

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	さとう けいいち	提出年月日	平成 28 年 4 月 30 日
申請者氏名	佐藤 啓市		
所属・職名	アジア大気汚染研究センター 情報管理部 上席研究員		
連絡先住所	〒950-2144 新潟県新潟市西区曾和 1182		
TEL	025-263-0562	FAX	025-263-0567
E-mail	ksato@acap.asia		
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"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	北東アジアにおける炭素状粒子の大気沈着量及びその地域特性の解明		
研究実施期間	平成 27 年 9 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日		
センター教員	環日本海域環境研究センター 教授 早川和一		

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	佐藤啓市	アジア大気汚染 研究センター	上席研究員	炭素分析、データ解析
	分担者	猪股弥生	アジア大気汚染 研究センター	主任研究員	炭素分析、データ解析
		早川和一	金沢大学	教授	試料捕集、PAH 分析
		唐寧	金沢大学	助教	試料捕集、PAH 分析
		森崎博志	金沢大学	修士1年	試料捕集、PAH 分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	大気粉塵	フィルター上に 捕集された粒子	約 50	
		降水	液体	約 50	
	分析した試料	大気粉塵	フィルター上に 捕集された粒子	50	
降水		液体	50		
研究目的・ 期待される 成果	<p>炭素状粒子は大気汚染対策と気候変動対策のコベネフィットアプローチの観点から注目されている短期寿命気候汚染物質（SLCPs）の1つであるとともに、PM<sub>2.5</sub>の主要構成成分の一つである。本研究では、これまで北東アジアでは取得データがほとんど無い、降水中炭素状粒子及び炭素状エアロゾルの長期観測を、平成26年度に引き続き遠隔地点に位置する輪島観測所において行い、観測結果から大気沈着量の時空間分布及び地域特性を明らかにすることを目的とする。</p> <p>遠隔地点に位置する輪島観測所において大気長期観測を行う。大気沈着量の計算に必要な気象要素は、輪島アメダス局及び能登学舎のデータを利用する。金沢大のグループが取得するPAHの分析データは、炭素状粒子の発生源解析に利用する。1週間毎に測定された試料はアジア大気汚染研究センターに送付して黒色炭素、有機炭素の分析を行う。降水及びエアロゾル中の濃度、気象要素から、炭素状粒子の月間湿性・乾性沈着量及び年間湿性・乾性沈着量を算出する。また、同様の観測を行っている日本国内の3地点（佐渡、新潟、東京）、中国の観測データと比較することにより、季節変動・地域特性を明らかにする。</p> <p>平成26年の観測結果より、輪島のデータは国内の他の遠隔地点と整合性の取れる結果が得られている。長期観測データの蓄積により、国内の大気モデル解析の精緻化に資することが期待され、大気モデルにより北東アジア地域全体の炭素状粒子の時空間分布及び大気物質収支を解明す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>2013年11月より遠隔地点に位置する金沢大学能登半島（輪島）観測所で降水及びエアロゾルのサンプリングを1週間毎に行った。降水及びエアロゾル中の黒色炭素、有機炭素成分の分析は熱光学補正式炭素成分分析装置を用いて行い、イオン成分の分析はイオンクロマトグラフを用いて行った。また、有機炭素成分の主要な構成物質である PAHs についても併せて分析を行った。降水及びエアロゾル中の成分濃度、気象要素から、炭素状粒子の月間湿性・乾性沈着量及び年間湿性・乾性沈着量を算出した。また、同様の観測を行っている日本国内および中国のデータと比較することにより、季節変動・地域特性について考察した。</p> <p>2013年11月～2015年6月の輪島観測所における降水中黒色炭素、不溶性有機炭素、可溶性有機炭素濃度の平均値は、それぞれ 80.1 µg/L、457.4 µg/L、46.7 µg/L であり、不溶性有機炭素濃度が他の成分と比べて顕著に大きかった。元素炭素及び不溶性有機炭素濃度は春季～夏季に極大となる季節変動が見られた。この原因として、アジア大陸からの長距離輸送に加えて、同時期では降水量も極大になることが挙げられる。降水中イオン成分については、Cl<sup>-</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>のような海塩成分が支配的であり、冬に極大を示す傾向が見られた。</p> <p>2013年11月～2015年6月の輪島観測所におけるエアロゾル中黒色炭素、全有機炭素、可溶性有機炭素の大気濃度の平均値は、それぞれ 0.51 µg/m<sup>3</sup>、2.03 µg/m<sup>3</sup>、1.43 µg/m<sup>3</sup> であり、有機炭素／黒色炭素比はおよそ 1：4 であった。黒色炭素、有機炭素は冬～春に極大が見られ、アジア大陸からの長距離輸送の影響を強く受けているものと思われる。また、PAHs 成分についても冬季に 4 環、5 環の PAHs 濃度の極大が見られた。エアロゾル中有機炭素、黒色炭素、PAHs 濃度の相関について調べたところ、有機炭素と黒色炭素間、PAHs 間には高い相関が見られた。</p> <p>2013年11月～2014年10月の輪島観測所における黒色炭素、不溶性有機炭素、可溶性有機炭素濃度の年間沈着量は、149.8 mg/m<sup>2</sup>/yr、1191 mg/m<sup>2</sup>/yr、193400 mg/m<sup>2</sup>/yr であった。能登以外の国内観測地点では、硫黄化合物の乾性、湿性沈着量と比べて、炭素成分の沈着量は同レベルであったが、能登については、炭素成分の大気沈着量が硫黄成分に比べてはるかに大きかった。</p> <p>今後は試料の分析及び沈着量の計算を行い、結果から炭素状粒子の大気沈着量評価を結論付ける。更に、複数年の評価を行っていく予定である。</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>(原著論文発表)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Characteristics of Carbonaceous Components in Precipitation and Atmospheric Particle at Japanese sites, Atmos. Environ, 投稿中</li> </ol> <p>(口頭発表)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Characteristics of atmospheric depositions of ionic and carbonaceous components at remote sites in Japan, 2015 AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, December 2015</li> <li>3. 能登半島の遠隔地点におけるイオン成分、炭素成分の大気沈着量の評価、第 57 回大気環境学会年会、2016</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>	

