerosols and modified continental aerosols by marine environment, which are recently considered as potential INPs sources.</p> <p>The outcomes will provide the information on INPs characteristics and sources over Japanese sea. Integrating aerosol chemistry and meteorological parameters, such investigation would improve our understanding of INPs in the outflow of continental atmosphere in a marine environment.</p>				
※Submit the application form.					

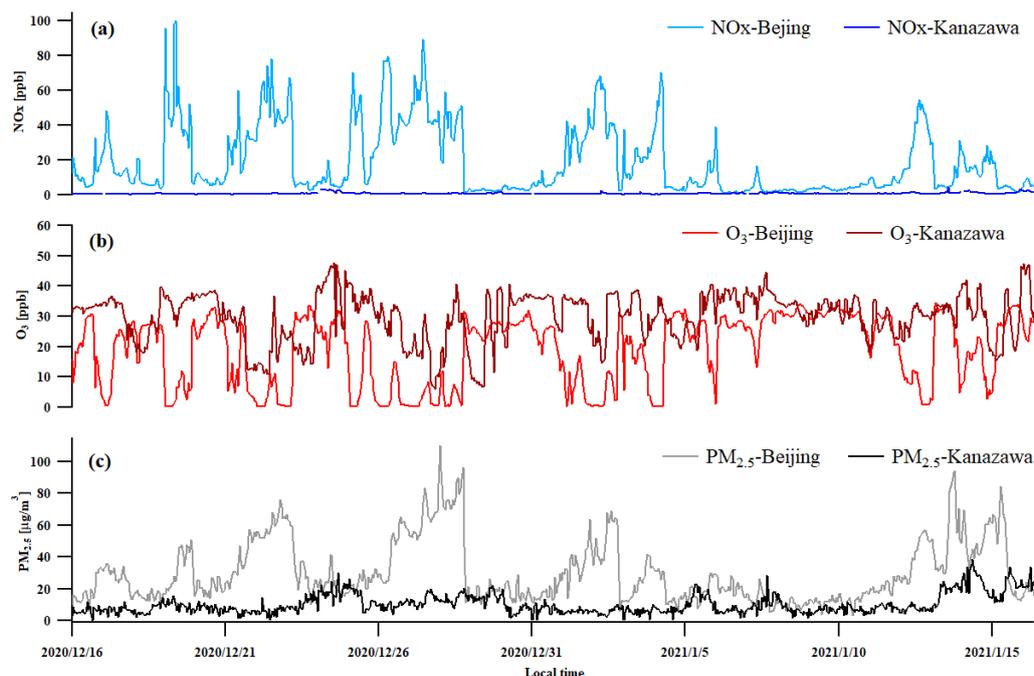


Figure 1 Time series of concentrations of gas pollutants ( $O_3$ ,  $NO_x$ ) (a, b) and  $PM_{2.5}$  (c) in Beijing and Kanazawa

Details of the project/ Results

A joint field campaign in Beijing and Kanazawa was conducted from December 16<sup>th</sup>, 2020 to January 15<sup>th</sup>, 2021. Beijing is a megacity which are strongly impacted by anthropogenic activities, while Kanazawa locates on the western Japan Sea coast of Honshu which has less population. Chemical compositions, phase state, size distribution of aerosols and meteorological parameters were measured. The concentrations of two gas pollutants ( $NO_x$ ,  $O_3$ ), and  $PM_{2.5}$  measured during the campaign are shown in Figure 1. Clearly, large variation of  $PM_{2.5}$  ( $30.14 \pm 19.59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) has been observed in Beijing during this period, while  $PM_{2.5}$  in the atmosphere of Kanazawa stayed quiet constant and three times lower ( $10.18 \pm 6.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) than those measured in Beijing.

The concentration of  $NO_x$  (Fig.1(a)) and  $PM_{2.5}$  (Fig.1(c)) in Beijing were much higher than those measured in Kanazawa during the observation ( $18.85 \pm 19.74$  ppb and  $2.92 \pm 0.52$  ppb, respectively), indicating that anthropogenic activities impact the air quality of Beijing. Another thing needs to be noted is that the concentration of  $O_3$  in Beijing is contrarily lower than those of Kanazawa ( $18.85 \pm 11.53$  ppb and  $29.88 \pm 8.14$  ppb, respectively). We suppose that the formation of  $O_3$  in Kanazawa might be under the control of volatile organic compounds (VOC), thus even the low  $NO_x$  concentration can result in high  $O_3$  concentration. But this point warrants further investigation.

Due to the present ongoing Covid-19 pandemic, the sample collection of ambient particles related to the investigation of ice nucleation was unavailable, but this would be furtherly addressed in the upcoming campaign.

Results	
---------	--

※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.

**Annual Results Report**  
**Joint Research, Institute of Nature and Environmental Technology,**  
**Kanazawa University, 2020**

Name	Chen Bin	Date	04/28/2021	
Affiliation Position	Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences Associate Professor			
Postal Address				
Phone Number		Facsimile		
E-mail Address				
Funding Category	<input type="checkbox"/> Key Joint Research Program <input checked="" type="checkbox"/> Joint Research Program <input type="checkbox"/> PhD student Support Program	<input type="checkbox"/> domestic <input checked="" type="checkbox"/> international	Research period <input checked="" type="checkbox"/> one year <input type="checkbox"/> two years	<input type="checkbox"/> new <input checked="" type="checkbox"/> continue
Research Field	<input checked="" type="checkbox"/> Understanding environmental pollution, environmental fluctuations, and the mechanisms behind these factors <input type="checkbox"/> Investigating the effects of environmental change on human health <input type="checkbox"/> Researching the effects of human societies on ecosystems <input type="checkbox"/> Developing methods for the prediction of changes to local environments <input type="checkbox"/> Researching topics related to sustainable development <input type="checkbox"/> Interdisciplinary studies related to the Sea of Japan Sea region			
Research Theme	Aerosol Characteristics in Wajima and Beijing: Comparison of Downstream Regions			
Program Period	04/01/2020 ~ 03/29/2021			
K-INET Research Staff	Tang Ning			

Research Team		Name	Affiliation	Position	Role/Research Task
	Applicant	Chen Bin	Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences	Associate Professor	Plan and management of China side
	Member(s)	Tan Saichun	Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences	Associate Professor	Data analyzing
		Habib Ammara	Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences	Ph.D researcher	Experiment and data Analyzing
		Dong Xiaofei	Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences	Ph.D student	Experiment and data Analyzing
Tang Ning		Kanazawa University	Professor	Sampling	
※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	Atmospheric aerosols	Solid, gas, liquid	2 years data	
	Analyzed sample	Atmospheric aerosols	Solid, gas, liquid	2 years data	

Purpose of the  
Research/  
Expected  
Results

The objective of this study is to characterize the aerosol properties in Beijing and Wajima using these measurements. The aerosol characteristics can be well understood by comparing the measurements obtained in the two cities. Some previous measurements of the aerosol properties in Beijing have been made over week- to month-long periods of intensive measuring campaigns, but few long-term, season-crossing observations have been reported. In the present study, measurements were performed over a nearly 3-year period. Using these data, the aerosol characteristics and their frequency distributions could be reliably obtained. Among the study, several special weather and pollution conditions including dust, haze, etc. will be considered in these two spots, by which we can go insight to see what pollutants are dominant for radiation budget and atmospheric environment in the two different cities.

※ Submit the application form.

<p>Details of the project/ Results</p>	<p>Aerosol optical properties derived by SKYRAD.pack versions 5.0 and 4.2 using the radiometer measurements over Qionghai and Yucheng in China, two new sites of the radiometer network (SKYNET) were analyzed. The volume size distribution retrieved by V5.0 presented bimodal patterns with a 0.1–0.2 <math>\mu\text{m}</math> fine particle mode and a 5–6 <math>\mu\text{m}</math> coarse particle mode both over Qionghai and Yucheng. The differences of the volume size distributions between the two versions were very large for the coarse mode with a radius of over 5 <math>\mu\text{m}</math>. The mean single scattering albedo (SSA) at 500 nm retrieved from V5.0 were approximately 0.03 higher than those from V4.2 in Qionghai and Yucheng, respectively. The imaginary part of the complex refractive index (<math>m_i</math>) retrieved from V5.0 at all wavelengths was systemically higher than those by V4.2 over Qionghai. Moreover, the differences of the real parts of the complex refractive index (<math>m_r</math>) obtained using the two versions were within 4.25% both at Yucheng and Qionghai. The seasonal variability of the aerosol optical properties over Qionghai and Yucheng were investigated based on SKYRAD.pack V5.0. The average SSA during the winter was larger than those in other seasons in Yucheng, while the lowest SSA values occurred in winter over Qionghai. Meanwhile, the <math>m_r</math> showed a decreasing trend in winter over both sites. The results can provide validation data in China for SKYNET and continue improving the data-processing and inversion method. The results provide references for continued improvement of the retrieval algorithms of SKYNET and aerosol observational networks.</p> <p>Seasonal and monthly variations in Aerosol Optical Depth (AOD) over eastern and western routes of China Pakistan Economic Corridor (CPEC) and the relationship between AOD and meteorological parameters (i.e., temperature, rainfall and wind speed) were found and analyzed. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) and Multi-angle Imaging Spectroradiometer (MISR) data was used from the terra satellite for the period of 2003–2018. We aim to overtake the conventional view of the purpose of using the satellite data for AOD retrieval. Hence, after comparing MODIS AOD with MISR AOD, only MISR AOD dataset is used for further analysis. The results show a decreasing trend of AOD in summer season, a positive relationship between temperature and AOD during winter and spring seasons where a negative relationship between wind speed and AOD in winter and spring seasons over eastern and western routes. Periodic analysis of MODIS AOD and MISR AOD depicts May–June as the peak period of aerosol concentration over central Pakistan. The inter-annual analysis shows the aerosol trend remained higher during summer season however rainfall showed a washout effect. Eastern route has higher standard deviation and larger values for aerosol prevalence as compared to western route. The trajectory analysis using the HYSPLIT model suggests the bias of air mass trajectory caused deviation in the aerosol trend in the region.</p> <p>Airborne microorganisms transported by dust events from Asian Deserts influence regional climate changes, ecosystem dynamics and human health in the westerly-wind blowing area of Asia. However, the vertical transport of airborne microorganisms was not understood. We collected aerosols at high altitudes (800 m and 500 m) and ground levels (5 m and 10 m) at Asian dust-source area, such as the Taklimakan and Gobi Deserts, for analyzing the chemical compositions and abundances of the airborne microorganisms that are distributed vertically over desert area. Assessment of the dust particles using an optical particle counter and scanning electron microscopic observation counts demonstrated that the mineral and microbial particles remained suspended at altitudes of over 300 m and decreased to half to one-tenth of their concentrations compared to those at the ground level. High-throughput sequencing</p>
--	---

	<p>rRNA genes (bacterial taxonomic marker) revealed that the airborne bacterial communities were mixed vertically at the altitudes of some hundreds of meters over both the sites predominantly composed of the phyla Actinobacteria, Firmicutes, Bacteroidetes, and Proteobacteria. In contrast, using sequencing analysis of internally transcribed spacer (fungal taxonomic markers), the fungal community structures over both the sites were different at high altitudes and ground levels. Sequences belonging to the phylum Ascomycota increased at high altitudes and comprised the commonly detected mold that includes the genera <i>Cladosporium</i> and <i>Alternaria</i> and to be resistant to atmospheric stressors. Our results indicate that airborne bacterial communities are easily mixed vertically over dust-source desert, while stressor-tolerant of airborne Ascomycota remain at high altitudes of desert atmosphere.</p> <p>The concentrations of atmospheric aerosols, i.e. PM1 and PM2.5 values are comparable between in Beijing and Wajima in the years of 2019 and 2020. Both before and during COVID-19 the value of PM concentration in Wajima were obviously lower than in Beijing with 10-16 ug/m<sup>3</sup>, for which the possible reason is that Wajima is regarded as an remote region meanwhile Beijing is a typical urban region with much more anthropogenic origins of PM. The PM concentration in Wajima kept relatively steady and even a little increasing from January to March, 2020, while it was continually decreasing in Beijing. Further reasons in a longer time period in the two spots have been being analyzed.</p>
Results	<p>(1) Naseer, M., Aslam, U., Khalid, B. Chen*, et al. Green route to synthesize Zinc Oxide Nanoparticles using leaf extracts of <i>Cassia fistula</i> and <i>Melia azadirach</i> and their antibacterial potential. <i>Sci Rep.</i> 2020 Jun 3;10(1): 9055. doi: 10.1038/s41598-020-65949-3.</p> <p>(2) Bushra Khalid, Ayesha Khalid, Sidra Muslim, Ammara Habib, Kishwar Khan, Debora Souza Alvim, Sehrish Shakoor, Sonia Mustafa, Sana Zaheer, Momel Zoon, Azmat Hayat Khan, Sana Ilyas and Bin Chen*, 2020. Estimation of aerosol optical depth in relation to meteorological parameters over eastern and western routes of China Pakistan economic corridor, <i>Journal of Environmental Sciences</i>, Volume 99, January 2021, Pages 28-39</p> <p>(3) Jiang, Z., Duan, M., Che, H., Zhang, W., Nakajima, T., Hashimoto, M., Chen, B. &amp; Yamazaki, A. (2020). Inter-comparison between the Aerosol Optical</p>

Properties Retrieved by Different Inversion Methods from SKYNET Sky Radiometer Observations over Qionghai and Yucheng in China. *Atmospheric Measurement Techniques*, 13(3), 1195-1212.

(4) Bushra Khalid, Azmat Hayat Khan, Amber Inam, Ammara Habib, Xiaofei Dong, Ning Tang and Bin Chen, Higher Thermal Extremes and Relationship of Northern Indian Ocean's Sea Surface Temperature and Atmospheric Temperature over Land in Pakistan, *Atmosphere*, in review.

(5) Xiaofei Dong, Guangyu Shi, Teruya Maki, Ning Tang and Bin Chen, Comparison of bioaerosol properties between over dust source area and over dust deposition area, completed for submission.

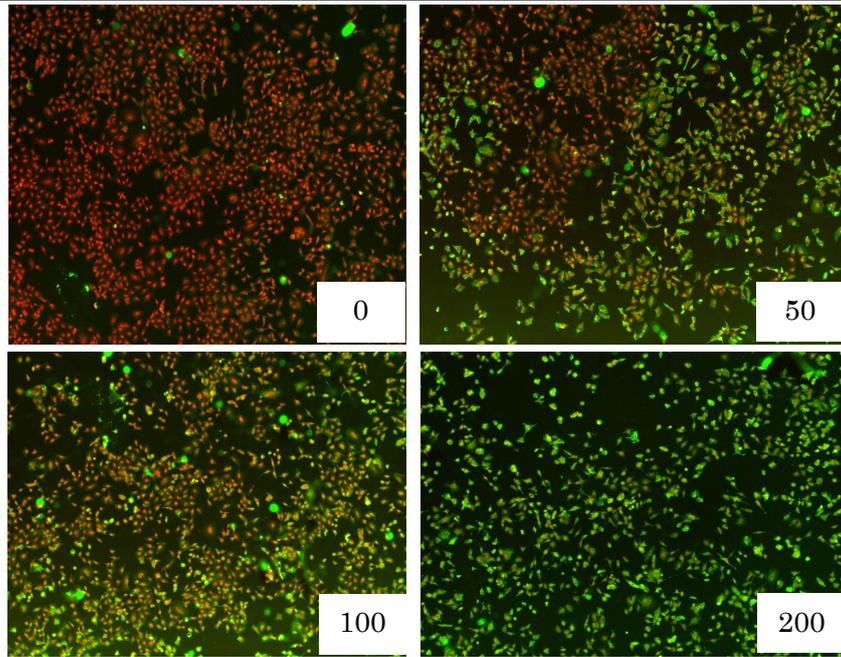
※Write down the schedule of the published original papers, the publication without original papers, oral presentation, bachelor thesis, thesis of master degree and doctoral thesis. Applicants must report the results to the K-INET office.

**Annual Results Report**  
**Joint Research, Institute of Nature and Environmental Technology,**  
**Kanazawa University, 2020**

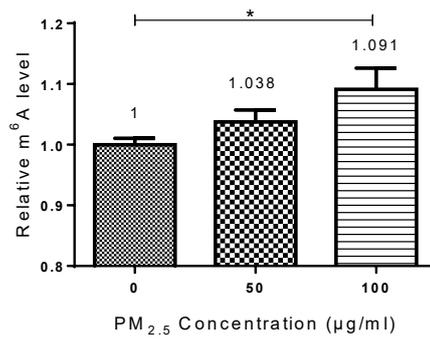
Name	Yongjie We	Date	04/20/2021	
Affiliation Position	Chinese Research Academy of Environmental Sciences (CRAES) • Associate Professor			
Postal Address				
Phone Number		Facsimile		
E-mail Address				
Funding Category	<input type="checkbox"/> Key Joint Research Program <input checked="" type="checkbox"/> Joint Research Program <input type="checkbox"/> PhD student Support Program	<input type="checkbox"/> domestic <input type="checkbox"/> international	Research period <input type="checkbox"/> one year <input type="checkbox"/> two years	<input type="checkbox"/> new <input type="checkbox"/> continue
Research Field	<input type="checkbox"/> Understanding environmental pollution, environmental fluctuations, and the mechanisms behind these factors <input checked="" type="checkbox"/> Investigating the effects of environmental change on human health <input type="checkbox"/> Researching the effects of human societies on ecosystems <input type="checkbox"/> Developing methods for the prediction of changes to local environments <input type="checkbox"/> Researching topics related to sustainable development <input type="checkbox"/> Interdisciplinary studies related to the Sea of Japan Sea region			
Research Theme	Comparative Study on Cytotoxicity of Atmospheric Particulates in China and Japan			
Program Period	01/01/2020 ~ 12/31/2020			
K-INET Research Staff	Ning Tang			

Research Team		Name	Affiliation	Position	Role/Research Task
	Applicant	Yongjie Wei	CRAES	Prof.	Epigenetic study
	Member(s)	Ning Tang	Kanazawa Uni.	Prof.	PM <sub>2.5</sub> sampling and chemical analyses
		Zhigang Li	CRAES	Associate Prof.	Molecular analyses
		Chen Guo	CRAES	Assistant Prof.	Molecular analyses
		Zhanshan Wang	CRAES	Assistant Prof.	Biochemical analyses
		Ziye Wang	CRAES	Assistant Prof.	Molecular analyses
※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	<p>As we all know that PM<sub>2.5</sub> may have the association with nearly all kinds of chronic metabolic diseases in human beings. PM<sub>2.5</sub> is a complex mixture containing crustal elements, metals, inorganic ions (e.g. sulfate, nitrate, and ammonium), elemental carbon (EC), organic compounds, and biogenic species including endotoxins. Experimental evidence suggested that PM toxicity is directly due to various toxic substances adsorbed. Thus, PM<sub>2.5</sub> from different sources and different countries may have different effects. From our previous studies, we found that lower PM<sub>2.5</sub> doses are sufficient to trigger cytokine expression and release from MH-S macrophages while high doses are required to cause quantitative cell death, as shown by the steep decrease in the rate of viability.</p> <p>In recent years, Chinese government has taken a lot of measures to control PM<sub>2.5</sub>. Compare to the concentration of PM<sub>2.5</sub> over 100 ug/m<sup>3</sup> before year 2017, the yearly average concentration of PM<sub>2.5</sub> was 58 ug/m<sup>3</sup> in 2018 and 42 ug/m<sup>3</sup> in 2019 in Beijing. And in Japan, the average concentration of PM<sub>2.5</sub> is keeping at lower than 20 ug/m<sup>3</sup>. We are very interested in knowing the toxicity of PM<sub>2.5</sub> in China and Japan. Thus, in the present study, we will try to find the cytotoxicity of PM<sub>2.5</sub> sampled in different time and different places of China and Japan. By the support of the Joint Research &amp; Conference Programs, the Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, we have collected PM<sub>2.5</sub> in Beijing, Baoding, Shanghai, and Kanazawa, Wajima. in the present study, we will use these samples to do the toxicology study. we will choose a more gentle, aqueous extraction protocol to mimic physiological conditions and bioavailability of PM compounds. We will choose the murine alveolar macrophage cell line MH-S as the target cells to assess whether PM<sub>2.5</sub>'s toxicological endpoints, including cell viability, cytokine/chemokine release, anti-oxidative and inflammatory gene expression will be different in different PM<sub>2.5</sub> from China and Japan. Relationships between chemical composition and toxic endpoints will also be studied and the associated pathways and mechanisms will also be discussed.</p>				
※Submit the application form.					

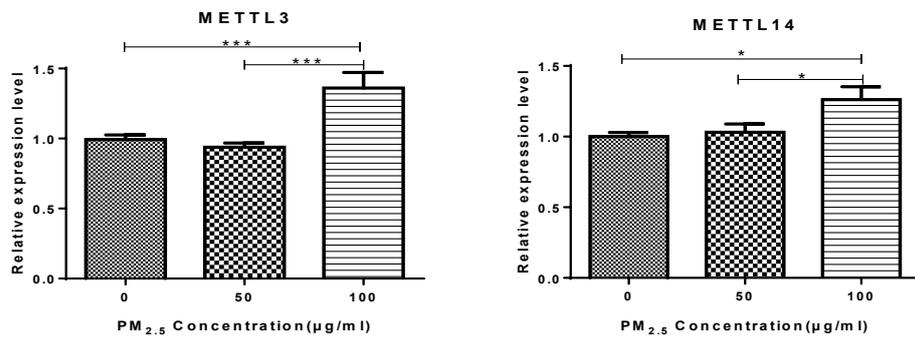
<p>Details of the project/ Results</p>	<p>As planned, we should do the comparative study in Beijing, Baoding, Shanghai, and Kanazawa, Wajima. For the COVID-19 in the world wide, we only did the experiments by using the PM sampled from Beijing.</p> <p>Background: In recent years, our country has achieved great results in air pollution control, but the problem that air pollution affects the health of residents is still prominent. Air pollution leads to increasing human health and environmental risks, among which airborne particulate matter is the main contributing factor. Evidence from epidemiology and toxicology shows that exposure to airborne particulate matter increases the risk of morbidity and mortality of some disease in the population, such as respiratory diseases and cardiovascular diseases and so on. It is particularly important to explore the molecular mechanism of adverse health outcomes induced by airborne particulate matter. Epigenetics, as a medium for integrating internal and external environmental factors and genomic genetic information, plays an important role in the damage of the body caused by environmental pollution exposure, and has become an important approach and direction for studying the adverse health effects of air pollution. N6-methyladenosine (m<sup>6</sup>A) is an important mRNA modification method discovered in recent years, which regulates gene expression at the post-transcriptional level and affects body functions. This study intends to explore the influence of airborne particulate matter exposure on RNA m<sup>6</sup>A and its regulatory mechanism.</p> <p>Objective: Reveal the effect of airborne particulate matter exposure on the body's RNA m<sup>6</sup>A and the regulatory effect of the TGF-β/Smads pathway on RNA m<sup>6</sup>A.</p> <p>Methods: (1) Animal exposure model. The lung tissue of mice exposed to airborne particulate matter accumulated in the early stage of the research was the research object. Using histopathological observation, qPCR and other methods, the RNA m<sup>6</sup>A level, RNA methylation and demethylation transferase, TGF-β and Smad gene expression difference were compared among the control group (C), exposure group (P), and reversal group (R). (2) Cell exposure model. The human lung cancer cell line A549 was selected as the research object. Firstly, a normal cellular model exposure to airborne particulate matter was established, and concentrations of particulate matter with 50, 100, 200 ug/ml were selected, as well as a blank group. Using qPCR, ELISA and other methods studied the effects of airborne particulate matter exposure on cellular RNA m<sup>6</sup>A levels and gene and protein expression of RNA methylation and demethylation transferase, TGF-β and Smads. Secondly, cell exposure model with TGF-β expression inhibition was established by adding inhibitors of TGF to the medium, and control group (C), an inhibitor group (G), a particulate matter exposure group (P), an inhibitor plus particulate matter exposure group (PG) were set up. The effects of TGF-β expression inhibition on RNA m<sup>6</sup>A levels and expression changes of RNA methylation and demethylation transferase, TGF-β and Smads after airborne particulate matter exposure were studied.</p>
--	--

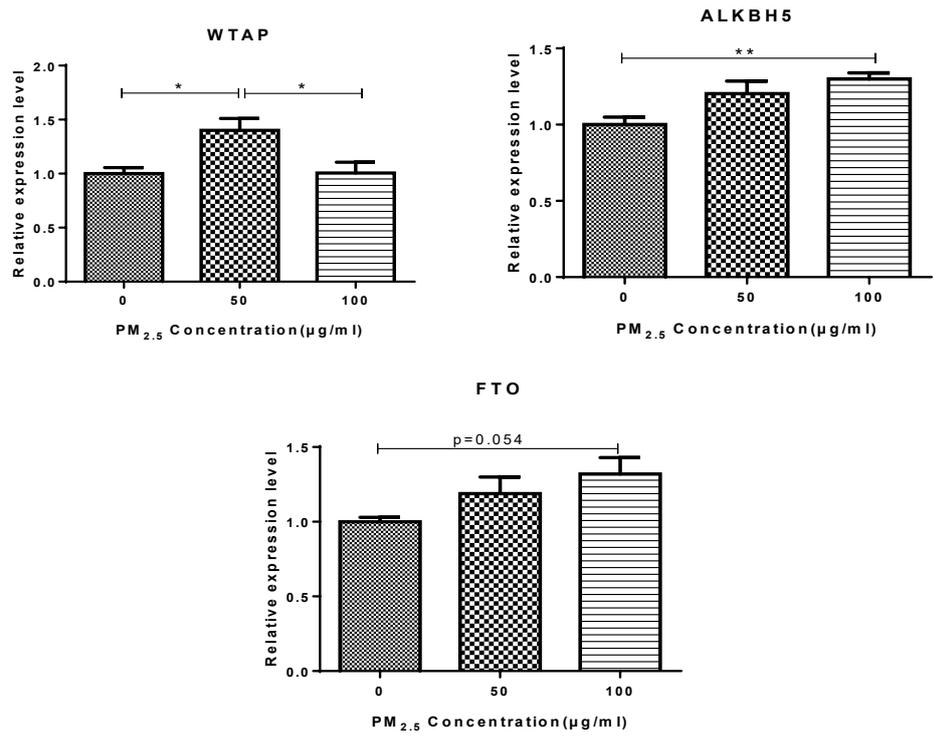


**Figure 1** Schematic diagram of fluorescent staining of A549 cells exposed to airborne PM

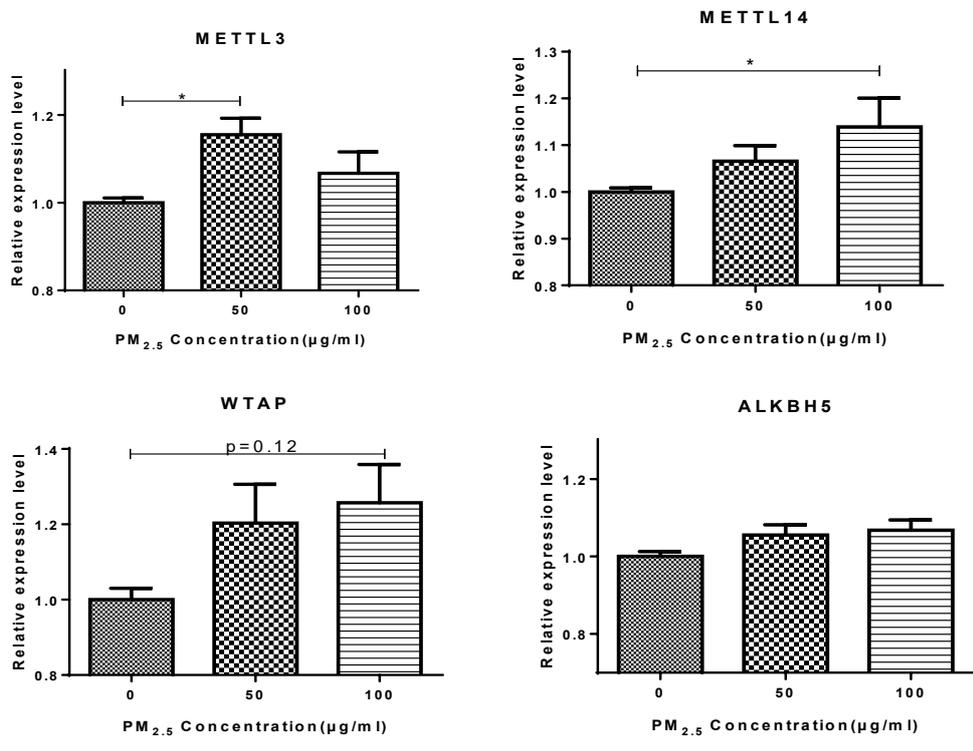


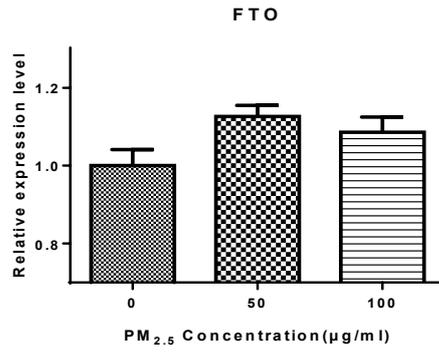
**Figure 2** RNA m<sup>6</sup>A level of A549 normal cell after airborne PM exposure



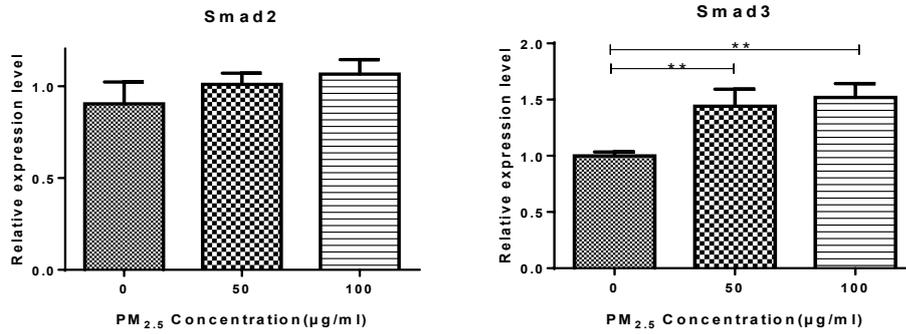
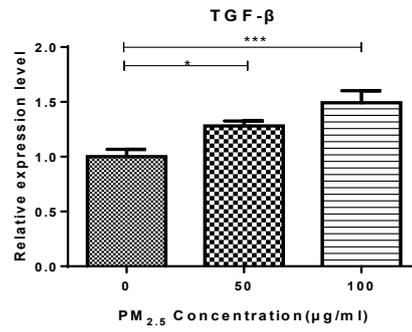


**Figure 3** The methyltransferase and demethylase gene expression levels of A549 normal cell after airborne PM exposure

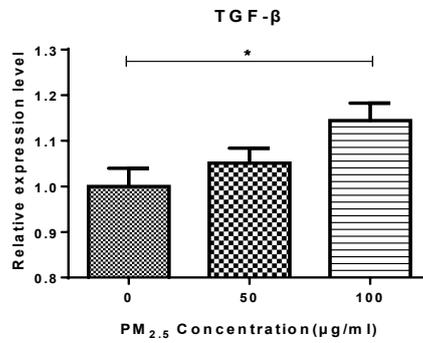


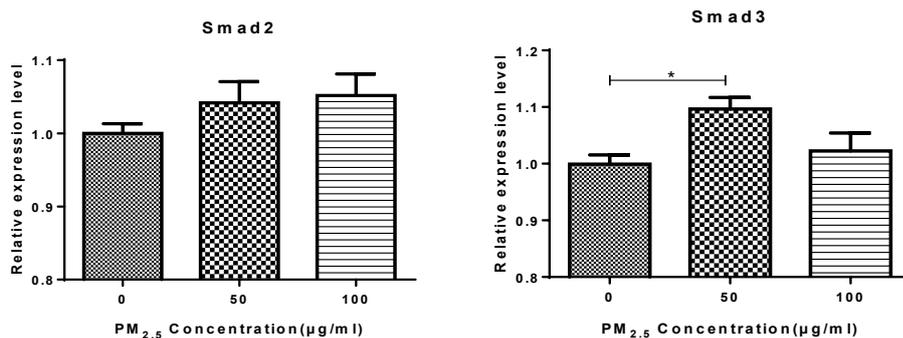


**Figure 4** The methyltransferase and demethylase protein expression levels of A549 normal cell after airborne PM exposure



**Figure 5** The expression level of TGF-β/Smads pathway genes in A549 cells exposed to airborne PM





**Figure 6** The expression level of TGF- $\beta$ /Smads pathway protein in A549 cells exposed to airborne PM

Results

Results: (1) After 24 hours of acute exposure to airborne particulate matter (average concentration  $271.8 \pm 86.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), the level of RNA m<sup>6</sup>A in the lungs of mice increased, and the gene expression levels of METTL3, METTL14, TGF- $\beta$ , Smad2, and Smad3 were up-regulated. When the mice exposed to high concentrations were continuously exposed to clean air for 120 h, the up-regulated m<sup>6</sup>A levels, gene expression levels of METTL3, METTL14, TGF- $\beta$ , Smad2, and Smad3 returned to normal. (2) Cell level. After exposure to airborne particulate matter for 24 hours (100  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ), the RNA m<sup>6</sup>A level of A549 cells increased, and the protein expression levels of METTL3, METTL14, TGF- $\beta$  and Smad3 were significantly up-regulated. After inhibiting the expression of TGF- $\beta$ , the increase in RNA m<sup>6</sup>A level of and the up-regulation of the protein expression of METTL3, METTL14, TGF- $\beta$  and Smad3 in A549 induced by exposure to airborne particulate matter were all reversed and returned to normal levels.

Conclusion: (1) airborne particulate matter exposure induces RNA m<sup>6</sup>A modification, and RNA methyltransferases METTL3 and METTL14 may be the main causes. (2) TGF- $\beta$ /Smad3 pathway can regulate RNA m<sup>6</sup>A modification after exposure to airborne particulate matter.

The thesis of master degree will be defended in July 2021. We are preparing the SCI paper and suppose to submit to PART FIBRE TOXICOL or FASEB Journal before July 2021.