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	かめだ たかゆき	提出年月日	平成 28 年 5 月 9 日
申請者氏名	亀田 貴之		
所属・職名	京都大学大学院エネルギー科学研究科・准教授		
連絡先住所	〒606-8501 京都市左京区吉田本町		
TEL	075-753-5621	FAX	075-753-5619
E-mail	tkameda@energy.kyoto-u.ac.jp		
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"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	黄砂と海塩粒子の相互作用にもとづく有害塩素化多環芳香族二次生成の実験的・観測的検証		
研究実施期間	平成 27 年 9 月 日～平成 28 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	亀田貴之	京都大学大学 院・エネルギ ー科学研究科	准教授	研究総括
	分担者	松木 篤	環日本海域研 究センター	准教授	大気捕集
		神谷優太	京都大学大学 院・エネルギ ー科学研究科	博士後期課 程 2 年	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	大気粉じん（多環芳香族 化合物）	フィルター	20	
	分析した試料	大気粉じん（多環芳香族 化合物）	フィルター	20	
研究目的・ 期待される 成果	<p>本研究は、大気環境中で黄砂と海塩粒子の相互作用が引き起こす多環芳香族炭化水素 (PAH) の変質反応、とりわけ人体に対して有害である塩素化 PAH (CIPAH) の非意図的生成に関わる反応について模擬大気実験系を用いた実験を行い、黄砂と海塩の混合粒子が関与する大気内 CIPAH 生成反応過程を明らかにするとともに、能登半島における実大気観測によって、中国から長距離輸送される黄砂および PAH に由来する有害性 CIPAH 生成の実態を明らかにすることを目的とする。前年度の能登スーパーサイトにおける観測の結果、黄砂飛来時には黄砂が集中する粗大粒子中の CIPAH 濃度が上昇することが初めて明らかとなった。黄砂上の二次生成が疑われる。本研究により、日本はもとより中国国内、韓国など黄砂の通過地点となる場所において、予期せず生成される有害有機化合物についての基礎的な知見を得ることができ、またそれらによる健康被害の拡大に対して未然に警鐘を鳴らすことができる。</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>多環芳香族炭化水素（PAH）の誘導体のひとつである塩素化 PAH（CIPAH）は分子構造の類似性から、ダイオキシン類と似た毒性を示すことが知られている。しかし、大気中 CIPAH の研究報告例は極めて少ない。中国では、急速な産業の発展を支えるエネルギー消費量の増加に伴い、窒素酸化物、硫黄酸化物に加え、PAH による大気汚染が深刻な問題になりつつあり、それらの日本への長距離輸送の影響や輸送中の化学反応についても注視されている。CIPAH も、類縁化合物である PAH と同様に日本へ長距離輸送されている可能性があるが、現在までにその報告例は知られていない。また、輸送中の化学反応による生成についても評価されたことはない。本研究では反応チャンバーを用いて、紫外線照射下における黄砂－海塩混合粒子上 CIPAH の二次生成について検証した。</p> <p>土壌（黄砂）を構成する代表的な成分として、シリカ、長石、粘土鉱物など 8 種類の標準粒子を反応実験に用いた。各粒子 1 mg に対し 1 nmol のピレン（Py）および 1 μmol の NaCl を担持させ、相対湿度を 40% に調整した空気流通下にて、ブラックライトランプにより紫外光を 2～12 時間連続的に照射した。残存する Py および生成した 1-クロロピレン（1-CIPy）は、内標準物質として Py およびクリセンの重水素化体を添加した後ジクロロメタン中で超音波抽出し、GC/MS（EI-SIM）による定量に供した。</p> <p>粘土鉱物の一種であるカオリナイト粒子上において Py は、8 時間の反応でその 90% 以上が反応し、Py の減少量の約 30% に相当する 1-CIPy が生成した。一方、黄砂の主成分と考えられるシリカ粒子を担体とした場合は反応の進行は緩慢で、12 時間の反応後においても Py は初期担持量の 30% 程度しか反応せず、生成した 1-CIPy の量は Py 初期担持量のわずか 2% であった。同様の検証を種々の鉱物粒子上で行った結果、Py から 1-CIPy をすみやかに生成するものと、反応の進行が緩慢なものに大別され、とりわけモンモリロナイト、セリサイトなど粘土鉱物粒子上の反応で、塩素化の速度が速いことがわかった。このことから、黄砂に含まれる粘土鉱物が寄与し、CIPAH の大気内二次生成が促進される可能性があると考えられる。今後は上記塩素化のメカニズムについて詳細な検討を行うとともに、実大気観測により黄砂表面が関与する大気内 CIPAH 生成を検証していく予定である。</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>【原著論文】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Y. Kamiya, T. Kameda, T. Ohura, S. Tohno, Determination of Particle-associated PAH Derivatives (CIPAHs, NPAHs, OPAHs) in Ambient Air and Automobile Exhaust by Gas Chromatography/Mass Spectrometry with Negative Chemical Ionization, <i>Polycyclic Aromat. Compd.</i>, submitted.</li> </ul> <p>【国際会議発表】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ K. Kanatani, T. Kameda, A. Okubo, et al., The effects of Asian dust for allergic symptoms may be partly attributed to PAH-quinone, secondary formed on the dust surface, Conference of International Society for Environmental Epidemiology and International Society of Exposure Science – Asia Chapter 2016, June 26-29, 2016, Sapporo.</li> </ul> <p>【卒業論文・修士論文】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 黄砂表面における多環芳香族炭化水素ニトロ化の実験的・観測的検証, Dule, 京都大学大学院エネルギー科学研究科・エネルギー社会・環境科学専攻 学位（修士）論文（2017 年 3 月修了予定）</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>

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	かわさき かずお	提出年月日	平成 28 年 4 月 28 日
申請者氏名	川崎 一雄		
所属・職名	富山大学大学院理工学研究部 (理学)・助教		
連絡先住所	〒930-8555 富山県富山市五福 3190		
TEL	076-445-6647	FAX	076-445-6549
E-mail	kkawasak@sci.u-toyama.ac.jp		
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"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	環境磁気の手法を用いた環日本海地域の山岳保全に関する研究		
研究実施期間	平成 27 年 9 月 17 日～平成 28 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	川崎 一雄	富山大学	助教	環境磁気調査・総括
	分担者	福士 圭介	金沢大学	准教授	地球化学分析
		古谷 佳丈	富山大学	学部4年	調査・測定補助
		酒井 英男	富山大学	教授	岩石磁気分析
※ 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	土壌 樹皮	粉体	50	
			粉体	50	
分析した試料	樹皮	粉体	220		
研究目的・ 期待される 成果	<p>環境電磁気の手法による道路沿い表層土の自動車由来汚染物質の時空間分布の研究は、ヨーロッパを中心に広く有用性が報告されている。一方、我が国では同様な調査の報告例は殆ど無い。昨年度、本共同利用研究の支援を受け実施した白山域での調査では、道路沿い表層土において、帯磁率と亜鉛等の重金属濃度に正の相関があり、自動車由来の汚染物質の分布調査に帯磁率測定が有効である新知見を得た。</p> <p>本研究は、山岳地域の表層土壌に加え、新たに樹皮等の植生を利用し、多様な地質背景を持つ環日本海地域の山岳地域で利用可能な汎用性の高い環境調査法の確立を目指す。植生を対象に、磁気特性と重金属濃度や粒度の対比は従来殆ど行われておらず、新たな試みと考える。結果は、昨年度や立山域での調査結果と対比し、環境磁気調査の有効性を検討する</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

環境磁気の手法を用いた道路沿い重金属汚染の時空間分布の研究は、ヨーロッパやアジア諸国において、その有用性が報告がされている。一方、我が国では、活発な火山活動により磁性鉱物に富む火山灰が広範囲に分布することや複雑な地質背景、人口密度の高さに起因する高磁気ノイズの影響が指摘されており、同様な調査例は殆ど無い。2014年度に実施した予察研究では、気象庁が選定する47常時観測火山の一つであり、1659年に火災碎屑物の降下を伴う噴火が発生した白山に着目し、白山地域の白山白川郷ホワイトロード（旧：白山スーパー林道）沿いの地表面土壌を対象に環境磁気分析と地球化学分析を実施し、質量帯磁率と亜鉛濃度及び鉛濃度に高い正の相関を報告した。

本研究は、環境磁気調査において影響度の高い地質的要因の低減を図るため、植生に着目した。調査は、石川県珠洲市内の幹線道路沿い及び白山白川郷ホワイトロード沿いに生育するスギの樹皮を、道路から異なる距離（0.7 - 32.0 mの区間）で1サイト当り5-8本選択し、珠洲市街で4サイト、白山地域で5サイトの合計9サイト（計55本）で実施した。樹皮は、地面から140 cm程度の高さの道路面と背面の2ヶ所から採取し、合計110試料となった。採取試料は、金沢大学で凍結乾燥処理後、環境磁気分析と地球化学分析を実施した。

段階等温残留磁化（IRM）獲得実験の結果、樹皮に付着した磁性鉱物は、道路からの距離や地域によって顕著な差異は認められず、印加地場強度0.3 Tでほぼ飽和に達した。結果から、樹皮中の主要な磁性鉱物は、マグネタイト/マグヘマイトと考えられる。また、交流消磁実験も段階IRM獲得曲線同様に、試料間で消磁曲線に顕著な差は認められない。段階IRM獲得曲線と交流消磁曲線を組み合わせたCrossover plot解析（Symons & Cioppa 2000）では、全ての試料が、短磁区（SD）マグネタイト領域を示した。結果は、地域や道路からの距離に関わらずスギの樹皮中に含まれる磁性鉱物の種類と粒径分布に差異は殆どないことを示す。従って、飽和等温残留磁化