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ひらやま じゅん		提出年月日	令和3年 3月3日	
申請者氏名	平 山 順				
所属・職名	公立小松大学保健医療学部 臨床工学科・教授				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究		<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究				
研究課題	大気汚染物質、多環芳香族炭化水素類が体内時計に与える影響の解明				
研究実施期間	2020年4月1日 ～ 2021年3月31日				
センター 教員	鈴木 信雄 教授				

研究組織		氏名	所属	職名/ 大学院生・学部 生は利用時の年 次	分担内容
	申請者	平山 順	公立小松大学 保健医療学部 臨床工学科	教授	研究の総括および実施
	分担者	鈴木 信雄	金沢大学 環日 本海域環境研 究センター 臨 海実験施設	教授	組織切片の解析
		服部 淳彦	東京医科歯科 大学 教養部生物学 教室	教授	形態学的解析

※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。

分析試料		物質名	形態（形状）	試料数
	申請書に記載 した試料	ゼブラフィッシュの 組織切片	顕微鏡観察用 スライド試料	15 枚
	分析した試料	ゼブラフィッシュの 組織切片	顕微鏡観察用 スライド試料	13 枚

**研究目的・期待される成果**

Benz[ $\alpha$ ]anthracene (BaA) といった多環芳香族炭化水素類は、環日本海域の主要な大気汚染物質の一つである。急性毒性や発癌性を有することが報告されている一方で、その生体への影響に関しては未だ不明な点が多く存在する。

体内時計は多様な生理機能に約 24 時間の周期変動を作り出す装置である。「光を利用し自然界の昼夜の変化に対し体内環境を最適化する」という重要な役割を担っている。体内時計は、生物個体の細胞に内在する遺伝子発現のネガティブフィードバックループ（細胞時計）が基本単位であるが、その維持には細胞時計の日周性が適切に制御されることが必須である。申請者は、この日周性形成を担う 1) リン酸化酵素に依存した細胞内シグナル経路および 2) 細胞時計制御因子の化学修飾を報告してきた。

本研究は、BaA の体内時計に対する影響を解明することを目的に行った。具体的には、ヒトと共通の体内時計を持つゼブラフィッシュを用いて、前段落に記載した細胞時計の日周性の制御機構に与える BaA の影響を解析した。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p><b>BaA の細胞時計の日周期性に与える影響の解析</b></p> <p>脊椎動物の細胞時計の実体は CLOCK、BMAL、CRY、および PER の時計蛋白質により構成されるフィードバックループである。CLOCK:BMAL 二量体は <i>Cry</i> と <i>Per</i> 遺伝子の転写を活性化し、CRY と PER はこの二量体の転写能を抑制する。この転写の活性化と抑制は、約 24 時間の周期で繰り返される。その結果 CLOCK:BMAL 二量体が調節する時計標的遺伝子の発現に概日リズムが形成される。細胞時計が、個体レベルの体内時計を適切に制御するためには、細胞時計の日周性を維持することが必須である。</p> <p>これまでの研究では、BaA の細胞時計の日周性制御に与える影響を検証するために BaA 処理したゼブラフィッシュ稚魚における細胞時計の標的遺伝子の発現パターンを <i>in situ</i> ハイブリダイゼーション法により解析し、BaA 処理を行っていない稚魚における発現パターンと比較した。その結果、BaA 処理により細胞時計の標的遺伝子の発現の日周期性が変化することを支持する結果を得ている。本研究では、この BaA 処理の細胞時計の標的遺伝子の発現への影響を、Real-Time PCR により解析した。その結果、上記の <i>in situ</i> ハイブリダイゼーション法による解析データと矛盾しない結果を得た。</p> <p><b>BaA の個体レベルの体内時計に与える影響の評価系の構築</b></p> <p>申請者は、BaA の個体レベルの体内時計を解析する系の構築を目指した。具体的には、ゼブラフィッシュ稚魚の行動量の日周変動（行動リズム）の評価系を構築した。この系では、ゼブラフィッシュ稚魚を、温度と照明条件を一定に保つ小型のインキュベーターで飼育する。インキュベーターの上部に設置された赤外線カメラで稚魚を追跡し、経時的にそれらの 10 分間あたりの移動距離を同時測定する。この測定値より、フリーの行動解析ソフト ActgramJ (Schmid B et al. <i>J Biol Rhythms</i> 2011) を用いてアクトグラムを作成する。また、同ソフトを用いて、アクトグラムより行動リズムの有無を判定する。行動リズムが観察される場合には行動リズムの周期とその位相を算出する。この系の構築により、BaA による細胞時計の日周期性の変化が個体レベルの体内時計に与える影響を解析することが可能になった。</p> <p><b>本研究による成果物</b></p> <p>本研究に関連する以下の 3 論文を以下の通り発表した。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Furusawa Y, Yamamoto T, Hattori A, <u>Suzuki N</u>, <u>Hirayama J</u>, Sekiguchi T, Tabuchi Y. De novo transcriptome analysis and gene expression profiling of fish scales isolated from <i>Carassius auratus</i> during space flight: impact of melatonin on gene expression in response to space radiation. <b>Mol. Med. Rep.</b> 22. 2627-2636. 2020</li> <li>2. Yamamoto T, Ikegame M, <u>Hirayama J</u>, Kitamura K, Tabuchi Y, Furusawa Y, Sekiguchi T, Endo M, Mishima H, Seki A, Yano S, Matsubara H, <u>Hattori A</u>, <u>Suzuki N</u>. Expression of sclerostin in the regenerating scales of goldfish and its increase under microgravity during space flight. <b>Biomed. Res.</b> 41 279-288 2020</li> <li>3. Yamamoto T, Ikegame M, Kawago, U Tabuchi Y, <u>Hirayama J</u>, Sekiguchi T, Furusawa, Y Yachiguchi K, Matsubara H, Urata M, <u>Hattori A</u>, <u>Suzuki N</u>. Detection of RANKL-producing cells and osteoclastic activation by the addition of exogenous RANKL in the regenerating scales of goldfish. <b>Bio. Sci. Space.</b> 34. 34-40. 2020</li> </ol> <p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>
	<p>見込まれる成果物</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	かつみ なおや	提出年月日	2021年 3月 26日	
申請者氏名	勝見 尚也			
所属・職名	石川県立大学・講師			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	農用地におけるマイクロプラスチックの分析方法の確立と動態把握			
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021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
		申請者	勝見尚也	石川県立大学	講師
研究組織	分担者	長尾誠也	金沢大学	教授	分析・解析
		松木篤	金沢大学	准教授	分析・解析
		落合伸也	金沢大学	助教	分析・解析
		松中哲也	金沢大学	助教	分析・解析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載した試料	土壌 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	プラスチック	粉末	10	
研究目的・ 期待される 成果	<p><b>研究目的</b></p> <p>マイクロプラスチック(5mm以下のプラスチック:MP)による海洋汚染は新たに生じた環境問題として注視されている。これらのプラスチックは海洋生物に誤飲されることで、消化管の閉塞や、吸着していた有害物質や可塑剤の体内への移行などが懸念されている。海洋MPは陸域に発生源があるため、汚染拡大を防ぐためには陸域発生源からのフラックスを明らかにし、各排出源に対して対策を講じることが効果的である。本研究ではこれまで発生源として見逃されてきた農耕地におけるMPの動態に着目し、(1)水田からのMPの流出、(2)水田土壌へのMPの蓄積、(3)海洋への移行実態について明らかにすることを目的とした。</p> <p><b>期待される成果</b></p> <p>本研究は農耕地におけるMPの実態を明らかとすることを目的に、(1)顕微レーザーラマンを用いた土壌中MPの定量方法の確立と、(2)モニタリングをベースとした農用地におけるMPの動態解析を行う。これらの課題を遂行することで、MPのシンクおよびソースとしての農耕地の機能性評価、そして、陸域から海域への動態解明に一翼を担うことが期待される。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p><b>被覆肥料由来のマイクロカプセルの環境動態</b></p> <p><u>1. 水田土壌における蓄積量評価</u> 手取川扇状地における 19 地点の水田を対象に蓄積量を調査した。慣行栽培と輪作の間で土壌中の濃度に差は無かったが、これまで被覆肥料を施用した履歴の無い圃場では濃度が低かった。</p> <p><u>2. 水田からの流出特性</u> 最も流出量が多かったのは代かき時であり、年間流出量の 5～7 割を占めた。また、流出したマイクロカプセルの施用年代を調べたところ、7 割が 2 年以上前に施用した被覆肥料に由来するマイクロカプセルであり、2 割が昨年施用したもの、1 割が本年度施用したマイクロカプセルだった。したがって、多くのマイクロカプセルは 2 年以上土壌に蓄積してから流出していることが明らかとなった。</p> <p><u>3. 海岸における実態把握</u> 汀線に堆積していたマイクロカプセルの密度は明瞭な季節変動があり、灌漑期に高く、非灌漑期に低かった。特に、6 月に最も密度が高くなり、水田から流出したマイクロカプセルが 1 ヶ月かけて、海域へ運ばれ、汀線に蓄積したと考えられた。日本全国の海岸線で採取したマイクロカプセルの材質はポリエチレンとポリウレタンの 2 種類であり、それらの割合は国内平均でポリエチレンが 72%、ポリウレタンが 28% だった。ただし、この割合は地域差があり、各県における肥料メーカーのシェアを反映していると考えられた。</p> <p><b>粒径 100 μm 以下の土壌中マイクロプラスチックの分析手法の開発</b></p> <p>昨年度、マイクロプラスチックの添加回収試験において粒径が 100 μm 以下の場合、回収率が 60% 以下かつ繰り返し精度が低く、微小なマイクロプラスチックを定量的に分析することが困難だった。そのため、本年度は前処理の改善や重液に添加剤を加えることで、回収率が向上するか調べた。</p> <p><u>1. 前処理の改善</u> 重液を用いた密度分離の前に、過酸化水素水による有機物分解を行うことで、回収率が 10% 程度向上した。また、顕微 FT-IR でマイクロプラスチックを分析する際、土壌粒子などの夾雑物が存在すると、スペクトルサーチ時のヒット率が低下する。そのため、前処理の中で HF 処理を行い、土壌粒子を除去する工程を加えた。</p> <p><u>2. 添加剤の影響</u> 重液に各種界面活性剤や水溶性高分子を加え、密度分離を実施した。その結果、水溶性高分子を加えることで 100 μm 以下のマイクロプラスチックでも回収率が 90% 以上となることを見出した。</p> <p>本研究で開発した手法を石川県立大学附属実験農場の土壌に適用した結果、各種マイクロプラスチックが検出され、中国や欧米諸国でこれまで報告されている値よりも比較的高い値を示した。</p> <p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>原著論文</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><u>Katsumi, N., Kusube, T., Nagao, S., Okochi, H. (2021) Accumulation of microcapsules derived from coated fertilizer in paddy fields. Chemosphere 267, 129185.</u></li> <li><u>Katsumi, N., Kusube, T., Nagao, S., Okochi, H. (2020) The role of coated fertilizer used in paddy fields as a source of microplastics in the marine environment. Marine Pollution Bulletin 161, 111727.</u></li> </ol> <p>学会発表</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><u>勝見尚也・楠部孝誠・長尾誠也・大河内博. 2020. 被覆肥料に由来するマイクロカ</u></li> </ol>

プセルの環境動態. 日本土壌肥料学会中部支部例会 (金沢)

2. 二上栞・勝見尚也・大河内博. 2020. 比重分離および顕微 FT-IR を用いた土壌中マイクロプラスチックの分析手法の開発. 日本土壌肥料学会中部支部例会 (金沢)

#### 講演

1. 勝見尚也. 2021. 農耕地におけるマイクロプラスチックの実態解明と海域への移行挙動. 環境省主催 令和 2 年度海洋プラスチックごみ学術シンポジウム (Zoom)
2. 勝見尚也. 2021. 地圏環境における人為影響の評価とその展望: 新たに生じた環境問題『マイクロプラスチック汚染』を例に. 早稲田大学公開講演会『環境資源未来塾』 (Zoom)

#### 卒業論文

1. 辰巳宙 日本国内の海岸線に漂着した被覆肥料に由来するマイクロプラスチックの材質と重金属の吸着特性 2020 年度石川県立大学卒業論文
2. 二上栞 比重分離および顕微 FT-IR を用いた土壌中マイクロプラスチックの分析手法の開発 2020 年度石川県立大学卒業論文

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

2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター  
共同研究 成果報告書

(ふりがな)	はまさき こうじ		提出年月日	令和3年 4月 28日	
申請者氏名	濱崎 恒二				
所属・職名	東京大学大気海洋研究所・教授				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究		<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究				
研究課題	安定海水泡沫「波の花」の成因に関する研究				
研究実施期間	令和2年4月1日～令和3年3月31日				
センター 教員	環日本海域環境研究センター助教・関口俊男				
研究組織		氏名	所属	職名/ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容

	申請者	濱崎恒二	東京大学	教授	総括, 微生物分析
	分担者	関口俊男	金沢大学	助教	海水採取
		岩本洋子	広島大学	准教授	有機物分析
		岩田歩	慶應大学	助教	有機物分析
		大林由美子	愛媛大学	助教	微生物分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態 (形状)	試料数	
	申請書に記載した試料	海水 海水懸濁粒子	液体 固体(濾紙)	24 36	
	分析した試料	海水 海水懸濁粒子	液体 固体(濾紙)	6 47	
研究目的・期待される成果	<p>本研究では、日本海沿岸部で冬期に発生する安定海水泡沫「波の花」について、最新のDNA分析技術を用いることにより、その成因となる有機物の起源生物を特定することを目的とする。有機物の供給源として、植物プランクトン、海藻類、付着性微細藻類、塩性植物、これらを捕食する動物など、多様な生物が想定されるが、具体的にその起源を特定した研究は無い。そこで本研究では、日本海沿岸部で冬期に発生する安定海水泡沫「波の花」について、そこに含まれるDNAを分析することにより、有機物の起源生物(海藻や植物プランクトン)の痕跡を検出すると共に、微生物叢や有機物組成の特徴からその成因を明らかにすることを目的とした。波の花の成因解明は、その観光資源としての価値を高めるだけでなく、海由来エアロゾルの性質を左右する有機物の変動要因を明らかにすることにも繋がり、大気と海洋生態系の相互作用の理解に貢献すると期待される。これまでの分析で、酸性多糖類が含まれることや海藻類のDNA配列を検出することができた。これらの配列情報から波の花の起源藻類は、渦鞭毛藻、珪藻、ユーグレナ藻、紅藻に属するものと考えられた。また、16S rRNA 遺伝子による原核生物組成の解析では、波の花から富栄養環境で見られる細菌系統群や粒子付着性の細菌系統群がより多く検出されており、引き続きサンプル数を増やしてデータを蓄積するために、昨年度も継続してサンプリングを実施した。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p><b>サンプリングと試料処理</b> 調査は、12/21(月)～12/25(金)で実施した。曾々木海岸でサンプリング後、臨海実験施設にて試料処理を行なった。波の花については、滞在期間中 12/24 に発生が見られ、サンプルを採取することができた。同時に、周辺の海水とエアロゾルも採取した。12/22 には、曾々木海岸、12/23 には袖が浜海岸にて海水サンプルを採取した。<b>波の花</b>:岩場に堆積した泡をステンレス製のスクープを使ってすくい取り、ステンレス製の蓋つきトレーに保管し、そのまま臨海実験施設に持ち帰った。その後、トレー内の泡にドライヤーで温風を吹きかけて、泡状から液体に変わるまで消泡作業を行なった。液体状の試料を DNA 分析用に Sterivex カートリッジフィルターで 1-5ml 濾過、クロロフィル分析用に GF/F フィルターで 1ml 濾過し DMF 溶液に浸漬、細菌計数用に 5ml をグルトアルデヒド (2.5%終濃度) で固定し、いずれも冷凍保存した。その他、酸性多糖類 (TEP) 分析用に パラフォルムアルデヒド (2%終濃度) で固定後に、0.1ml をポリカーボネートフィルターで濾過、アルシアンブルー液で染色し、冷凍保存した。<b>海水</b>:DNA 分析用として、10L のロンテナから送液ポンプを用いて、Sterivex カートリッジフィルターに濾過し冷凍保存した。また、クロロフィル分析用に 200ml、細菌計数用に 5ml、酸性多糖類 (TEP) 分析用に 20ml を上記と同様に処理し冷凍保存した。<b>エアロゾル</b>:曾々木海岸で小型エアポンプにセットしたポリカーボネートフィルターを用いて、大気エアロゾルのサンプリングを行い、1 回目は 634L、2回目は 72L の吸引を行い、フィルターを臨海実験施設に持ち帰ったのち冷凍保存した。</p> <p><b>試料分析</b> <b>DNA 分析</b>:波の花、海水、エアロゾルのフィルター試料から DNA を抽出後、PCR 法により 18SrRNA 遺伝子を増幅し、増幅産物の塩基配列を決定、データベース相同性検索によりサンプルに含まれる真核生物 (特に海藻) 種とその組成比を推定する。また、16SrRNA 遺伝子の解析から有機物分解に関わる細菌種の特特定を進めた。これまでのデータを全て合わせ解析したところ、波の花、海水、エアロゾルで特徴的な菌叢組成が示された。また、海水中に比べて波の花に多い細菌群として、Planctomycetes 門と Verrucomicrobia 門細菌が検出された。<b>酵素活性測定</b>:細菌による有機物分解活性の指標として、一連のサンプルに含まれる加水分解酵素 (プロテアーゼ) 活性の測定を行なった。<b>氷晶核活性測定</b>:ドロップレットフリーズ法により、波の花由来の有機物の氷晶核形成能を評価した。<b>化学組成分析</b>:波の花、海水の濾過試料について、TOC 濃度の分析を進めた。</p> <p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>環境科学分野のジャーナルへの投稿を準備する。 Hamasaki, K, Y. Iwamoto, A. Iwata, T. Sekiguchi, Y. Kobayashi, Y. Obayashi “Biological and chemical characteristics of seafoam observed at the coastal environment in Japan: implication in its source and potential impact on bioaerosols”</p> <p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	たかた ひょうえ	提出年月日	令和 3年 4月 20日	
申請者氏名	高田 兵衛			
所属・職名	福島大学 環境放射能研究所・特任准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	日本の東西沿岸域における東電福島第一原発由来放射性 Cs の動態把握			
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日			
センター 教員	金沢大学環日本海域環境研究センター 井上睦夫			

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	高田兵衛	福島大学環境放射 能研究所	特任准教授	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40	
	分析した試料	河川水 沿岸水	弱酸性 (20Lプラスチック容 器)	約10	
研究目的・ 期待される 成果	<p>東電福島第一原発事故発生から2年後の2013年から、『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。この暖流による影響は、陸に近い沿岸域の海水でも見られたことが明らかとなった(Takata et al., 2018)。しかしながら、河川からの影響があるのかについては、一定の評価は得られていない。</p> <p>その一方で、『日本の東海岸側』の福島県周辺の沿岸域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ず、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し海水中の<sup>137</sup>Cs濃度を高めている可能性を否定できない。</p> <p>これらを解決する課題として、東西の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）の影響について両者の結果を比較することで、その支配因子の理解がより深化すると考える。</p> <p>そこで本研究は、両沿岸での海水中の放射性Cs濃度レベルが異なる支配要因であることを両者の結果比較から解き明かすことを目的とする。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p>研究実施内容</p> <p>研究は以下のように行った。</p> <p>『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）での調査を行った。</p> <p>『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。これら河川は福島県南部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。</p> <p>試料採取について、2020 年 5 月石川県小松市の沿岸において、100L の海水を採取した。手取川下流において、60L の河川水の採取を行った。各試料を福島大学に持ち帰り、孔径 0.45 μm 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 <math>^{134}\text{Cs}</math> および <math>^{137}\text{Cs}</math> の検出下限値は、それぞれ <math>0.1 \text{ Bq/m}^3</math> であった。なお、海水及び海底堆積物試料中の <math>^{134}\text{Cs}</math> および <math>^{137}\text{Cs}</math> 濃度は、採取日に減衰補正した。</p> <p>日本海側の手取川では溶存態 <math>^{137}\text{Cs}</math> 濃度が <math>0.07 \text{ Bq/m}^3</math> と、2018～2019 年 (<math>0.03\text{--}0.08 \text{ Bq/m}^3</math>) 同程度であった。小松市の沿岸の海水中の溶存態 <math>^{137}\text{Cs}</math> 濃度は約 <math>2 \text{ Bq/m}^3</math> であり、例年通りの数値であったが、河川中の溶存態 <math>^{137}\text{Cs}</math> 濃度よりも 1 桁以上高い結果となった。また、粒子態 <math>^{137}\text{Cs}</math> は河川、海水のいずれでも検出されなかった。このことから、西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分かった。なお、沿岸海水中の溶存態 <math>^{137}\text{Cs}</math> 濃度は福島第一原発事故前に比べ高いことから、これは事故直後、北太平洋の表層に沈着した放射性 Cs のうち一部が、対馬海流によって日本海へと到達し、それが海岸まで至っていることに起因する。</p> <p>東側においては河川中の溶存態 <math>^{137}\text{Cs}</math> 濃度は <math>1 \text{ Bq/m}^3</math> 未満から最大約 <math>80 \text{ Bq/m}^3</math> の範囲であった。沿岸海水中の溶存態 <math>^{137}\text{Cs}</math> 濃度も河川と同様の濃度レベルであった。粒子態 <math>^{137}\text{Cs}</math> 濃度は河川においては <math>1000 \text{ Bq/m}^3</math> 近くまで上昇することもあり、降雨や台風に起因する洪水によって、土砂が河川水に流れ込み、その結果粒子態が高まったと考えられる。更に、河川から海洋へと流れ込んだ粒子態 <math>^{137}\text{Cs}</math> のうち、一部は海水中に含まれるカリウムなどのイオンとの間で行われるイオン交換反応によって、溶存態へと移行したことも示唆された。</p> <p>以上のことから西側においては沿岸海域においては周辺河川による放射性セシウムの輸送量は極めて小さい。一方、東側においては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し、海水中の溶存態 <math>^{137}\text{Cs}</math> 濃度を高めていることが明らかとなった。</p> <p>※1、000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>
-------------------------	--

見込まれる  
成果物

原著論文  
日本の東西沿岸域における海水中の放射性セシウム濃度を規定する要因について（着想段階）

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	うの せいいち		提出年月日	2021年 4月 30日
申請者氏名	宇野 誠一			
所属・職名	鹿児島大学 教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	金沢市及び能登半島の周辺河口域底質の生物影響リスク評価			
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日			
センター 教員	鈴木 信雄			

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

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p>2019年度に採取した河北潟とその周辺域底質について、2020年度も調査を行った。エグマン・バージ採泥器により採取した底質を、鹿児島大学水産学部で冷凍した状態で持ち帰り、それを実験室内で1 mm 径のふるいにかけて、室温で風乾して以下の試験に用いた。各地点における乾燥底質を6%相当量の塩分を含むヒメダカ ERM で静かに洗浄し、遠心分離して過剰量の水分を除去し、底質が僅かの量のみ間隙水を含むような状態にした。ヒメダカの胚は、試験当日に親魚から得られた卵を6~8時間程度放置して発生させ、双桑期まで問題無く発生が進んだものを選び、これを底質影響試験に用いた。ヒメダカの胚を上記の処理をした底質に胚の半分程度を埋まるように置き、7日間そのまま底質上で飼育した。このとき飼育水は注がなかった。その後、オートクレーブ滅菌淡水を入れた48ウェルマイクロプレートに1つずつ胚を入れ、孵化後5日程度まで観察を続けた。底質の影響は死亡、孵化率、未孵化率、孵化日数、奇形誘発率などから評価した。</p> <p>ヒメダカ胚による影響試験の結果、潟北部の1地点で22%、潟の出口付近の1地点で16%の有意な死亡率が得られた。他の地点では、胚を死に至らしめるまでの影響は見られなかった。しかし、東部承水路の3地点と、大野川から河口域に至る8地点の底質に暴露された胚から孵化した稚魚は有意な奇形誘発率が観察された。特に大野川河口域ではその奇形誘発率が40%を超えた地点が2カ所あった。大野川河口域は、東部承水路~河北潟~大野川に流入した水と海から潮汐の干満により流入する水がぶつかり合う場所と考えられる。この混合により、河口域底質に河川側から流入した化学物質と海から流れ込んだ化学物質が底質に滞留しやすい地点になっていると考えられた。ただ、実環境で比較的良好に見られる化学物質を対象とした、GC/MSによる網羅分析(NAGINATAを用いた網羅分析)では生物に影響を与えるような化学物質は見出すことができなかつたことから、今後さらに原因となる物質の探索が必要であると考えられる。</p>
<p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p>	
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>今村和樹、本田匡人、鈴木信雄、國師恵美子、宇野誠一： 金沢市河北潟周辺水域底質の生物影響評価と化学物質汚染との関連性. 令和2年度第1回環境毒性学会オンライン研究発表会.</p>
<p>※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。</p>	

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	おおにし かずなり		提出年月日	令和3年 4月 30日	
申請者氏名	大西 一成				
所属・職名	聖路加国際大学公衆衛生大学院 環境保健学分野				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究		<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 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 PAHs の輸送経路と健康影響との関係				
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日				
センター教員	猪股 弥生・金沢大学環日本海域環境研究センター・大気環境領域 ・准教授				

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	大西一成	聖路加国際大 学	准教授	本研究の遂行および解析
	分担者	猪股弥生	金沢大学	准教授	PAHs のシミュレーション解析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料				
	分析した試料				
研究目的・ 期待される 成果	<p><b>【研究の学術的背景】</b>  ゴビ砂漠、タクラマカン砂漠といった乾燥地を起源とする黄砂（鉱物ダスト）や大陸由来の人口密集地帯起源の人為的大気汚染物質、森林火災由来の煙や野焼きなど、様々な種類のエアロゾルが存在し、しばしば混合して日本へ飛来する（Onishi et al. 2012）。これまで、環境省推進費 5-1555「黄砂・大気汚染物質濃度上昇現象の飛来経路・由来に関する分類」で、日本海に面した鳥取県米子市で飛来イベントを分類し、採取成分（重金属・イオン・炭素）から発生源解析を実施し発生源ごとの健康影響評価を実施し、越境汚染が疑われる、硫酸や硝酸や黄砂の健康影響を指摘した。本研究では、前研究で欠けていた PAHs の濃度をモデルによって明らかにし、PAHs 因子を投入して健康影響評価を実施することを目的とする。</p> <p><b>【何を明らかにするのか】</b>  本研究課題では、採取分析された飛来成分のうち PAHs による影響の有無を評価する。</p> <p><b>【研究の意義と予想される成果】</b>  今までの研究では、日本海側の日本へ飛来した汚染成分の健康影響調査の研究が中心であったが、その発生源が越境であるか地元のものであるか精査した上で、健康影響の原因を明らかにする意義は大きい。本研究では環日本海域のモデルシミュレーションを用いて実施することにより、先に報告した米子での越境汚染の健康影響の原因成分が主に何であったかをサポートする結果が得られることが予想される。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p><b>【研究実施内容】</b> 日本及び大陸の黄砂・大気汚染物質・大気成分といった大気環境 (NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、O<sub>x</sub>、SPM、PM<sub>2.5</sub>、lidar、花粉、金属成分、粒子形状、生物由来成分濃度データ、MODIS 衛星画像・プロダクトなど) および気象 (気温・湿度・気圧・天気・風力・視程など) データ、ベンゾ (a) ピレンの数値モデルデータを収集した。 2015 年 10 月 17 日～2016 年 6 月 4 日の期間の粗大粒子 (SPM- PM<sub>2.5</sub>) と PM<sub>2.5</sub> について、重金属無機成分 (粗大粒子 : 6 成分、PM<sub>2.5</sub> : 8 成分)、イオン成分 (8 成分)、炭素成分 (EC, OC) の測定データ (各 65 データ) によって、発生源寄与解析は、PMF5.0 を用いて解析を行った。鳥取県で実施した成人 (19 名) への自覚症状調査に対して屋外にいた時間やその日の症状について尋ねるアンケート (Allergy Control Score) を用いた。性別、年齢、気温、湿度、気圧、花粉飛散量で調整し、一般化線形混合モデルを用いて解析を行った。本研究は、鳥取大学倫理審査委員会 (2060) の承認を得て実施した。</p> <p><b>【得られた成果】</b> ベンゾ (a) ピレンのモデル数値データと黄砂や大気汚染物質飛来イベントの発生時期には若干のズレがあった。ベンゾ (a) ピレンのモデルデータも投入して、解析を実施したところ、微小粒子および粗大粒子における海塩粒子由来の塩化物イオンやナトリウムイオンの飛来時の目症状のオッズ比は、粗大粒子側で 1.99 (95%CI : 1.23-3.23)、PM<sub>2.5</sub> で 1.92 (95%CI : 1.16-3.18) となり、有意なリスクの上昇を示した。 越境由来の可能性が高い硝酸の寄与が高い時は、鼻、目、呼吸器のいずれかの症状のオッズ比が、粗大粒子側で 1.34 (95%CI : 1.01-1.79) となり、有意なリスクの上昇を示した。いずれの日付も近辺の成分は類似しており同じ気流の状況とイベントによる PM<sub>2.5</sub> 濃度上昇であると考えられた。越境汚染のイベントとしては黄砂が一番飛来成分の多様性があり粗大と PM<sub>2.5</sub> 濃度が高かった。 本研究では、越境由来で健康影響が高いとされるベンゾ (a) ピレンを PAHs の代表として用いて解析を行った。 被験者のサンプルサイズが少ないため結果は限定的である可能性が高い。PAHs モデル濃度と症状の関係については、PAHs 濃度をメイン曝露に設定した解析方法へ変更して引き続き精査していく必要があると考える。また、ベンゾ (a) ピレンのモデル数値データと観測濃度データのバリデーションを行う必要があると考える。本研究において、様々な成分の中からより暴露濃度の高い日本海由来の海塩粒子が目症状を引き起こした可能性と越境の寄与の高い大気汚染物質の短期曝露がアレルギー様症状を引き起こす可能性が示唆された。</p> <p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>原著論文発表を 2022 年度末投稿予定で進行中</p>

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	いわた あゆみ		提出年月日	2021年 4月 26日	
申請者氏名	岩田 歩				
所属・職名	慶應義塾大学 理工学部 応用化学科 助教				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究		<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究				
研究課題	エアロゾル表面積濃度の長期観測 ～長距離輸送過程における不均一反応の影響解明～				
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日				
センター教員	環日本海域環境研究センター准教授 松木 篤				

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	岩田歩	慶應義塾大学	助教	解析, 分析
	分担者	松木篤	金沢大学	准教授	観測データ提供
		奥田知明	慶應義塾大学	教授	酸化能分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態 (形状)	試料数	
	申請書に記載 した試料				
	分析した試料				
研究目的・ 期待される 成果	<p>エアロゾルが及ぼす健康・気候の両面をより正確に把握することが急務である。とりわけ大気粒子表面積は、粒子の肺沈着量や氷晶形成を理解する上で重要なパラメータであるにも関わらず、観測に基づいた地域・季節的特徴や影響理解は未だ乏しい。これまでの能登半島、福岡、福江での観測により、その地域、季節的な違いを捉えつつあるものの、その再現性や未だ観測できていない季節等の点が残る。そこで今年度は引き続いたデータの蓄積を行い、さらに新たに開発した粒子捕集装置を用いて観測と並行した粒子有害性および氷核特性などの粒子特性の分析を行う。これにより観測における粒子表面積の変動が及ぼす粒子のヒト健康・気候影響の両面を明らかにする。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

### 粒子表面積濃度の観測

**期間:** 2020年4月1日～2021年3月31日 **場所:** 能登大気観測スーパーサイト

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

**得られた成果:** 昨年度の春における観測は機器不良などによりクオリティが保証された観測データを得ることができず、これまで我々が観測した都市域にある福岡県福岡市や遠隔地にある長崎県福江島における同季節における比較は十分ではなかった。そのため今年度能登で観測した春のデータを加えた観測結果を用いて、その空気塊流入経路の違いに伴う地域、季節的な違いを議論した。

春季における各地のLDSA濃度はその粒子濃度に応じて変動し、その中でも能登が最も低い値であった(福岡:  $2.71 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ , 福江:  $1.94 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ , 能登:  $1.39 \mu\text{m}^2/\text{cm}^3$ )。またLDSA濃度は粒子量に依存するために粒子LDSAを特徴づけるために粒子質量濃度に対するLDSA濃度である比LDSAと比LDSA中央粒子径の関係によってその違い議論した。春季における能登の比LDSAと粒子径の関係は、大陸から輸送された粒径100nm以上の粒子が代表的であり、それに伴い比較的狭く低い範囲の比LDSAに収まった。とりわけ同季節における福岡では近隣都市交通の影響と考えられる100nm以下の粒子が卓越することに伴う高い比LDSAを記録した期間が頻りに観測され、都市域と遠隔地での違いを明確に捉えることができた。

また能登における季節的な違いは、都市域における春と同様に、とりわけ夏季において超微小粒子の卓越に伴う高い比LDSAを観測した期間が多く観測された。この期間のほとんどの空気塊は国内から流入しており、さらに新粒子生成を示す粒径分布の結果とも良好に対応していた。また粒子組成観測において、超微小粒子が卓越した期間では硫酸塩粒子割合の低下( $D_p < 100 \text{ nm}$ : 18.3%,  $D_p > 100 \text{ nm}$ : 28.3%)と有機物粒子割合の増加( $D_p < 100 \text{ nm}$ : 61.2%,  $D_p > 100 \text{ nm}$ : 52.8%)が観測され、近隣で生成した二次生成有機粒子によって高い比LDSAがもたらされたことが示唆された。これらの結果は粒子特性の季節的な違いによって、とりわけ夏季における超微小粒子の卓越によってLDSA濃度を比較的効率的に増加させる可能性を示した。

これらの結果は国際雑誌(Atmospheric Environment)に投稿され、現在査読中である。

### 粒子酸化能と氷晶核能の測定

**期間:** 2021年9月21日～2021年3月31日 **場所:** 能登大気観測スーパーサイト

**実施内容:** 上述した粒子表面積の変動に伴う粒子有害性及び氷核特性の影響を明らかにするために、都市域である横浜と遠隔地である能登での粒子表面積の観測及びこれら特性分析のための粒子捕集を行った。とりわけ遠隔地である能登での継続的な粒子捕集を行うために、マルチポート電磁弁を用いた遠隔式自動粒子捕集装置を設置し、2020年9月より運用を開始した。またこれらの捕集した粒子試料は現地にて定期的なサンプルの回収をおこない、回収後元素組成および水溶性イオン成分の分析、粒子酸化能(Dithiothreitol 酸化能)、氷核特性分析を行った。

**得られた成果:** 氷核特性分析結果は、観測によって得られた粒子表面積結果から粒子量によって正規化された氷晶形成パラメータによって比較した。その結果、少なくとも同期間における能登と横浜における氷晶形成パラメータの変動傾向は類似するものの、遠隔地である能登の方が高い値を示した。この結果は得られた粒子組成特性や空気塊流入経路の違いなど今後深く考察する必要があるものの、少なくとも都市域で発生する粒子の氷核活性が低いことが示唆され、その結果、遠隔地における氷晶形成粒子濃度が相対的に高くなったためと考えられる。

利用・研究実施内容・得られた成果

また粒子表面積に対する粒子酸化能においては遠隔地、都市域に関わらず表面積濃度に対する粒子酸化能はおおよそ一定の関係性を示し、観測された粒子表面積濃度が粒子酸化能を予測する指標として有用である可能性を示唆する。一方で、厳密に言えばこれらの関係性から外れる期間もあることから、そのような期間においてはとりわけ粒子酸化能に対する化学的寄与が考えられる。そのため今後はそれらの期間に焦点を当てて得られた化学特性と併せて深く考察する。

※1,000字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる  
成果物

**【国際会議発表】**

Kazuki Kurihara, Ayumi Iwata, Ayako Yoshino, Akinori Takami, Takafumi Seto, Atsushi Matsuki, Masahiko Hayashi, Keiichiro Hara, Chiharu Nishita-Hara, Koji Funato, Kozo Inoue, Tomoaki Okuda, “Lung deposited surface area concentrations of atmospheric particles at three observatories in Japan”, European Aerosol Conference 2020, Online, Aug, 2020.

Ayumi Iwata, Mayu Imura, Moeka Hama, Teruya Maki, Atsushi Matsuki, “Characterizations of atmospheric ice nucleating particles during Asian dust and rain events by individual droplets freezing method”, European Aerosol Conference 2020, Online, Aug, 2020.

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	しまだとしゆき		提出年月日	令和3年 4月30日
申請者氏名	畷田 敏行			
所属・職名	茨城大学 全学教育機構 副機構長/教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	プログラム評価を活用した複合領域における研究マネジメント手法の実証的研究			
研究実施期間	令和2年 4月 1日～ 令和3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	畷田敏行	茨城大学 全 学教育機構 総合教育企画 部門	准教授	研究総括
	分担者	長谷部徳子	環日本海域環 境研究センタ ー	教授	ロジックモデル形成
		落合伸也	環日本海域環 境研究センタ ー	助教	聞き取り調査同行
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
		申請書に記載 した試料			
		分析した試料			

研究目的・  
期待される  
成果

異分野融合や新たな学問分野の創出に向けた研究マネジメント手法高度化のために金沢大学環日本海域環境研究センターをケーススタディとして様々な調査・分析を進めた。

今年度は、本来であれば、プログラム評価を設計するためのロジックモデルの構築および指標設定を進める予定であった。しかしながら、新型コロナウイルス感染症の影響で県外移動が大幅に制限され、対面での聞き取り調査などを十分に実施することができなかった。

そのため、ロジックモデルと指標策定などの内部環境分析の代替として、研究マネジメントを行う際に留意しなくてはならない外部環境について文献調査を中心に分析を進めた。その結果、当面（1、2年）における環境科学分野における連携・融合のための研究マネジメントにおいて、4点の留意点を整理した。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p>分析結果は、以下のようになり、第4期中期目標期間における環境科学などの複合領域における研究マネジメントの要諦が明らかとなった。なお、ポイントとしては、特に文理融合系の分野にとっては我が国の研究開発の方向性が、社会情勢の不確実性の高まり [VUCA (Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity)] を受け、新たに何かを始めるよりは、これまでやってきたことをしっかり進める、社会課題について人文科学、社会科学視点的な視点も踏まえ実践的な解決を目指していることが示されておる（第6期科学技術・イノベーション基本計画等）。これは、環境科学というディシプリン共通の外部環境に大きな変化が生じていることが示唆されている。これまでの分析によって明らかとなった各組織の強み・弱みに対して、これらの外部環境のうち、機会の拡大となることは何なのか、脅威となることは何なのかを組み合わせ、それぞれのシナリオを形成することが求められることが分かった。</p> <p>1) 国立大学における第4期中期目標の動向</p> <p>令和4年度から国立大学においては、第4期中期目標期間となる。これまでの中期目標は、実質的に各国立大学が素案を作成してきたが、今回からは文部科学省から示された中期目標を選び、中期計画を策定するように改められる。気候変動やエネルギーをはじめとした地球規模の課題に対して、世界に先駆けて課題解決を図るための我が国の社会変革を駆動させる役割が国立大学には期待されており、環境科学分野の研究も現象の解明から変革への駆動への寄与となりつつあるようである。</p> <p>2) 成果を中心とする実績状況にもとづく資源配分</p> <p>国立大学では、令和2年度は運営費交付金のうち850億円が、指標にもとづき配分された。研究に関する指標は約半分の額を占め、若手研究者比率、運営費交付金等コスト当たり Top10%論文数、常勤教員当たり研究業績数、科研費受入件数・受入額、受託・共同研究等受入額となっている。つまり、1) で謳っている社会課題の解決を漫然とやっていたらよいわけではなく、数量的な成果を出して行くことが明確に求められている。</p> <p>3) リスクベースアプローチの考え方とインパクトに関する整理</p> <p>例えば、英国のいわゆる研究評価である Research Excellence Framework においては、インパクトを「学術界を超えて、経済、社会、文化、公共政策・サービス、保健、環境、生活の質への効果、変化、便益」と定義し、その評価結果を資源配分等に用いている（林, 2021）。また、質保証についてはリスクベースアプローチという考え方が進んでいる（林, 2020）。</p> <p>4) 第6期科学技術・イノベーション基本計画の環境分野への影響</p> <p>5年ごとに科学技術の振興に関する基本的な計画が立てられているが、令和3年度から第6期となる。今期からは、「人文・社会科学分野」も含まれるようになった。環境科学においては、「人文・社会科学分野」からのアプローチや連携融合が不可欠なことは言うまでもなく、今後の研究マネジメントに大きな意味を持つ改正であると考えられる。</p> <p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p>
-------------------------	---

見込まれる  
成果物

IR (Institutional Research) 専門情報誌に事例報告として執筆予定。

※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。

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	かわしま ひろと	提出年月日	2021年4月15日	
申請者氏名	川島 洋人			
所属・職名	秋田県立大学システム科学技術学部・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input type="checkbox"/> 一般枠 <input checked="" type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	安定同位体比を用いたバングラデシュにおける浮遊粒子状物質の発生源解析			
研究実施期間	2020年4月1日～2021年3月31日			
センター教員	本田匡人 助教			

			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	川島洋人	秋田県立大学	准教授	研究代表， サンプルング
分担者		本田匡人	金沢大学	助教	研究分担， 分析業務	
※ 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		PM2.5	エアロゾル	100 程度	
	分析した試料		PM2.5	エアロゾル	100	
研究目的・ 期待される 成果	<p>近年のアジアの急速な経済成長によって、大気汚染は進み、国家間を超えた越境汚染は深刻な問題となっている。東アジアでは中国、南アジアではインドが大きな排出源だと考えられ活発に調査が行われているが、近隣諸国の調査は未だに遅れているのが現状である。2018年には、大気汚染情報提供企業の世界大手の IQAir（スイス）において、PM2.5 濃度の国別の世界ランキングでは、バングラデシュは 97.1 µg/m<sup>3</sup>と中国の倍近い高濃度であり、調査対象 73 か国中でワースト 1 位と劣悪な環境であることがわかってきた。それらの発生源は、主に煉瓦製造工場からのばい煙とダッカ市やチッタゴン市などの大都市における自動車の排気ガスが挙げられるが、インドやネパールからの流入も多いのではと考えられるが、定量的に発生源がどこから来たのかは不明な状況である。このため、闇雲に対策を取らざるを得ず、莫大な費用をかけて、誤った汚染源対策を実施してしまう恐れがある等、定量的に発生源を把握することは緊急性を有しており、バングラデシュにとって極めて重要な課題である。</p> <p>本研究では、安定同位体比に着目して、PM2.5 に含まれる硝酸イオン、アンモニウムイオンの窒素安定同位体比及び PAH の濃度、炭素安定同位体比を高精度、高確度で分析して、発生源解析を行うことを第一の目的とした。また、環日本海域の本田匡人助教を分担者に加え、PAH の濃度測定、炭素安定同位体分析を実施し、PAH の発生源解析を行うことを第二の目的とした。期待される成果としては、世界でも最も高濃度地域であるバングラデシュの大気汚染の現状把握、発生源解析を通して、効率的な環境対策、濃度低減を行うことである。</p>					
※申請書に記載した事項を要約して下さい。						