（SIRM）強度は試料内の磁性鉱物量を反映すると見なすことができる。SIRM強度は、道路近傍ではなく道路から数m離れた地点に最大値が認められ、それ以降で減少する傾向が認められた。また、樹皮を金沢大学所有のICP-MS（誘導結合プラズマ質量分析装置）で分析し、樹皮に含まれる重金属濃度を測定した。結果は、亜鉛と鉛濃度が、一定の距離（2.8 m程度）以上道路から離れると、SIRM強度と正の相関を示す傾向が示された。また、亜鉛と鉛濃度は、SIRM強度同様に道路近傍に極大値は認められない。

昨年実施した研究や立山での先行研究は、表層土を対象に調査を実施しており、道路近傍では粒径の大きな疑似短磁区（PSD）- 多磁区（MD）粒子の付加を報告している。一方、本研究では、より微細なSD粒子の量の変化を明らかにした。磁性鉱物の種類・粒径の一貫性から、土壌の影響は最小限と考えられ、活火山地域における自動車起源の粒子状物質（PM）の空間分布調査に対し、樹皮を用いた調査法が有効性である新知見を得た。一方、道路近傍で磁性鉱物量/重金属濃度の極大は認められておらず、これは、道路近傍では走行する自動車盗による対流等が細粒な粒子に影響を与えたためと考える。また、樹木の地理的分布や地形的要因により樹木の道路面と背面への磁性鉱物の沈着率が異なることが示唆されており、更なる研究が望まれる。

本研究では、自動車を発生源とする大気浮遊物質の空間分布調査に対し、土壌と樹皮を併用する環境磁気調査法の有効性が明らかになった。活火山地域でも適応可能と考えられ、環日本海地域を始めとする山岳地域への応用が期待される。

※1,000字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる 成果物	<p>2016年5月に千葉で開催される日本地球惑星科学連合大会内の国際セッション[A-GE05] Subsurface Mass Transport and Environmental Assessmentで成果の発表(口頭)を予定する。(Kawasaki, K., Furuya, Y., Fukushi, K., and Sakai, H. Environmental magnetic studies of roadside pollution: Identification of spatial distributions of vehicle-derived material at Mt. Hakusan, Japan. Abstract accepted in 7<sup>th</sup> Mar. 2016)</p> <p>2015年度の卒業論文の一部とした(富山大学理学部地球科4年生, 古谷佳丈. 卒業論文タイトル: 活火山地域における環境磁気の手法を用いた道路沿い土壌汚染調査).</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>	

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	さだなが やすひろ	提出年月日	平成 28 年 4 月 28 日
申請者氏名	定永 靖宗		
所属・職名	大阪府立大学 大学院工学研究科 准教授		
連絡先住所	〒599-8531 大阪府堺市中区学園町 1 - 1		
TEL	072-254-9326	FAX	072-254-9325
E-mail	sadanaga@chem.osakafu-u.ac.jp		
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"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	アジア大陸から輸送される反応性窒素酸化物の包括的・種類別動態解明		
研究実施期間	平成 27 年 9 月 1 日～平成 28 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	定永靖宗	大阪府立大学 大学院工学研究科	准教授	研究総括、大気観測、データ解析
	分担者	石山絢菜	大阪府立大学 大学院工学研究科	修士2年	大気観測、データ解析
		松木 篤	環日本海域研究セ ンター	准教授	大気観測

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

分析試料		物質名	形態（形状）	試料数
	申請書に記載 した試料	反応性総窒素酸化物 (NO <sub>y</sub> )、硝酸、有機硝酸エ ステル、窒素酸化物、オゾ ン、一酸化炭素	すべて気体	すべて連続
分析した試料	反応性総窒素酸化物 (NO <sub>y</sub> )、硝酸、有機硝酸エ ステル、窒素酸化物、オゾ ン、一酸化炭素	すべて気体	すべて連続	

研究目的・  
期待される  
成果

窒素酸化物は他の汚染物質と比較して、東アジア地域における排出量の増加率が高く、東アジアの大気環境の中で相対的な重要性が高まっている越境大気汚染物質である。大気中の窒素酸化物は化合物によって物理・化学的性質が異なる。そのため、大気中窒素酸化物の動態解明には、NO<sub>x</sub> とその酸化生成物全体 (NO<sub>y</sub>) の総量だけでなく、NO<sub>y</sub> の主要成分の大気中における動態を種類別に解明することが必要条件である。NO<sub>y</sub> 主要成分の種類別動態解明のためには、それらを種類別かつ包括的に観測することが必須である。更には、窒素酸化物は全般的に比較的短寿命であり、時間変化、季節変動も激しいことから、高時間分解能でかつ通年連続で観測することも重要である。

本研究では、大陸からの越境汚染をはじめとした東アジア地域における窒素循環の解明のための基礎データを作成することを目的に、日本に越境輸送してくる窒素酸化物の総和である反応性総窒素酸化物 NO<sub>y</sub> とその主要成分の濃度を高時間分解能 (~ 10 分) でかつ網羅的に実時間通年連続観測を行う。観測結果より大陸から輸送される窒素酸化物について、その詳細な構成成分も含め、動態を明らかにする。本研究で得られる観測結果は、将来的に窒素循環に関するモデル、特に東アジア域におけるモデルを構築するための基礎データの一つとなることが期待される。また、将来的に本観測を長期間行うことができれば、高確度な窒素循環モデルの構築に大きく貢献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。

利用・研究実  
施内容・得ら  
れた成果

昨年度に引き続き、石川県珠洲市に位置する金沢大学能登学舎内の金沢大学能登半島大気観測スーパーサイトにおいて、 $O_3$ 、 $CO$ 、反応性窒素酸化物 ( $NO_y$ ) と  $NO_y$  の構成成分である、 $NO_x (= NO, NO_2)$ 、無機全硝酸 ( $T.NO_3$ )、peroxy nitrates (PNs) および有機硝酸エステル (ONs) の連続観測を行なった。 $O_3$  と  $CO$  については市販の装置を用い、それ以外の成分については、先行研究で開発した装置を用いて観測を行なった。本研究では以下の3つのテーマについて行なった。(1) PNs, ONs の季節変動パターンとその要因解析、(2) 珠洲における  $NO_y$  の構成成分、(3) 窒素酸化物種と他の越境大気汚染物質の濃度変動パターンの比較。本報告書では主に (3) の一部について述べる。

解析の対象とした化学種は  $NO_y$ 、 $T.NO_3$ 、 $CO$ 、硫酸塩 ( $SO_4$ )、アンモニウム塩 ( $NH_4^+$ ) および 微小硝酸塩 ( $PM_{10}NO_3$ ) である。 $SO_4$ 、 $NH_4^+$ 、 $PM_{10}NO_3$  についてはセンター教員の松本准教授がエアロゾル質量分析計 (AMS) を用いて測定されたデータを使用している。なお、AMS は粒径が  $1.0 \mu m$  以下の粒子のみが測定され、海塩粒子や土壌粒子など、沸点の高い粒子中の成分は検出されない。

まず、対象とした化学種の季節変動パターンについて調べた。また、濃度変動は気塊の由来によっても異なるために、気塊の由来別に分類した季節変動パターンについても調べた。気塊の由来については、後方流跡線解析 (NOAA HYSPLIT-4) によって得られた観測地点に到達する気塊の飛来経路のデータからロシア (RU)、中国北部 (NC)、中国・韓国 (CK)、海 (S)、日本 (JP) の5つに分類した。

本報告書では主に  $T.NO_3$ 、 $SO_4$ 、 $NH_4^+$ 、 $PM_{10}NO_3$  の結果について述べる。 $T.NO_3$  については、CK 由来と JP 由来の濃度がほぼ同程度である結果が得られた。一方、 $NO_y$  については JP 由来が高濃度であることが多い結果となった。このような違いが現れる理由としては、CK 由来では JP 由来に比べ、窒素酸化物  $NO_x$  の発生源が珠洲から遠く、CK 由来のほうがより光化学反応が進行した状態で珠洲に到達するためと考えられる。大気中の  $NO_y$  は、発生源付近ではほとんどが  $NO_x$  であるが、光化学反応が進行すると、酸化反応により様々な形態に変換され、最終的には  $T.NO_3$  の形態となる。すなわち、光化学反応が進行すると  $T.NO_3/NO_y$  比は大きくなる。CK 由来では JP 由来より  $NO_y$  の絶対濃度は低い、光化学反応が進行しており  $T.NO_3/NO_y$  比は大きくなるため、結果として CK 由来の  $T.NO_3$  濃度は JP 由来の濃度がほぼ同程度である結果となったと考えられる。 $SO_4$ 、 $NH_4^+$  については、夏季に CK 由来の濃度が非常に高濃度になる結果が得られた。一方、 $T.NO_3$  についてはそのような結果は見られなかった。しかしながら、 $T.NO_3$  の一部である  $PM_{10}NO_3$  については  $SO_4$ 、 $NH_4^+$  と同様、夏季に CK 由来が高濃度となった。特に高濃度となった 2013 年 8 月において 1 時間値による濃度変動パターンの解析を行なった。 $SO_4$  について 8/7~8/14 の期間、高濃度イベントが観測された。この期間の多くは CK 由来および S 由来であったが、この期間の S 由来については、すべて中国大陸のごく近傍の海上から珠洲に到達した気塊であった。 $NH_4^+$  も同様にこの期間、高濃度イベントが観測された。一方、 $T.NO_3$  については高濃度イベントが観測されなかったが、同じ  $NO_y$  の成分である  $PM_{10}NO_3$  については  $SO_4$ 、 $NH_4^+$  と同様、同じ期間に高濃度となった。

このような違いが現れる要因の一つとしては、 $SO_4$ 、 $NH_4^+$ 、 $PM_{10}NO_3$  と  $T.NO_3$  の大気寿命の違いが挙げられる。 $T.NO_3$  と比べて  $SO_4$  の沈着速度は小さいことが知られており、 $SO_4$  は  $T.NO_3$  より大気寿命が長いことが示唆される。そのため、 $SO_4$  が  $T.NO_3$  と比べて大陸からの越境輸送による影響が強く、高濃度となったと考えられる。一方、 $PM_{10}NO_3$  は  $T.NO_3$  の一部であるが、両者の挙動は大きく異なっている。これは、 $PM_{10}NO_3$  は微小粒子のみであるのに対し、 $T.NO_3$  は粗大粒子、硝酸ガスも含まれるためである。一般的に粗大粒子は微小粒子に比べて沈着速度が大きく、大気寿命が短い。また、硝酸については、ガス状のほうが粒子状よりも沈着速度が大きい。以上のことから  $PM_{10}NO_3$  は  $T.NO_3$  全体と比べて寿命が長く、越境輸送の影響が大きくなったと考えられる。