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p>バングラデシュの首都ダッカのダッカ大学にてハイボリュームエアサンプラーを用いて PM<sub>2.5</sub> のサンプリングを実施した。サンプリングは週に 1 日 24 時間サンプリングを実施した。2019 年 3 月 17 日から 11 月 15 日までの PM<sub>2.5</sub> の平均濃度は 46.0 ± 26.0 μg/m<sup>3</sup> となり、最小で 7.8 μg/m<sup>3</sup>、最大で 112.1 μg/m<sup>3</sup> となった。また、季節傾向としては春か秋夏（雨季）にかけて濃度が低くなっている傾向が見られた。WHO の環境基準（10 μg/m<sup>3</sup>）、日本の環境基準（15 μg/m<sup>3</sup>）のどちらもほとんどの期間で上回っていることが分かった。また、水溶性イオンを測定した結果、イオンバランスは 1.0 ± 0.3 となり、妥当な結果であった。また、全期間のカチオンに関して、Ca<sup>2+</sup>（1.8 ± 1.5 μg/m<sup>3</sup>） &gt; NH<sub>4</sub><sup>+</sup>（0.5 ± 0.5 μg/m<sup>3</sup>） &gt; K<sup>+</sup>（0.2 ± 0.2 μg/m<sup>3</sup>） &gt; Na<sup>+</sup>（0.1 ± 0.1 μg/m<sup>3</sup>） &gt; Mg<sup>2+</sup>（0.1 ± 0.1 μg/m<sup>3</sup>） となった。全期間のアニオンに関して、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>（4.5 ± 3.5 μg/m<sup>3</sup>） &gt; NO<sub>3</sub><sup>-</sup>（1.0 ± 0.6 μg/m<sup>3</sup>） &gt; Cl<sup>-</sup>（0.6 ± 0.4 μg/m<sup>3</sup>） &gt; NO<sub>2</sub><sup>-</sup>（0.2 ± 0.2 μg/m<sup>3</sup>） となった。NO<sub>3</sub><sup>-</sup> を始めとしたほとんどのイオンでは夏から秋にかけて濃度が低くなり、春に濃度が高くなる傾向が見られた。一方で、NH<sub>4</sub><sup>+</sup> の傾向はほとんど見られなかった。また、雨季（6 月～9 月）に濃度が低くなり、乾季（10 月～5 月）に濃度が高くなっていることが分かった。雨によって濃度が低くなっている可能性が考えられる。</p> <p>安定同位体比に関しては、NH<sub>4</sub><sup>+</sup> の窒素安定同位体比の全体の平均は 20.7 ± 4.8‰、最小は 9.2‰、最大は 34.4‰ となった。季節ごとにすると、春の平均は 21.0 ± 4.3‰、夏の平均は 20.2 ± 5.8‰、秋の平均は 21.0 ± 4.3‰ となった。NH<sub>4</sub><sup>+</sup> の季節の傾向は見られなかった。NO<sub>3</sub><sup>-</sup> の窒素安定同位体比の全体の平均は -0.5 ± 3.2‰、最小は -8.9‰、最大は 6.2‰ となった。季節ごとにすると、春の平均は 0.8 ± 2.3‰、夏の平均は -1.6 ± 3.6‰、秋の平均は -0.1 ± 3.1‰ となった。春の同位体比の値は重く、夏から秋にかけて同位体比の値が軽くなっている傾向が見られた。既往の発生源のデータと比較すると、自動車をベースに、夏は自然由来だと考えられた。また、NO<sub>3</sub><sup>-</sup> の酸素安定同位体比の全体の平均は 42.3 ± 19.7‰、最小は -2.1‰、最大は 67.7‰ となった。季節ごとにすると、春の平均は 55.8 ± 13.6‰、夏の平均は 32.2 ± 18.2‰、秋の平均は 44.3 ± 19.7‰ となった。NO<sub>3</sub><sup>-</sup> の窒素安定同位体比と同様に、春の同位体比の値は重く、夏から秋にかけて同位体比の値が軽くなっている傾向が見られた。NO<sub>3</sub><sup>-</sup> の酸素安定同位体比の傾向は、本研究で初めて見られた結果であるため、さらに解析をする必要があった。</p> <p>また、水酸化 PAH 類は金沢大学附属植物園で抽出精製を行い、秋田県立大学が保有している LC/MSMS にて分析条件の検討を進めており、PAH 類のサンプル分析についても同植物園で抽出精製および保有される GC/MS で実施中である。これらは今年度にすべてのサンプル分析を完了し、解析を進めたい。</p>
<p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>	
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>現在、数報の論文を執筆中である。</p>
<p>※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。</p>	

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	とよた けんじ	提出年月日	2021年 3月 8日	
申請者氏名	豊田 賢治			
所属・職名	新潟大学 佐渡共生科学センター臨海実験所・特任助教			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	沿岸性甲殻類の幼生変態における昆虫成長制御剤の毒性影響評価			
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日			
センター 教員	鈴木信雄			

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	豊田賢治	新潟大学	特任助教	飼育実験・薬剤暴露実験
	分担者	鈴木信雄	金沢大学	教授	マイクロプレートリーダー
		大平剛	神奈川大学	教授	飼育実験・薬剤暴露実験
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	20-hydroxyecdysone	液体	68	
	分析した試料	20-hydroxyecdysone Methyl farnesoate Fenoxycarb	液体	0	
研究目的・ 期待される 成果	<p>農薬の毒性評価は、生死の致死を調べる毒性学的な研究が多い。本研究では、単なる致死だけではなく、環境毒性学、発生学的、さらに生態学的な側面から研究を行う。農薬の一種である昆虫成長制御剤に含まれる生理活性物質が環境ホルモン物質として作用し、ミジンコなどの標的害虫以外の水生生物に対して生存率の現象、繁殖率の低下、性比の攪乱など深刻な環境毒性を示すことが報告されている。しかし、地上で散布された薬剤が河川を經由し沿岸生物に与える影響については十分な議論がされていない。</p> <p>本研究では、沿岸性甲殻類であるアカテガニ (<i>Chiromantes haematocheir</i>) をモデルに、孵化幼生の各発生ステージにおける内在性の脱皮ホルモン (ecdysteroids) の定量解析とその曝露試験から昆虫成長制御剤の沿岸性甲殻類への影響を評価することを目的とする。臨海実験施設が面する九十九湾に生息するアカテガニを材料として用いた研究であり、本研究は、九十九湾の海洋生態学に貢献できる。九十九湾の畑で使用している農薬の海洋生物への影響評価、アカテガニの個体数の将来予測にも貢献できる可能性が高い。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p>新型コロナウイルス感染症による県外への移動自粛と申請者の豊田が2020年6月末から現所属に異動したことから、実験に供したアカテガニは新潟県佐渡市で実施した。幸い、九十九湾で想定していた実験に必要なアカテガニ数は確保できた。また、当初の予定ではELISA法によってアカテガニ幼生の内在性20E濃度の変化を定量予定であったが、幼生が確保できる6-9月に出張ができなかったため本年度は断念した。</p> <p>薬剤曝露試験に先立ち、安定したアカテガニ幼生の飼育系の確立に挑戦した。アカテガニは半陸生のカニ類であるが、沿岸で放仔されたプランクトン幼生（ゾエア期）は海水中で成長し、やがて底生性のメガロパ幼生へと変態する。そして汽水域から河川に遡上し、稚ガニへと変態し、上陸する。このようにアカテガニは海、川、そして里山を跨いだ生活史を有しており、里山で使用された農薬などの下流域での毒性影響を調べる生物として適している。申請者らは、12 well プラスチックシャーレを飼育容器として採用し、餌料としてS型ワムシとアルテミアを組み合わせ、孵化後幼生を約11日間ではほぼ100%メガロパ幼生まで高い同調率で飼育できる条件を確立した。さらにアカテガニ採集時に近年のベンケイガニとクロベンケイガニの抱卵個体も捕獲できたことから、同じくメガロパ幼生までの飼育条件の確立に成功した。これら3種の幼生飼育系は現在専門誌へ投稿準備中である。</p> <p>アカテガニ幼生を用いた薬剤曝露実験に関しては、当初予定していた脱皮ホルモン20Eに加え、同じく昆虫成長制御剤の構成成分の一種である幼若ホルモンの methyl farnesoate (MF:甲殻類の内在性幼若ホルモン) とそのアゴニストである fenoxycarb (fx) も供試した。急性毒性試験として、無給餌下の孵化後幼生（ゾエア1期）に上記3化学物質を3.1-400 μM（公比2で8区間）で曝露し、24時間と48時間目の生存率を調べた。その結果、核物質の48時間目のEC50の値は、107.2 μM (20E)、39.7 μM (MF)、37.5 μM (Fx) となった。これらの値は同じく十脚目甲殻類に属するクルマエビの同ステージと比較して、20Eは約25倍、MFは5倍以上高いことが明らかになった。</p> <p>今後は、急性毒性試験から得られた各物質のEC50をもとに濃度を設定し、ゾエア1期からメガロパ期に至るまで曝露を続ける慢性毒性試験を実施する。また、ELISA法による内在性の脱皮ホルモンの定量解析を進める。</p>
<p>見込まれる成果物</p>	<p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p> <p>投稿準備中の論文： Toyota et al., Dietary effects on larval survival and development of three Sesarmidae crabs.</p> <p>セミナー発表： 豊田賢治. Comparative biology of crustaceans. 国際農業教育研究推進センター公開セミナー, 九州大学, オンライン開催. 2020年12月8日.</p> <p>※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。</p>

2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	はっとり あつひこ		提出年月日	2021年 4月 8日
申請者氏名	服部 淳彦			
所属・職名	東京医科歯科大学 教養部・教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(新規) <small>(重点共同研究のみ、複数年(2年)の申請が可能です。)</small> <input type="checkbox"/> 複数年(2年目) <small>(2019年度に複数年で採択された課題については、こちらを選択してください。)</small>	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨り推進する学際的研究			
研究課題	多環芳香族炭化水素類の肝臓に対する毒性機構の解明			

研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日				
センター 教員	鈴木信雄				
研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	服部淳彦	東京医科歯科 大学	研究総括	研究総括、解剖及び組織学的解析
	分担者	鈴木信雄	金沢大学	メジナの 実験・サン プリング	ウロコを用いた解析
		関口俊男	金沢大学	メジナの 血液分析	カルシトニンの分析
		木谷洋一郎	金沢大学	形態学的 解析	血液サンプリング
		田淵圭章	富山大学	遺伝子解 析	血液マーカー分析
		古澤之裕	富山県立大学	ネットワ ーク解析	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。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	Benz[a]anthracene	粉末	1	
	分析した試料	Benz[a]anthracene	粉末	1	
研究目的・ 期待される 成果	<p>(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)</p> <p><b>研究の意義</b> 越境汚染物質である多環芳香族炭化水素類の魚に対する作用（特に肝臓に対する作用）を調べ、環境汚染物質のリスク評価につなげる。<u>生物学、分子生物学に加えて毒性学の分野を融合した研究</u>により、肝臓に対する毒性機構の解明を目指す。</p> <p><b>目的</b> 越境汚染物質である多環芳香族炭化水素類は、大気のみならず海水中にも含まれる。さらに、<u>富山湾に生息するミシマオコゼの胆汁中に多環芳香族炭化水素類が検出されている</u> (Suzuki et al., 2018 業績参照)。本研究では、多環芳香族炭化水素類の魚類の肝臓に対する毒性作用を様々な学問分野の側面から解析する。</p>				

	<p><b>特色</b> 多環芳香族炭化水素類の水酸化体の毒性に注目しているのは、世界で金沢大学を中心とする我々のグループのみであり、非常に独創性の高い研究である。</p> <p><b>期待される成果</b> 既に、鈴木教授を中心とする金沢大学臨海実験所の研究グループとの共同研究の成果として、<b><u>Benz[a]anthracene (BaA) がキンギョのカルシウム代謝に影響を及ぼしていることを報告している (Suzuki et al., 2017)</u></b>。さらに本年度、メジナに対する BaA の作用を調べて、論文投稿中である。本研究では、BaA のメジナの肝臓に対する作用を RNAseq により網羅的に解析するとともに、血液成分の組成についても解析する。</p>
<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p>※申請書に記載した事項を要約して下さい。</p> <p><b>実験材料</b> 本研究ではメジナ (<i>Girella punctata</i>) (n=24, 54.5±3.5 g) を用いた。臨海実験施設の周辺で釣りにより捕獲されたメジナは、約 2 週間順応させた後、実験に使用した。なお、金沢大学の動物実験の指針に従って、メジナの実験を実施した。</p> <p><b>実験方法</b> メジナを low dose (1 ng/g of body weight, n = 8) 群、 high dose (10 ng/g body weight, n = 8)群及び対照群(n = 8)に分けて実験した。BaA の注射は 4 回行った (1、3、6、および 9 日目)。これらの魚は、少量の天然海水を加えながら、12 時間の明期と 12 時間の暗期のサイクルの下で 26°C で 10 日間、それぞれの処理ごとに 1 つの水槽に保管した。10 日後、これらの魚を 0.04% の 2-フェノキシエタノールで再度麻酔した。麻酔をかけた魚からの血液サンプルを、ヘパリン処理した注射器を使用して尾部血管から採取した。採取した血液を 1.5mL チューブに入れ、チューブを 15,000rpm で 3 分間遠心分離した。分離した血漿は直ちに凍結し、使用するまで -80°C で保存した。血液中の肝臓のマーカーは、オリエンタル酵母の生化学的分析により依頼分析を行った。</p> <p><b>実験結果</b> メジナに BaA (low dose: 1 ng/g of body weight, n = 8; high dose: 10 ng/g bodyweight, n = 8)を投与して、10 日間飼育した結果、肝臓の代謝に関与する酵素 (alkaline phosphatase (ALP), lactate dehydrogenase (LDH)) とトータルコレステロール、遊離のコレステロール、HDL high-density lipoprotein cholesterol が有意に低下した。これらの内容は、Int. J. Environ. Res. Public Health に発表した。</p> <p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>Zanaty, M.I., Sawada, N., <b><u>Kitani, Y.</u></b>, Nassar, H.F., Mahmoud, H.M., Hayakawa, K., <b><u>Sekiguchi, T.</u></b>, Ogiso, S., <b><u>Tabuchi, Y.</u></b>, Urata, M., Matsubara, H., Takeuchi, Y., <b><u>Hattori, A.</u></b>, Srivastav, A.K., Amornsakun, T. and <b><u>Suzuki, N.</u></b>: Influence of benz[a]anthracene on bone metabolism and on liver metabolism in nibbler fish, <i>Girella punctata</i>. Int. J. Environ. Res. Public Health, 17: 1391 (2020)</p> <p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	すずき みちお	提出年月日	2021年 4月 20日	
申請者氏名	鈴木道生			
所属・職名	東京大学大学院農学生命科学研究科・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	カキの貝殻微細構造による重金属を濃集する機構解明に関する研究			
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021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	准教授	03-5841-5156
	分担者	鈴木信雄	金沢大学	教授	0768-74-1151
		鄭澤華	東京大学	大学院生	03-5841-5156
※ 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	マガキ	生体	6	
	分析した試料	マガキ	生体	6	
研究目的・ 期待される 成果	<p>世界的にも水産有用種であるカキの貝殻が金属を濃集するメカニズムを解析し、SDGsを達成可能な社会基盤の構築に貢献する。</p> <p>カキは重金属を貯め込みやすい性質を持つことから、環境変動の指標や環境浄化の研究に応用が可能であると考えられている。しかしながら、カキが、どのように重金属を蓄積するのか、重金属の化学形態は何かということはほとんど分かっていない。昨年度の研究より貝殻の微細構造に応じて、蓄積量などが異なることが判明してきた。貝殻の微細構造におけるどのようなメカニズムが重金属の蓄積に関与するのか明らかにすることを目的とした。</p> <p>カキの貝殻は炭酸カルシウムが主成分であり葉状層、稜柱層、チョーク層から構成されている。どれも同じカルサイト結晶であるが、結晶の形態や方位などは全く異なっている。昨年度は、Cdを海水に添加して飼育したカキの貝殻において有意にCdが濃縮されることをICP-MSを用いた解析より明らかにした。そこで、カキの貝殻微細構造を電子線、X線を用いた解析および質量分析による含まれる有機分子の構造解析の研究を進めることで、カキの貝殻が重金属を蓄積する機序についての知見を得る。</p> <p>カキの貝殻を指標に環境汚染や環境変化の検知を行うことができれば、過去に遡って海洋の状態をトレース可能になり、有用な指標となることが期待される。また、特定の貝殻部位に重金属を濃集できれば、環境浄化の研究にも応用できる可能性がある。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

走査型電子顕微鏡(SEM)および透過型電子顕微鏡(TEM)によるチョーク層の観察で、カードハウス構造を構成する扁平状の結晶は、{104}面が外側表面に出たカルサイト結晶であることが分かった。X線回折によるチョーク層の成分分析の結果、チョーク層はカルサイトで構成されていることを示し、また不純物として塩化ナトリウムを微量に含んでいることが明らかになった。ICP-MSを用いたマガキの各層の元素含有量の解析では、チョーク層が稜柱層、葉状層に比べてナトリウムを多く含むという特徴が見られ、同じ貝殻内側に存在する葉状層と比較して亜鉛以外の微量元素を溜め込む性質が明らかとなった。有害金属とされるカドミウムのチョーク層における吸着実験を行った結果、チョーク層はカドミウムを濃縮する性質を持ち、その他微量元素の含有量の上昇も確認された。チョーク層を形成する物質の探索のため、チョーク層特異的な基質タンパク質をLC-MS/MSにより解析を行ったところ、二つのEGF like domainを有するCLP(Chalky Layer Protein)を同定することができた。また、LC-MS/MSで検出されたペプチド配列から、チョーク層に存在するCLPは全長ではなく、前半200番目のアミノ酸までの配列であると推測された。199-200番目のアミノ酸配列はRRであり、これはKexinやフリーリンといったPaired basic Amino acid Cleaving Enzyme(PACE)と呼ばれる酵素によって切断されると考えられる。

CLPの構造と機能を解析するため大腸菌を用いて組換え体の作製を行った。CLP組換え体が炭酸カルシウムの結晶形成に及ぼす影響を確認したところ、面が消失した1 μm以下のカルサイト結晶と菱面体のカルサイト結晶が凝集した塊が多く観察された。この塊の大きさは濃度に比例して大きくなった。収束イオンビーム(FIB)-TEMによる塊の内部構造の観察の結果、面の消失したカルサイト結晶が多数凝集したものであり、CLP組換え体は結晶間および内部にネットワーク状に存在していることがわかった。CLP組換え体は結晶化の途中で炭酸カルシウム結晶に入り込む性質を持ち、また同時に面の消失したカルサイト結晶を凝集させる機能を持つことが明らかになった。カルシウムイオン特異的ポストカラムキレター法によりCLP組換え体はカルシウム結合能を持つ配列を有することが明らかになった。CLPの活性部位を特定するため、EGF-like domainを持つ前半部分の組換え体(CLP\_EGF)と、EGF-like domainを持たない後半部分の組換え体(CLP\_noEGF)を作製し、炭酸カルシウム結晶形成実験を行った。その結果、CLP\_EGFは一定の面の結晶成長を抑制するような機能、CLP\_noEGFは結晶の内部に入り込む性質および複数の結晶を凝集させる機能を持つと推測された。CLP組換え体の二次構造をCDスペクトルにより解析した。二次構造予測プログラムを用いて算出した二次構造データはβ-シート構造とランダムコイルから構成されているというものであったが、CDスペクトルの結果はβ-シート以外にα-ヘリックスおよびターン構造の存在を示唆するものであった。

CLPが発現する部位を、定量PCRを用いた部位特異的発現解析により特定した。その結果、外套膜における発現量が他の部位に比べて優位に増加していることが確認された。CLPに特異的な抗体を作製し、ウエスタンブロット・貝殻免疫染色によって貝殻におけるCLPの局在を調べた。CLP抗体を用いたウエスタンブロットおよび免疫SEMによる観察で、チョーク層にCLPがタンパク質として存在していることを確認することができた。

チョーク層特異的なタンパク質としてCLPを同定した。CLPはカルシウム結合型のEGF-like domainを持ち、カルシウム結合能力を持つことが確認された。CLP組換え体の添加によりカルサイト結晶の面の成長が阻害効果、およびカルサイト結晶の凝集効果が確認できた。前半部分の配列は一定の面の結晶成長を抑制するような機能、後半部分の配列は結晶の内部に入り込む性質および複数の結晶を凝集させる機能を持つと推測された。板状の結晶を形成するタンパク質としてアコヤガイのn16というタンパク質が同定されており、CLPの前半部分の配列はこのn16の配列と相同性を示している。n16はPif97やPif80とのタンパク質複合体を

利用・研究  
実施内容・  
得られた成  
果

	<p>形成し、平板状結晶の形成を誘導するという報告があり、CLP も他のタンパク質と相互作用を起こし、チョーク層の平板状の形態の制御に関与する可能性が強く示唆された。チョーク層に存在するタンパク質の報告はこれが初めてであり、チョーク層形成メカニズムの解明の一助になると思われる。</p>
<p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>	
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>Shihori Iwamoto, Keisuke Shimizu, Lumi Negishi, Nobuo Suzuki, Koji Nagata, <b>Michio Suzuki*</b>. Characterization of the chalky layer-derived EGF-like domain-containing protein (CgELC) in the pacific oyster, <i>Crassostrea gigas</i>. <i>Journal of Structural Biology</i>, 212, 107594, (2020). (原著論文)</p> <p>○清水啓介、岩本しほり、竹内猛、遠藤一佳、<b>鈴木道生</b>「貝殻基質タンパク質 EGF-like の機能と進化シナリオ」、『第 15 回バイオミネラルリゼーションワークショップ』、オンライン開催、2020 年 11 月（口頭発表）</p> <p>○岩本しほり、根岸瑠美、<b>鈴木道生</b>「マガキのチョーク層における扁平状カルサイト結晶の形成機構の解明」、『日本水産学会 2020 年春季大会』、東京海洋大学、2020 年 3 月（口頭発表）</p> <p>修士論文：岩本しほり「カキ のチョーク層における扁平状カルサイト結晶の形成機構の解明」（2020 年 3 月）</p>
<p>※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。</p>	

2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ふるさわ ゆきひろ		提出年月日	2021 年 3 月 8 日
申請者氏名	古澤 之裕			
所属・職名	富山県立大学 教養教育センター・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(新規) <small>(重点共同研究のみ、複数年(2年)の申請が可能です。)</small> <input type="checkbox"/> 複数年(2年目) <small>(2019年度に複数年で採択された課題については、こちらを選択ください。)</small>	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨り推進する学際的研究			
研究課題	マイクロプラスチックの魚類生理に対する作用：腸内細菌によるプラスチックの分解			

研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日				
センター 教員	鈴木信雄				
研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	古澤之裕	富山県立大学	准教授	研究総括、解剖及び組織学的解析
	分担者	鈴木信雄	金沢大学	教授	ウロコを用いた解析
		田淵圭章	富山大学	教授	カルシトニンの分析
		本田匡人	金沢大学	助授	血液サンプリング
		服部淳彦	東京医科歯科 大学	教授	血液マーカー分析
※ 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	マイクロプラスチック	粒子	1	
	分析した試料				
研究目的・ 期待される 成果	<p>(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)</p> <p><b>研究の意義</b>  海洋汚染において、世界規模で問題になっているマイクロプラスチックの魚類生理に対する作用を解析する。<u>マイクロプラスチックは難分解性であり、海洋という低温の環境下では分解しないと信じられてきた。</u>しかし、マイクロプラスチックが低温下でも分解し、実際に海洋中にはスチレンオリゴマー（特に、スチレントリマー）が存在している（Kwon et al., Sci Total Environ, 2014）。東京湾でも、スチレントリマーが検出されており（Amamiya et al., Sci Total Environ, 2019）、スチレンオリゴマーが海洋生物に影響を与えている可能性が高い。そこで本研究では、<u>マイクロプラスチックが魚類の腸内細菌による分解の可能性を解析する。</u>腸内細菌の専門家の古澤が主体となり、魚類生理学の鈴木・服部、分析化学の本田、分子生物学の田淵により、マイクロプラスチックの魚類への影響を詳細に調べる。</p>				

**目的**

世界規模の海洋汚染のマイクロプラスチックの海産魚類への影響を解析する。本研究では、海産魚の腸内細菌に注目して、腸内細菌によるマイクロプラスチックの分解能を調べ、実際にマイクロプラスチックの分解物が魚の血液に検出されるのかを調べる。

**特色**

マイクロプラスチックが魚の腸内細菌により分解されることを予測した研究は無い。非常に独創性の高い研究である。

**期待される成果**

腸内細菌の専門家の古澤が研究総括を行う。古澤は、Nature 及び Nature Immunol. に論文を掲載された実績を有する。さらに鈴木は、アメフラシの腸内より、フェノールを分解する細菌を単離した実績があり (Int. Biodeterioration Biodegradation, 59: 252-254, 2007)、農薬の解析で実績 (Honda et al., Chemosphere, 2018; Honda and Kannan, Environ Pollut., 2018) のある本田が、マイクロプラスチックの分解物であるスチロールの分析を担当する。田淵は、遺伝子のネットワーク解析のエキスパートであり、服部は、魚類・鳥類・哺乳類など動物生理学の専門家である。この研究チームで研究を実施するので、短期間で成果が上がる可能性が高い。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

海産魚の腸内からスチレンオリゴマーを分解する海洋細菌のスクリーニングを行った。以下に示す。

**実験方法**

実験に用いた海産魚は、①イシガキダイ、②カナガシラ、③クロダイ、④キジハタ、⑤サバフグ、⑥アジ、⑦クロゲンゲ、⑧ヒラメの8種類である。これらの海産魚から腸内容物を希釈して、スチレンモノマー、スチレンダイマー、スチレントリマーを 1,000 μg/L 添加した 1/2Allen 海水寒天プレートに塗抹した。15°Cで12日間インキュベートした後に、コロニーを pick up した。

2nd スクリーニングでは、First スクリーニングの10倍量(10,000 μg/L)のスチレン添加 1/2ALLEN 海水寒天培地(24-well Plate, 800 μL/Well)を用いた。First スクリーニングで培養したコロニーを pick up し、1/2Allen 海水 1,000 μL にて懸濁しました。懸濁液を 30 μL ずつ、24-Well Plate に塗布し、15°Cで12日間インキュベートしました。

**実験結果**

アジでは、トリマー分解菌がスクリーニングされ、キジハタ及びクロゲンゲでは、ダイマー分解菌がスクリーニングされた。これらのコロニーを pick up して、PY-1/2Allen 海水の液体培地で培養して、ある程度の濁度がでた時、培地と等量のグリセロールを添加してストックを行った。今後は、スチレンオリゴマーを添加して、スチレンオリゴマーを資化できるか否かを調べ、資化能力の高い菌を見出していく予定。なお、共同研究の一環として、論文発表も行った。

利用・研究実施内容・得られた成果

※1,000字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる  
成果物

**Furusawa, Y.**, Yamamoto, T., **Hattori, A.**, **Suzuki, N.**, Sekiguchi, T., Hirayama, J. and **Tabuchi, Y.** : De novo transcriptome analysis and gene expression profiling in fish scales isolated from *Carassius auratus* during space flight: A impact of melatonin on the expression of genes responsive to space radiation. *Mol. Med. Rep.*, 22: 2627-2636 (2020)

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	たぶち よしあき		提出年月日	2021年 3月 10日	
申請者氏名	田渕 圭章				
所属・職名	富山大学 研究推進機構研究推進総合支援センター・教授				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(新規) <small>(重点共同研究のみ、複数年(2年)の申請が可能です。)</small> <input type="checkbox"/> 複数年(2年目) <small>(2019年度に複数年で採択された課題については、こちらを選択ください。)</small>	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨り推進する学際的研究				
研究課題	水酸化多環芳香族炭化水素類の毒性機構の解明：特に骨代謝に及ぼす影響評価				

研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日				
センター 教員	木谷洋一郎				
研究組織		氏名	所属	職名/ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	田淵圭章	富山大学	教授	研究総括
	分担者	木谷洋一郎	金沢大学	助教	キンギョを用いた実験
		鈴木信雄	金沢大学	教授	ゼブラフィッシュを用いた実験
		関口俊男	金沢大学	助授	遺伝子の発現解析
		服部淳彦	東京医科歯科 大学	教授	形態学的解析
		古澤之裕	富山県立大学	准教授	遺伝子のネットワーク解析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	benzo[c]phenanthrene	粉末	1	
	分析した試料	benzo[c]phenanthrene	粉末	1	
研究目的・ 期待される 成果	<p>(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)</p> <p><b>研究の意義</b> 越境汚染物質である多環芳香族炭化水素類の骨代謝に対する作用（特に遺伝子発現解析）を調べ、環境汚染物質のリスク評価につなげる。<b>生物学、分子生物学に加えて毒性学の分野を融合した研究</b>により、水酸化体の毒性機構の解明を目指す。</p> <p><b>目的</b> 越境汚染物質である多環芳香族炭化水素類は、大気のみならず海水中にも含まれる。さらに、<b>富山湾に生息するミシマオコゼの胆汁中に多環芳香族炭化水素類が検出されている</b>（Suzuki et al., 2018）。本研究では、多環芳香族炭化水素類の魚類の骨代謝に対する毒性作用を解析する。</p> <p><b>特色</b></p>				

多環芳香族炭化水素類の水酸化体の毒性に注目しているのは、世界で金沢大学を中心とする我々のグループのみであり、非常に独創性の高い研究である。

#### 期待される成果

既に、鈴木教授を中心とする金沢大学臨海実験所の研究グループとの共同研究の成果として、benz[a]anthracene がキンギョのカルシウム代謝に影響を及ぼしていることを報告している (Suzuki et al., 2017)。本研究では、benzo[c]phenanthrene 及びその水酸化体のキンギョ、メダカとゼブラフィッシュに対する影響を解析する。予備的な実験により、benzo[c]phenanthrene の水酸化体の毒性が、親化合物よりも約 1,900 倍強いことを確認済であり、これに関するさらなる成果の取得が見込める。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

利用・研究  
実施内容・  
得られた成  
果

キンギョを用いて以下の実験を行った。

実験 1 : キンギョのウロコの再生率に対する BcP (benzo[c]phenanthrene) の影響 (*in vivo*)

麻酔下でキンギョ (*Carassius auratus*) からウロコを抜き、キンギョの腹腔内に BcP を 0.1 ng/g body weight の用量で 3 日おきに投与し、25℃ で飼育した。ウロコの再生段階で一番細胞活性が高い時期である 12 日目に再生ウロコを採取した。採取した再生ウロコ (対照群) の面積を 100 とした時の割合を調べた。さらに *in vivo* の実験では、BcP が実際に代謝され水酸化体に変換したことを確認するため、胆汁中の BcP の水酸化体 (OHBcP) を解析した。

実験 2 : キンギョのウロコの骨芽及び破骨細胞に対する BcP と OHBcP 類の影響 (*in vitro*)

麻酔下でオスのキンギョからウロコを抜き、12 日後に再度麻酔下で再生ウロコを採取した。採取した再生ウロコを L-15 培地中で培養し、BcP または 3-OHBcP ( $10^{-11}$ ~ $10^{-7}$  M) を添加した。これらの化合物はエタノールに溶解した (エタノールの最終濃度: 0.1%)。対照群には同量のエタノール (0.1%) を添加した。キンギョの右と左側の同じ位置のウロコは骨代謝がほぼ同じであることから、左側を試験群、右側を対照群とした。ウロコを 6 時間培養後、 $-80^{\circ}\text{C}$  で急速冷凍し、活性を測定するまで保存した。破骨細胞の活性は、酒石酸耐性酸ホフターゼの活性を指標とした。この場合、pH 5.3 の酸性酒石酸緩衝液中において p-ニトロフェニルリン酸二ナトリウムを基質とし、生成する p-ニトロフェノール (pNP) は 405 nm の吸光度で測定した。骨芽細胞活性は、アルカリホフターゼの活性を指標とした。この活性は pH 9.5 のアルカリ性の条件において破骨細胞の活性測定と同様に pNP 量を測定し、酵素活性とした。ウロコの面積は、メチレンブルー染色後、イメージスキャナーにより自動測定した。本研究では、20 匹のキンギョを用いた。1 個体からそれぞれ 8 枚のウロコを採取し、その 8 枚の平均値±標準偏差を測定値とした。

#### 実験結果

実験 1 : キンギョのウロコの再生率に対する BcP の影響 (*in vivo*)

*in vivo* の実験において、BcP の投与 12 日日後、ウロコの再生率は対照群に比べて有意に低下した。胆汁中の OHBcP 類を測定した結果、BcP を投与したキンギョから 3-OHBcP が検出された。キンギョにおいて BcP から 3-OHBcP へ代謝されることを明らかにした。

実験 2 : キンギョのウロコの骨芽及び破骨細胞に対する BcP と OHBcP 類の影響 (*in vitro*)

*in vitro* の実験において、3-OHBcP は濃度依存的に骨芽細胞の活性を低下させ、 $10^{-10}$  M の低濃度においても有意な抑制効果が認められた。一方、BcP は骨芽細胞の活性に影響を与えなかった。破骨細胞の酵素活性に対して、BcP と 3-OHBcP は抑制作用を示さなかった。

以上の結果を基にして、現在、ゼブラフィッシュのウロコにおけるこれらの化合物の影響解析を行っている。GeneChip システムを用いて、網羅的な遺伝子発現に対する効果を検討しており、来年度に成果を纏めた論文を投稿する予定である。なお、キンギョのウロコを用いた成果を論文発表した。今後、発表した論文は金沢大学博士後期課程 2 年生の山本樹氏の博士論文として使用する予定である。

※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

Yamamoto, T., Ikegame, M., Kawago, U., **Tabuchi, Y.**, Hirayama, J., **Sekiguchi, T.**, **Furusawa, Y.**, Yachiguchi, K., Matsubara, H., Urata, M., **Hattori, A.** and **Suzuki, N.**: Detection of RANKL-producing cells and osteoclastic activation by the addition of exogenous RANKL in the regenerating scales of goldfish. *Biol. Sci. Space*, **34**: 34-40 (2020)

Yamamoto, T., Ikegame, M., Hirayama, J., Kitamura, K., **Tabuchi, Y.**, **Furusawa, Y.**, **Sekiguchi, T.**, Endo, M., Mishima, H., Seki, A., Yano, S., Matsubara H., **Hattori, A.** and **Suzuki, N.**: Expression of sclerostin in the regenerating scales of goldfish and its increase under microgravity during space flight. *Biomed. Res. (Tokyo)*, **41**: 279-288 (2020)

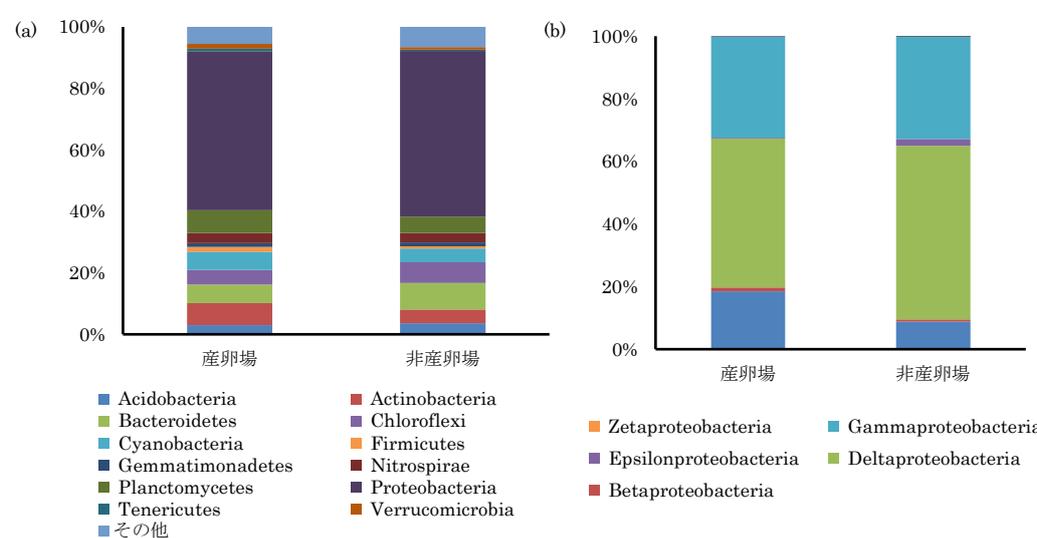
※原著論文発表、レビュー等原著論文以外による発表、口頭発表、卒業論文・修士論文・博士論文等の予定について記載して下さい。成果が出た場合は、別途事務局に報告して下さい。

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	さかとく あきひろ		提出年月日	2020年 4月 7日	
申請者氏名	酒徳 昭宏				
所属・職名	富山大学学術研究部理学系・講師				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究		<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究				
研究課題	七尾湾に特異的な底質環境の解析：海底堆積物中の溶存遊離アミノ酸の変動と微生物群集との関係				
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日				
センター教員	鈴木信雄				

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	酒徳昭宏	富山大学	講師	研究統括・微生物群集構造解析
	分担者	上田宏	北海道大学	名誉教授	試料採集
		沖野龍文	北海道大学	教授	溶存遊離アミノ酸分析
		鈴木信雄	金沢大学	教授	試料採集
松原創		金沢大学	教授	飼育行動解析	
※ 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	七尾湾海底堆積物	砂泥	100 検体	
	分析した試料	七尾湾海底堆積物	砂泥	2 検体	
研究目的・ 期待される 成果	<p><b>目的：</b> 日本近海を回遊し，七尾湾の底質に産卵するトラフグ (<i>Takifugu rubripes</i>) の産卵回遊機構を明らかにするために，産卵場の海底堆積物中の溶存遊離アミノ酸と，それらを産生している微生物群集構造を明らかにする。七尾湾に特有の溶存遊離アミノ酸や微生物群集構造が存在するかを調べることで，特有の底質環境を創出するメカニズムの解明を目指す。また，トラフグ親魚が嗅覚によりテトロドトキシン (TTX) を感受して特定の海底を産卵場として選択している可能性が指摘されている。そしてこれまでの研究で，この TTX 産生細菌がトラフグの産卵期に七尾湾の産卵場の底泥から検出されている。本年度の微生物群集構造解析では，TTX 産生細菌が再確認されるかも合わせて調べる。そして最終的に，開放系湾の特定の海底を選択して沈性粘着卵を産卵する海洋回遊魚トラフグの産卵回遊機構を明らかにする。</p> <p><b>期待される成果：</b> 七尾湾の特定の底質環境を創出するメカニズムが解明されることで，トラフグの産卵回遊機構の解明に繋がる知見を蓄積することができ，魚類生態学及び魚類資源学に貢献できる。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p>2020年度は、新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受け、計画していたトラフグの産卵期である3-6月に七尾湾の底泥を採取することができず、大幅に計画を変更せざるを得なかった。それでも、非産卵期である10月に、産卵場と非産卵場の底泥を採取することができたため、両地点の細菌群集構造を次世代シーケンサー-miseq (イルミナ) を用いて調べた (図 1a, b)。その結果、両地点とも Proteobacteria 門が約 50%と優先しており、それ以外の細菌門の存在割合にも大きな違いはなかった (図 1a)。さらに、最も多く存在していた Proteobacteria 門を詳細に解析した結果、どちらも alpha-, gamma-, delta-proteobacteria が大半を占めており、非産卵場よりも産卵場で alpha-proteobacteria が約 10%多く、delta-proteobacteria が約 10%少なかった (図 1b)。しかし、非産卵期における両地点の底泥中の細菌群集構造には、大きな差異はないと考えられた。また、TTX 産生細菌はどちらの地点でも検出されなかった。この結果は、TTX 産生細菌がトラフグの産卵期に出現 (増殖) している可能性が考えられた。本研究成果は、トラフグの非産卵期における産卵場と非産卵場の細菌群集構造を始めて解析したことから、今後の研究において重要な結果を示すことができたと考えている。</p>  <p>図 1. トラフグ非産卵期における産卵場と非産卵場の細菌群集構造。 (a): 細菌門による分類, (b): 細菌綱による分類。</p>
<p>見込まれる成果物</p>	<p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p> <p>本研究成果は、更なるデータが得られた際に、関連する学会や学術誌で発表する予定である。</p> <p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	おとさか しげよし		提出年月日	2021年4月9日
申請者氏名	乙坂 重嘉			
所属・職名	東京大学大気海洋研究所・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	天然放射性核種を用いた海洋における粒子フラックス分布解明			
研究実施期間	2020年4月1日～2021年3月31日			
センター 教員	長尾 誠也			

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	乙坂 重嘉	東京大学	准教授	海洋観測,主要・微量成分分析
	分担者	長尾 誠也	金沢大学	教授/セン ター長	動態解析
		井上 睦夫	金沢大学	准教授	放射性核種分析
		落合 伸也	金沢大学	助教	放射性核種分析
※ 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	硫酸バリウム・水酸化鉄 混合物、酸化マンガン	固体 (フィルター)	30	
	分析した試料	硫酸バリウム・水酸化鉄 混合物	固体 (海水を送付し 処理を依頼)	4	
研究目的・ 期待される 成果	<p>大気や河川を通じて海洋に運ばれた陸起源物質や、海洋表層で生産された生物粒子の一部は、海水中の懸濁粒子を形成し、凝集・分解を繰り返しながら海底へと運ばれる。海水中を沈降移動する粒子 (沈降粒子) は、海洋表層の汚染物質を効果的に深海へと運ぶ役割を持つため、沈降粒子の輸送フラックス (単位面積・単位時間当たりの粒子輸送量として定義され、粒子束と呼ぶ) の分布を高い空間分解能で明らかにすることは、汚染物質の海洋における行方を追跡するうえで重要である。沈降粒子束は、セジメントトラップと呼ばれる装置を用いて沈降粒子を捕集し、その量から見積もることが一般的であるが、比較的大規模で長期にわたる海洋観測を必要とするため、観測海域や測点数が限られる。</p> <p>一方で、海水中の親粒子性天然放射性核種 (<math>^{234}\text{Th}</math>, <math>^{228}\text{Th}</math>, <math>^{230}\text{Th}</math> 等) 濃度を計測し、その生成量と存在量の海水柱内での収支から、これらの放射性核種の粒子束を見積もることができる。また、海水をろ過して得られる粒子について、上述の天然放射性核種と任意の目的成分の粒子中での濃度比を計測することで、目的成分の粒子束を間接的に見積もることができる。この方法は、微量放射性核種の分析を要するものの、比較的小規模な海洋観測で多測点の情報が得られるため、有効な手法として注目されている。</p> <p>本申請では、金沢大学が持つ微量放射性核種分析技術と、申請者らが持つ海洋観測および微量元素分析技術を組み合わせることで、上記の観測手法を確立することを目的とした。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

1. はじめに

本研究は、東京大学で実施する海洋調査で採取した海水試料の分析に関するものである。2020年度は、当初3回の海洋調査（5月 三陸沖, 7月 日本海, 10月 常磐沖）を実施する予定であったが、コロナ禍の影響による航海スケジュールの大幅な変更に伴い、10月の常磐沖の航海のみを実施した。加えて、申請者の金沢大学への出張が困難となったことから、本年度の測定試料数を大幅に減じ、4試料のみを金沢大学に送付後、低レベル放射線研究施設（LLRL）の担当者が硫酸バリウム及び水酸化鉄共沈法による前処理の後、γ線スペクトロメトリーによる  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  計測を実施することとした。試料数の減少分を補うため、計11試料について、酸化マンガン共沈法で海水中の核種を吸着回収処理した後、東京大学宇宙線研究所の低バックグラウンド実験施設において  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  を計測したのもも検討に用いた。

2. 海水試料の採取

学術船新青丸 KS-20-17 航海において、下記の観測点における海水試料を 20L ずつ採取した。試料採取は、CTD-CMS システムを用いた。

観測点 F02 (37° 00.0', 141° 30.0' E) 採取水深 50m, 100m, 198m

観測点 F03 (36° 53.5', 141° 32.5' E) 採取水深 40m, 200m, 400m, 482m

観測点 FS1 (37° 20.0', 142° 10.0' E) 採取水深 40m, 200m, 400m, 885m

下線を付した4試料は、東京大学-金沢大学間で分析結果を比較した(事項参照)。

3. 海水中  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Th}$  濃度計測値の実験室間での相互比較

比較に用いた海水中の  $^{228}\text{Ra}$  濃度は~1.3 mBq/L,  $^{228}\text{Th}$  濃度は~0.1 mBq/L であり、当初予定していた日本海での濃度に比べて低く、特に  $^{228}\text{Th}$  においては検出下限値付近で比較することとなった。結果として、 $^{228}\text{Ra}$  濃度で 20%程度、 $^{228}\text{Th}$  では 30%程度の不確かさを示した。上記の不確かさを踏まえても、 $^{228}\text{Th}$  濃度については、東京大学での計測値が有意に高い濃度値を示すケースがあり、試料前処理時の汚染について検討が必要であることが示唆された。

ただし、 $^{228}\text{Ra}$  については、2機関の計測結果は不確かさの範囲内で一致しており、また、多くの試料において  $^{228}\text{Ra}$  に比べて  $^{228}\text{Th}$  濃度が十分に低かった。このため、下記の式 (1) によって算出される  $^{228}\text{Th}$  粒子束への  $^{228}\text{Th}$  の不確かさに起因する影響は十分に小さいものとした。

$$F(^{228}\text{Th})_z = \int_0^z \lambda ([^{228}\text{Ra}] - [^{228}\text{Th}]) dz \quad (1)$$

式において、 $F(^{228}\text{Th})_z$  は深度  $z$  における  $^{228}\text{Th}$  粒子束 (mBq/m<sup>2</sup>/day)、 $[^{228}\text{Ra}]$  及び  $[^{228}\text{Th}]$  はそれぞれの核種の海水中的での溶存濃度 (mBq/L)、 $\lambda$  は  $^{228}\text{Th}$  の壊変定数 ( $9.91 \times 10^{-4}$  1/day) である。

4.  $^{228}\text{Th}$  粒子束の見積もり

上記の3観測点での計測結果に基づいて上記の式 (1) で計算された常磐沖での  $^{228}\text{Th}$  粒子束は、水深 50 m で 42~50 mBq/m<sup>2</sup>/day、水深 200 m で 134~164 mBq/m<sup>2</sup>/day、水深 400 m で 194 mBq/m<sup>2</sup>/day であった。それ以深は  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Th}$  が検出下限値以下であった。

上記で求めた  $^{228}\text{Th}$  粒子束は、同観測点の水深 190 m 層において 2017 年 10 月に実施したセジメントトラップ実験による  $^{228}\text{Th}$  の実測値 (63~87 mBq/m<sup>2</sup>/day) の約 2 倍であった。ただし、セジメントトラップ実験による 2017 年 10 月の  $^{228}\text{Th}$  粒子束は、周年 (2017 年 7 月から 2018 年 6 月) での観測値の範囲 (63~500 mBq/m<sup>2</sup>/day)

	<p>での最低値であり、比較する期間を±2週間程度拡大すれば、2つの方法で推定した値は概ね一致した。上記の比較は、手法間での観測年が異なるため、粒子束の変動時期も異なる可能性があることを考慮すると、2つの手法による観測結果は変動幅の範囲内で一致していると言える。</p> <p>5. まとめ</p> <p>観測データが極めて限定的であったものの、金沢大 LLRL 諸氏のご協力により、海水中 <math>^{228}\text{Ra}</math>, <math>^{228}\text{Th}</math> 非平衡法による粒子束計測結果を検討することができた。これらの核種の観測結果と、東京大学で実施する短半減期の <math>^{234}\text{Th}</math> 分析と組み合わせることにより、海洋表層及び亜表層から海洋内部への物質フラックス評価の高解像度化に向けての基盤が可能となる。</p> <p>本研究で検討した手法を、2021年度に日本海、2022年度以降に西部北太平洋で実施される調査航海に適用し、様々な粒子状物質について、北西太平洋及びその縁辺海における粒子束の観測を展開する予定である。</p>
<p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p>	
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>直近の予定として、2021年度に実施予定の調査航海に適用した結果を、口頭発表及び原著論文で発表することを見込んでいる。成果の公表は、2022年度月上旬より順次開始する予定である。</p> <p>具体的なトピックスは下記のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日本海における暖水渦の詳細構造と、海水中の物質、特に有機炭素の海洋内部への輸送フラックスの連動性</li> <li>・ 粒子態有機炭素及び主要・微量元素の海洋内部への輸送フラックスの過去20年間の変動傾向とその要因</li> </ul>
<p>※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。</p>	

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	なえむら あきひこ		提出年月日	2021年 4月 15日
申請者氏名	苗村 晶彦			
所属・職名	戸板女子短期大学総合教養センター・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	石川県能登半島および手取層群における渓流水質に関する研究			
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日			
センター教員	猪股 弥生 准教授			

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

研究目的・  
期待される  
成果

能登半島の渓流水は、海塩由来および越境汚染の影響を受ける。2018年度および2019年度に行った現地調査では、大型台風が日本列島を横断した直後と、平水時については輪島市門前町の桜滝において、それぞれ1195  $\mu\text{M}$  および1194  $\mu\text{M}$  であり、台風時も平常時も両年度の調査ではほぼ同程度であったがデータの蓄積は重要である。渓流水中の  $\text{NO}_3^-$  濃度は森林の物質循環や地形的に脱窒の影響、更に地質の影響も受けるが、首都圏およびその周辺においては人間活動の影響によって“窒素飽和”が懸念される。仁岸川源流域における2019年度調査において  $\text{NO}_3^-$  が24.5  $\mu\text{M}$  であり“窒素飽和”には至らないが、それでも越境窒素汚染で報告される島根県の斐伊川源流域で報告される値(宮廻ら, 2014)に近かった。2015～2017年度における能登・七尾および東京タワーにおける  $\text{Ox}$  濃度では七尾の方が1.3倍高く(七尾は平均36.5 ppb)、月間別においても全ての月間で高く越境汚染の影響が考えられ、能登半島の渓流水中の  $\text{NO}_3^-$  濃度は詳細に追求すべきであろう。

また手取川(延長72 km)水系源流域の2019年度調査において、基盤岩が飛騨帯の手取層群において、基盤岩が四万十帯の古座川水系源流域(苗村ら, 2018)に比べ濃度が高く、地質の影響から古生物の死骸が刻まれる岩石の影響が反映されている可能性があった。そこで、福井県の九頭竜川(116 km)水系源流域における手取層群と合わせて調査を行うことによって、地質の影響かを明らかにしたい。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

能登半島の渓流水は、海塩由来および越境汚染の影響を受ける。海塩由来については、沿岸部の三浦半島北部・鎌倉市内の渓流水中の Cl<sup>-</sup>濃度では平均 319 μM (苗村, 2018a), ならびに伊豆半島南部の渓流水は平均 330 μM (五名ら, 2007) と報告され、内陸の山梨県と長野県との境に近い大弛峠(標高 2,200m) の平均 11.2 μM (苗村ら, 2003) と比較すると非常に高い。越境汚染の例では、首都圏の中心地・東京タワーと長崎の離島・福江島で Ox 濃度を比較したところ 3 年間の平均値で、東京タワーは 26.0 ppb, 福江島は 39.9 ppb と後者の方が 1.54 倍高かった (苗村, 2018b)。Ox のほとんどは O<sub>3</sub> であるが、Ox も NO<sub>3</sub> も NO<sub>x</sub> からの二次物質としてほぼ同時に生成することが報告される (佐々木ら, 1986)。

本研究では、能登半島において 2018 年 9 月 4 日に大型の台風 21 号が日本列島を横断した翌日 (2018 年度調査) と、2019 年 11 月 (2019 年度調査) および 2020 年 10 月に同じ調査地で渓流水質を調査し、また 2019 年度調査および 2020 年度調査に関しては、北陸に広がる手取川水系源流域等も含めた広範囲で調査を行った。

渓流水中の Cl<sup>-</sup>濃度は特に時間代表性がある (苗村ら, 2017; 苗村, 2018a)。しかしながら、環境の劇的な変化によってその違いが表れることがあると推測される。今回の調査では輪島市門前町の桜滝において、平均 1328 μM で変動係数も 17.5% となり、大型台風時も平常時もほぼ同程度であった。

渓流水中の NO<sub>3</sub>濃度は森林の物質循環や地形的に脱窒の影響、更に地質の影響も受けるが、首都圏およびその周辺においては人間活動の影響によって大気沈着の影響を受けその濃度が 100 μM を越える場合が散見される。2018 年度と 2019 年度調査における NO<sub>3</sub>濃度を比較すると、後者で 2.1~2.8 倍であった。これは 2018 年度については台風の影響で多くの降水量により濃度が薄まったと推測される。仁岸川源流域における 2019 年度調査において NO<sub>3</sub>が 24.5 μM であり、越境窒素汚染で報告される島根県の斐伊川源流域で報告される値 (宮廻ら, 2014) に近かった。2015~2017 年度における能登・七尾および東京タワーにおける Ox 濃度では七尾の方が 1.32 倍高く (七尾は平均 36.5 ppb), 月間別においても全ての月間で高く越境汚染の影響が考えられ、能登半島の渓流水中の NO<sub>3</sub>濃度は詳細に追求すべきであろう。また手取川源流域においては、基盤岩が飛騨帯の手取層群において、基盤岩が四万十帯の古座川水系源流域 (苗村ら, 2021) に比べ濃度が高く、地質の影響から古生物の死骸が刻まれる岩石の影響が反映されている可能性があった。ただ、手取層群における九頭竜川水系源流域では、決して NO<sub>3</sub>濃度は高くなく、手取層群におけるデータの蓄積は重要だと考えられた。

#### 引用文献

- 五名美江・蔵治光一郎・春田泰次・鴨田重裕・小田智基・堀田紀文・鈴木誠・木村徳志・五十嵐勇治・大村和也・渡邊良広 (2007) 東京大学 5 演習林 8 試験流域における渓流水質の特性. 東京大学農学部演習林報告, **118**, 65-83.
- 宮廻隆洋・田林雄・大城等・小山維尊・中島結衣・佐藤紗知子・野尻由香里・岸真司・藤原敦夫・神谷宏 (2014) 日本海側河川に対する中国大陸からの越境窒素汚染. 陸水学雑誌, **75**, 27-34.
- 苗村晶彦・藤田俊忠・倉田斉・土器屋由紀子・楊宗興 (2003) 秩父多摩甲斐山岳域における森林渓流水質の標高別分布. 自然環境科学研究, **16**, 1-6.
- 苗村晶彦・渡邊善之・小柳信宏・楊宗興・渡辺幸一 (2017) 福島県中通りにおける阿武隈川水系源流域の渓流水質. 土木学会論文集 G(環境), **73**, 172-176.
- 苗村晶彦 (2018a) 神奈川県三浦半島北部における渓流水質の特徴. 自然環境科学研究, **29**, 5-9.
- 苗村晶彦 (2018b) 生活環境と酸素およびオゾン. 現代公益学会編, 公益叢書第六輯 公益法人・NPO 法人と地域, 文眞堂 (東京), pp. 201-217.
- 苗村晶彦・初山守・奥田知明 (2021) 降水中の NO<sub>3</sub>濃度が低い四万十帯における渓流水質. 環境科学会誌, **34**, 40-45.
- 佐々木一敏・栗田秀實・村野健太郎・水落元之・植田洋匡 (1986) 大気汚染物質の長距離輸送時にお

ける硫酸塩硝酸塩等の挙動. 大気汚染学会誌, 21, 216-225.

※1,000字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる  
成果物

『日本海域研究』に論文を投稿予定（2021年4月中に投稿準備）

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	さとね ひな		提出年月日	2021年 4月 30日	
申請者氏名	佐藤根 妃奈				
所属・職名	新潟食料農業大学食料産業学部食料産業学科フードコース・助教				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究		<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究				
研究課題	魚類における有害有機フッ素化合物の体内動態と解毒機構の解明				
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日				
センター 教員	本田匡人、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	佐藤根 妃奈	新潟食料農業 大学 食料産業学部 食料産業学科	助教	
分担者		本田匡人	金沢大学 環日本海域環 境研究センタ ー 陸域環境領域 附属植物園	助教		腹腔内投与試験
		鈴木信雄	金沢大学 環日本海域環 境研究センタ ー 臨海実験施設	教授		腹腔内投与試験
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。						
分析試料			物質名	形態（形状）		試料数
	申請書に記載 した試料		ペルフルオロオクタン スルホン酸	ヒラメの血液、筋 肉、臓器、皮膚、体 表粘液		56尾
	分析した試料		ペルフルオロオクタン スルホン酸	皮膚、筋肉、体表粘 液、および、血液、 肝臓、腎臓、腸、生 殖腺、鰓、胆のう、 骨		全 605 試料のうち 190 試料を分析済み

研究目的・  
期待される  
成果

有機フッ素化合物の一種であるペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)は、残留性、生物への毒性影響から使用が制限されているが、10年以上前から環日本海域を含む地球規模で汚染が確認されており、現在でも環境中への流出は続いている。魚介類はヒトへのPFOSの供給源となっているが、魚介類体内における詳細な動態や蓄積等に関わる分子についての知見が不足している。本研究では、ヒラメを用いてPFOSの体内動態を詳細に調べるとともに、腹腔内から体表粘液へと排泄されるまでの代謝過程における存在形態を明らかにすることで、PFOSの解毒の可能性を探る。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p>ヒラメに対するペルフルオロオクタンスルホン酸(PFOS)の腹腔内投与試験を実施し、各組織におけるPFOSの蓄積傾向を調べた。供試魚は石川県水産総合センターより平均全長(16.9±1.3 cm)、平均体重(33.8±10.0 g)のヒラメ幼魚55尾を提供いただき、FRP180L角型水槽2つに20℃の海水で3～5日間、馴致飼育した。投与試験では、3%エタノール含有PBSにPFOSを溶解したPFOS溶液(100 µg/mL)を調製し、ヒラメ25尾に400 µg/kgとなるように腹腔内投与してPFOS投与区とした。また、同数のヒラメに溶媒を投与して対照区とした。投与後、4週間飼育し、3日目、7日目、14日目、21日目、28日目に皮膚、筋肉、体表粘液、血液、臓器(肝臓、腎臓、腸、生殖腺、鰓、胆のう、骨)を採取した。また、未処理のヒラメ5尾について0日目に同様に採取した。</p> <p>各組織からのPFOSの抽出は、Ankleyら(2005)の方法を用いた。試料に0.50 mLの超純水を加えて超音波ホモジナイザーによりホモジナイズした後、1 mLの100 mM KOHを加えて、50℃で20分振とうした。そこに1.5 mLの2 M NaClと2.5 mLのメチル tert-ブチルエーテル(MTBE)を加え、室温で20分振とう抽出した。遠心分離後(室温、5,000 ×g, 10分)、MTBE層を回収し、水層にさらに2.5 mLのMTBEを加えて、同様に振とう抽出した。同様に遠心分離して回収したMTBE層は、窒素ガスを吹き付けて乾固し、900 µLのメタノールに溶解した。そこに内部標準としてメタノールに溶解したM<sub>8</sub>PFOS標準液(100 ng/mL)を100 µL加えて、分析用試料とした。</p> <p>PFOS濃度の分析は、LCMS-8045(SHIMADZU)を用いて行った。カラムはWakoPak Ultra C18-3(φ2.00×100 mm)(Fujifilm Wako Pure Chemical Co.)で、移動相のA液に0.01%ギ酸含有2.5 mM酢酸アンモニウムを、B液にアセトニトリルを用いて、A液の濃度を5%から95%に上昇させてPFOSを溶出し、MRM分析によりPFOS濃度を測定した。モニターしたm/zは、M<sub>8</sub>PFOSは507.00&gt;80.00(確認イオン: 507.00&gt;99.00)、PFOSは499.00&gt;80.00(確認イオン: 499.00&gt;99.00)とした。</p> <p>全605サンプルのうち、皮膚、筋肉、体表粘液の0日目～21日目のサンプルについて分析を終えたので報告する。筋肉では3日目にのみ592.4 ng/gでPFOSが検出された。皮膚では3日目に1198.1 ng/g、7日目に530.13 ng/gを示した。体表粘液では3日目に1104.5 ng/g、7日目に1020.0 ng/gを示した。その他の組織については引き続き分析を進めている。</p> <p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p>
<p>見込まれる成果物</p>	<p>学会等での発表、または卒業論文としてまとめる予定である。</p> <p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ささ きみかず	提出年月日	令和3年 4月 30日	
申請者氏名	笹 公和			
所属・職名	筑波大学 研究基盤総合研究センター応用加速器部門・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	能登半島における 1950 年以降の原子力施設由来放射性ヨウ素 129 の沈着量変動			
研究実施期間	令和2年 4月 1日～ 令和3年 3月 31日			
センター 教員	松中 哲也			

			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	笹 公和	筑波大学	准教授	研究総括、加速器質量分析の高度化
分担者		松中 哲也	金沢大学	助教	堆積物中 $^{137}\text{Cs}$ ・ $^{210}\text{Pb}$ の測定	
		落合 伸也	金沢大学	助教	試料採取	
		末木 啓介	筑波大学	教授	堆積物中 $^{129}\text{I}$ の測定	
		松村 万寿美 高橋 努	筑波大学	技術職員	堆積物中 $^{129}\text{I}$ 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		湖底堆積物	プラスチックケース 内に圧縮した乾燥堆 積物をビニール袋で 密封した状態	20	
分析した試料			湖底堆積物	プラスチックケース 内に圧縮した乾燥堆 積物をビニール袋で 密封した状態	20	
研究目的・ 期待される 成果	<p><u>研究の目的</u> 地球温暖化に対する日本海における海洋循環の応答性を検知するために必要な海洋循環トレーサーとして、長寿命の <math>^{129}\text{I}</math> (<math>T_{1/2}</math> : 1570 万年) の利用が期待されている。しかしながら、日本海におけるその主な供給源、供給プロセス、および供給量の実態を把握する必要がある。本研究は、越境汚染物質の 1 つであり主に 1950 年以降の核燃料再処理や核実験に起因する <math>^{129}\text{I}</math> について、環日本海域における沈着量変動を明らかにすることを目的とする。</p> <p><u>研究の特色</u> 研究例が少ない日本海におけるハロゲン元素の <math>^{129}\text{I}</math> について、西暦 1950 年代以降の大気からの沈着量変動を評価すること、および放射能比 (<math>^{129}\text{I}/^{137}\text{Cs}</math>) を用いてその起源を推定することが特色である。</p> <p><u>期待できる成果</u> 西暦 1950 年代以降、人類の核活動によって大気中に放出されてきた人為起源 I-129 の環日本海域における沈着量変動史が明らかになり、日本海における新しい海洋循環トレーサーの確立に向けた基盤的情報の整備が期待される。</p>					
※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

能登半島の七尾市の貯水池（ビシャグソ池）において、2011年12月に採取されたB11-1コア（長さ63cm）について1cm毎に分割した堆積物を分析試料とした。均一化した乾燥堆積物（乾燥重量：1.5g程度）をプラスチック容器に密封し、金沢大学LLRLのGe半導体検出器を用いてPb-210とCs-137を測定した。堆積物からのI-129の抽出・精製を実施するための前処理システム（熱加水分解法と溶媒抽出・逆抽出）はI-129バックグラウンドが低い金沢大学LLRLで新たに立ち上げ、実施した。堆積物（0.5g）から生成した燃焼ガスをトラップしたアルカリ溶液に対し、1mgの<sup>127</sup>Iキャリア（Deepwater iodine, <sup>129</sup>I/<sup>127</sup>I: ~1×10<sup>-14</sup>）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<sup>129</sup>I/<sup>127</sup>I比を測定し、Purdue 1（<sup>129</sup>I/<sup>127</sup>I: 8.38×10<sup>-12</sup>）を標準として規格化した。ICP-MSを用いて試料の<sup>127</sup>I濃度を測定した後、<sup>129</sup>I濃度を算出した。試料（B11-1コア）の放射性核種（Cs-137・Pb-210、I-129）測定を行い、Cs-137とPb-210に基づく堆積層の形成年代と主に核燃料再処理施設から大気経由で供給されるI-129（T1/2: 1570万年）の沈着量変動を解析した。

### 得られた成果

堆積物中の余剰Pb-210（<sup>210</sup>Pb<sub>ex</sub>）濃度は、表層から深度29cmにおいて84.2-739Bq/kg（試料採取日に壊変補正済）の範囲にあり、深度29cm以深では未検出であった。質量深度（Mass depth: g/cm<sup>2</sup>）に対する余剰Pb-210の自然対数の深度分布を基に、堆積速度を解析した結果、表層から0.836g/cm<sup>2</sup>/yr（深度0-7.5cm）、0.0638g/cm<sup>2</sup>/yr（深度7.5-15.5cm）、0.219g/cm<sup>2</sup>/yr（深度15.5-24.5cm）、及び0.0332g/cm<sup>2</sup>/yr（深度24.5-29.0cm）と変化することが分かった。一方、Cs-137濃度は、表層から深度29cmまでにおいて8.6-71.2Bq/kg（試料採取日に壊変補正済）の範囲にあり、深度26-27cmに極大を示す深度分布であった。このCs-137の極大層は、Pb-210から算出した堆積速度を基にすると西暦1962年に形成されたことが分かった。従って、対象とした堆積物は大気核実験に起因するCs-137を明瞭に記録していること、及び余剰Pb-210に基づく年代モデルが正しいことが確認された。今回、堆積物中のI-129について、8試料について試験的に前処理と測定を行った。堆積物中のI-129は0.04-33.9μBq/kgの範囲にあり、沈着量に換算すると0.01-67.4μBq/m<sup>2</sup>/yrであった。I-129沈着量は、西暦1946年以前は0.01-0.06μBq/m<sup>2</sup>/yrと低いレベルであったのに対し、西暦1962年以降漸増する傾向を示した。この傾向は、西暦1950年以降の核燃料再処理に伴って、大気放出された<sup>129</sup>Iの沈着量が増加したことを示唆していると考えられる。今後は、I-129測定を本格的に実施し、高解像度のI-129沈着量変動を解析する予定である。

利用・研究  
実施内容・  
得られた成  
果

※1,000字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる 成果物	<p><b>原書論文</b></p> <p><u>Sasa, K.</u>, Honda, M., Hosoya, S., <u>Takahashi, T.</u>, <u>Sueki, K.</u> et al., 2021, A sensitive method for Sr-90 analysis by accelerator mass spectrometry, <i>Journal of Nuclear Science and Technology</i>, 58(1), 72-79.</p> <p><u>笹 公和</u>, 2020, 難測定核種の加速器質量分析による高感度検出手法の開発, 応用物理学会放射線分科会誌「放射線」, 45(3), 128-133.</p> <p><u>Matsumura, M.</u>, <u>Sasa, K.</u>, <u>Matsunaka, T.</u> et al., 2020, Assessing the effect of laboratory environment on sample contamination for I-129 accelerator mass spectrometry, <i>Analytical Sciences</i>, 36(5), 631-636.</p> <p><b>報告書</b></p> <p><u>T. Matsunaka</u>, S. Nagao, S. Ochiai, <u>T. Takahashi</u>, <u>M. Matsumura</u>, <u>K. Sueki</u>, <u>K. Sasa</u>, 2020, Anthropogenic iodine-129 depositions at the Japan Sea and Pacific sides of the archipelago, during 2017-2018, <i>UTTAC ANNUAL REPORT 2019</i>, UTTAC-89, 18-19.</p> <p><b>口頭発表</b></p> <p><u>笹 公和</u>, <u>高橋 努</u>, <u>松村 万寿美</u>, <math>^{36}\text{Cl}</math> の加速器質量分析における妨害同重体 <math>^{36}\text{S}</math> の除去方法の検討, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 2020 年 9 月 8~11 日, オンライン開催.</p> <p>※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。</p>
--------------	---

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	なかむら たく	提出年月日	2021年 5月 10日	
申請者氏名	中村 琢			
所属・職名	岐阜大学・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	南極におけるベリリウム7の観測と日本海域との比較研究			
研究実施期間	2020年4月1日～ 2021年3月31日			
センター 教員	井上睦夫 准教授			

			職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容	
	氏名	所属			
研究組織	申請者	中村琢	岐阜大学	准教授	試料測定・解析・統括
	分担者	井上睦夫	金沢大学	准教授	試料測定
		三輪美代子	岐阜大学	技術専門職員	試料測定・解析
		平沢尚彦	国立極地研究所	助教	試料作製・解析
		田阪茂樹	岐阜大学	名誉教授	試料測定・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	7Be	ガラス繊維フィルターで捕集したエアロゾル	200	
	分析した試料	7Be	ガラス繊維フィルターで捕集したエアロゾル	32	
研究目的・期待される成果	<p>本研究は南極昭和基地における地表付近の大気中のベリリウム-7(7Be)を観測し、日本海域と比較するものである。7Beは成層圏もしくは対流圏上層において、宇宙線と大気中の酸素、窒素の原子が衝突して、原子核破砕反応で生成する宇宙線生成核種である。7Beは半減期が53.3日であり、南極で試料採取後、日本で測定が可能である。7Beの生成後、周囲のエアロゾルに付着してエアロゾルと同様な挙動をされると考えられるため、南極地域および日本海沿岸地域の大気の挙動の可視化が期待される。南極地域の大気中塵の採取は第61次南極地域観測隊(JARE61)において24時間ないし、12時間周期で行われている。金沢大学の低バックグラウンドの半導体検出器において約1年2か月前に採取したサンプル中の7Be濃度の有限値を得ることを目的とする。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

2019年12月から南極大陸の昭和基地において、第61次南極地域観測隊（JARE61）でエアロゾルの採取を開始した。本研究は試料交換を1日ごとに行い、エアロゾル試料に含まれるベリリウム-7（<sup>7</sup>Be）の濃度を日別で測定することを目的としている。<sup>7</sup>Beの半減期は53.3日と短いため、物理的減衰を考慮して速やかな測定が必要となる。当初2020年11月に試料の回収を予定していたが、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の拡大に伴い、2021年3月までできなくなった。そこで、2020年度は主に次の4点について実施した。

（1）初期に回収できた南極のエアロゾル試料の測定

2020年4月に回収できた16の試料について、岐阜大学と金沢大学で測定した。大気中エアロゾルの捕集時期は2020年1月である。上記の事情により早期の測定が見込めないことになったため、試料回収から11か月経過した2020年12月に、金沢大学のゲルマニウム半導体検出器で $\gamma$ 線を測定した。7個の試料で<sup>7</sup>Beの濃度を測定できた。8個の試料は検出限界以下の放射能濃度であった。

（2）低濃度の試料の測定方法の検討

試料捕集から時間経過により、物理的減衰で検出限界以下となる日別の試料は、2日ないし数日分をまとめて測定し濃度算出することを検討した。試料は1日分が直径110mmのガラス繊維フィルターであり、数枚まとめて測定する際にも、検出器の較正線源の規格に合うように加工が必要となる。最終的に、11枚分の試料を同一の試料ケースに封入できる方法を確立できた。

（3）日本海側のエアロゾル試料採取と<sup>7</sup>Be濃度測定

本研究では、大気中の<sup>7</sup>Be濃度の日別変化を、南極と日本海で比較することを目的の一つにしている。2020年9月に岐阜大学において1か月間の日別の<sup>7</sup>Be濃度測定を行った。エアロゾルの捕集は、南極で行っている方法と同一であり、ハイボリュームエアサンプラー（HV-500R）を用いて捕集流量800L/minで23時間捕集し、積算流量は1103.9m<sup>3</sup>である。岐阜大学のゲルマニウム半導体検出器による測定で、<sup>7</sup>Beの放射能濃度は1~8mBq/m<sup>3</sup>であった。3日間程度急激に濃度が高くなる現象が3回観測された。2020年12月に金沢において2週間連続してエアロゾルを捕集し、試料作成した。南極および岐阜で行った方法と同様に行い、金沢大学のゲルマニウム半導体検出器で<sup>7</sup>Beの日別変化を測定した。岐阜の濃度と同程度であり、かつ数日間連続して濃度が高くなる現象が観測された。

（4）2021年3月に回収できた南極のエアロゾル試料の測定

2021年3月中旬に南極の270の試料を回収し、岐阜大学と金沢大学の半導体検出器で<sup>7</sup>Beの放射能測定を開始した。

※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

奥村真子, 大気中の  $^7\text{Be}$  濃度の測定と教材開発への応用, 岐阜大学教育学部, 卒業論文, 2021.

Hirasawa, N., T. Nakamura, M. Miwa, T. Ojio, K. Yamada, and S. Tasaka (2020): Spatiotemporal variation of surface atmospheric  $^7\text{Be}$  from Australia to Syowa Station, and S17, Antarctica, SCAR 2020 OSC Session 2, Hobart, Australia, 31 JULY – 11 AUGUST 2020.

平沢尚彦, 中村琢, 三輪美代子, 青木一真, 小塩哲朗, 山田恭平, 田阪茂樹 (2020): 南半球高緯度域における  $\text{Be-7}$  の濃度分布と時間変化, 日本気象学会 2020 年度秋季大会、遠隔会議形式、2020 年 10 月.

Spatiotemporal variations of surface atmospheric  $\text{Be } 7$  concentration in the Indian Southern Ocean and Japanese Antarctic stations, 投稿準備中

※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。

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	よしだ まさあき		提出年月日	2021年 4月 30日	
申請者氏名	吉田 真明				
所属・職名	島根大学生物資源科学部・准教授				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究		<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 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 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				
研究実施期間	2020年 4月 1日～2021年 3月31日				
センター 教員	関口 俊男				

			職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容	
	氏名	所属			
研究組織	申請者	吉田真明	島根大学	准教授	採水・分子実験
	分担者	土居秀幸	兵庫県立大学	准教授	採水・分子実験
		鈴木里歩	島根大学	M1	採水・分子実験
		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
		小木曾正造	金沢大学	主任技術 職員	海水の前処理
		※ 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	海水ろ過試料	フィルター吸着物	なし	
	分析した試料	なし			
研究目的・ 期待される 成果	<p><b>研究の目的:</b> 地球規模での環境変動により、海洋生物と強く関連しており、<b>広範囲の生物相を網羅的に解析することが必須</b>である。本研究は、海洋生物資源の予測にも貢献できる。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、<b>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</b>である。本研究では環境 DNA という手法を用いて、<b>日本海の海洋生物の分布調査を周年実施</b>する。さらに日本海を移動している代表的な無脊椎動物(頭足類、棘皮動物類)を対象とした<b>新規環境 DNA 手法を開発</b>する。</p> <p><b>特色及び期待される効果:</b> 現在のところ日本海の年単位の変動予測は現状困難である。まず、<b>現状の分布調査と周年変化に関する基礎データを取ることは必須</b>である。この基礎データを基して、これまで、隠岐・能登・佐渡に継続的に測定している PAH の分析データと比較することにより、<b>環境汚染物質との関連についても解析</b>する。</p> <p>本課題では地域環境の将来予測につなげるべく、日本海を移動している代表的な無脊椎動物(頭足類、棘皮動物類)を対象とした<b>新規環境 DNA 手法を開発</b>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、<b>地域社会との共生においても波及</b>することが期待される。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p>本年度は、環境 DNA による無脊椎動物相の調査を目的とした採水のため、能登臨海実験センターの訪問を予定し日程を調整していた。しかし、新型コロナウイルス感染症の拡大のため、島根大学の規定により感染拡大地域にある伊丹空港から大阪駅を經由しての出張が長期に渡って許可されず、環日本海域環境研究センターへの直接訪問は断念せざるを得なかった。そのため、センター教員の関口氏を含むスタッフ間でオンライン会議を実施し、今後の研究協力体制について相談・議論を行った。さらに、3月には環境 DNA の解析手法の共有とデータ解析の勉強会を企画し、関口氏・小木曾氏を含む臨海実験所の教員・職員を対象として開催した。これには30名を超える参加者があった。東北大の近藤教授・田辺研究員を講師として、環境 DNA の標準的解析手法について基本的な手法とデータ解析についての講演と演習を行った。これにより、次年度以降の環境 DNA の採取・データ分析について実施前に十分な情報共有を行うことができた。</p> <p>また、隠岐で開催された Tara-JAMBIO 合同調査により、海水中の環境 DNA 解析に基づいて海洋微生物叢のデータ取得を行うことができた。西日本各地の海洋微生物叢は同じ標準化した方法で取得しており、21年度にメタバーコーディングによる微生物叢の分類・同定を行う。Tara-JAMBIO 合同調査は21年度に東日本・北日本の一斉調査を予定しており、これにより環日本海一帯の微生物叢についても比較検討が可能となる。この手法はまた、海産無脊椎動物の共生細菌の研究にも有効であり、能登の九十九湾に特異的に産出する浅海性のヒゲムシ動物であるマシコヒゲムシについて、その共生細菌がどの地域やどういった環境に分布しているかについて研究が可能である。次年度以降に訪問可能になったときに、これら微生物叢研究についても拡張して検討していく。</p> <p>また、無脊椎動物の環境 DNA 手法について知見を深め、甲殻類の幼生や成体由来の種同定が可能な miCrab プライマーが開発されていることを突き止めた。隠岐臨海実験所では、プランクトン培養基を奨励研究において開発し、能登臨海におけるアカテガニ幼生の培養に試用していただいた。プランクトン培養基の有効性は今後の検証が必要であるが、計画にあった頭足類、棘皮動物に限らず、能登地域の無脊椎動物相の解析に広く有効な手法が得られた。</p> <p>隠岐・能登・佐渡で測定している PAH の採水分析は継続的に行っている。新型コロナウイルス対策により在宅勤務となった時期を除いて、毎月の採水を継続し、松中氏に海水サンプルを送付した。また、日本海に流入する放射性同位体については末尾の論文として報告された。これら環境データと環境 DNA による生物分布の比較は、次年度以降に行っていく。</p> <p>(1) Kuroshio fractions in the southwestern Sea of Japan; Implications from radium isotopes. Mutsuo Inoue, Yuhei Shirotani, Toshiki Morokado, Shotaro Hanaki, Masashi Ito, Hiroaki Kameyama, Hisaki Kofuji, Akira Okino, Takafumi Shikata, <u>Masa-aki Yoshida</u>, <u>Seiya Nagao</u>. Continental Shelf Research 214, 104328 – 104328 2021 年 (査読有り)</p>
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>環境 DNA 解析の成果、特に全国一斉魚類相調査の結果について、センター間で共通した手法を提案し解析結果についても共有する。これを各センターで行っている臨海実習に反映することができる。</p> <p>海産無脊椎動物と海洋微生物叢の環境 DNA 分析の結果について学会発表を行う。これにより環日本海の基本的なデータとサンプリングについて周知することで、広く多様な研究機関によるセンター利用に繋げる。</p> <p>PAH の測定結果について、共著で原著論文を発表する。</p> <p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	なら ふみこ	提出年月日	2021年 4月 30日	
申請者氏名	奈良 郁子			
所属・職名	中京大学国際教養学部・非常勤講師 (現在：名古屋大学環境学研究科日本学術振興会特別研究員)			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	湖底堆積物中の微量元素分布に基づく1950年以降の能登周辺における重金属汚染と黄砂の影響評価			
研究実施期間	2020年 4月 1日～2021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	奈良郁子	中京大学	非常勤講師	解析・化学分析・試料調整
	分担者	松中哲也	金沢大学	助教	堆積物放射能測定
		渡邊隆広	日本原子力研究開発機構	研究副主幹	微量元素分析
		落合伸也	金沢大学	助教	試料採取
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載した試料	湖底堆積物	プラスチックケース内に圧縮した乾燥堆積物をビニール袋で密封した状態	20	
	分析した試料	湖底堆積物	プラスチックケース内に圧縮した乾燥堆積物をビニール袋で密封した状態	20	
研究目的・期待される成果	<p>本研究の目的は、能登半島で採取された湖底堆積物を用いて、近年（過去約50～100年）における能登周辺での重金属汚染および大陸由来物質の推移を評価することである。環日本海域に位置する能登半島は、日本海を經由した大気中の微粒子（エアロゾル）や黄砂といったユーラシア大陸からの物質輸送に起因する環境への影響に加え、能登周辺での人間活動によるローカルな環境負荷を受けている地域である。従って、能登半島で採取した試料を用いて環境変動の要因を評価するためには、大陸からのグローバルな影響と能登周辺からのローカル影響を分けて議論する必要がある。そのためには、周辺の環境変動に関する既存の情報と、新たな手法で得られた分析結果を正確な年代値に基づいて、対比することが重要である。湖底堆積物中の微量元素分析は、過去における重金属汚染や黄砂の影響を明らかにすることができる。しかしながら、能登半島の湖底堆積物試料を対象とした微量元素の化学分析はこれまでほとんど行われていない。本研究では、能登半島の湖から採取した湖底堆積物の年代測定と微量化学分析を行い、近年（過去約50～100年）における能登半島での重金属汚染と黄砂の影響を評価する。本研究により、近年における能登半島の湖沼環境における環境負荷を議論するための新たな知見が得られると期待できる。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p>本研究では、能登半島周辺における近年（過去約 50～100 年）の重金属汚染および大陸由来物質の推移を評価することを目的として、能登半島の付け根に位置する人工池（ビシャグソ池、七尾市）にて採取された湖底堆積物の無機元素分析、および年代決定のための Pb-210 および Cs-137 測定を行った。無機元素分析（主要元素：SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Total Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, K<sub>2</sub>O, 微量元素：Cl, V, Cr, Cu, Zr, Zn, Rb, Sr, Pb, U）には、波長分散型蛍光 X 線測定器（ZSX PrimusII, Rigaku）および携行型エネルギー分散型蛍光 X 線測定器（portable XRF; Niton XL3t-950S, Thermo Fisher Scientific）を、放射年代測定には、金沢大学低レベル放射能実験施設に設置されている Ge 半導体検出器（LO-AX-51370-20, ORTEC, USA）を使用した。人工池で採取された堆積物試料（B11-1、コア長さ 63cm）は、1cm 毎に細分され、無機元素分析は 2cm 間隔にて表層 3cm から最下層 63cm まで、放射能測定は 2cm 間隔にて表層 2cm から 29cm まで測定を行った。</p> <p>Cs-137 由来放射能は、堆積深度 26-27cm において極大値を示した。この Cs-137 のピーク層は、1963 年ごろに極大を迎えた核実験由来の大気降下 Cs-137 によるものであると考えられる。また、堆積物中の過剰 Pb-210 (<sup>210</sup>Pb<sub>ex</sub>) 濃度は、変動を伴いながら堆積物下方に向かって減衰した。<sup>210</sup>Pb<sub>ex</sub> 濃度減衰の傾きは、堆積物表層から Mass Depth で 2.2 g/cm<sup>2</sup>、2.2 g/cm<sup>2</sup> から 4.0 g/cm<sup>2</sup>、4.4 g/cm<sup>2</sup> から 6.0 g/cm<sup>2</sup> までの、3 段階の変化を示し、堆積速度に変化が生じていることが示された。最表層の堆積物層を堆積物試料採取時である 2011 年、<sup>210</sup>Pb<sub>ex</sub> 濃度の減衰から算出した堆積速度より、堆積深度 26-27cm は約 1960 年付近の堆積物層であると考えられ、Cs-137 及び Pb-210 放射年代より、堆積深度 26-27cm は 1963 年ごろに降り積もった堆積物であると結論付けられる。B11-1 堆積物試料が、少なくとも過去 60 年間のビシャグソ池周辺の環境変動を記録していることが期待できる。</p> <p>B11-1 堆積物試料の無機元素は、陸由来物質とみなされる Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> で規格化した CaO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cu/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, V/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cu/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Rb/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sr/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Zr/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の堆積物の鉛直分布において、堆積深度約 30 cm 付近から明らかな増加を示した。この堆積深度は、放射年代測定から約 1960 年ごろと見積もられることから、高度経済成長期におけるガソリン利用の増加に伴う大気環境への重金属元素の環境負荷が記録されていることが考えられる。</p>
<p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>	
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>本研究の一部は、Journal of Mineralogical and Petrological Sciences (JMPS) に投稿中（論文題目：Quantification and semi-quantification analyses by a portable energy dispersive X-ray fluorescence spectrometer: Geochemical applications in fault rocks, lake sediments, and event deposits）である。</p> <p>また、本研究の一部を Limnology に投稿予定である。</p>
<p>※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。</p>	