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる 成果物	<p><b>【学会発表】</b></p> <p>○定永靖宗, 中尾裕樹, 石山絢菜, 高治諒, 松木篤, 岩本洋子, 渡辺幸一, 佐藤啓市, 長田和雄, 坂東博 「能登半島珠洲における大気汚染物質の包括的解析」 日本地球惑星科学連合 2015 年大会、2015/5/27～5/28、千葉県千葉市。</p> <p>○A. Ishiyama, R. Takaji Y. Nakao, Y. Sadanaga, A. Matsuki, K. Sato, K Osada, H. Bandow “Seasonal variations of peroxyacyl nitrate and organic nitrate concentrations at Suzu, the Noto Peninsula” 9th Asian Aerosol Conference, 2015/6/24～6/27, 石川県金沢市。</p> <p>○Y. Sadanaga, A. Ishiyama, Y. Nakao, R Takaji, A. Matsuki, Y. Iwamoto, K. Watanabe, K. Sato, K. Osada, H. Bandow “Comparison of seasonal variations among air pollutants at Suzu, Noto peninsula, Japan” 9th Asian Aerosol Conference, 2015/6/24～6/27, 石川県金沢市。</p> <p>○石山絢菜, 高治諒, 中尾裕樹, 定永靖宗, 松木篤, 佐藤啓市, 長田和雄, 坂東博 「能登半島珠洲における PANs、有機硝酸エステル濃度の長期連続観測」 第 56 回大気環境学会年会、2015/9/15～9/17、東京都新宿区 (学生若手口頭発表優秀賞受賞)。</p> <p>○寺田志大, 石山絢菜, 堀雅貴, 高治諒, 高田求道, 弓場彬江, 松木篤, 佐藤啓市, 長田和雄, 高見昭憲, 米村正一郎, 畠山史郎, 加藤俊吾, 梶井克純, 坂東博, 定永靖宗 「能登半島珠洲における大気汚染物質濃度の経年トレンド解析」 2015 年度大気環境学会近畿支部研究発表会、2015/12/25、大阪府大阪市。</p> <p>○定永靖宗, 松木篤, 渡辺幸一 (招待講演) 「東アジアから輸送される PM2.5 主要成分の中日本地域への影響」 鉄鋼環境基金助成研究 研究討論会、2016/3/11、東京都中央区。</p> <p><b>【修士論文】</b> 石山絢菜「能登半島珠洲における PANs, 有機硝酸エステル濃度の長期間連続観測」 平成 27 年度 大阪府立大学大学院工学研究科 修士論文</p> <p><b>【卒業論文】</b> 寺田志大「能登半島珠洲における大気汚染物質濃度の経年トレンド解析」 平成 27 年度 大阪府立大学工学域 卒業論文</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>
--------------	--

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

提出年月日 平成 28 年 4 月 18 日

(ふりがな) おおしま ゆうじ

氏名 大嶋 雄治

所属及び職名九州大学大学院 農学研究院 ・ 教授。

連絡先住所 〒 812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1

Tel 092-642-2904

Fax 092-642-2904

E-mail yoshima@agr.kyushu-u.ac.jp

1. 申請区分 【重点研究・一般研究・随時】
2. 採択番号 5
3. 研究課題名 多環芳香族炭化水素類の水生動物に対する影響解析
4. 研究実施期間 平成 27 年 9 月 日 ~ 平成 28 年 3 月 31 日  
 平成 年 月 日 ~ 平成 年 月 日  
 平成 年 月 日 ~ 平成 年 月 日  
 平成 年 月 日 ~ 平成 年 月 日
- ※ 実際に利用した日程（移動のみの日を含む）を記載して下さい。
5. センター担当者（金沢大学環日本海域環境研究センター教員） 鈴木信雄
6. 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	大嶋雄治	九州大学	教授	総括・魚類の解析
分担者	早川和一	金沢大学	教授	PAH 類の分析
	鈴木信雄	金沢大学	教授	骨に対する影響解析
	関口俊男	金沢大学	助授	遺伝子解析
	島崎洋平	九州大学	准教授	魚類の解析

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

7. 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			

8. 研究目的・期待される成果 ※申請書に記載した事項を要約して下さい。

**意義・目的**

越境汚染物質の多環芳香族炭化水素類の水生生物に対する影響を解明し、海洋生態に及ぼす影響を調べ、最終的にヒトの健康影響も推測する。

近年、中国大陸から季節風に乗り黄砂と焼却起源の粒子が飛来しており、その一部は黄砂に付着していることも明らかになった。さらに大陸の大きな河川である黄河や揚子江からも汚染物質が海洋に流れており、海洋生態系に及ぼす影響が懸念されている。しかしながら、水生生物に対する影響は殆ど明らかになっていない状況である。したがって、本研究の意義は大きい。

**期待される成果**

本課題では、キンギョおよび実験動物として確立しているメダカの胚を用い、多環芳香族炭化水素類を添加した水あるいは海水に直接曝露させて、その酵素活性・発生異常・遺伝子発現解析を行いその複合影響を評価する。本研究では、多環芳香族炭化水素類の専門家の早川、水生動物生理学の専門家の鈴木・関口、水生動物毒性学の専門家の大嶋・島崎が共同で研究を行う。

申請者の研究グループはこれまで、鱗をモデルとして用いた研究から特に骨形成に強い毒性と作用を持ち、特にその水酸化代謝物体が骨の形成に影響を及ぼすことを明らかにした。この結果は油流出事故で起こったヒラメ稚魚の脊柱彎曲の報告と一致する。また毒物結合タンパク質の研究も進めている。本研究グループは本課題を実施するに十分な研究背景・機器・知見を有している。