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	くまもとゆういちろう	提出年月日	2021年5月5日	
申請者氏名	熊本雄一郎			
所属・職名	国立研究開発法人海洋研究開発機構地球環境部門海洋観測研究センター			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	セシウム 137 を用いた日本海深層水の循環に関する研究			
研究実施期間	2020年4月1日～2021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	熊本雄一郎	海洋研究開発 機構	主任研究 員	研究全体のとりまとめ
	分担者	荒巻能史	国立環境研究 所	主任研究 員	海水試料の採取補助
		井上睦夫	金沢大学環日 本海域環境研 究センター	准教授	放射性セシウムの分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
	申請書に記載 した試料		セシウム 137	海水	20
	分析した試料		セシウム 137	海水	12
研究目的・ 期待される 成果	<p>大気中核実験由来のセシウム 137 は、海洋循環を定量的に議論することができる有用なトレーサである。日本海深層水は隣接する北太平洋のそれに比べて溶存酸素濃度が高く、より早い速度でベンチレーションが起っていることが明らかになっている。しかし近年の温暖化の影響によって、そのベンチレーションが停滞している可能性が指摘されている。2001 年冬季の深層水形成イベントによって、日本海深層水中の溶存酸素およびセシウム 137 濃度は 2000 年代に有意に増加した。2010 年代以降溶存酸素濃度は減少に転じているため、その後新たなベンチレーションは日本海深層水では起きていないと考えられているが確かではない。2020 年夏季に予定されている「おしよる丸」航海で採取する深層水中のセシウム 137 濃度を測定することで、その仮説を検証する。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p>当初計画していた、日本海における北海道大学「おしよろ丸」航海での海水試料の採取は、新型コロナ禍の影響で航海が中止されたため実施することができなかった。そのため過去に日本海で採取された海水試料中のセシウム 137 を測定することとした。具体的には、2018 年の長崎大学「長崎丸」航海 NS18-04 において、日本海の 1 点（観測点 PM5、水深 2940m、北緯 37.7 度/東経 134.7 度、2018 年 10 月 10 日）で、表面から海底付近までの全 12 層で鉛直的に採取された海水を用いた。当該海水試料中のセシウム 137 は、リンモリブデン酸アンモニウム（AMP）を用いて濃縮した。その AMP に含まれるセシウム 137 は、金沢大学環日本海域環境研究センター・低レベル放射能実験施設の低バックグラウンド Ge 半導体検出器を用いて測定された。その結果、表面水（10m）で最も高い濃度（約 2.0 mBq/kg）が測定された。深度が深くなるにつれてその濃度は指数関数的に減少し、深度 2500m 以深では約 0.3～0.4 mBq/kg まで低下した。このような鉛直分布は、表面水中に移行した核実験起源セシウム 137 が、海水の混合・移流に伴って、日本海の深層に徐々に広がっていることを示している。深度 2500m 以深の日本海底層水中のセシウム 137 濃度、0.3～0.4 mBq/kg は、昨年度実施した共同研究において、日本海の 1 点（NS40-02 航海、観測点 PM5、水深 2940m、北緯 37.7 度/東経 134.7 度、2019 年 10 月 7 日）で採取された海水試料のその濃度とほぼ一致した。これら、2018 年及び 2019 年に得られた測定結果を、過去の観測によって報告されているデータを比較検討することで、日本海深層水のベンチレーションの時間変動を議論した。その結果、深度 2500m 以深の日本海底層水中のセシウム 137 濃度は、2001 年を境にして、約 0.2 mBq/kg から 0.3～0.4 mBq/kg に有意に増加していること、2001 年以降では有意な濃度増加は起こっていないことが明らかになった。これらは、2001 年冬季の新たな底層水形成によって、表面水中の比較的濃度の高いセシウム 137 が底層に運ばれたことを示唆している。またいくつかの仮定のもとで、底層水中セシウム 137 濃度の増加量から、2001 年の底層水形成量を <math>3.5 \times 10^{13} \text{ m}^3</math> と求めた。これは日本海底層水の全体積の約 9%に相当する。</p> <p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>
<p>見込まれる成果物</p>	<p>上記の研究成果の一部は、2020 年度秋季日本海洋学会（2020 年 11 月 28 日、オンライン開催）で、口頭発表した（招待講演）。また、その内容をとりまとめ、月刊海洋誌の特集号に投稿した。今後さらに解析を進め、専門誌に原著論文として発表する予定である。</p> <p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	あおやま みちお		提出年月日	2020年 2月 14日	
申請者氏名	青山 道夫				
所属・職名	筑波大学 生命環境系 アイソトープ環境動態研究センター 客員教授				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究		<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究				
研究課題	日本海地中海などの深い縁辺海と外洋での深層への核実験起源放射性物質の長期輸送の研究				
研究実施期間	2020年4月1日～2021年3月31日				
センター 教員	猪股 弥生				

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	青山道夫	筑波大学	客員教授	過去データ収集、データ解析
	分担者	猪股弥生	金沢大学	准教授	過去データ収集、データ解析
※ 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	<p>2011年3月の東京電力福島第1原発事故で海に放出された放射性セシウム (<math>^{137}\text{Cs}</math> および <math>^{134}\text{Cs}</math>) のうち一部が北太平洋の西部亜熱帯循環 STMW 域から、数年未満の短い時間スケールで東シナ海低層部を経由して日本海表層に到達している様相が 2019 年度までの先行研究で明らかになっている。(Aoyama et al., 2017; Inomata et al., 2018, 2019)。本研究では、日本海へ輸送された福島事故起源放射性セシウムが日本海内でどのように深層に輸送されるかの知見をえるために、過去の核実験起源セシウム <math>^{137}\text{Cs}</math> の日本海での挙動を再解析する。また比較のためにやはり狭い縁辺海であり緯度帯も近い地中海および太平洋大西洋での鉛直分布についても再解析する。このために本課題申請者が既に公表している全球の人工放射能データベースの update を行うとともに、日本および韓国政府のモニタリングデータ中の鉛直分布データを収集し併せて再解析する。このことにより、日本海へ輸送された福島事故起源放射性セシウムが日本海内でどのように深層に輸送されるかの定量的あるいは半定量的な知見を得ることが期待される。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p>本研究を行うために、全球の観測データのデータベース HAMglobal2018 (Aoyama, 2019)に韓国原子力安全研究所 KINS (2011年から2016年) および日本の海上保安庁のデータ (2011年から2019年観測分) を収集し追加して解析を行った。</p> <p>核実験起源のセシウム 137 での挙動を見るために、最初に地中海では 1986 年チェルノブイル事故以前、日本海では 2011 年東電福島第一原子力発電所事故以前の核実験起源のセシウム 137 の鉛直分布を再解析した。結果は以前から知られていたように両海域では下向き輸送が冬季の沿岸での冷却による沈み込みのため、外洋での下向き輸送よりも大きいことを示していた。800-1200m 深でのセシウム 137 放射能濃度は地中海および日本海でともに <math>1 \text{ Bq m}^{-3}</math> から数 <math>\text{Bq m}^{-3}</math> であり、表層でのセシウム 137 の値とから指数関数的に減少するとした見かけの鉛直勾配も両海域とも同じ程度であった。それに対し、同じ緯度帯の太平洋北緯 30 度から 50 度の範囲 800-1200m 深では 0.1 から 0.5 <math>\text{Bq m}^{-3}</math> であった。大西洋北緯 30 度から 50 度の範囲 800-1200m 深ではデータの数が極めて少ないがやはり 0.1 から 0.2 <math>\text{Bq m}^{-3}</math> である。</p> <p>日本海では、海上保安庁の観測データを解析すると日本海北部北緯 41.75 度と 43.00 度東経 137.5 度の 2 点で 2011 年の東電福島第一原子力発電所事故の直前では <math>1 \text{ Bq m}^{-3}</math> 付近であったセシウム 137 放射能濃度が 2012 年 7 月に <math>1.3 \text{ Bq m}^{-3}</math> まで上昇し其の後 2019 年まで <math>0.2 \text{ Bq m}^{-3}</math> となるまでゆっくり減少していることが分かる。日本海の南部の観測点では、放射能濃度上昇は 2013 年夏の観測で初めて見られており、その放射能濃度は日本海北部よりわずかに小さい。場所による下向き輸送の時間スケールの違いが明瞭である。一方韓国原子力安全研究所の韓国東沖 (北緯 37.55 度、東経 131.25 度) での鉛直分布の観測では、2012 年から 2015 年に 200-700m 深に表層よりもセシウム 137 放射能濃度がわずかに高い極大が報告されているが、検出下限値以下のデータも多く、詳細な解析はできなかった。韓国原子力安全研究所および日本の海上保安庁の観測データはともに <math>^{134}\text{Cs}</math> 放射能濃度が報告されていないので、東電福島第一原子力発電所事故由来の放射性セシウムを分離して計算することはできないが、表層では複数の地点で <math>^{134}\text{Cs}</math> と <math>^{137}\text{Cs}</math> の放射能比は 2011 年事故時に戻すと 0.5 程度であることが報告されている。また <math>^{137}\text{Cs}</math> 放射能濃度の増加分は 1 から <math>2 \text{ Bq m}^{-3}</math> であると推定できるので、日本海北部での海洋内部での <math>0.3 \text{ Bq m}^{-3}</math> の <math>^{137}\text{Cs}</math> の増加は相対的には大きいと判断でき、冷却による短時間の下向き輸送が効果的であることを改めて示唆したと言える。</p> <p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>Aoyama, M., Tsumune, D., Inomata, Y., and Tateda, Y. 2020, Mass balance and latest fluxes of radiocesium derived from the Fukushima accident in the western North Pacific Ocean and coastal regions of Japan, Journal Environmental Radioactivity, 217, 106206.</p> <p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	にしもと そうご		提出年月日	2021年 4月 29日	
申請者氏名	西本 壮吾				
所属・職名	石川県立大学 生物資源環境学部・准教授				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究		<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究				
研究課題	多環芳香族炭化水素類の免疫系に対する作用				
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日				
センター 教員	環日本海域環境研究センター 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	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
		馬淵智江	石川県立大学 生物資源環境 学部 食品科 学科	4 年生	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。					
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	<p>重油には様々な PAH 類が含有されているが、これらが生体へ及ぼす影響についてはメカニズムを含めて明らかになっていない。過去に大規模な重油タンカー座礁事故により、深刻な海洋汚染が発生した。環境中に流出し、特に海水と混在すると海底域に沈降し、海流によって海洋汚染の拡大につながった。重油に含まれる PAH 類は内分泌かく乱作用を示すことが懸念され、とりわけ免疫系への影響は大きいと考えられる。</p> <p>そこで、本研究では様々な PAH 類がアレルギー発症のトリガーとなる IgE を指標に評価し、免疫系へ及ぼす影響を考察する。PAH の構造と IgE 産生活性の相関性についても評価を進め、アレルギー誘導化学物質の特徴を示して健康リスクへの警鐘を示すことが期待される。</p>				
※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	<p>金沢大学環日本海域環境研究センター 鈴木信雄教授から供与された 16 種の PAH 類について、ヒト IgE 産生株である U266 細胞を用いて抗体産生能の評価を行なった。1 型アレルギー反応は、マスト細胞表面上の IgE 受容体に抗原特異的 IgE が結合することによって開始される。IgE 量の増加は 1 型アレルギー反応を惹起しやすい条件が整うことを意味しており、一連の炎症反応を加速させると言える。</p> <p>現在、各 PAH の細胞毒性を示す濃度域の上限を評価しており、U266 細胞が生存できる PAH 濃度を試験しているところであり、順次 IgE 産生に対する PAH 類の影響を明らかにしていく。</p>				
※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

様々な PAH 類とアレルギー発症のトリガーとなる IgE 産生の相関性について言及された報告はなく、一連の結果を踏まえてリスク評価の検討を行い、論文等で報告する予定である。

※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。

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	かわしま たけし	提出年月日	2021 年 4 月 28 日	
申請者氏名	川島 武士			
所属・職名	情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	海洋プランクトン動態研究のための環境 DNA と画像データ統合システムの開発			
研究実施期間	2020 年 4 月 1 日～ 2021 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	川島 武士	国立遺伝学研究所	助教	環境 DNA 解析
	分担者	関口 俊男	金沢大学	助教	海洋プランクトン調査
		濱田麻友子	岡山大学	助教	環境 DNA 解析
		吉田 真明	島根大学	准教授	環境 DNA 解析
神沼 英里		東京医科歯科 大学	特任講師	プランクトン画像解析	
※ 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	<p>ある海洋環境に生息する生物群について深く理解するためには、長期的な調査に加え、大規模かつ詳細な検討が必要である。長期間の調査にはサンプリングのための人員や生物種の分類のための専門家が必要である。そのため調査可能な海域や調査時期は限定される。</p> <p>申請者らは、プランクトンの分類を題材にして、低コストかつ大規模な調査を可能にする手法を研究する。まず環境 DNA (eDNA) 解析に着目した。eDNA 解析は、海水から採集した DNA から分類を可能とするため、調査の労力を軽減し大規模な調査を可能にする 1 つの方法である。加えて、機械学習によるプランクトンの分類を試みる。しかしながら、どのようなデータを学習させれば正確な分類が可能か不明なのが現状である。</p> <p>このような背景のもと、本研究の目的は、海洋プランクトン動態調査についての新たな方針を提示することである。具体的には、<u>環境 DNA (eDNA) 解析とプランクトン画像の機械学習システムをどのように組み合わせる効果的な研究系とするかについて調査及び開発することにある。</u></p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p>今年度は、新型コロナウイルスの影響で、臨海実験施設でのサンプリングと合同ミーティングが実施できなかった。そこで、サンプリングは関口が実施した。金沢大臨海実験施設の棧橋からプランクトンネットを 2m 鉛直引きし、プランクトンを採取した。得られたプランクトンは、動物プランクトンと植物プランクトンに分類し、それぞれ 20 種類写真を撮影した。写真は同じ種類のプランクトンに対して 4 方向から撮影した。今後はこの写真を機械学習用の教師データとして活用できるように詳細な分類を専門家と相談のもと実施する予定である。さらにプランクトンを含む海水中の環境 DNA サンプルについては、当臨海実験施設により毎月サンプリングしているものを利用する。採取した海水をフィルトレーションし、RNAlater を注入、-80℃で保管した。今後、DNA を抽出し、ミトコンドリア DNA の配列を利用して、プランクトンを同定する予定である。</p> <p>一方で期間中は、ビデオ会議を用いた研究会を開催し、各自の研究の進展の報告会と議論を進めた。機械学習の予備的実験として、神沼が Google Colab 上に開発した、画像分類システムを用いた、プランクトン画像の分類システムのあり方を検討した。 <a href="https://colab.research.google.com/drive/1m8zXBxeduRSwK0LeeRyohLCpOt-x1YRc">https://colab.research.google.com/drive/1m8zXBxeduRSwK0LeeRyohLCpOt-x1YRc</a></p> <p>画像の自動分類について必要な画像データについては、公共のレポジトリが各国で構築されているが、そのようなオープンデータは質にばらつきがあり、一定以上の精度のプランクトン画像認識システムを構築するためには、独自にデータ収集が必要で、どのようなデータ収集スキームがありうるかについても検討中である。</p> <p>このように、プランクトンの機械学習用データの取得、環境 DNA のサンプリング、機械学習プログラミングの予備的試行について進めており、将来的に上記の 3 つの柱を融合して解析を進める基盤を整備しつつある。</p>
<p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>	
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>今後、さらに研究を進めて、成果を日本動物学会で報告する予定である。また、濱田と吉田は、今回の検討事項を踏まえて、大型予算の獲得計画を策定中である。</p>
	<p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ちえんびしゃ		提出年月日	2021年 3月 23日	
申請者氏名	陳碧霞				
所属・職名	琉球大学農学部・准教授				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究		<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究				
研究課題	気候変動に対応する棚田の持続可能な維持管理方策				
研究実施期間	2020年 4月 1日～2021年 3月 31日				
センター 教員	西川 潮				

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	陳碧霞	琉球大学農学部	准教授	098-895-8773
	分担者	邱振勉	金沢大学環日本 海域環境研究センター	連携研究員	090-5936-2388
		西川潮	金沢大学環日本 海域環境研究センター	准教授	076-264-6211
		角媛梅	中国雲南師範 大学	教授	(+86) 13888083272
※ 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	<p><b>【目的】</b> 科学と地域的知識の統合を目指し、洪水と干ばつのリスク低減に向けて気候と生態系の変化に対する棚田の持続可能な維持管理方策を提案することを研究目的とする。具体的に、1. 地域独自の水管理システムの観点から、生態系サービスを維持するため、水管理に関する伝統的な知識システムを記録・整理し分析評価する。2. 流域内の水循環及び水文学的特徴を調査し、気候変動によって将来の変動及び棚田維持管理に及ぼす影響をシミュレートする。3. フィールド調査とシミュレーションの結果に基づいて気候変動に起因する洪水と渇水のリスクを軽減するための適応戦略および棚田維持管理の知見を提案する。</p> <p><b>【期待される成果】</b></p> <p>(1) 棚田の持続可能な維持管理に関するローカル知識を明らかにする。</p> <p>(2) 気候変動及び農村社会変化に適応した棚田の維持管理方策を提案する。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p>今年度は、新型コロナウイルスで緊急事態宣言のため、予定している研究計画が困難となった。それで、2020年12月に、オンラインミーティング（参加者：陳・西川）を開催し、西川先生からのアドバイスをいただき、対面インタビュー、また現地への訪問が難しいという結論に至った。ミーティングでは、今後の研究計画について議論した。能登半島を含めて日本国内の有名な棚田の管理者を対象としたアンケート調査を行うこと、来年度の計画として固めた。</p> <p>コロナによる緊急状態が長引く可能性を踏まえて、棚田の持続可能な維持管理に関するオンライン国際ワークショップを考えていた。インドネシア・ボゴール農業大学の Thomas Oni Veriasa と打診したところで、Thomas 氏が参加の意向を示した。来年度は、東南アジアのラオス、タイ・コンケン大学農学部との国際共同研究を展開するために準備をした。</p> <p>要約すると、本年度の研究計画が中止となった。その代わりに、オンラインミーティングを開催し、来年度の共同研究計画について議論した。また、今後の国際共同研究のネットワーク構築などに向けた準備をした。</p>
<p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p>	
<p>見込まれる成果物</p>	<p>(1) 『気候変動に対応する棚田の持続可能な維持管理』に関する国際共同研究のネットワーク構築に向けた準備をした。</p> <p>(2) 「気候変動に対応する棚田の持続可能な維持管理-比較研究」(仮の題目)のレビューペーパーの予定</p>
<p>※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。</p>	

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	あおき かずま	提出年月日	2021年 4月 28日	
申請者氏名	青木 一真			
所属・職名	富山大学学術研究部理学系・教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	富山湾におけるエアロゾルの光学的特性の時空間変動			
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021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	青木一真	富山大学学術研 究部理学系	教授	研究統括 エアロゾル解析
	分担者	松木篤	金沢大学	准教授	分担するセンター教員
		佐藤真樹	富山大学大学院 理工学教育部	博士2年	衛星データ解析
※ 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	太陽光及び周辺光の各波 長の輝度	デジタルデータ	晴天時1分おき	
	分析した試料	エアロゾルの光学的特性	デジタルデータ	1971 データ	
研究目的・ 期待される 成果	<p>2009年より環日本海域環境研究センター（松木篤准教授）と共同で、能登大気観測スーパーサイト珠洲測定局の立ち上げ時から、エアロゾルの光学的特性の観測を行ってきた。この地域では環日本海域、とりわけ富山湾に長距離輸送される大気汚染物質や黄砂などの影響をモニタリングことが重要であり、珠洲の観測はもちろん、富山や立山で同様な観測研究を行ってきた。今まで、このような申請をして来なかったが、さらに環日本海域の環境モニタリング観測を継続し、新たな他分野融合研究の開拓も含め、行うものである。今までの観測結果などについては、論文や国内・国際学会などで発表し評価を得ている。また、2018年12月に打ち上げられた気候変動観測衛星「しきさい（GCOM-C）」：JAXAの地上検証地としても期待される観測サイトである。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

2009年より環日本海域環境研究センター（松木篤准教授）と共同で、能登大気観測スーパーサイト珠洲測定局で、太陽光とその周辺光の放射輝度を連続観測を行ってきた。本共同研究としては、今年度がはじめてである。本研究は、珠洲市上空のエアロゾルの光学的特性を観測し、同様に観測を行っている富山湾を挟んだ富山などと比較し、水平距離約100km範囲の大気環境の変動を調査する。観測は、太陽光とその周辺光の放射輝度を7波長で自動観測出来るスカイラジオメーターを使って行った。新型コロナの影響で、観測サイトに行くことができなく、測器のメンテナンスが出来なかったが、現状報告を行う。図は、2020年1月から9月までの珠洲と富山における0.5 $\mu\text{m}$ のエアロゾルの光学的特性の月平均値を示したものである。月によっては富山の方が若干高めであるが、ローカルな人為的影響によるものと考えられる。また、1月から3月は低めであるが、新型コロナウイルスの影響により、例年に比べると越境大気汚染の影響が1から3割程度、あったと考えられるが、4月は自然起源の黄砂の影響で高くなっている。7月は低めであるが、2020年は全国的に日照時間が少なく、太陽光測定をする本観測は、得られるデータも少なかった。8月は高めであるが、西之島の噴煙の影響がこの北陸まで長距離輸送され、そのためにエアロゾルの量が一時的に多くなっていた。今後は、様々な他の観測データや他地点との比較をしながら、さらに研究をすすめていきたい。

利用・研究実施内容・得られた成果

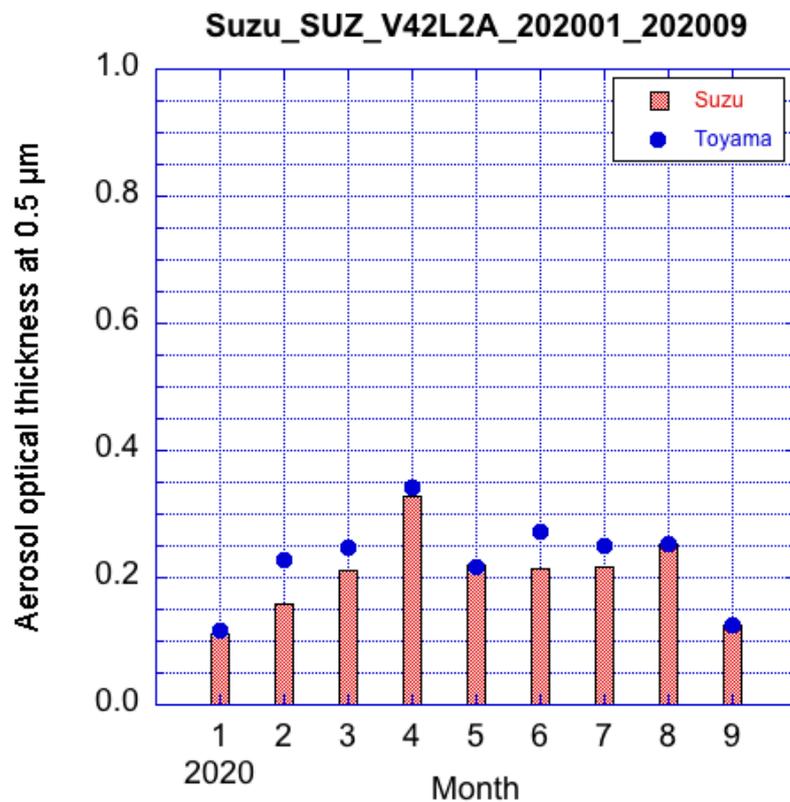


図 2020年1月から9月までの珠洲と富山における0.5 $\mu\text{m}$ のエアロゾルの光学的特性の月平均値

※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	<p>関連する成果</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nakajima, T., Campanelli, M., Che, H., Estellés, V., Irie, H., Kim, S.-W., Kim, J., Liu, D., Nishizawa, T., Pandithurai, G., Soni, V. K., Thana, B., Tugjurn, N.-U., <u>Aoki, K.</u>, Hashimoto, M., Higurashi, A., Kazadzis, S., Khatri, P., Kouremeti, N., Kudo, R., Marenco, F., Momoi, M., Ningombam, S. S., Ryder, C. L., and Uchiyama, A.: An overview and issues of the sky radiometer technology and SKYNET, <i>Atmos. Meas. Tech.</i>, 13, 4195-4218, 2020, <a href="https://doi.org/10.5194/amt-13-4195-2020">https://doi.org/10.5194/amt-13-4195-2020</a>. (査読有)</li> <li>2. Momoi, M., Kudo, R., <u>Aoki, K.</u>, Mori, T., Miura, K., Okamoto, H., Irie, H., Shoji, Y., Uchiyama, A., Ijima, O., Takano, M., and Nakajima, T.: Development of on-site self-calibration and retrieval methods for sky-radiometer observations of precipitable water vapor, <i>Atmos. Meas. Tech.</i>, 13, 2635-2658, <a href="https://doi.org/10.5194/amt-13-2635-2020">https://doi.org/10.5194/amt-13-2635-2020</a>, 2020. (査読有)</li> </ol> <p>※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。</p>
--------------	---

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	むねもと たかし		提出年月日	令和3年4月12日
申請者氏名	宗本 隆志			
所属・職名	石川県工業試験場・研究員			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	東アジア最大の鉱山地域における希土類元素の地球化学			
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日			
センター 教員	福士圭介			

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	宗本 隆志	石川県工業試 験場	研究員	分析
	分担者	福士圭介	金沢大学	教授	分析補助、議論
※ 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 河床堆積物	液体 固体	20 20	
	分析した試料	河川水 河床堆積物	液体 固体	20 20	
研究目的・ 期待される 成果	<p>東アジア最大規模の銅・モリブデン鉱山であるモンゴル国エルデネト鉱山周辺の河川や河床堆積物では鉱山活動に伴う重金属汚染が懸念されている。当該鉱山周辺の河川は、バイカル湖の上流域の支流に位置するため、鉱山周辺におけるローカルな環境汚染の評価は、環日本海域や東アジア全体における環境汚染や環境変化の予測評価の指標につながると期待される。</p> <p>本研究では、河川水中の微量元素のうち、希土類元素(REE)が地球化学プロセスや有害元素の動態を解明するための天然トレーサーとして利用できる点に着目し、当該地域の河川水および河床堆積物中におけるREEの分配挙動について解明する。また、当該地域における環境汚染が、東アジア全体のうち、バイカル湖流域における環境汚染の予測評価について考察することを目的とする。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p>エルデネト鉱山周辺の Erdenet River, Gavil River, Khangal River から採取した河川水と堆積物を分析し、希土類元素 (REE) とイットリウム (YREE) の含有量を調べた。また、鉱山の尾鉱池と灰池、および灰池からの排水の一部が Khangal River に流れ込む場所からも地表水のサンプルを採取した。河川水と地表水の主な化学組成は、水流によってわずかに変化することがわかった。河川水は、Erdenet River、Gavil River、灰池の上流では Ca-HCO<sub>3</sub> タイプ、尾鉱池と灰池からの浸透では Ca-SO<sub>4</sub> タイプ、Erdenet River、Khangal River の下流では Ca-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub> タイプとなっている。河川水、地表水ともに珪藻類が多く含まれており、溶存有機物は主にフルボ酸様物質、タンパク質様物質、微生物様物質から構成されていた。(尚、溶存有機物の分析について当初の計画になかったが、長尾センター長および岩井研究員のご厚意により、分析させていただいた。この場をお借りして感謝申し上げます。)</p> <p>河川と表流水の YREE 濃度は 4.6~14.9 ng/L であり、堆積物と岩石の YREE 濃度はそれぞれ 10~43 mg/kg と 25~34 mg/kg であった。河川と地表水の YREE パターンは、河川水の種類にかかわらず、軽希土類元素 (LREE) に比べて中希土類元素 (MREE) と重希土類元素 (HREE) が濃縮していること、例外的に正の La 異常があること、超コンドライト的な Y/Ho 比があることが特徴である。また、Ca-SO<sub>4</sub> に富む水に含まれる REE(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub><sup>-</sup>、REECO<sub>3</sub><sup>+</sup>、REESO<sub>4</sub><sup>+</sup> が主な REE 種であった。河川水と表層水の両方で HREE が濃縮されると、原子番号が大きくなるにつれて炭酸イオンやフルボ酸のような物質との錯形成が強くなり、中性から弱アルカリ性の pH の河川水中では LREE が堆積物に優先的に収着したと考えられる。堆積物の YREE パターンは MREE の濃縮を示した。河川堆積物中の YREE 全体の濃度は Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、強熱減量と相関があり、リン酸塩、Fe 酸化水酸化物、有機物などの MREE に富む自生鉱物の析出によって MREE が濃縮されたことが示唆された。また、La を除く YREE 濃度には有意な相関が見られ、ほとんどの YREE が水溶液中での錯形成や堆積物表面への収着など、同じ地球化学的プロセスによって分画されたことが示された。その一方で、La の濃度は他の YREE の濃度と相関しなかったことから、La の異常は珪藻類のブルームなどの生物活動や人為的なプロセスによって誘発されたものと考えられる。本研究対象地域は、バイカル湖の上流域の支流に位置するため、今回の結果は、東アジア全体のうちバイカル湖流域における地球化学的な汚染や人為的な汚染に起因する希土類元素の挙動に対する理解を深めるものである。</p> <p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>
<p>見込まれる成果物</p>	<p>本研究成果は、2020 年 10 月に Applied Geochemistry 誌に報告した。</p> <p>Takashi Munemoto, Tsetsgee Solongo, Akihiro Okuyama, Keisuke Fukushi, Ariuntungalag Yunden, Taivanbat Batbold, Ochir Altansukh, Yoshio Takahashi, Hisanori Iwai, Seiya Nagao (2020) Rare earth element distributions in rivers and sediments from the Erdenet Cu-Mo mining area, Mongolia, Applied Geochemistry, Volume 123, <a href="https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2020.104800">https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2020.104800</a>. (査読あり)</p> <p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	かとう しゅんご	提出年月日	2021年 4月 1日	
申請者氏名	加藤俊吾			
所属・職名	東京都立大学 都市環境学部 環境応用化学科			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	日本海沿岸地点における揮発性有機化合物および水素の大気観測			
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021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	加藤俊吾	東京都立大学	准教授	観測
	分担者	松木篤	金沢大学	准教授	データ管理
※ 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	揮発性有機化合物 水素・一酸化炭素	大気（ガス） 大気（ガス）	60 個	
	分析した試料	揮発性有機化合物 水素・一酸化炭素	大気（ガス） 大気（ガス）	約 50 個	
研究目的・ 期待される 成果	<p>大気汚染で現在とくに問題になっているものに対流圏オゾン（光化学オキシダント）と PM2.5 がある。これらの生成には揮発性有機化合物（VOC）が深くかかわっているが、VOC は種類が多くそれぞれ特性もことなるため、きちんと成分ごと分けて測定をする必要がある。</p> <p>VOC の測定は都市域で行われることはあるが、清浄地域での観測はごくかぎられている。日本海に面した珠洲での観測により、他国からこれらの大気微量成分がどの程度輸送されているのかを検討することができる。</p> <p>また、大気中の水素は化石燃料からの代替エネルギーとして将来利用増加が予想されるが、水素の全球的な増加は地球環境にも影響を与えることが指摘されている。そのため、現在からリモート地での水素濃度がどのようなものなのかモニタリングをして情報を蓄積しておくことは重要である。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p>石川県珠洲の能登半島スーパーサイトにおいて、週一回の頻度で金属容器に大気をダイアフラムポンプによるサンプリングを現地スタッフの協力により行った。サンプリング済みの金属容器は、宅配便で東京都立大学におくり、濃縮装置・GC/FIDにより分析した。VOC58種混合の標準ガス分析結果との比較により、各VOC成分の濃度を決定した。</p> <p>また、大気サンプルをGC/RGD（還元性ガス検出器）でも分析を行い、水素および一酸化炭素濃度も測定した。</p> <p>大気サンプリングの配管、ポンプ等の劣化が懸念されたり、現地でのサンプリング作業員の交代などもあったため、9月に珠洲のサイトを訪問し、メンテナンス・説明を行った。</p> <p>VOCの測定結果から、各VOCで季節変動が見られた。大気中寿命が長いエタンなどでは2-3月に最高濃度になり、夏季に最低濃度になるきれいな季節変動がみられた。しかし、大気中寿命が短めのペンタンなどでは1-2月に最高濃度、夏季に最低濃度となり、季節変動もあいまいになっていった。さらに短寿命のアルケンでは季節変動は明瞭でなくなり、プロピレンではむしろ夏季に高めの濃度となる傾向が見られた。植物起源のイソプレンについては夏季に高濃度、冬季にはほぼゼロになる季節変動をしめした。NOAAのHYSPLIT Modelのバックワードトラジェクトリーにより観測データを整理すると、太平洋から輸送された大気でVOCが低濃度となったが、北方向、西方向（韓国など）では顕著な濃度差は見られず、珠洲において位置的に近い韓国からのVOC輸送は明確には見られなかった。</p> <p>VOCの大気中からの主な除去プロセスはOHラジカルとの反応だが、各VOCの平均濃度とOHラジカルとの反応速度定数を、対数でプロットしてみると明確な関係が見られた。大気中濃度は発生フラックスと消失フラックスの兼ね合いで決定されるはずだが、消失速度によりおおよそ大気中濃度が決定されていることになる。</p> <p>水素濃度については、これまでの他の地点での報告例から、リモート地では約500ppb程度の一定の水素濃度となることが予想されていた。しかし、珠洲での水素の測定結果は、予想されていたものよりかなり大きな濃度変動となった。また、一般的な汚染大気輸送の指標として利用できる一酸化炭素との相関をみると、予想に反してあまり相関がみられなかった。水素の発生源が一般的な汚染大気の出発点である都市域などではないかもしれないことを示唆することとなるが、測定を継続してより多くの測定データを用いて慎重に検討をする必要がある。</p> <p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p>
<p>見込まれる成果物</p>	<p>東京都立大学 卒論論文 「能登半島珠洲におけるVOC長期測定」 矢田茂久, 2021年3月</p> <p>学会発表 第25回大気化学討論会(2020年11月オンライン開催) 「能登半島珠洲でのVOC長期測定」, 矢田茂久, Hon-Lam-Hong Sandra, 加藤俊吾, 定永靖宗, 松木篤</p> <p>※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。</p>



## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	しろたにゆうへい		提出年月日	2021年 4月 29日
申請者氏名	城谷勇陸			
所属・職名	公益財団法人海洋生物環境研究所 中央研究所 海洋環境グループ 研究員			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	襟裳岬周辺海域において検出された福島第一原発事故由来放射性セシウムの日本海及び太平洋からの寄与の推定			
研究実施期間	2020年 4月 1日～2021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	城谷勇陸	(公財) 海洋 生物環境研究 所	研究員	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
※ 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	バリウム・鉄共沈物	25
	分析した試料		海水	バリウム・鉄共沈物	12

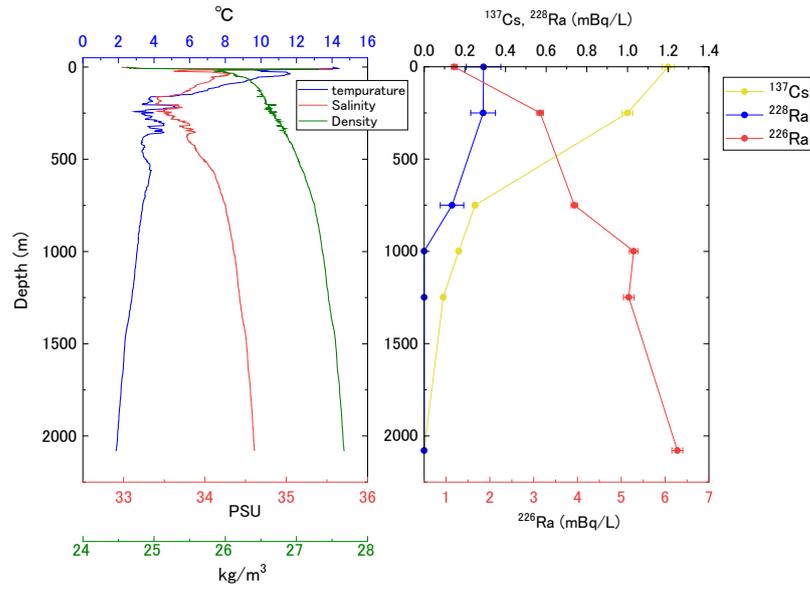
研究目的・  
期待される  
成果

2016-2017 年にかけてベーリング海にて福島第一原発事故由来の  $^{134}\text{Cs}$  が検出された (Kumamoto et al., 2018)。これは、大気から降下した放射性セシウムと直接漏洩した放射性セシウムが、黒潮続流・北太平洋海流によって北太平洋中緯度域を東に表面輸送され、事故後約 4~5 年でアメリカ西海岸に到達し、さらにアラスカ海流によって運ばれたものであると考えられる。今後、アラスカストリーム・アリューシャン海流による亜寒帯循環に沿って日本近海に回帰することが予想される。当研究所では襟裳岬周辺に測点を設けており、2018、2019 年にはこの測点で福島第一原発事故由来である  $^{134}\text{Cs}$  の検出がされ、今後は  $^{137}\text{Cs}$  放射能濃度が上昇する可能性がある。一方で、襟裳岬周辺海域は津軽暖流や親潮、黒潮続流の影響を受け、水塊が複雑な海域である。T-S ダイアグラムのみでは  $^{134}\text{Cs}$  が検出された水塊が日本海対馬暖流由来なのか親潮（亜寒帯循環）由来なのか判断が難しい。そこで海洋の水塊分類に有効なラジウム同位体を測定することでより詳細な水塊分類が可能であると考えられる。本研究では襟裳岬周辺海域において検出された福島第一原発事故由来放射性セシウムの起源が日本海もしくは太平洋なのかを推定し、その移行・循環過程の解明をすることを目的とする。この研究により襟裳岬周辺海域の水塊における日本海対馬暖流と親潮の混合割合や親潮による放射性セシウムの回帰が確認できることが期待できる。

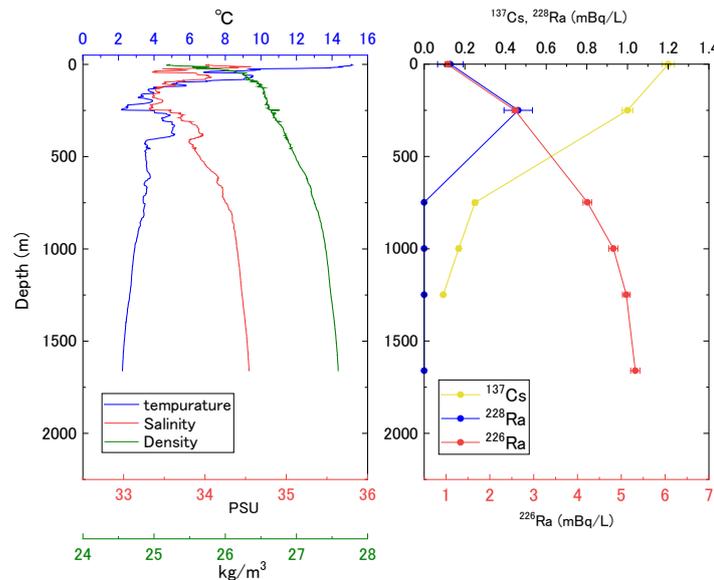
※申請書に記載した事項を要約して下さい。

2018年6月に襟裳岬周辺の測点E11とK2で採取済みの海水12試料についてラジウム同位体 ( $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ) の濃度を測定し、下図に示す鉛直分布を得た。

E11

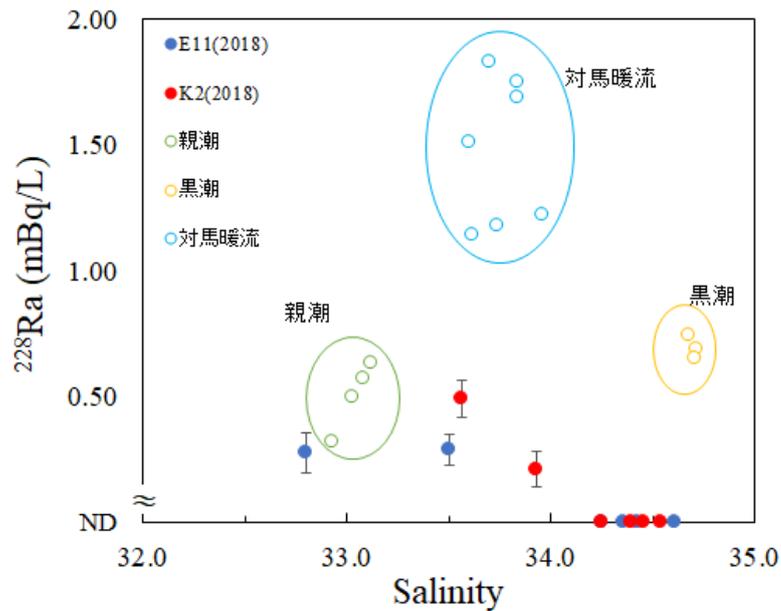


K2



鉛直分布から  $^{226}\text{Ra}$  放射能濃度は両測点ともに深度とともに放射能濃度が上昇する傾向がとらえられた。 $^{228}\text{Ra}$  放射能濃度は測点 E11 では表層と水深 250mではほぼ同じ放射能濃度が確認されているが、それ以降は深度とともに減少する傾向がとらえられた。一方で、測点 K2 では水深 250m層に放射能濃度の極大値が確認された。塩分及び水温の鉛直分布は水深 250m付近で急激に減少している。これらのことから、水深 250m付近は表層とは異なる水塊が存在していることが示唆された。

利用・研究実施内容・得られた成果



上図に  $^{228}\text{Ra}$  放射能濃度と塩分の関係を示す。黒潮続流と親潮は Kawakami et al., 2008 を、津軽暖流は Inoue et al., 2006 を参照した。これにより、黒潮続流、親潮、対馬暖流は以下のように特徴づけることができる。

- ・黒潮続流（高塩分、低  $^{228}\text{Ra}$  放射能濃度）
- ・親潮（低塩分、低  $^{228}\text{Ra}$  放射能濃度）
- ・津軽暖流（中塩分、高  $^{228}\text{Ra}$  放射能濃度）

上図の関係から、E11 及び K2 において採取された海水は黒潮続流と親潮の混合が主であり、ほとんど対馬暖流の影響がみられないと考えられる。今後、3成分の水塊の混合比を計算することで襟裳岬周辺海域への放射性セシウムの寄与の推定を目指す。

※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

2021年度も継続して本共同研究に申請しており、受託されている。2019年および2020年に採取された海水試料についてラジウム同位体の測定を予定しており、その結果を合わせて解析することで襟裳岬周辺海域において検出された福島第一原発事故由来放射性セシウムの起源が日本海もしくは太平洋なのかを推定し、その移行・循環過程の解明をする。これらの知見を2021年度以降に学会（日本海洋学会を想定）で口頭発表を行うとともに学術論文（Journal of Environmental Radioactivityに投稿を想定）を作成することで成果とする。

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	たなか かつや	提出年月日	2021年5月7日	
申請者氏名	田中 勝也			
所属・職名	滋賀大学経済学部・教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	環日本海域における成果連動型農業環境支払制度の可能性：経済実験によるアプローチ			
研究実施期間	2020年4月1日～ 2021年3月31日			
センター 教員	西川 潮			

研究組織		氏名	所属	職名/ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	田中勝也	滋賀大学経済 学部・環境総 合研究センタ ー	教授	研究統括・経済実験の設計・実施
	分担者	西川潮	金沢大学環日 本海域環境研 究センター	准教授	生物種指標の選定
		Uwe Latacz- Lohmann	ドイツ・キール 大学農業経 済学部	教授	経済実験の設計
		上松愛実	名古屋大学大 学院環境学研 究科	大学院生	経済実験の設計・実施
※ 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

本研究の目的は「成果連動型支払」(Payment by Results; 以下、PbR)の制度としての効率性(生物多様性保全の効果と政策実施費用のバランス)について分析するとともに、環日本海域において求められる農業環境 PbR の制度設計をおこなうことである。また、その実現のために必要な政策についても積極的に提言する。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p>研究開始以前より深刻化したコロナ禍の影響を受け、当初予定した PbR に関する経済実験を通じた効率性の分析は、多くの被験者を一箇所に集める必要があるため実施は不可能であった。そのため、石川県羽咋市で、分担者（西川）と共同で実施した調査データを再度検討し、本助成のテーマ・趣旨に則した分析をおこなった。具体的には、JA はくい管内の農家 1,954 人と、道の駅のと千里浜を利用した一般市民 1,100 人を対象に個別に実施したアンケート結果を踏まえ、生物共生型農業である「はくい式自然栽培」に対する農家の選好と、その生産物（自然栽培農産物）に対する消費者の選好を、表明選好法の一形態であるベスト・ワースト・スケーリング (BWS) により分析し、結果を比較分析した。</p> <p>混合ロジットモデルによる BWS の分析結果によれば、農家は「食の安全」「価格プレミアム（一般農産物と比較した価格の増分）」「技術支援」を有意に選好し、消費者は「食の安全」「価格（一般農産物と比較して高すぎないこと）」「地産地消」を有意に選好することが示された。両グループとも、最も高く評価したのは「食品の安全」であり、次いで「価格」を重要視する結果となった。ただし、価格に対する思惑は農家と消費者では対照的であり、そのギャップを埋めるための方策が課題といえる。</p> <p>また本研究の分析結果によれば、自然栽培の特徴でもある「環境（作物生産と生物多様性の両立）」は、農家、消費者ともさほど重要視していないことが示された。</p> <p>なお、推定結果からは農家、消費者とも回答者による選好の多様性（異質性）が確認された。上述の結果は全体の傾向を示したものであり、実際の選好は回答者により有意に異なるといえる。回答者による違いを考慮し、きめの細かい支援やマーケティングを実施していくことが、需要と供給のギャップを埋めて、自然栽培を更に普及させていく上での重要な課題と考えられる。</p>
<p>※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。</p>	
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>論文はすでに取りまとめており、本助成により英文校正も完了している。最終調整を済み次第、国際誌 <i>Food Policy</i> に投稿予定である。</p>
<p>※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。</p>	

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	いしかわなおと		提出年月日	2021年 4月 12日	
申請者氏名	石川尚人				
所属・職名	富山大学都市デザイン学部地球システム科学科・教授				
連絡先住所					
TEL			FAX		
E-mail					
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究		<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究				
研究課題	日本海形成過程の解明：エチオピア・アファール地域のプレート拡大軸域の地球電磁気学的構造に基づく研究				
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日				
センター 教員	長谷部徳子				

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	石川尚人	富山大学都市 デザイン学部	教授	総括・古地磁気解析・化学分析
	分担者	川崎一雄	富山大学都市 デザイン学部	准教授	古地磁気解析・化学分析
		長谷部徳子	環日本海域環 境研究センタ ー	教授	化学分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
	申請書に記載 した試料		火山岩	粉末あるいは固体	約10
	分析した試料		火山岩	固体	4
研究目的・ 期待される 成果	<p>日本海は大陸分裂から海洋底拡大を経て形成された背弧海盆で、その形成過程の理解には海洋地磁気縞状異常の解析が大きな役割をなした。しかし、そのほとんどが海洋下で起こっている海洋底の地磁気縞状異常の獲得形成過程を、我々が直接的に探査することは難しい。そこで、大陸分裂が進行し、現在、海洋底拡大の開始段階にあり、海洋底拡大軸が陸上に露出していると考えられているエチオピア・アファール地域において、地磁気縞状異常の構造とその形成過程を陸上で直接的に探究する目的で、地球電磁気学的探査（空中・地上磁場探査、MT探査）、地表溶岩流の岩石学的／古地磁気学的／年代学的解析を進めている。研究対象はDabbahu火山周辺域で、そこでは2005-09年にかけて、活発な地震活動と正断層系の形成を伴うプレート拡大現象がおき、巾8m、長さ60km、深さ2～10kmの範囲で岩脈の貫入があったと推定されている。</p> <p>陸上において、海洋底拡大軸域に対し岩石試料採取を伴う直接的な調査研究を行うことが本研究の特色で、すでに拡大軸を挟む約50kmの測線において、地球電磁気学的探査／試料採取を済ませている。</p> <p>本研究により、アファール地域の海洋底拡大軸域の磁気異常分布／電磁気学的構造／溶岩流の形成史・化学的進化史から、地球電磁気学的な構造とその形成過程を明らかにすることは、日本海の拡大形成をふくむプレート拡大軸域の地学現象への理解を深める上で、有意義な情報を与えることが期待される。</p>				

※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

Dubbahu 火山周辺域を含む Tendaho Graben (幅約 50km) において、空中・地上磁気探査と MT 探査、地表溶岩流の岩石学的・古地磁気学的研究を進めてきている。現段階までに、Tendaho Graben の拡大方向に設定した約 80km の測線での空中・地上磁気探査と MT 探査が実施できた。磁気探査結果から測線上に長周期 (約 20km) の正負の磁気異常が確認された。MT 探査結果から Graben 中央部に幅約 5km で深度 20km までに及ぶ低比抵抗帯 (熱源の存在を示唆) とその両側に高比抵抗帯が存在することが示唆された。それらに基づいた予察的な地下の磁化構造として、Graben 中央部に熱源の存在による非磁化領域を含む幅約 10km の正帯磁領域、その両側に逆帯磁領域が存在するモデルを構築した。地表溶岩流からは 49 地点で総計 198 個の古地磁気試料をこれまでに採取している。その古地磁気極性解析から Graben 中央の幅約 40km が正磁極期、その両端が逆磁極期の溶岩流であることがわかった。この古地磁気極性分布と地下の磁化構造の地磁気極性分布とに食い違いがあることが示唆された。岩石学的解析 (44 地点、93 個採取) の結果、玄武岩類は E-MORB ~ Within Plate Tholeiite に分類されること、1.1Ma より古い溶岩流は高 SiO<sub>2</sub>・高 K<sub>2</sub>O で特徴づけられること、Graben 内を広く覆う 0.6Ma より若い溶岩流は地域的に系統的な化学組成変化を示さないことがわかってきた。若い溶岩流のこの特徴は Graben 内の至るところで噴出があった可能性を示唆する。よって、溶岩流の年代学的解析が強く望まれる。

地表溶岩流の年代情報を得るために本研究課題においてルミネッセンス法による年代測定を開始した。7月に金沢大学において石川・長谷部が研究打合せを行い、R2年度は流紋岩2試料、玄武岩2試料の年代測定を環日本海域環境研究センターで試みることにした。表層部と内部の区別がつくよう蛍光ペンキで表層を覆ったのち暗室にて粉碎し、光爆していない内部岩片をさらに粉碎、化学処理、磁性分離、重液分離を施し長石粒子を収集した。これらの粒子に x 線を当てて赤外線ルミネッセンスを測定したところシグナルが検出されたため、長石の分離が成功したことがわかった。一方年代測定のために 100-450°C の熱ルミネッセンスを測定したところ、試料により発光温度が異なり、かつ放射線量に対して安定した発光量の変化を見出せず安定な検量線を求めることができなかつたため、通常分析法では線量の見積もりを適切にできないことがわかった。今後は 500°C 以上のより高温での発光を検出するための装置の改良、もしくは Isothermal TL 測定を利用するなどの測定方法の改良を行い、火山岩の噴火史およびそれに基づく大陸分裂史の構築に取り組む必要がある。

※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

劉 浩田 熊本大学修士論文

長谷部徳子・三浦知督・石川尚人他, 火山岩の長石熱ルミネッセンス年代測定に向けた取り組み, 2021 年度ルミネッセンス年代測定研究会 (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。



## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	やまぐち けいこ	提出年月日	2021年 4月 20日	
申請者氏名	山口 啓子			
所属・職名	島根大学生物資源科学部・教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	二枚貝および堆積物に含まれる微量元素から読み解く汽水湖の環境変化			
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日			
センター 教員	長谷部 徳子			

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	山口 啓子	島根大学	教授	試料採取・総括
	分担者	高橋 海登	島根大学	学部4年	試料準備・測定
		長谷部 徳子	環日本海域環 境研究センタ ー	教授	試料分析
		田村 明弘	理工学域	研究員	試料分析
※ 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	堆積物・貝	粉末あるいは固体	約 10	
	分析した試料	堆積物・貝	粉末（堆積物） および 固体（二枚貝殻体）	堆積物 20 二枚貝 6	
研究目的・ 期待される 成果	<p>中海は日本海と接続する内湾汽水湖である。堤防建設などの人為的な環境変化を受け、海水の流入経路の変化や貧酸素化が起こったことがわかっている。一方、中国・韓国からの化学物質も飛来して湖底に堆積している。本研究は、この水域特性を利用し、閉鎖性の変化による貧酸素化と化学物質の変化を堆積物および二枚貝殻体中の微量元素濃度変化によって読み解くことを試みる。1 m程度の柱状試料から、100年レベルの試料が得られるが、その堆積物から長期的な変化を、また、試料中に含まれる二枚貝殻体から数年間の変化を、それぞれ読み解く。本研究では二枚貝分析を併用することが特色であり、生物擾乱がある柱状試料からも環境変化を読み解く新たな手法を開拓することを目指す。</p>				

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

2020年10月に中海にて採取したショートコア（長さ約70cmの柱状試料）を層位ごとに分割し均質化した堆積物（底質）試料と、その中から得られた二枚貝の代表としてサルボウガイ殻体（化石）3個、および、2008年に中海で桁引きにより採取した3地点の現生のサルボウガイの貝殻の断面試料を検体として準備し、2020年12月14-17日に金沢大学環日本海域環境研究センターのLA-ICP-MSを使用して、微量元素濃度および分布パターンの検出を行った。底質は圧縮加工してスポット定量分析により、殻体は研磨薄片の表面を成長にそってラインスキャン分析およびスポット定量分析により、それぞれ測定した。なお、柱状試料の堆積物について測定する微量元素種は、水域の汚染に関わると予想した次の元素群とした。  
 $^{24}\text{Mg}$ ,  $^{29}\text{Si}$ ,  $^{34}\text{S}$ ,  $^{42}\text{Ca}$ ,  $^{43}\text{Ca}$ ,  $^{53}\text{Cr}$ ,  $^{55}\text{Mn}$ ,  $^{57}\text{Fe}$ ,  $^{59}\text{Co}$ ,  $^{63}\text{Cu}$ ,  $^{66}\text{Zn}$ ,  $^{88}\text{Sr}$ ,  $^{121}\text{Sb}$ ,  $^{137}\text{Ba}$ ,  $^{208}\text{Pb}$   
二枚貝殻体については、殻体鉱物（炭酸カルシウム）中のCaと経験環境に応じて置換するとの報告がある主要な金属元素、 $^{24}\text{Mg}$ ,  $^{42}\text{Ca}$ ,  $^{55}\text{Mn}$ ,  $^{88}\text{Sr}$ に着目し、環境ストレスにより形成される殻体の成長停止線との関係を検討した。

堆積物試料については、1980年ごろに干拓のための水域を隔てる堤防が建設されたことにより増加したと思われる元素として $^{55}\text{Mn}$ ,  $^{57}\text{Fe}$ ,  $^{88}\text{Sr}$ が上げられた。これらのうち、FeとSrは海水に多く含まれるため、堤防建設の影響で鉱物粒子の供給が減少したことにより、濃度が高くなったことが推察された。一方、 $^{63}\text{Cu}$ ,  $^{208}\text{Pb}$ ,  $^{66}\text{Zn}$ は1900年の少し前より急速に増加していた。これらは中海の南部陸域で1865年に開始された銅鉱山の採掘によるものと考えられた。大陸から飛来するエアロゾルの指標となるPb/Zn比には明瞭な変化は見られなかった。いずれの元素においても、中国大陸からの越境汚染と考えられるような、近年での明瞭な増加はみられなかった。

サルボウガイ殻体では、中海の環境傾度にした採取地点3地点の貧酸素の程度と現生殻体試料のMn濃度との関係について、貧酸素の程度が著しいほどMn濃度が高い傾向が確認された。一方、塩分および水温の指標となる可能性が既往の研究で示されているSrおよびMgについては、予想した関係性は認められなかった。柱状試料より得られたサルボウガイ殻体（化石）について、貧酸素を反映すると考えられたMnについてみると、その濃度は推定された年代1930年頃=55ppm・1950年頃=53ppmでほとんど変わらなかったのに対し、1970年頃で113ppmと明らかに高かった。柱状試料のCNS分析から、柱状試料の採取地点では1930年頃より次第に有機物濃度が高くなったことより底質の有機汚染が始まったことがわかっていたが、貧酸素化が著しくなったのは1960-1970年頃からであることが本研究により推察された。

※1,000字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる  
成果物

【提出済み】（卒業論文）

高橋海登（2021年2月）

「サルボウガイ殻体および湖底堆積物を用いた環境履歴の読み取りに関する研究」  
2020年度島根大学生物資源科学部卒業論文

【発表予定】

2021年9月に開かれる日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会  
2021年11月に開かれる汽水域研究会大会  
にて発表予定

※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。

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	しまさき ようへい		提出年月日	2021年4月27日
申請者氏名	島崎 洋平			
所属・職名	九州大学大学院 農学研究院 ・ 准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	植物プランクトンに及ぼすエアロゾル由来汚染物質および水温上昇の複合影響評価			
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021年 3月 31日			
センター教員	鈴木信夫 唐寧 関口俊男 本田匡人			

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	島崎洋平	九州大学農学 研究院	准教授	エアロゾル採取 暴露試験 重金属分析
	分担者	鈴木信雄	環日本海研究 センター	教授	暴露試験
		唐寧	環日本海研究 センター	教授	エアロゾル採取 PAH 分析
		関口俊男	環日本海研究 センター	助教	暴露試験
		本田匡人	環日本海研究 センター	助教	PAH 分析
		大嶋雄治	九州大学農学 研究院	教授	暴露試験
		森裕樹	九州大学農学 研究院	助教	重金属分析
※ 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	PAH 類	粉末状	50	
	分析した試料	PAH 類	ガラスフィルター 付着物	18	
研究目的・ 期待される 成果	<p><b>意義・目的</b>：日本海域は対岸諸国からの大気汚染に曝されている。大気中のエアロゾルは PAH や重金属等を含む場合があり、海域に負荷された汚染物質の水圏生態系への影響が懸念されるが、エアロゾルから抽出した汚染物質群の水生生物への毒性を直接評価した報告は少ない。一方、地球温暖化による海水温上昇が日本海域でも近年確認されており、これらの複合的な影響評価が急務である。本申請では海域の主要な基礎生産者である植物プランクトンを対象生物とし、増殖および光合成活性に及ぼすエアロゾル付着汚染物質群および水温上昇の複合影響を評価することを目的とする。</p> <p><b>本研究の特色</b>：エアロゾルには多様な汚染物質が付着していると予想され、エアロゾル由来の汚染物質と水温上昇との複合的影響を評価する点に特色がある。</p> <p><b>期待される成果</b>：植物プランクトンのエアロゾルを介した海洋汚染および海水温上昇は今後も継続することが予想されるため、現在および将来におけるこれらのストレスが海洋の基礎生産に及ぼす影響予測に関する重要なデータを提供すると期待される。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p><b>エアロゾル採取</b>：九州大学伊都キャンパス（福岡県福岡市西区元岡744）west5号館屋上にハイボリウムエアサンプラ（MODEL-120SL, 紀本電子工業）を設置し、2020年8月から10月までは2週間に1回、11月以降は週1回、ガラスフィルター（TX40HI20-WW, Pall）上にエアロゾルを採取した（1 m<sup>3</sup>/分, 24時間）。採取後のフィルターは-20℃で冷凍保存した。またエアロゾル採取前後にフィルターの質量を測定して捕捉したエアロゾルの質量を測定した。採取したエアロゾルの平均質量は28.6 μg/m<sup>3</sup>であった。期間中におけるエアロゾル質量の明確な季節的変化傾向は観察されなかった。</p> <p><b>汚染物質分析</b>：2020年8月5日から2021年1月13日までの計18サンプルについて、汚染物質の分析を実施した。採取済ガラスフィルター50 cm<sup>2</sup>をハサミで切り取り、PAH分析（GC-MS, 8890 GC system, 5977B MSD, Agilent）に、また約1 cm<sup>2</sup>に切り取ったフィルターを簡易元素分析（EDS搭載走査型電子顕微鏡, SME-EDS, JCM-6000, 日本電子）に供した。PAHsの濃度は9月下旬から11月下旬に濃度が高い傾向であった。概してフルオランテンが最も高くピレンやクリセン等も比較的高濃度であった。SME-EDSによる元素分析では、サンプル中の元素含有比が出力値として得られるため、正確な濃度は不明であるが、カドミウム、ヒ素、銅等、有害性の高い重金属が散発的に検出された。</p> <p><b>植物プランクトンへのエアロゾル曝露試験</b>：2020年8月5日から2021年1月13日までの計18サンプルについて、浮遊性海産珪藻 <i>Thalassiosira pseudoana</i> を用いてエアロゾルの毒性を評価した。採取済ガラスフィルター100 cm<sup>2</sup>を1 cm<sup>2</sup>未満のサイズに裁断後、液体培養液（水溶液画分）またはアセトン（疎水性画分）に浸漬して超音波処理によりフィルター付着物を溶出させた。それぞれの溶出液を海産植物プランクトンに72時間曝露（20℃、100 μmol photons/m<sup>2</sup>/s、12L:12D）し、その増殖および光合成活性を調べた。結果、水溶性画分においては1月13日のサンプルの増殖が有意に減少したが、その影響は軽微であり、殆どのサンプルで影響は観察されなかった。光合成活性への影響は軽微ではあるが、ほぼ全てのサンプルから有意な影響が観察された。アセトン画分についてはフィルターまたはプラスチック容器からの溶出物の毒性が強く発現したため、手法を再検討して行う予定である。</p> <p><b>植物プランクトンへのピレン曝露試験</b>：<i>Thalassiosira pseudonana</i> の増殖と光合成活性に及ぼす汚染物質と水温（20, 27℃）・光強度（100, 1000 μmol photons/m<sup>2</sup>/s）の影響を調べた。汚染物質としてPAHの中でも環境中から比較的高濃度で検出されるピレン（0, 10, 50, 250 ng/mL）を用いた。その結果、水温20℃・100 μmol photons/m<sup>2</sup>/s区では50 ng/mL以上の区で、対照区に比べて増殖の有意な阻害が観察されたが、20℃・1000 μmol photons/m<sup>2</sup>/s区および27℃・100 μmol photons/m<sup>2</sup>/s区では250 ng/mLのみ阻害され、27℃・1000 μmol photons/m<sup>2</sup>/s区では全ピレン曝露区で影響が消失したため、高水温・高光強度下ではピレンの影響が弱まることが示唆された。</p> <p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p>
<p>見込まれる成果物</p>	<p>日本環境毒性学会（2021年8月末）</p>
<p>※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。</p>	

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	ちょう けい	提出年 月日	2021年 5月 10日	
申請者氏名	張 勁			
所属・職名	富山大学学術研究部理学系・教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一 般 枠  <input type="checkbox"/> 国 際 枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	複数の化学トレーサーを用いた東シナ海の水塊形成と物質輸送過程の把握			
研究実施期間	2020年4月1日～2021年3月31日			
センター 教員	長尾 誠也			

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・学部生は利用 時の年次	分担内容
	申請者	張 勁	富山大学大学院理工学 研究部	教授	研究統括
	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	試料分析・解析
		片境紗希	富山大学大学院理工学 教育部	D3	試料処理・分析
		Zhu Siteng	富山大学大学院理工学 教育部	M2	データ整理
		大塚進平	富山大学理学部	B4	試料処理・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	粉末状 （濃縮作業済試料）	15－20	
	分析した試料	海水	粉末状 （濃縮作業済試料）	12	
研究目的・ 期待される 成果	<p>広大な大陸棚を持ち、その縁辺部を黒潮が流れる東シナ海（日本、韓国、中国、台湾に囲まれた国際水域）を研究海域として、陸水と外洋の影響を受けた陸棚水の形成、および陸棚を通じた陸起源物質の外洋への輸送状況を、放射性核種を含む微量元素組成の解析結果を用いて明らかにすることを目的とし、東シナ海陸棚域から黒潮周辺海域および日本海への物質輸送を見積もることで、外洋と縁辺海との物質交換、特に沿岸域から外洋への物質輸送に基づいた海洋環境の包括的な理解を目指す。本研究の特色は、実測による化学トレーサーを用いた海洋循環構造の推定と、個々の物質輸送に直接関与する海水混合など素過程の研究をリンクさせることであり、東シナ海の環境変化が日本海や西太平洋に及ぼす影響を明らかにできることが期待される。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p>東シナ海の陸棚域へは黒潮が流れ込んでおり、世界有数の豊かな漁場であるが、90年代以降は漁獲量が減少し続けている。これは、過剰漁獲が主原因とされるが、温暖化による海水温の上昇とともに様々な海洋環境の変化も大きく影響していると考えられている。地球温暖化の進行による海洋への悪影響の一つとして代表的なものは、海洋表層の成層強化である。これによって上層～下層間の物質の輸送を抑制し、表層海面付近からの酸素供給が減少することによって、底層で貧酸素化が進行する。例えば、中国の沿岸海域での海洋環境悪化 (Wang et al., 2017)、底層水中溶存酸素濃度の低下速度の上昇 (速度 0.483 mg/L・年) や貧酸素水塊の発生頻度の増加、さらに陸棚中央部への貧酸素水塊面積の拡大 (速度 3.12 km/年、Ning et al., 2011) が報告されている。実際、東シナ海外部陸棚域でも底層の貧酸素水は観測されており、下流域にあたる日本周辺の海洋環境への影響が懸念される。本研究では、東シナ海外部陸棚域における海洋構造の変化や、温暖化に起因する躍層の強化・長期化によって拡大する低・貧酸素水塊の進行メカニズムについて、放射性核種を含む微量元素組成の解析結果を用いて明らかにすることを目的とした。</p> <p>2020年度は、大潮 (2020.7.22) を考慮した7月18～24日に海洋観測を設定し、長崎大学水産学部実習船「長崎丸」を用いて NN55 航海を実施した。NN55 航海では、東シナ海外部陸棚域の合計9測点において、海洋表層における成層構造と鉛直混合過程、下層・底層の溶存酸素や底層水中の粒状物質の分布にかかる化学・物理同時観測を以下の通り行った。</p> <p>(1) CTD 観測のリアルタイム結果に併せて各層の海水採取を実施した。採取した海水試料は栄養塩等の分析・酸素水素・Ra 同位体組成等の化学分析用に分取した。加えて、漂流ブイ観測と微細構造プロファイラーによる水塊混合強度とその変動解析のためのデータを取得した。</p> <p>(2) 底層海水中の栄養塩分布を把握するため、マルチプルコアラーにより堆積物・間隙水と同時に懸濁粒子も採取した。また、マルチプルコアラーによって採取された海底直上水も各化学分析用に分取した。</p> <p>本航海の現場観測から、海底近辺にて低溶存酸素 (～3ml/l) と高い濁度層の分布が見られ、等密度面に沿った黒潮域への輸送を確認した。今後は、海水試料の微量元素組成の分析を進めるとともに、実測による化学トレーサーを用いた海洋循環構造の推定と、個々の物質輸送に直接関与する海水混合など素過程の研究をリンクさせ、東シナ海の環境変化が日本海や西太平洋に及ぼす影響の考察を進める。</p> <p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p>
<p>見込まれる成果物</p>	<p>本共同研究の成果は、研究集会及び学会で口頭発表を行う他、今後、原著論文、修士論文・博士論文等で使用し取りまとめる予定である。</p> <p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	わだ しゅういち	提出年月日	2021年 4月 30日	
申請者氏名	和田 修一			
所属・職名	長浜バイオ大学・バイオサイエンス学部・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	海産無脊椎動物における芳香族受容体 AhR の分子機能および発現調節機構の研究			
研究実施期間	2020年 4月 1日～ 2021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	AhR の細胞内局在解析
		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	<p><b>研究目的</b></p> <p>環日本海域では、周辺の国々の近年の経済発展により多環芳香族炭化水素類（PAHs）の流入量が増加し、その影響が懸念されている。PAHs は脊椎動物に対して毒性、変異原性、免疫低下作用などの悪影響を及ぼす。脊椎動物において PAHs は芳香族受容体 Aryl hydrocarbon receptor（AhR）と呼ばれる転写調節因子によって認識される。AhR は、チトクローム P450 ファミリーの酵素（CYP）を誘導し PAHs を解毒する。その代謝の過程で副産物が様々な作用を及ぼす。一方、このような経路が海産無脊椎動物に存在するかは不明である。そこで本共同研究では、無脊椎動物のモデルとしてカタユウレイボヤを用い、AhR の分子機能および発現調節機構の解析を中心に、PAHs の認識・解毒の機構を解明することを目的とする。</p> <p><b>期待される成果</b></p> <p>脊椎動物の AhR は PAHs やダイオキシン誘導体などを認識し、転写調節因子として働く。一方、海産無脊椎動物 AhR の分子機能は不明である。また PAHs による発現誘導の仕組みなど、AhR の転写調節機構にも不明な点が多く残されている。本研究で、海産無脊椎動物の AhR の機能や発現調節を明らかにすることにより、環境毒性学や分子生物学といった研究分野の発展に貢献できる。さらに、PAHs による AhR や CYP の転写調節機構が明らかになれば、AhR や CYP をバイオマーカーとした PAH 汚染海水評価システム構築への応用が期待できる。</p>				
※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

カタユウレイボヤにおける PAHs の認識・解毒の過程における AhR の機能と調節機構を明らかにするため (1) AhR の細胞内局在の解析、(2) AhR の cis 調節領域の解析を行なった。またこれらの実験と並行して (3) CYP 遺伝子群のホヤ成体における発現パターン解析、(4) CYP 遺伝子群の発現に対する PAHs の一種 BaP (ベンゾ[a]ピレン) の影響の解析、(5) CYP 遺伝子の cis 調節領域に対する AhR の影響の解析、(6) CYP 遺伝子の cis 調節領域に対する PXR (脊椎動物において PAHs の認識に関わる AhR とは別の転写調節因子) の影響の解析も行なった。

### 得られた成果

(1) AhR の細胞内局在の解析: AhR および ARNT (AhR とヘテロ二量体を作って働く転写調節因子) の N 末端または C 末端に蛍光タンパク質 Venus を結合させた融合タンパク質をコードする mRNA を合成できるコンストラクトを作成した。各コンストラクトから mRNA を調製し、ホヤ受精卵に顕微注射したが、現時点では Venus の発現を確認できていないため、mRNA の注入量の検討などを行なっている。

(2) AhR の cis 調節領域の解析: AhR 遺伝子の上流には、同じ向きに CYP 遺伝子の 1 つ (CYP1E1) が存在する。そこで AhR の翻訳開始点から CYP1E1 までの上流領域 2511 塩基対の領域を組み込んだレポーターコンストラクトを作成した。今後このコンストラクトの DNA をホヤ受精卵にエレクトロポレーションにより導入する予定である。

(3) CYP 遺伝子群のホヤ成体における発現パターン解析: 脊椎動物において PAHs の解毒に関わる CYP1 および CYP3 ファミリー遺伝子群について各組織における発現量を定量的 RT-PCR により調べた結果、5 つの CYP1 ファミリー遺伝子のうち 3 つが主に腸で発現していること、4 つの CYP3 ファミリー遺伝子のうちオペロンを形成している 3 つが主に胃と腸で発現していることを見出した。ホヤの AhR と PXR は幼若体の胃や腸で発現していることから、AhR と PXR が胃や腸において CYP 遺伝子の発現を調節している可能性が示唆された。

(4) CYP 遺伝子群の発現に対する PAHs の一種 BaP の影響の解析: 代表的な PAH である BaP でホヤ胚を処理した結果、CYP 遺伝子群の 1 つ (CYP1F4) の発現が誘導された。現在、BaP の濃度を変えてその効果を検討中である。

(5) CYP 遺伝子の cis 調節領域に対する AhR の影響の解析: CYP1E1 の上流 2000 塩基対の領域を組み込んだレポーターコンストラクトを作成した。このコンストラクトの DNA を AhR と ARNT を強制発現するコンストラクトの DNA と一緒にホヤ受精卵にエレクトロポレーションにより導入した結果、約半数の胚でレポーターの発現が検出された。このレポーターの発現が AhR に依存しているかどうかは現在検討中だが、そうであれば、この結果は AhR が CYP1E1 の発現制御に関与している可能性を示唆する結果であると言える。

(6) CYP 遺伝子の cis 調節領域に対する PXR の影響の解析: オペロンを形成している CYP3 ファミリー遺伝子の先頭の遺伝子の 2000 塩基対の領域を組み込んだレポーターコンストラクトを作成した。このコンストラクトの DNA を PXR 強制発現コンストラクトの DNA と一緒にホヤ受精卵にエレクトロポレーションにより導入した結果、約半数の胚でレポーターの発現が検出された。このレポーターの発現は PXR に依存していた。このことから、PXR が CYP3 ファミリー遺伝子の発現制御に関与している可能性が示唆された。