本研究により、環境中における多環芳香族炭化水素類（PAH類）の毒性評価を行うことで環境リスク評価を試行でき、魚類に及ぼす作用濃度が究明される。さらに汚染海水の魚の骨代謝に対する影響を評価することにより、海洋生態系に対するPAH類の影響も評価できる。

## 9. 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。

本研究では、PM<sub>2.5</sub>に含まれる物質の1つである多環芳香族炭化水素 (Polycyclic aromatic hydrocarbon: PAH) 類に注目して、水生動物に対する影響を評価した。PAH類は大気中のPM<sub>2.5</sub>に含まれるが、原油にも含まれる環境汚染物質の一つであり、重油汚染による魚の骨形成異常 (脊柱彎曲) も観察されている。しかしながら、その発症機序は不明である。また、これまでの我々のグループの研究により PAH 類の一種である benzo[c]phenanthrene (BcP) とその水酸化体 (3-OHBcP) をメダカ (*Oryzias latipes*) 胚に投与した結果、3-OHBcP の毒性は BcP より 1900 倍高いことが明らかになった。そこで実験 1 として、3-OHBcP の作用機構を明らかにするために、3-OHBcP をメダカ胚に投与し、その遺伝子の発現変動を網羅的に解析するとともに、胚発生に及ぼす影響を検討した。

一方、PAH 類に汚染されている海域が世界では存在する。エジプトのスエズ運河の河口領域 (紅海) や地中海のアレクサンドリア港の海水中に多量の PAH 類が含まれている。そこで次に、実験 2 として、PAH 類で汚染された海水の骨代謝に及ぼす影響をキンギョ (*Carassius auratus*) のウロコのバイオアッセイにより評価した。

**実験 1 : I) 遺伝子発現変動解析 :** 1 nM の 3-OHBcP を受精直後のメダカ胚の油球に 0.5 nL インジェクション投与した。投与後 3 日目の胚 10 個 (n=4) から、total RNA を抽出し、次世代シーケンサー (MiSeq, イルミナ社) を用い mRNA-Seq を行った。得られた塩基配列を、メダカゲノムリファレンス配列に対してマッピングし、遺伝子の発現量を解析した。発現が有意に変動した遺伝子についてアノテーションを行い、機能別に分類した。II) 胚発生の観察 : I) と同様に 3-OHBcP をメダカ胚 (20 個) に投与後ふ化まで観察を行い、その胚発生および心拍数への影響を調べた。

**【成果】 I) 遺伝子発現変動解析 :** 16,960 種の遺伝子の発現量を解析した結果、3-OHBcP 投与により 345 個の遺伝子の発現量が有意に増加しており、眼、血管系、筋肉の形成、または、ヒートショックプロテインに関わる遺伝子群が同定された。II) 胚発生の観察 : 投与後 1, 4, 6 日目の胚では、3-OHBcP 投与によって発生が有意に早く進んでいた。また、5 日目の心拍数は 3-OHBcP 投与によって増加していた。以上の結果より、3-OHBcP 投与によって眼、血管系、筋肉の形成に関わる遺伝子の発現量が上昇し、メダカの胚発生が促進されたと考えられる。

**実験 2 :** 麻酔下でキンギョ (*Carassius auratus*) からウロコを抜き、14 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に汚染海水 (紅海及びアレクサンドリア港) を 50, 100 及び 500 倍希釈して培地 (L-15 培地) に添加して 6 時間培養した。コントロールとして、人工海水も同様に希釈して培地に添加して比較した。さらに、汚染海水に含まれる主な PAH 類のウロコに対する作用についても解析した。

**【成果】** 500 倍で希釈してもウロコの骨芽細胞活性 (酵素活性) が低下したが、破骨細胞の活性は変化しなかった。また骨芽細胞のマーカー遺伝子のアルカリフォスファターゼ、オステオカルシン及び RANKL mRNA の発現は、タンパク質レベルの変化と同様に低下した。なお、紅海及びアレクサンドリア港ともに、同様な変化を示した。さらに、汚染海水に含まれる主な PAH 類を添加した結果、有意に低下する化学物質も含まれており、おそらく、これらの PAH 類の相加的あるいは相乗的な作用で骨芽細胞の活性が低下した可能性が高い。

\*実験 2 の 国際共同研究の成果は、Zoological Science に受理された。

## 10. 見込まれる成果物

1. Suzuki, N., Sato, M., Nassar, F. H., Abdel-gawad, F. Kh., Bassem, S.M., Yachiguchi, K., Tabuchi, Y., Endo, M., Sekiguchi, T., Urata, M., Hattori, A., Mishima, H., Shimasaki, Y., Oshima, Y., Hong, C.-S., Makino, F., Tang, N., Toriba, A. and Hayakawa, K.: Seawater polluted with highly concentrated polycyclic aromatic hydrocarbons suppresses osteoblastic activity in the scales of goldfish, *Carassius auratus*. Zool. Sci., in press.
2. Qiu, X, Undap, S.L., Honda, M., Sekiguchi, T., Suzuki, N., Shimasaki, Y., Ando, H., Sato-Okoshi, W, T., Wada, T., Sunobe, T., Takeda, S., Munehara, H., Yokoyama, H., Momoshima, N. and Oshima, Y.: Pollution of radiocesium and radiosilver in wharf roach (*Ligia* sp.) by the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. J Radioanal Nucl Chem. (Submitted).