以上のように、本共同研究ではカタユウレイボヤにおける PAHs の認識・解毒の機構について複数の新たな知見を得ることができた。

※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

第 44 回日本分子生物学会年会（2021 年 12 月）でのポスター発表を予定している。

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	やまむら ひろし		提出年月日	2021年5月21日
申請者氏名	山村 寛			
所属・職名	中央大学理工学部・教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input type="checkbox"/> 単年 <input checked="" type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	NOM の固体励起-蛍光スペクトルデータベースの拡充			
研究実施期間	2020年4月1日～ 2022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
		申請者	山村 寛	中央大学	教授
研究組織	分担者	長尾 誠也	金沢大学	教授	試料作成・結果の整理
※ 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	申請書に記載した試料	<ul style="list-style-type: none"> <li>● IHSS 試料 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ humic acid</li> <li>・ fulvic acid</li> </ul> </li> <li>● NOM</li> <li>● JHSS 試料</li> </ul> 琵琶湖水フルボ酸	粉末	4	
	分析した試料	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BSA 粉末</li> <li>● 親水性有機物</li> <li>● 疎水性有機物</li> </ul>	粉末	3	
研究目的・期待される成果	<p>3次元励起蛍光分光分析法（EEM）は、簡単かつ高感度に蛍光物質を定性、定量しうる分析手法として、これまで、海水および淡水における腐植物質の挙動解明に大いに貢献してきた。EEM スペクトルの解釈には、これまでの研究により得られた膨大なスペクトルデータベースがベースとなっている。</p> <p>水試料の分析には EEM が有効な一方で、土壌や堆積物などの固体試料に対して EEM を適用した例は極めて少ない。従来は、固体試料から腐植物質を酸・アルカリ、樹脂等を用いて抽出したものを分析していたが、多大な手間と時間、コストがかかるため、複数試料への適用が困難であった。我々は、これまでに固体試料に励起光を照射し、試料表面から発する蛍光を検出することに成功している。この技術を利用すれば、固体試料についても、過度な前処理を必要とせず、含有する有機物についての情報が得られるものと考ええる。</p> <p>本研究では、固体試料に EEM を適用する Solid-Phase EEM (SP-EEM) の腐植物質への適用可能性について検討すると共に、様々な標準試料を測定することで、SP-EEM のデータベース構築を目的として研究を実施する。SP-EEM を腐植物質に適用した例は世界でもほとんど例がなく、データベースの構築は、今後の腐植物質を取り扱う研究分野にとって重要な研究になりうると考える。</p> <p>本研究が推進されることで、自然界における腐植物質の挙動解析だけでなく、水処理工程におけるバイオフィーム形成挙動等にも応用できるものと期待する。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

## 1. 背景

### 1.1 膜ファウリングの観察と洗浄の最適化

膜ファウリングを効率的に抑制し、膜間差圧 (TMP) を低く保った長期的な運転を実現するには、最適な条件で薬品洗浄を実施することが重要である。具体的に、薬品洗浄の最適なタイミングについては、ファウリングの初期段階で行うことが重要とされる。ファウリングが進行した状態では、より厳しい条件での薬品洗浄が必要となる場合が多く、膜の劣化や破損を誘発する可能性があるためである。

これまでに、ファウリングメカニズムを提示している多くの研究において、膜表面に天然有機物のゲル層が形成された直後に膜間差圧が急激に増加する、「TMP ジャンプ」の存在が提唱されている。薬品洗浄の頻度を減らしつつ、ファウリングの初期に洗浄を行い、膜を良好な状態に保つという観点から、TMP ジャンプの直前に薬品洗浄を実施することが理想的である。TMP ジャンプを事前に察知するには、膜表面でのゲル層形成を検知することが有効な手段と推測されるが、これまでにゲル層の形成を詳細かつリアルタイムに捉えた例は存在しない。

### 1.2 SPF-EEM による膜ファウリングの直接観察

我々の研究グループでは、膜ファウリングを In-situ で詳細かつ迅速に観察しうるツールとして SPF-EEM を利用し、ファウリング進行を示すシグナルの検出、シグナルの消失に基づく薬品洗浄効果の観察を実現してきた。また、EEM 分析では、固体と液体で示すピークが異なることがこれまでに確認されており、測定物の物理化学的な変化を検出することができるかと推測される。天然有機物 (NOM) が溶液からゲルに変化することで、EEM の測定結果に変化が生じる場合、SPF-EEM の測定によって膜表面に NOM のゲル層が形成される様子を検出することが可能となる。In-situ かつリアルタイムの膜表面 SPF-EEM 分析によって NOM のゲル化を検出することができれば、膜ろ過運転中に TMP ジャンプポイントの発生を事前に察知できると期待される。

しかし、NOM が溶液からゲル化・固体化する様子をリアルタイムに測定し、EEM の変化を検討した研究は知る限り存在せず、ゲル化による SPF-EEM の変化は明らかになっていない。よって、NOM 溶液のゲル化を定量的に観察すると同時に SPF-EEM 測定を行い、ゲル化と SPF-EEM の変化を結びつけることが求められる。

### 1.3 水晶振動子マイクロバランス法 (QCM)

水晶振動子マイクロバランス法 (QCM) は、両面に金電極を取り付けた水晶版に電圧をかけると、最も電流が流れやすい (コンダクタンスが高い) 周波数と同じ振動数で水晶が振動する、共振現象を利用した定量的分析手法である。例を挙げると、金電極上にタンパク質溶液を滴下し、吸着が発生した場合、吸着した質量に応じて共振周波数 (そのとき最もコンダクタンスの高い周波数) は変化する。この共振周波数の変化を解析することで、吸着したタンパク質の質量をリアルタイムかつナノグラム単位の精度で定量することができる。

通常の QCM は、共振周波数のみを測定するもので、吸着物の質量が主な測定項目となる。一方で、アドミッタンス解析法を用いた QCM (QCM-A) では、共振周波数近傍を掃引することで、共振周波数に加え、コンダクタンスが共振周波数の半分になる周波数、半値周波数を測定することが可能となる。この共振周波数と半値周波数の差分より、振動エネルギーの損失を求めることが可能となり、吸着物の弾粘性を定量することが可能となる。

弾性率について、QCM-A では吸着物の固さを示す貯蔵弾性率 ( $G'$ ) と粘さを示す損失弾性率 ( $G''$ ) を区別し定量することが可能である。一般に、 $G'$  が  $G''$  を上回っているとき、吸着物は固体としての特性を示すとされており、乾燥や温度変化によって吸着物の  $G'$  (固さ) が急増し、 $G''$  (粘さ) を上回った点がゲル化点として扱われる。

### 1.4 本研究の目的

そこで本研究では、QCM-A によって NOM 溶液が乾燥でゲル化する様子を捉えると同時に SPF-EEM 測定を行うことで、NOM 溶液のゲル化と SPF-EEM の変化を結びつ

ける調査を行った。さらに、実際に河川表流水を膜ろ過し、ファウリング進行に伴う膜表面の SPF-EEM の変化を観察し、NOM 溶液のゲル化による SPF-EEM の変化と比較・検討した。

## 2. 結果と考察

### 2.1 実験に使用する NOM の LPF および SPF-EEM 分析

QCM と SPF-EEM の同時測定を行う前に、実験に使用する NOM 粉末および溶液の EEM 分析を行った。液体は光路長 1 cm の角セル、粉末は粉体ホルダーを使用してそれぞれ測定した。いずれの NOM も、粉末 (SPF) は液体 (LPF) と比較して、長波長側にピークを示した。NOM 溶液が乾燥によって水分を失いゲル化する際には、粉末の示すピークの特徴に近づいていくと予想される。

### 2.2 HPI-NOM の測定結果

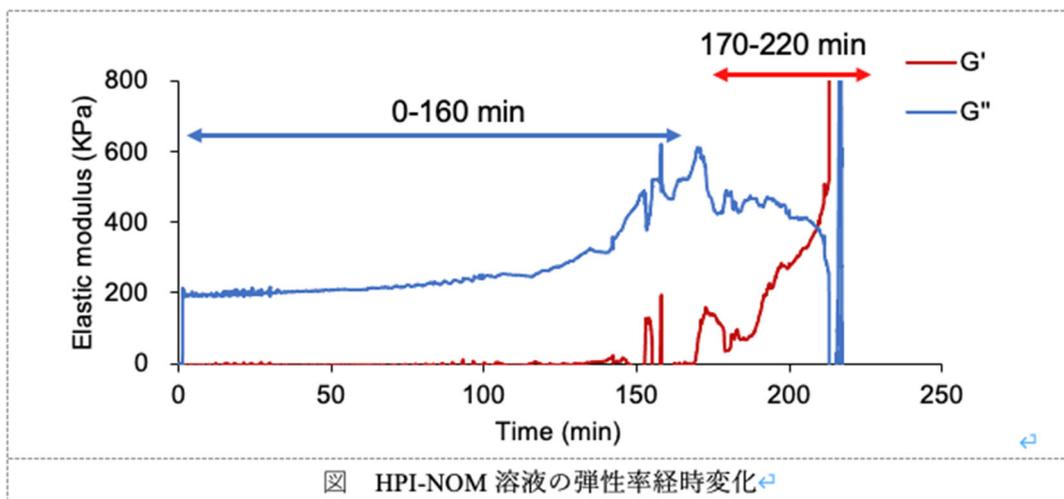


図 HPI-NOM 溶液の弾性率経時変化

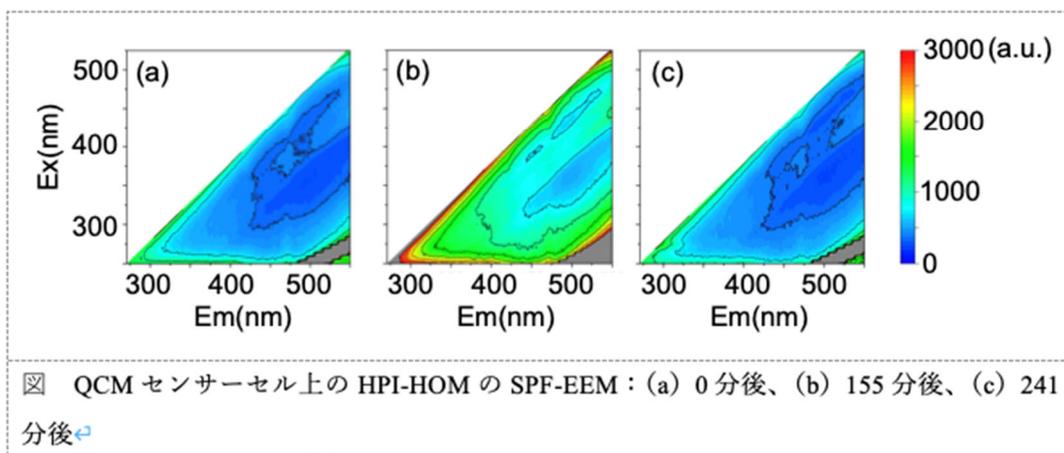


図 QCM センサーセル上の HPI-NOM の SPF-EEM : (a) 0 分後、(b) 155 分後、(c) 241 分後

HPI-NOM 溶液 (24 g/L) を 20  $\mu$ L、QCM センサーセル上に滴下し、自然乾燥させることでゲル化を観察した。溶液を滴下してから 160 分程度の間は、損失弾性率 ( $G''$ ) が貯蔵弾性率 ( $G'$ ) を上回った状態で安定しており、液体の特性を保ちながら粘性が増加したことが示された。170 分から 220 分の間で、 $G'$  が急増し  $G''$  を上回ったことから、HPI-NOM 溶液がゲル化したことが示された。

今回、HPI-NOM は溶液から固体までの変化を通じて、SPF-EEM にピークは見られなかった。これは、先述したように HPI-NOM がそもそも蛍光性物質をあまり含まないよう変質していたためと推測される。

### 2.3 TPI-NOM の測定結果

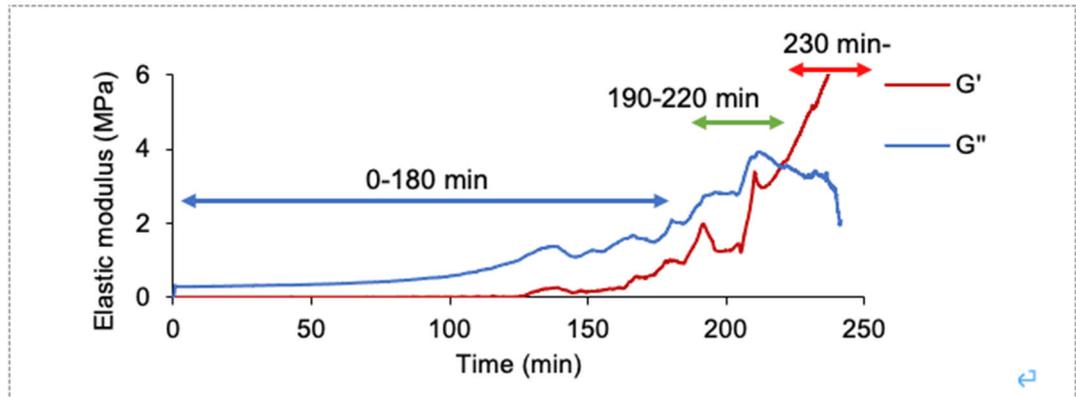


図 TPI-NOM の弾性率経時変化

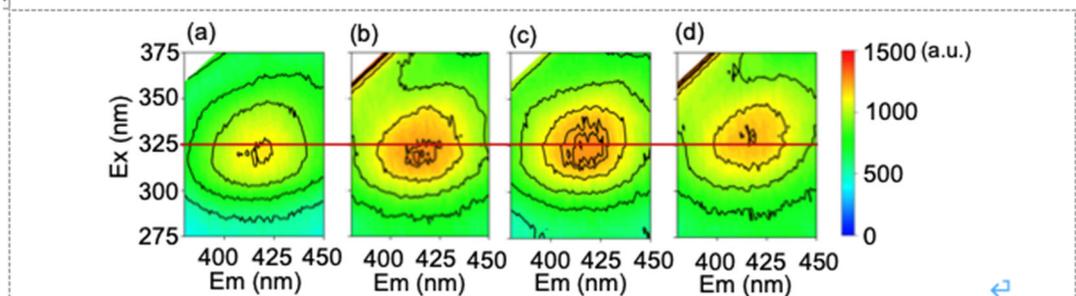


図 TPI-NOM の SPF-EEM：それぞれ滴下から (a) 0分、(b) 180分、(c) 230分経過後。図中の赤線は、 $Ex=325$  nm の位置を表す（ここでは、ピーク的位置を見やすくするために、表示波長範囲を  $Ex=275-375$  nm、 $Em=380-450$  nm としている）

TPI-NOMのゲル化をリアルタイムに観察することに成功した。溶液を滴下してから125分の間は、吸着物の固さを示す $G'$ は0付近にとどまっておき、TPI-NOMは液体の状態安定していることが示された。さらに180分経過までは、 $G'$ および $G''$ の値はゆるやかに増加しており、自然乾燥により溶液が濃縮され、粘性が徐々に増加したことが示された。その後、190分から220分間に $G'$ が急増し、 $G''$ を上回ったことから、TPI-NOMのゲル化が示された。220分以降では $G''$ が減少し始め、ゲルの硬化が示唆された。

SPF-EEMについては、TPI-NOM溶液の滴下直後から180分経過までピーク位置は $Ex=320$  nmから変化せず、粘性の増加ではピーク位置に変化は起きないことが明らかとなった。一方で、190分が経過し、ゲル化が進行し始めると、ピークが $Ex=325$  nmの位置に移動した。さらに240分後、ゲルが硬化した後ではピークが $Ex=330$  nmの位置に移動した。TPI-NOMは、ゲル化およびゲルの硬化によって、示すピーク的位置が長波長側に移動することが示唆された。

### 2.4 HPO-NOM の測定結果

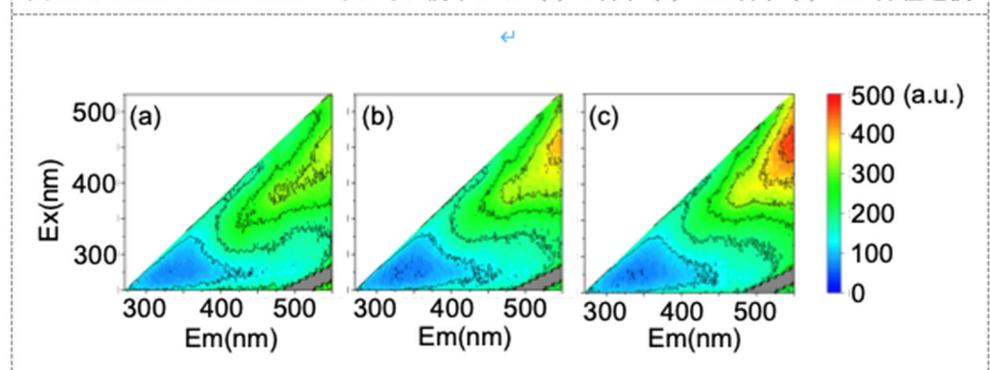
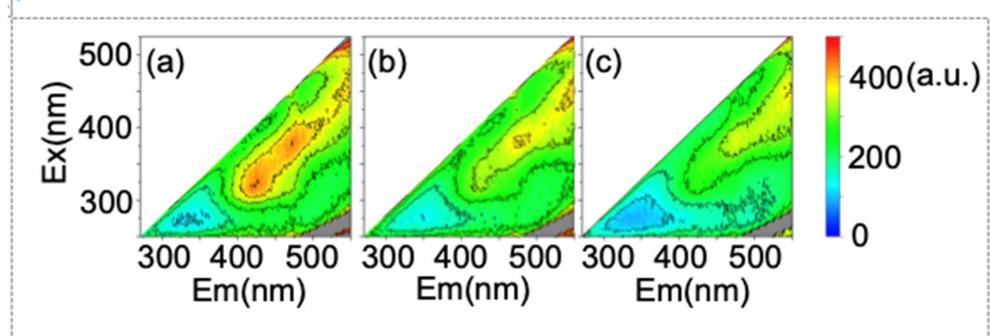
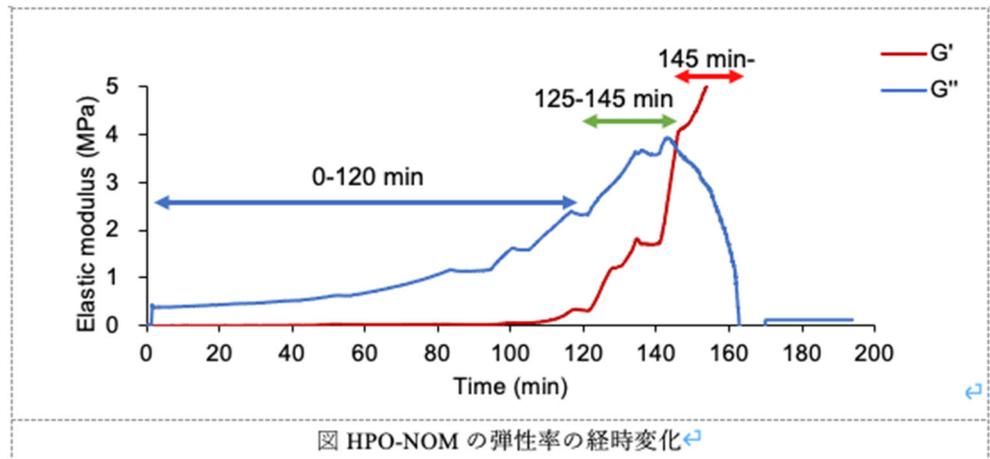
HPO-NOM 溶液 (333 g/L) を  $20 \mu\text{L}$ 、QCM センサーセル上に滴下し、自然乾燥させることでゲル化を観察した。滴下から 120 分程度の間、貯蔵弾性率 ( $G'$ ) は 0 付近に留まっておき、HPO-NOM は溶液の状態安定していることが示された。120 分経過から 145 分経過までの間で  $G'$  が急増し  $G''$  を上回り、HPO-NOM のゲル化が確認された。145 分経過後からは  $G'$  (固さ) の増加と  $G''$  (粘さ) の減少が発生し、ゲルが硬化したことが示唆された。160 分を過ぎると、QCM が測定不可能となり、HPO-NOM が振動しない完全な固体になったことが示された。

同時に測定した SPF-EEM について、滴下直後 (0 分経過後) では  $Ex=310$  nm、 $Em=425$  nm および  $Ex=375$  nm、 $Em=475$  nm の位置にピークが見られる。一方でゲル化が進行し

つつある 135 分経時点では  $Ex=310$  nm、 $Em=425$  nm 付近のピークが消失し、 $Ex=375$  nm、 $Em=475$  nm 付近にのみピークが存在しており、ピーク位置がシフトしたように見える。ゲルが硬化した 150 分経過時点では、短波長側の蛍光強度はさらに減少し、 $Ex=375-450$  nm、 $Em=475-550$  nm の範囲にブロードなピークを示すのみとなった。以上のことから、HPO-NOM は SPF-EEM において、ゲル化・ゲルの硬化に伴い特徴的なブロードなピークの赤方偏移を示すことがわかった。

さらに、HPO-NOM の固体化が確認された 160 分以降も、時間経過に伴う赤方偏移が確認され、HPI-NOM は固体化した後も、含水率が低くなるに伴い示すピーク位置が変化することが示唆された。

また、ここでは HPO-NOM 溶液は滴下直後 (0 分経過) の時点で角セルにより測定した HPO-NOM 溶液 (100 mg/L) の LPF-EEM とは異なる特徴を示している。高濃度の HPO-NOM 溶液は暗い褐色を示しており、インナーフィルター効果が強く発現したことでピークが変形したと推測される。



## 2.5 膜ファウリング進行に伴う SPF-EEM の変化

河川表流水のろ過中に測定した膜表面 SPF-EEM では、ろ過の時間が長い膜ほど、ファウリングを示すピーク ( $E_x=375$  nm、 $E_m=430$  nm 付近) の位置が長波長側に移動した。ピークの長波長側への移動は、QCM-A と SPF-EEM の同時測定において、TPI-NOM のゲル化に起因する変化と同様である。よって、膜表面 SPF-EEM におけるピークの長波長側への移動は、膜表面で TPI-NOM を含むゲル層の形成もしくは硬化が発生したことを示唆している。このことから、SPF-EEM による膜表面の観察は、膜表面へのゲル層形成といったファウリングの物理化学的な変化を捉えうることが示唆された。ただし、蛍光分光分析におけるピーク位置の移動は、試料の色の変化によっても発生することが先行研究により提示されている。よって、膜ファウリング進行に伴うピーク位置の移動がゲル化によってのみ発生すると断定するには、同一のファウリング膜を段階的に着色し、ピーク位置の変化が発生するかの検討が求められる。

また、ファウリングのピーク位置と TPI-NOM のピーク位置は完全には一致していない。これは、実際の膜ファウリングでは TPI-NOM 以外の NOM もファウリングに混在しているためと推測される。

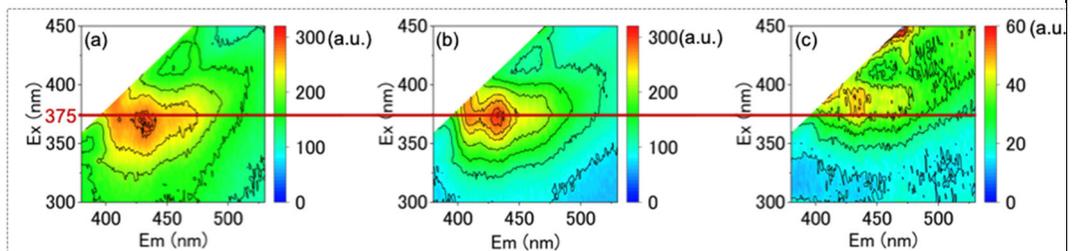


図 ファウリング膜の SPF-EEM : (a) 膜 6h、(b) 膜 26h、膜 50h

## 2.6 ATR-FTIR による膜ファウリングの分析

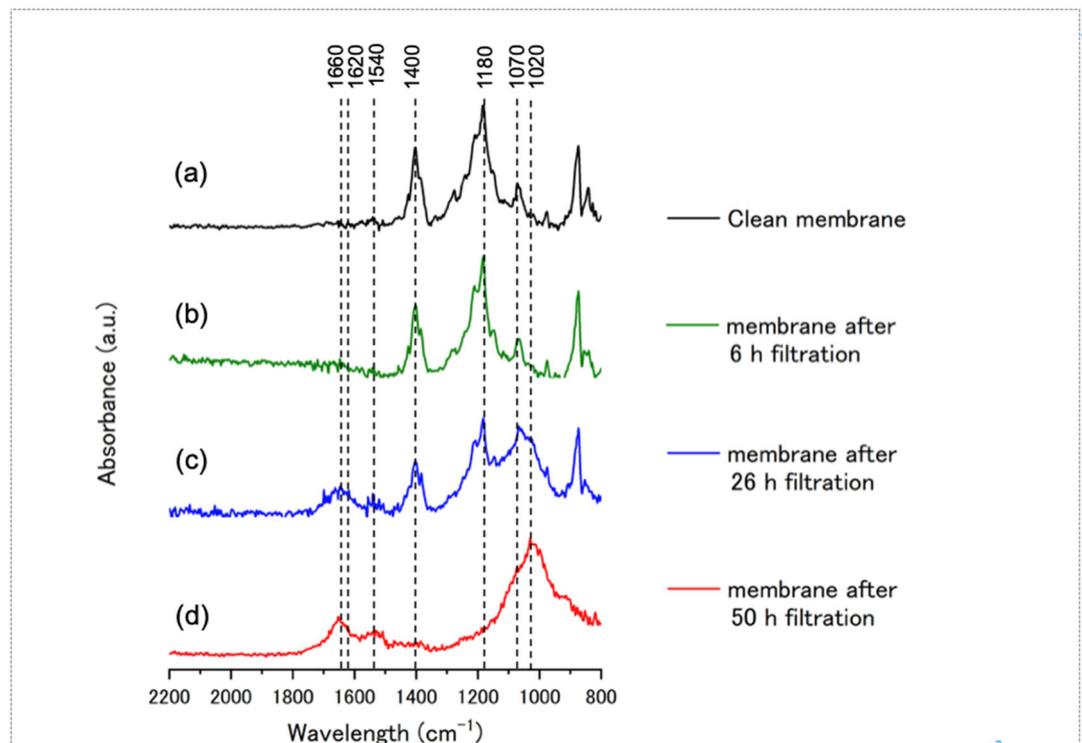


図 膜の FTIR スペクトル : (a) 未使用膜、(b) 膜 6h、(c) 膜 26h、(d) 膜 50h

SPF-EEM による膜表面分析で観測された、各膜におけるゲル層形成の進行状況と比較するため、未使用膜、膜 6h、膜 26h、膜 50h をそれぞれ ATR-FTIR により分析した。

FTIR 吸収スペクトルについて、波長  $1620\text{ cm}^{-1}$ 、 $1020\text{ cm}^{-1}$  付近のピークは腐植物質、 $1660\text{ cm}^{-1}$  および  $1540\text{ cm}^{-1}$  はタンパク質類、 $1070\text{ cm}^{-1}$  付近は多糖類等の炭水化物膜に起因すると推測される。

未使用膜と膜  $6\text{h}$  は類似したスペクトルを示しており、膜  $6\text{h}$  では ATR-FTIR では検出できない、膜細孔内部への NOM 吸着が主なファウリングであったと推測される。一方、膜  $26\text{h}$ 、膜  $50\text{h}$  では、腐植物質、タンパク質類、多糖類に起因するピークが見られたことから、腐植物質およびタンパク質が多糖類により形成されたゲル層に保持されていたことが推測される。膜自体に起因する  $1400\text{ cm}^{-1}$  および  $1180\text{ cm}^{-1}$  付近のピークについて、膜  $26\text{h}$  では見られる一方で、膜  $50\text{h}$  では見られない。これは、長時間のろ過によりファウリング層が厚くなり、膜  $50\text{h}$  では赤外線が膜表面まで到達しなくなったためと推測される。

SPF-EEM による膜表面観察においてピーク位置の長波長側への移動が見られた膜  $26\text{h}$ 、膜  $50\text{h}$  において膜表面から多糖類が顕著に検出されたことから、ピーク位置の移動はゲル層形成の指標として有用であると考えられる。

## 2.7 凝集膜ろ過でファウリングした膜とゲル状 HPO-NOM の SPF-EEM 比較

凝集-膜ろ過を 8 時間継続しファウリングした膜と、ゲル状 HPO-NOM の SPF-EEM を比較すると、非常に似た特徴を示していることがわかる。ファウリング膜の表面には、凝集により粗大化した腐植物質を含む分厚いケーキ層が付着していたために、ゲル状 HPO-NOM と似たピークを示したと推測される。

さらに、26 時間凝集膜-ろ過を行った膜と、固体化した HPO-NOM の SPF-EEM も似た特徴を示した。ろ過の継続に伴い、ケーキ層が徐々に密になり水分が減少した結果、固体化した HPO-NOM と似たピークを示したと推測される。

SPF-EEM でろ過中の膜表面を観察することで、腐植物質を含むゲル層およびケーキ層を検出でき、赤方偏移からゲル層もしくはケーキ層の高密度化を検知することができると示唆された。

## 3. 結果のまとめ

QCM-A と SPF-EEM の同時測定によって疎水性天然有機物 (HPO-NOM) および両親媒性天然有機物 (TPI-NOM) の、ゲル化に伴う SPF-EEM の変化を捉えることに成功した。

TPI-NOM は、溶液時に観測されていたピークの位置が、ゲル化およびゲルの硬化に伴い赤方偏移することが明らかとなった。さらに、異なる時間河川表流水をろ過した膜の SPF-EEM においても、ろ過時間の経過に伴いファウリングを示すピークの位置が長波長側に移動する現象が確認された。これは、膜表面において TPI-NOM を含むゲル層の形成もしくは硬化が発生していたことを示唆している。さらに、膜表面の ATR-FTIR 分析によって、ピーク位置の移動が発生した膜においては、ゲル層形成の原因物質である多糖類の付着が認められた。

HPO-NOM については、乾燥に伴う濃縮、ゲル化問わず濃度が高くなると短波長側の蛍光がクエンチングされ、ピークが赤方偏移した。赤方偏移した際のピーク形状は独特であり、凝集-膜ろ過において膜表面にケーキ層が形成された際の特徴に類似していた。このことから、ゲル状 HPO-NOM と似たピークが膜表面 SPF-EEM において観測された場合は、膜表面に水分を多く含む HPO-NOM ケーキ層もしくはゲル層が形成されたと推測できる。

TPI-NOM および HPO-NOM が示したゲル化に伴う SPF-EEM の変化や、ピークの特徴がそれぞれ異なることから、膜表面上に付着したゲル層・ケーキ層が TPI-NOM によるものか、HPO-NOM によるものかが判別可能になったと考える。

本研究によって、NOM のゲル化による SPF-EEM の変化が明らかとなり、SPF-EEM による膜ファウリング分析で、ゲル層形成の兆候を検出することが可能になった。

※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

修士論文としてまとめました。  
原著論文発表の予定で、現在執筆中です。  
Water Research 誌への投稿を予定しております。

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	みなみ ゆきや		提出年月日	2021年4月30日
申請者氏名	皆 巳 幸 也			
所属・職名	石川県立大学 生物資源環境学部 環境科学科・准教授			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 一般共同研究 <input type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	立山における一冬季の降雪に含まれる不溶性粒子の分析			
研究実施期間	2020年4月1日～ 2021年3月31日			
センター 教員	松木 篤 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	皆巳 幸也	石川県立大学	准教授	試料採取・分析
	分担者	松木 篤	金沢大学	准教授	試料分析の支援
		勝見 尚也	石川県立大学	講師	試料採取・分析
		根津 大輝	石川県立大学 大学院	博士前期 2年	試料採取・分析
		捧 茉優	石川県立大学	4年	試料採取・分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	積雪中の微粒子（黄 砂、マイクロプラスチ ックなど）	固体微粒子が付着 した濾紙	約 30 枚	
	分析した試料	積雪中の微粒子（黄 砂、マイクロプラスチ ックなど）	固体微粒子が付着 した濾紙	10 枚	
研究目的・ 期待される 成果	<p>北陸地方における冬季の降水には、日本海を超えて輸送されてきた様々な物質が取り込まれている。本研究では、その中で黄砂粒子や元素状炭素、更にはマイクロプラスチックなどに代表される不溶性粒子に着目する。これらは様々な発生源から排出され、性状もそれぞれ異なる。一方で、これらの粒子は少なくとも一部分が大気中での変質を受けず排出時の原形をとどめていることが期待され、発生源に関する情報も保持している可能性がある。本研究では、富山県・立山でひと冬に堆積する6メートル前後の積雪に含まれる不溶性粒子を時系列的に同定・分類し、これら粒子の発生源や履歴を推定することで、日本海沿岸域の大気環境に影響する要因を明らかにする。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p>2004年4月に白山・一里野で、また2011年4月に富山県の立山室堂平でコア試料として採取した積雪（以下、それぞれ順に「白山積雪」、「立山積雪」と称する）を層ごとに分けて融解し、それを濾過した残渣として濾紙に付着している不溶性微小粒子の形態をセンターおよび本学に設置した走査型電子顕微鏡（SEM）で観察した。これにより、個々の粒子に関する性状や起源などの情報を得ることを試みた。特に注目したのは、積雪に含まれることでそのアルベドを低下させ、融雪を加速する作用をもつために積雪域での水循環過程に影響することが考えられるブラックカーボン（黒色炭素質粒子、BC）である。なお、いずれの装置でも不具合が発生したため元素分析はできなかった。また、濾液は本学の装置を用いてpHと電気伝導度（EC）のほか主要イオン成分をイオンクロマトグラフ法（<math>\text{Cl}^-</math>, <math>\text{NO}_3^-</math>, <math>\text{SO}_4^{2-}</math>）、原子吸光分光光度法（<math>\text{Na}^+</math>, <math>\text{K}^+</math>, <math>\text{Ca}^{2+}</math>, <math>\text{Mg}^{2+}</math>）、インドフェノール法（<math>\text{NH}_4^{2+}</math>）により分析した。そのほか、白山積雪については積雪深の記録や気象庁 AMeDAS による気温および降水量の観測結果から、立山積雪では試料採取の当日に実施した断面観測の結果から、それぞれ積雪堆積日を推定した。そして、堆積日に両地点へ到達した気塊の履歴を NOAA HYSPLIT Model による後方流跡線解析で調べた。SEM による観察は、主要イオン成分の濃度が高かった試料や、BC の発生源として寄与が大きいと思われる東アジアの都市域上空を通過した気塊の影響が強いと考えられる試料を中心に行った。</p> <p>SEM による観察の結果、白山積雪と立山積雪のどちらの試料からも BC 粒子の集合体に似た構造（<math>1\mu\text{m}</math> 以下の小球が集まったもの）を観察することができた。また、後方流跡線解析や人工衛星によるホットスポット（火災）の観測結果などと併せて解析することにより、東アジアの都市域だけでなく、シベリアで頻発していた森林火災により発生した BC も含まれていることが示唆された。更に、北海道から太平洋沿岸を経た気塊が到達した際の試料からも同様の粒子構造が見つかっており、船舶からの排気も寄与している可能性が考えられた。そのほか、時期によってはごく近傍に存在する発生源（例えば自動車排ガス）の影響も否定できなかった。これらの結果より、元素分析による検証は必要であるものの、BC が北陸域の積雪に含まれる可能性は十分高いと考えられる。また、BC は上記のとおり国内外の様々な地域から排出されたものが輸送され沈着していることも推測された。</p>
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p> <p>捧 茉優（2021）：北陸の積雪に含まれるブラックカーボンの探索。 石川県立大学生物資源環境学部環境科学科卒業研究論文。</p> <p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	よだ まさひろ		提出年月日	2021年5月6日
申請者氏名	依田 優大			
所属・職名	東京大学地球惑星科学専攻 博士課程			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input type="checkbox"/> 一般共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	モンゴル南部塩湖群の結氷時における鉱物生成と水-氷-堆積物間元素分配			
研究実施期間	2020年4月1日～2021年3月31日			
センター 教員	福士圭介			

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	依田優大	東京大学理学 系研究科地球 惑星科学専攻	博士後期 課程3年	総括
	分担者	富士圭介	金沢大学環日 本海域環境研 究センター	教授	地球化学モデリング
		関根康人	東京工業大学 地球生命研究 所	教授	鉱物分析・地球化学モデリング
		Gankhurel Baasansuren	金沢大学大学 院自然システ ム学専攻	博士後期 課程2年	水試料の分析
北島卓磨		金沢大学大学 院自然システ ム学専攻	博士後期 課程1年	水試料の分析	
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
	申請書に記載 した試料		湖水試料・氷融解試料	液体	100
	分析した試料		湖水試料・氷融解試料	液体	100

<p>研究目的・期待される成果</p>	<p>地域環境の将来予測には、過去の環境変動の理解が必須である。湖沼には細かい泥や化学物質が連続して堆積するため、湖沼堆積物には過去の環境の情報が記録されている。人為的影響の少ないモンゴルの湖沼堆積物は、東アジア（環日本海域）における自然由来の気候・環境変動の記録を有することが期待される。本研究では、湖沼堆積物を用いた古気候・環境解析に向け、過去の「寒冷化」の程度を高感度に復元するための指標の開発を目的とする。</p> <p>申請者の研究グループは2019年2月、2020年1月に結氷時のモンゴル南部の塩湖（オログ湖、オルゴイ湖）へ調査を行った。調査より湖水の溶存成分は結氷時に5倍程度濃縮することが明らかになったが、濃縮時の自生鉱物は湖底堆積物の堆積環境を解釈する上で重要な情報である。一方で調査より、湖水水質は結氷時の水-氷間元素分配にも依存する可能性も示唆された。本申請では、結氷時の自生鉱物と水-氷間元素分配を評価するために、氷への塩物質の輸送モデルと熱力学平衡計算を組み合わせ、結氷時の水質変化を復元した。本申請により「寒冷化」の程度を示す指標開発への基盤となる知見が得られることが期待される。</p> <p>※申請書に記載した事項を要約して下さい。</p>
<p>利用・研究実施内容・得られた成果</p>	<p>申請者の研究グループは2020年の調査でオルゴイ湖・オログ湖の12地点で調査を行い、約100個の氷サンプルを回収した。2020年の調査ではいずれの湖も完全に結氷していなかったため、氷サンプルに加えて6地点で湖水を回収することができた。回収した氷サンプルは密閉したボトル内で融解し、金沢大学のICP-OESおよび高速液体クロマトグラフィーを用いて溶存成分(<math>\text{Na}^+</math>, <math>\text{K}^+</math>, <math>\text{Mg}^{2+}</math>, <math>\text{Ca}^{2+}</math>, <math>\text{Cl}^-</math>, <math>\text{SO}_4^{2-}</math>)の濃度を測定した。湖水の水温、pH、電気伝導度、アルカリニティ、溶存酸素濃度、酸化還元電位は現地でも測定した。また湖水においても溶存成分分析のため現地でも過および一部酸固定を行い、金沢大学のICP-OES、高速液体クロマトグラフィーを用いて主要成分の測定を行った。</p> <p>分析結果より、氷に含まれる塩物質の量はいずれの調査地点においても浅い部分では数10ppm程度だが、深い領域では湖水と同じオーダーの1000ppm以上であることがわかった。申請者は、塩物質の氷への取り込みモデルと氷サンプル中の塩物質の含有量を用いて、夏季から冬季にかけての湖水水質の濃縮の復元を行ったところ、冬季湖水の主要溶存成分(<math>\text{Na}^+</math>, <math>\text{Cl}^-</math>, <math>\text{SO}_4^{2-}</math>)をFactor 2の範囲内で再現することができた。このことは、湖水の主要溶存成分(<math>\text{Na}^+</math>, <math>\text{Cl}^-</math>, <math>\text{SO}_4^{2-}</math>)は、結氷時の湖水濃縮と氷-水間元素分配以外の影響を受けないことを示す。一方でモデルの結果は、<math>\text{Mg}^{2+}</math>, <math>\text{Ca}^{2+}</math>の濃縮の度合いは主要溶存成分とは異なることを、同時に示す。具体的には、<math>\text{Mg}^{2+}</math>は主要溶存成分よりも濃縮の度合いが高くなるが、<math>\text{Ca}^{2+}</math>については夏期からの濃縮は認められないという解釈になる。申請者は、湖水に含まれる懸濁物にはCa-炭酸塩鉱物であるMHCが認められたことから冬季湖水の相対的に低い<math>\text{Ca}^{2+}</math>濃度は湖水におけるMHCの沈殿に影響を受けた可能性があると考えた。また、相対的に高い<math>\text{Mg}^{2+}</math>濃度は、夏季の湖水で析出するMg-炭酸塩鉱物のAMCの溶解に起因すると考えた。この仮説を検証するために申請者は、申請者の研究グループが測定した低温環境におけるMHC、AMCの溶解度積を用いて<math>\text{Mg}^{2+}</math>, <math>\text{Ca}^{2+}</math>の濃縮の度合いを計算した。結果として冬季調査の<math>\text{Mg}^{2+}</math>, <math>\text{Ca}^{2+}</math>の濃度をFactor 3の範囲内で再現することができた。</p> <p>以上の結果は、結氷時の湖水ではMHCが顕著に生成されることを示す。すなわち、堆積物中におけるMHCの存在は結氷環境のプロキシとなりうる。</p>

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

(成果物 1)

Kitajima, T.; Fukushi, K.; Yoda, M.; Takeichi, Y.; Takahashi, Y. Simple, Reproducible Synthesis of Pure Monohydrocalcite with Low Mg Content. *Minerals* 2020, 10, 346. <https://doi.org/10.3390/min10040346> (謝辞に記載あり：課題番号 20059)

(成果物 2)

Yoda, M.; Sekine, Y.; Fukushi, K.; Kitajima, T.; Baasansuren, G.; Davador, D.; Tuvshin, G.; Shuukhaaz, G.; Shoji, D.; Zolotov, M.; Takahashi, Y. Field investigations of salt partitioning and aqueous chemistry of freezing closed-basin lakes in Mongolia as terrestrial analogs of subsurface brine reservoirs on icy bodies. *JGR-Planets*. (投稿予定)

(成果物 3)

見込まれる  
成果物  
依田(2022). 東京大学大学院理学系研究科博士論文. (執筆予定)

(成果物 4)

Yoda, M.; Sekine, Y.; Fukushi, K.; Kitajima, T.; Baasansuren, G.; Davador, D.; Tuvshin, G.; Shuukhaaz, G.; Shoji,; Takahashi, Y. D.; Zolotov, M. Salt partitioning on freezing closed-basin lakes in Mongolia: Implications for subsurface brine reservoirs on icy bodies in the Solar system. *Goldschmidt conference 2021* (口頭発表予定)

(成果物 5)

Yoda, M.; Sekine, Y.; Fukushi, K.; Kitajima, T.; Baasansuren, G.; Davador, D.; Tuvshin, G.; Shuukhaaz, G.; Shoji,; Zolotov, M.; Takahashi, Y. Field investigations on salt partitioning in frozen closed-basin lakes in Mongolia as terrestrial analogues of subsurface brine reservoirs on Solar System icy bodies. *JpGU 2021*. (口頭発表予定)

※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。

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	つじ ひろあき		提出年月日	2021 年 4 月 30 日
申請者氏名	辻 浩明			
所属・職名				
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input type="checkbox"/> 一般共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input type="checkbox"/> 単年 <input checked="" type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	瀬戸内海・伊勢湾の海底堆積物中多環芳香族炭化水素 (PAH) の分布			
研究実施期間	2020 年 4 月 1 日～ 2021 年 3 月 31 日			
センター 教員	長尾誠也教授、落合伸也助教授			

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	辻 浩明	広島大学	博士課程 後期3年	PAH分析、試料採取、データ解析
	分担者	竹田 一彦	広島大学	准教授	データ解析
		岩本 洋子	広島大学	准教授	データ解析
		佐久川 弘	広島大学	特任教授	データ解析
		長尾 誠也	金沢大学	教授	放射能分析
落合 伸也		金沢大学	助教	放射能分析	
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	$^{210}\text{Pb}$	海底堆積物（泥）		
	分析した試料	$^{210}\text{Pb}$	海底堆積物（泥）	伊勢湾2地点× 11～12層	
研究目的・ 期待される 成果	<p>本研究は環境中に広く分布し発癌性を有する多環芳香族炭化水素（PAH）の動態の解明を大きな目標とし、2019年度より瀬戸内海の海底堆積物中のPAHの濃度測定、水平・鉛直分布の解明を行ってきた。大陸からの長距離輸送が一つの起源だと考えられているPAHは、環日本海域で調査がされている。瀬戸内海のPAHの分布調査により、日本国内を主な発生源とする可能性が認められた。2020年度は、瀬戸内海と伊勢湾を含めた2～3地点において柱状堆積物を採取し、<math>^{210}\text{Pb}</math>濃度の測定により柱状堆積物の年代測定を実施したい。瀬戸内海および伊勢湾での柱状堆積物試料の測定により、過去40～50年分程度のPAHの発生源やその歴史的変遷を明らかにすることが期待できる。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

<p>利用・研究 実施内容・ 得られた成 果</p>	<p>2015年10月に伊勢湾2地点にて採取された柱状堆積物（長さ80～90cm程度）のPAHs分析および<sup>210</sup>Pb分析による年代測定を行った。PAHs17種の分析は広島大学環境分析化学生物地球化学研究室にて、堆積物の<sup>210</sup>Pb分析は金沢大学環日本海域環境研究センターにて行われた。また、2018年12月、2019年2～3月、2019年7月の3回の広島大学練習船豊潮丸航海により採取された瀬戸内海海底表層堆積物、2019年11月に黒瀬川（広島県河川）及び淀川にて採取された河川水SS試料、2020年12月に広島大学総合科学部屋上にて採取された雨水SS試料、2011年4月～2014年3月及び2017年4月～2018年3月の計4年間、大阪市4～5地点の大気汚染常時監視測定局にて大阪市立環境科学研究センター浅川博士により採取された大気中TSP試料中のPAHsが分析された。これら環境試料中PAHs分析により瀬戸内海周辺域のPAHsの物質収支の見積もりを行った。</p> <p>伊勢湾の柱状堆積物中PAHs分布に関して、四日市市沖合のコアは1975年頃PAHs濃度が最大、津市沖合のコアは1960年頃以降PAHs濃度が高い傾向が得られた。ともに近年のPAHs濃度が高止まりの傾向であった。また、伊勢湾堆積物中のPAHsの経年変化は1970年～1980年頃ピークを迎え、これは大阪湾（Tsuji et al., 2020）や東京湾（Yamashita et al., 2000）のPAHsのピークと同様であった。さらに、瀬戸内海へのPAHsの河川流入フラックスは2.3 ton year<sup>-1</sup>、大気沈着フラックスは13 ton year<sup>-1</sup>、堆積フラックスは5.5 ton year<sup>-1</sup>であると見積もられ、河川流入過程より大気沈着過程の方が瀬戸内海へのPAHsの流入量が多いことが分かった。また、流入フラックス（河川流入+大気沈着）と堆積フラックスの差9.8 ton year<sup>-1</sup>は外洋への流出、光分解、生物分解（4.4 ton year<sup>-1</sup>）、二枚貝への取り込み（0.17 ton year<sup>-1</sup>）、その他海洋生物への取り込みによる消失フラックスであると考えられた。</p>
<p>見込まれる 成果物</p>	<p>※1,000字以上で具体的に記述して下さい。</p> <p><b>原著論文</b> H. Tsuji, W. Jadoon, Y. Nunome, H. Yamazaki, S. Asaoka, K. Takeda, H. Sakugawa. Distribution and source estimation of polycyclic aromatic hydrocarbons in coastal sediments from Seto Inland Sea, Japan. <i>Environmental Chemistry</i>, <b>17</b>, 488-497, 2020. 他一編投稿中。</p> <p><b>口頭発表</b> 辻 浩明, 秋吉 雄大, 浅川 大地, 浅岡 聡, 中下 慎也, 岩本 洋子, 佐久川 弘, 竹田 一彦. 瀬戸内海周辺域における多環芳香族炭化水素の分布と物質収支, 2020年度日本地球化学会第67回オンライン年会, 2020年11月, G2環境地球化学・放射化学, PR0059.</p> <p><b>博士論文</b> HIROAKI TSUJI (主指導教員: 竹田 一彦) Distribution, Sources and Mass Balance of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Seto Inland Sea and Surrounding Area, Japan (瀬戸内海周辺域における多環芳香族炭化水素の分布、発生源、物質収支), 広島大学大学院生物圏科学研究科環境循環系制御学専攻, 2021年3月。</p> <p>※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。</p>

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 共同研究 成果報告書

(ふりがな)	たかい ゆうき	提出年月日	2021年4月27日	
申請者氏名	高井 優生			
所属・職名	九州大学大学院 生物資源環境科学府 資源生物科学科 博士後期課程一年			
連絡先住所				
TEL		FAX		
E-mail				
申請区分	<input type="checkbox"/> 重点共同研究 <input type="checkbox"/> 一般共同研究 <input checked="" type="checkbox"/> 若手研究者育成共同研究	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	研究期間 <input checked="" type="checkbox"/> 単年 <input type="checkbox"/> 複数年(2年)	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究			
研究課題	有害化学物質とマイクロプラスチックのベクター効果が海産メダカへ与える影響			
研究実施期間	2020年04月01日～2021年03月31日			
センター 教員	氏名 本田匡人 E-mail <a href="mailto:mst-honda@se.kanazawa-u.ac.jp">mst-honda@se.kanazawa-u.ac.jp</a>			

			職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容	
	氏名	所属			
研究組織	申請者	高井 優生	九州大学	博士後期 課程一年	暴露試験 行動解析
	分担者	本田 匡人	金沢大学	助教	分析
		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	Anthracene (PAH)	粉末		
	分析した試料	Anthracene (PAH)	水（飼育水） ジャワメダカ	108 本（5 mL/ 本）128 尾	
研究目的・ 期待される 成果	<p><b>■目的</b> 海洋環境では未だ化学物質による汚染が継続しており、特に日本海は日本列島と大陸に挟まれた比較的閉鎖的な環境であるため、対岸諸国からの汚染が懸念されている。さらに、近年では海洋環境でマイクロプラスチック（MPs）による環境汚染が危惧されている。中でも、海洋環境中で MPs が有害化学物質と結合し、海洋環境から生体へのベクターとして働き、海産生物への有害化学物質の影響を加速する効果が懸念されている。しかしながら、海産生物を用いて MPs と有害化学物質によるベクター効果を検証した研究はない。よって本研究では小型海産魚であるジャワメダカを用いて、有害化学物質、特に多環芳香族炭化水素（PAHs）アントラセンに対しての MPs のベクター効果およびアントラセンと MPs の複合毒性を評価する。</p> <p><b>■特色</b> 本研究では、海産魚のモデルとしてジャワメダカを用い、有害化学物質と MPs によるベクター効果を検証する。具体的には、アントラセンおよび MP の単独あるいは複合暴露試験を実施し、MPs のベクター効果によるアントラセンの魚体への蓄積性および生態行動（遊泳）への影響を評価する。</p> <p><b>■期待される成果</b> 本研究により、海洋環境中の MPs のベクター効果を生態毒性学的観点から評価できる。この知見は、今後さらに深刻化すると予想される MPs 汚染に関する基礎的かつ重要な知見になることが期待される。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

## ■方法

球状 PE-MPs (図 1、粒径 200  $\mu\text{m}$ )、および PE ペレットを破砕した破砕 PE-MPs (図 2、平均粒径 211  $\mu\text{m}$ ) を用い、ANT (0.1 mg/L) と 2 種 MPs ( $10^4$  particles/L) をそれぞれ複合暴露した (溶媒対照区、ANT 区、ANT + 球状 MPs 区、ANT + 破砕 MPs 区)。各 18 L 水槽にジャワメダカ (魚体重  $0.30 \pm 0.05$  g) を 41 尾ずつ入れ、7 日間暴露後、5 日間清浄海水で回復させた。暴露期間 0、1、3、5、7 日目および回復期間 1、3、5 日目にジャワメダカ 4 尾をサンプリングし、ANT 体内濃度測定 (HPLC) および肝臓での薬物代謝遺伝子 CYP1A の発現量定量 (qPCR) を行なった。また、暴露および回復期間それぞれの最終日にジャワメダカ 9 尾を使用して行動解析を行なった。なお、ANT 体内濃度測定については、PE-MPs の混入を防ぐため、ジャワメダカから頭部および内臓を除去し、筋肉中の ANT 濃度を測定した。

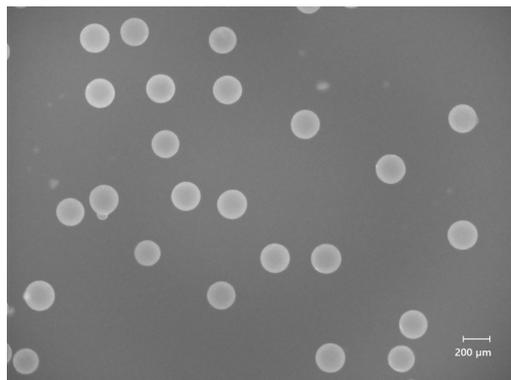


図 1. 球状 PE-MPs (粒径 200  $\mu\text{m}$ )

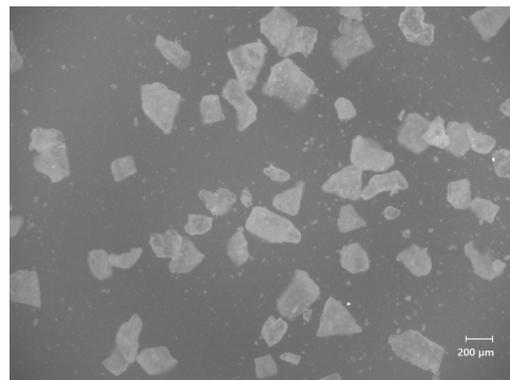


図 2. 破砕 PE-MPs (平均粒径 211  $\mu\text{m}$ )

利用・研究実  
施内容・得ら  
れた成果

## ■結果

### 【ANT 体内濃度】

全暴露区で ANT の体内濃度は暴露 5 日後に平衡に達し、平衡時の体内濃度について有意差はなかった。その後の回復期間においては、回復期間 5 日目の ANT + 破砕 PE-MPs 区における ANT 体内濃度は  $3.46 \pm 1.77$   $\mu\text{g/g}$  と他に比べて有意に高かった ( $P < 0.01$ )。また、一般化線形モデルによる解析結果より、ANT が破砕 PE-MPs と共暴露されるとジャワメダカ体内からの ANT 排出が遅くなることが明らかになった。

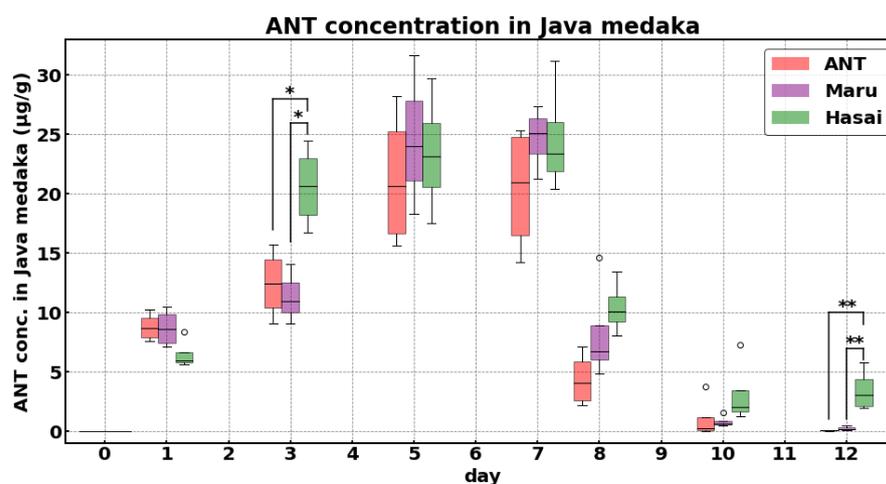


図 3. ジャワメダカ体内の ANT 濃度

赤 : ANT 暴露区、紫 : ANT + 球状 PE-MPs 複合暴露区、緑 : ANT + 破砕 PE-MPs 複合暴露区

### 【CYP1A 発現量】

qPCR の結果、全暴露区にて ANT に応答した CYP1A 発現量の増加が観察された。また、ANT + 破砕 PE-MPs 区にて CYP1A 発現量が多い傾向が観察された。

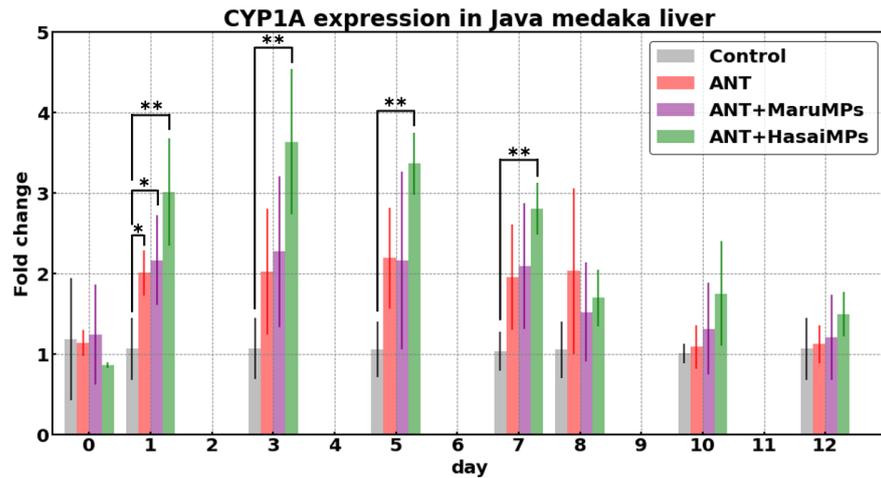


図 4. ジャワメダカ肝臓での CYP1A 発現量

赤：ANT 暴露区、紫：ANT + 球状 PE-MPs 複合暴露区、緑：ANT + 破砕 PE-MPs 複合暴露区

#### 【遊泳行動】

ジャワメダカの遊泳速度について、1 秒あたりの移動距離がジャワメダカ全長の 1/3 以下の遊泳速度を低速遊泳と定義し、遊泳行動の解析を行なった。その結果、ANT + 破砕 PE-MPs 区でジャワメダカの遊泳速度が低下しており ( $P < 0.05$ )、ANT+球状 MPs 区でも同様に遊泳速度が低下している様子が観察された ( $P = 0.109$ )。また、ANT + 破砕 PE-MPs 区ではその影響が回復期間最終日 (回復期間 5 日目) の行動試験においても観察された ( $P < 0.05$ )。

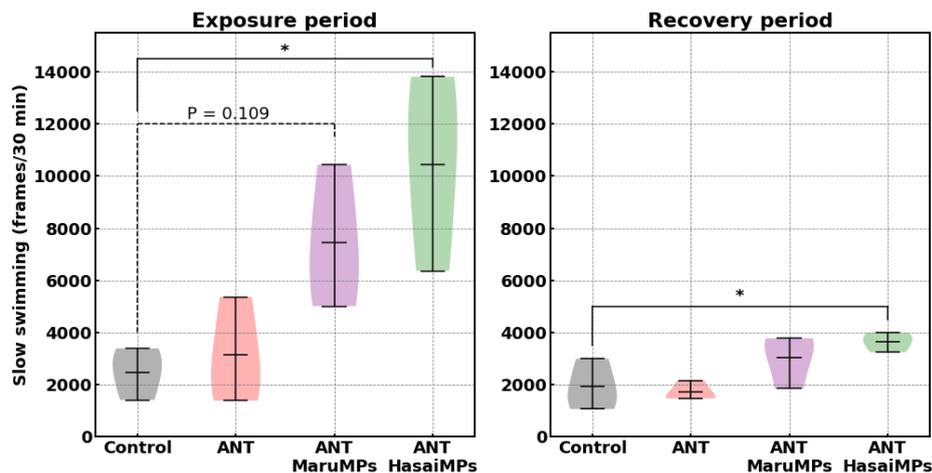


図 5. ジャワメダカが低速遊泳を行なった時間

左：暴露期間最終日、右：回復期間最終日

赤：ANT 暴露区、紫：ANT + 球状 PE-MPs 複合暴露区、緑：ANT + 破砕 PE-MPs 複合暴露区

#### ■考察

本試験の結果では、平衡時の ANT 体内濃度に差がなかったことから、MPs が生物への化学物質の取り込みを促進するというベクター効果は観察されなかった。しかし、

破砕 PE-MPs と ANT の複合暴露区では回復期間最終日にて、ANT が他の試験区よりも多く体内から検出された。破砕 PE-MPs (図 2) は球状 PE-MPs (図 1) と比較して尖った部分が多いため形状的に消化管の中に残りやすいことが考えられる。そのため、回復期間においても ANT を吸着した PE-MPs が消化管から排出されにくくなり、体内からの ANT 排出が遅くなったのではないかと考えられた。また、当研究室の先行研究にて、粒径 2  $\mu\text{m}$  のマイクロプラスチックは暴露終了後、10 日間の回復期間経過後も排出されずに体内に残ることが報告されている (Liu et al., 2021)。今回作成した破砕マイクロプラスチック (図 2) には、ふるい分けされずに残った微細な粒子があるため、このような微細な粒子がエンドサイトーシスを介して生体に取り込まれることにより、排出されにくくなった可能性が示唆された。

また、CYP1A の発現量について、本実験では、破砕マイクロプラスチックとの複合暴露で CYP1A 発現量が大きく増加していた。暴露一日目に全暴露区で CYP1A 発現量の増加が観察されたことや、PAHs に暴露されたジャワメダカの肝臓で CYP1A の発現量が増加したという報告 (Rusni et al., 2020) があること、今回実施した試験の予備試験にて PE-MPs の単体暴露では球状、破砕双方で CYP1A の発現量に差がなかったことから、今回の実験で観察された CYP1A の発現量増加は体内に取り込まれた ANT に応答したものであると考えられる。破砕 PE-MPs との複合暴露区においては、ふるい分けされずに残った微細な粒子が体内に取り込まれたことによって、ANT の影響がより顕著に観察されたものと考えられる。

行動解析の結果、破砕 PE-MPs と ANT を複合暴露した場合、ジャワメダカの遊泳速度が低下することが明らかとなった。本試験の予備試験では PE-MPs の単体暴露では球状、破砕双方でジャワメダカの遊泳速度に影響はなかったこと、また、PAHs に暴露されたマダイの遊泳速度が低下したという報告 (Gonçalves et al., 2008) があることから、破砕 PE-MPs と ANT の複合暴露により生じた遊泳速度低下はジャワメダカへの ANT の影響が顕著になったものと考えられる。また、球状 PE-MPs と ANT の複合暴露区においても遊泳速度が低下した傾向が観察された。そのため、PE-MPs との複合暴露により、ANT のジャワメダカの遊泳行動への影響がより強くなったものと考えられ、魚類の行動に対する MPs のベクター効果が示唆された。

本試験の結果より、MPs の形状およびサイズが ANT の排泄に影響を及ぼすこと、さらに MPs は魚類の遊泳行動に対してベクター効果を介して影響を与える可能性が示唆された。そのため、今後 MPs の影響を評価する上では、プラスチックの種類だけでなく、その形状等の因子についても着目し、さらに、その行動影響についても考慮すべきであると考えられる。

1. Liu, Y., Qiu, X., Xu, X., Takai, Y., Ogawa, H., Shimasaki, Y., 2021. Uptake and depuration kinetics of microplastics with different polymer types and particle sizes in Japanese medaka (*Oryzias latipes*). *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 212, 112007.
2. Rusni, S., Sassa, M., Takehana, Y., Kinoshita, M., Inoue, K., 2020. Correlation between cytochrome P450 1A (cyp1a) mRNA expression and ambient phenanthrene and pyrene concentration in Javanese Medaka *Oryzias javanicus*. *Fish. Sci.*
3. Gonçalves, R., Scholze, M., Ferreira, A.M., Martins, M., Correia, A.D., 2008. The joint effect of polycyclic aromatic hydrocarbons on fish behavior. *Environ. Res.* 108, 205–213.

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

<p>見込まれる 成果物</p>	<p>口頭発表</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>高井優生</u>, 富永晃世, 早稲田真未, 内田祐紀哉, 本田匡人, 島崎洋平, 大嶋雄治, マイクロプラスチックとアントラセンの複合暴露が海産メダカへ与える影響, 日本環境毒性学会, 2021. 03. 09</li> </ul>
----------------------	---

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

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 研究集会 成果報告書

(ふりがな)	ちん にんけつ		
申請者氏名	陳 仁杰	提出年月日	2021年 4月 30日
所属・職名	復旦大学 公共衛生学院・教授		
連絡先住所			
TEL		FAX	
E-mail			
申請区分	<input type="checkbox"/> 一般枠 <input checked="" type="checkbox"/> 国際枠	<input checked="" type="checkbox"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続	
研究分野 区分	<input type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 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	公衆衛生の観点から見た環境汚染物質観測の重要性		
開催場所	オンライン会議		
開催日	2021年 3月 29日		
参加者人数	計 16 名 内訳：本学（教職員 5 人、学生 6 人） 他大学・研究機関（教職員・研究者 4 人、学生 1 人） 一般等（ 0 人）		

環境中に存在する化学物質の種類、発生源、毒性と健康リスク、さらに環境中における化学/物理的な変化を正確に把握したうえ、ヒトへの急性影響対応を策定し、慢性影響を予測する必要が極めて重要であることが言うまでもない。

本研究集会では、環日本海域の環境保全のために、交流協定を結んでいる復旦大学公共衛生学院と金沢大学環日本海域環境研究センターの研究者及び学生は、公衆衛生と化学物質をキーワードにし、今後の協力のあり方について、より具体的に議論した。

**KU-FDU Joint Workshop on Environmental Issues**  
***Latest Advances on Public Health and Environmental Pollution***

**Place:** Zoom meeting, GTM+09:00

**Time:** 2021/3/29 03:30 PM(JST) - 05:00 PM (JST)

**ZoomMeeting URL**

---

**Meeting ID:**

**Data:** March 29 (Mon), 2021

**Program:**

**Chair:** Ning Tang (KU)

**Opening remarks:**

15:30 – 15:32 Haidong Kan (FDU)

15:32 – 15:42 Haidong Kan (FDU), *Research activities of School of Public Health, Fudan University*

15:42 – 16:57 Zhijun Zhou (FDU), *Updated information and new finding of mini-birth cohort in Jiangsu rural area*

16:57 – 16:12 Qing Wu (FDU), *Pyroptosis, an inflammatory mechanism of kidney injury induced by exogenous chemicals*

16:12 – 16:27 Renjie Chen (FDU), *Ozone air pollution and cardiovascular effects: observational and experimental evidence from China*

**Chair:** Renjie Chen (FDU)

16:27 – 16:37 Seiya Nagao (KU), *Research activities of Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University*

16:37 – 16:52 Nobuo Suzuki (KU), *Sodium fluoride influences calcium metabolism in fish: Analysis by fish scale assay system*

16:52 – 17:07 Masato Honda (KU), *Pollution status and estimated exposure pathway of polycyclic aromatic hydrocarbons in wharf roach (*Ligia spp.*)*

17:07 – 17:25 Ning Tang (KU), *Yearly variation and health risk of polycyclic aromatic hydrocarbons and nitropolycyclic aromatic hydrocarbons in Shanghai, China*

**Closing Remarks:**

17:25 – 17:27 Seiya Nagao (KU)

得られた成果

			職名／ 大学院 生・学 部生は 実施時 の年次	分担内容	
	氏名	所属			
研究組織	申請者	陳 仁杰	復旦大学	教授	
	分担者	周 志俊	復旦大学	教授	
		呉 慶	復旦大学	教授	
		孟 夏	復旦大学	准教授	
		阚 海東	復旦大学	教授	
		長尾 誠也	金沢大学	教授	
		福士 圭介	金沢大学	教授	
		本田 匡人	金沢大学	助教	
		唐 寧	金沢大学	教授	
		張 露露	金沢大学	博士 研究 員	
		楊 露	金沢大学	D3	
		張 昊	金沢大学	D1	
		張 璇	金沢大学	M2	
		邢 万里	金沢大学	M2	
		白 芄楚	金沢大学	M1	
※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。					

## 2020年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 研究集会 成果報告書

(ふりがな)	V. B. ロバノフ	提出年月日	令和3年4月19日
申請者氏名	V. B. Lobanov		
所属・職名	ロシア科学アカデミー極東支部 V.I.I'ichev 太平洋海洋研究所		
連絡先住所			
TEL		FAX	
E-mail			
申請区分	<input type="checkbox"/> 一般枠 <input checked="" type="checkbox"/> 国際枠	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続	
研究分野 区分	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input checked="" type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 複数の研究分野に跨がり推進する学際的研究		
研究集会名称	Understanding Present Environmental Situation of Marginal Sea (III)		
開催場所	金沢大学 (オンライン開催)		
開催日	令和3年 3月 10日		
参加者人数	計 13名 内訳：本学 (教職員 4人、学生 4人) 他大学・研究機関 (教職員・研究者 5人、学生 _____人) 一般等 (_____人)		

得られた成果	<p>本研究集会では、日本海および北極海において表層海流の動きにより越境汚染物質がどんな滞留時間で移動するのか、水塊の移動中での懸濁粒子との吸着性、粒子の海洋表層から深層への沈降に伴う移動といった基本的なパラメータを収集し、越境汚染物質の移動性を総合的に解析することを目的に、研究集会を開催した。</p> <p>ロシア科学アカデミー極東支部太平洋海洋研究所（これ以降、POI と表記）からは Peter the Great Bay における人為的な影響に関係する地球化学的な環境変動と多環芳香族炭化水素類の研究、Peter the Great Bay と北極海沿岸域での海底湧水に関する研究、福島原発事故由来の放射性核種の海洋での動態解析に関する最新成果が報告された。金沢大学環日本海域環境研究センターからは、日本海とオホーツク海における多環芳香族炭化水素類の研究、その動態解析のために放射性核種をトレーサーとした研究、七尾湾での海底湧水研究、さらに七尾湾での懸濁粒子の堆積研究について報告された。最近6年間は共同研究を実施している研究課題もあり、連携については大気から沿岸域、沿岸域から日本海までの物質動態、越境汚染物質の動態について情報の共有が進み、今後の研究の方向性について、この研究集会を通して議論が進んだ。</p> <p>研究集会のプログラムは以下に示す。</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Program</b></p> <p style="text-align: right;">Chair: Seiya</p> <p>Nagao 13:00-13:10 (JST) Open remarks      Vyacheslav Lobanov</p> <p style="text-align: right;">Chair: Shinya</p> <p>Ochiai Oral session (15 min talk and 5min Q&amp;A) 13:10-13:30 (JST) Pavel Tishchenko     Blue carbon of some shallow bights of the Peter the Great Bay 13:30-13:50 (JST) Pavel Semkin     Submarine groundwater discharge in the ice-covered estuary of Razdolnaya River (Sea of Japan) in February 2020 13:50-14:10 (JST) Alexander Charkin     Impact of different genetic groundwater types on coastal ecosystems in the Arctic seas</p> <p style="text-align: right;">Chair:</p> <p>Alexander Charkin 14:10-14:30 (JST) Seiya Nagao     Submarine groundwater at Nanao Bay: Field research results during 2018-2020 14:30-14:50 (JST) Shinya Ochiai     Reconstruction of past flood events based on atmospheric radionuclides and magnetic properties of coastal sediments in Nanao Bay, Japan</p> <p>14:50-15:05 Break</p> <p style="text-align: right;">Chair: Tatiana</p> <p>Chizhova 15:05-15:25 (JST) Mutsuo Inoue     Geochemical cycles in the Sea of Japan: Implications from radiocesium</p>

15:25-15:45 (JST) Tetsuya Matsunaka Seasonal variations of PAHs in the coastal region on the Japanese side of Japan Sea 15:45-16:05 (JST) Rodorigo Mund Study on PAHs surface dynamics at the Japan Sea and Okhotsk Sea from 2017 to 2020 Chair: Tetsuya Matsunaka 16:05-16:25 (JST) Tatiana Chizhova PAH pollution in Peter the Great Bay 16:25-16:45 (JST) Vasily Mishukov Estimation of radionuclides volume distribution in the ocean after NPP Fukushima-1 incident in March 2011 16:45-16:50 Closing remarks, Seiya Nagao				
			職名／ 大学院 生・学 部生は 実施時 の年次	
	氏 名	所 属		分担内容
申請者	V. Lobanov	ロシア科学アカデミー極東 支部・太平洋海洋研究所	所長	研究集会企画・運営
分担者	T. Tiaschenko	ロシア科学アカデミー極東 支部・太平洋海洋研究所	室長	
	T. Chizhova	ロシア科学アカデミー極東 支部・太平洋海洋研究所	研 究 員	
	A. Charkin	ロシア科学アカデミー極東 支部・太平洋海洋研究所	研 究 員	
	P. Semkin	ロシア科学アカデミー極東 支部・太平洋海洋研究所	研 究 員	
	長尾誠也	金大・環日本海域環 境研究センター	教授	研究集会企画・運営
	井上睦夫	金大・環日本海域環 境研究センター	准 教 授	
	落合伸也	金大・環日本海域環 境研究センター	助教	
	松中哲也	金大・環日本海域環 境研究センター	助教	
	唐 寧	金大・環日本海域環 境研究センター	准 教 授	
	鈴木信雄	金大・環日本海域環 境研究センター	教授	
	関口俊男	金大・環日本海域環 境研究センター	助教	
	安東宏徳	新潟大学・佐渡臨海 実験所	教授	
	下谷豊和	新潟大学・佐渡臨海 実験所	技 術 職員	

	広橋教貴	島根大学・隠岐臨海 実験所	教授	
	西崎政則	島根大学・隠岐臨海 実験所	技 術 職 員	
	原田浩太郎	石川県水産総合センター	技師	
	本多直人	日本海区水産研究 所	研 究 員	
	花木祥太郎	金大・大学院自然科 学研究科	M2	
	竹原亮成	金大・大学院自然科 学研究科	M2	
※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。				

## 2020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)	しらいわ たかゆき		
申請者氏名	白岩孝行	提出年月日	2021 年 5 月 10 日
所属・職名	北海道大学 低温科学研究所・准教授		
連絡先住所			
TEL		FAX	
E-mail			
申請区分	<input checked="" type="checkbox"/> 一般枠 <input type="checkbox"/> 国際枠	<input type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続	
研究分野 区分	<input checked="" type="checkbox"/> 環境汚染や環境変化の検知とその要因に関する研究 <input type="checkbox"/> 環境変化が健康に及ぼす影響に関する研究 <input type="checkbox"/> 生態系と人間社会の共生に関する研究 <input type="checkbox"/> 地域環境の将来予測に関する研究 <input type="checkbox"/> 持続可能な社会創成に関する研究 <input type="checkbox"/> 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	陸起源物質が沿岸海洋に及ぼす影響評価 (その2)		
開催場所	Webex を用いたオンライン集会		
開催日	2021 年 1 月 18 日		
参加者人数	計 19 名 内訳：本学 (教職員 2 人、学生 4 人) 他大学・研究機関 (教職員・研究者 8 人、学生 5 人) 一般等 (____人)		

得られた成果	<p>2021年1月18日 13:00-17:00にかけて、「陸起源物質が沿岸海洋に及ぼす影響評価（その2）」と題するオンライン研究集会を実施した。まず初めに研究代表者の白岩孝行と長尾誠也が研究集会の説明を行った。その後、以下の発表が研究分担者からなされた；「極東ロシアにおける永久凍土湿地の溶存鉄供給に対する重要性：衛星画像を用いた広域解析アプローチ」 田代悠人・楊宗興（東京農工大学）・白岩孝行（北海道大学）・大西健夫（岐阜大学）・内藤大輔（京都大学）；「河川により輸送される溶存黒色炭素の動態に関する研究」 服部圭佑・山下洋平（北海道大学）；「湿原起源の鉄の海水接触による挙動」 加藤寛己・芳村毅・伊佐田智規（北海道大学）・黒田寛（北水研）・白岩孝行（北海道大学）・長尾誠也（金沢大学）・西岡純・村山愛子・山下洋平（北海道大学）；「別寒辺牛川の感潮域の流出量推定」 丁曼卉・白岩孝行（北海道大学）；「能登半島小河川の懸濁態有機物の流出挙動」 長尾誠也・田原龍之介・後藤晶子・長谷川卓・落合伸也（金沢大学）；「大気由来放射性核種を用いた能登半島・熊木川流域での物質動態の検討」 落合伸也・田原龍之介・鶴岡幹矢（金沢大）・黄誌川（台湾大）・松中哲也・松木篤・長尾誠也（金沢大）；「河川下流部の豊かな生物生産を可能にしている現地性養分産生」 高貝柚希・木幡聡・永田光陽・中野正隆・楊 宗興（東京農工大学）。</p> <p>各発表終了後に行われた総合討論では、それぞれの報告を受けて、陸と海の物質循環を確実に捉えることができるトレーサー、および方法論の確立が必要であることを確認した。また、新たな視点として、干潟における物質収支研究の必要性も確認できた。</p>				
研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・学部生は実施時の年次	分担内容
	申請者	白岩孝行	北大・低温研	准教授	研究集会企画・とりまとめ
	分担者	西岡 純 的場澄人	北大・低温研 北大・低温研	准教授 助教	オホーツク海・親潮域の海洋化学 大気由来の物質供給
		山下洋平 芳村 毅	北大・地球環境研 北大・地球環境研	准教授 准教授	溶存黒色炭素の動態 湿原起源の鉄の挙動
		大西健夫 三寺史夫	岐阜大・応用生物学部 北大・低温研	准教授 教授	凍土の融解が河川水質に与える影響 オホーツク海の海洋動態
		楊 宗興 田代悠人	東京農工大・環境資源科学科 東京農工大・環境資源共生科学専攻	教授 博士3年	河川干潟域のリン挙動 凍土の融解が溶存鉄の挙動に与える影響
		長尾誠也 落合伸也	金沢大学・環日本海セ 金沢大学・環日本海セ	教授 助教	懸濁態有機物の流出挙動 大気由来放射性核種を用いた物質動態解明
※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。					