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	すぎもと りょう	提出年月日	平成 28 年 4 月 11 日
申請者氏名	杉本 亮		
所属・職名	福井県立大学 海洋生物資源学部 ・ 講師		
連絡先住所	〒917-0001 福井県小浜市堅海 49-8-2		
TEL	0770-52-7305	FAX	0770-52-7306
E-mail	sugiryo@fpu.ac.jp		
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"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	越境汚染により増大する陸域からの窒素流入負荷が沿岸生態系に及ぼす影響の評価		
研究実施期間	平成 27 年 9 月 1 日～平成 28 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	杉本 亮	福井県立大 学	講師	総括・分析補助
	分担者	田中美輝子	福井県立大 学	学部4年	分析
		長尾誠也	金沢大学	教授	分析指導
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載 した試料	海洋堆積物	乾燥泥（粉末）	50	
	分析した試料	海洋堆積物	乾燥泥（粉末）	55	
研究目的・ 期待される 成果	<p>中国等から越境輸送され、日本海側の森林に大量に沈着している窒素化合物が、河川濃度を経年的に上昇させている。福井県を流れる北川と南川も、この30年間でそ増していることが報告されている。河川水の窒素濃度の上昇は、沿岸域への窒素負招くため、沿岸生態系にも何らかの影響が及んでいることが想定されるが、モニタタの乏しい小浜湾では、その実態は不明である。そこで本研究では、北川と南川が浜湾から柱状堆積物試料を採取し、湾内環境（窒素の堆積速度など）の変化を現在遡って評価することで、越境汚染を起源とする窒素負荷量の経年的な増大が、沿岸ぼしている影響を明らかにする。我が国の森から海に至る流域圏生態系が、越境汚遠隔的に攪乱されていることを示す新規的な結果が得られ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>堆積物コアを採取するポイントを決定するために、2015年6月5日に、小浜湾内を網羅するように設定した19測点において表層堆積物(0-3cm)を採取し、含水率の測定を行った。その結果、現在の小浜湾では、湾の東西で含水率が高く、この辺りに有機物が多く沈降・堆積していることが明らかになった。この結果をもとに、含水率の高い4カ所(Stn. 2, 6, 9, 15)で堆積物コアを採取した。</p> <p>採取した堆積物コアに含まれる鉛の放射性同位体(<math>^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}</math>)から、平均堆積速度と堆積年代を推定した。Stn. 2, 9, 15で平均化した湾内の堆積速度は、1960-1980年代頃には年間<math>0.13\text{ g cm}^{-2}</math>と小さかったが、近年では約4倍の<math>0.55\text{ g cm}^{-2}</math>まで増加していた。また、Stn. 6は攪乱が大きく、堆積速度・堆積年代ともに正確に評価することができなかった。</p> <p>次に、採取した4本の堆積物コアに含まれる有機物の由来を探るため、炭素・窒素安定同位体比分析を行った結果、Stn. 2とStn. 6は陸域から供給される有機物の影響が強い場所であるのに対し、Stn. 9とStn. 15では、内部生産有機物(主に植物プランクトン)の影響が強いことが明らかになった。また、各堆積物コアの起源は、場所による違いが大きく、短期変動を除き、過去から現在にかけて起源が大きく変化することはなかった。</p> <p>湾内の生物生産環境を強く反映していると考えられたStn. 9と15の堆積物コアでは、流入河川水の全窒素(≡硝酸イオン)濃度の経年変化に同調するように、堆積物中の窒素量は経年的に有意な増加傾向を示した。また、1981年よりモニタリングされている小浜湾表層水中のCOD(≡有機物濃度)も経年的に増加傾向にあった。これらことから、中国等から越境輸送される窒素化合物を原因とする河川水の窒素濃度の上昇が、湾内の内部生産有機物量を増大させ、その結果として堆積速度が経年的に増大したことで、ヘドロ化が進行しているものと考えられる。このような明瞭な関係性が認められたのは、過去の小浜湾の一次生産過程が窒素によって制限されていたことに加え、護岸や埋め立て等の開発行為により著しく減少した藻場による栄養塩吸収機能の損失も、水柱の内部生産有機物量の増大に拍車をかけた可能性が高い。</p> <p>現在の小浜湾の環境は、半世紀前の状態と比べると確実に悪化している。特に、大気から慢性的に流域へ負荷される窒素が、森から海までの物質循環を著しく攪乱している。小浜湾の環境が不可逆的な状態に陥る前に、国際的な枠組みの中で、窒素の大気放出を規制することはもとより、流域内で過剰状態となっている窒素を除去する取り組みを新たに展開していく必要がある。</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><u>原著論文の投稿予定</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Sugimoto, Mikiko Tanaka, Yoshiki Miyata, Seiya Nagao: Effects of increasing nitrogen loading from the watershed on coastal ecosystem in Wakasa Bay. Science of the Total Environment への投稿を予定。</li> </ul> <p><u>口頭発表の予定</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 杉本亮, 田中美輝子, 宮田佳樹, 長尾誠也: 日本海側の流域圏で進行する越境汚染ストレス: 流域からの窒素流入負荷量の増大が若狭湾沿岸生態系に及ぼす影響. 日本惑星地球科学連合2016年大会. 千葉県. 2016年5月24日.</li> <li>● Sugimoto, Mikiko Tanaka, Yoshiki Miyata, Seiya Nagao: Eutrophication caused by atmospheric nitrogen deposition in the semi-enclosed embayment along the Sea of Japan. ECSA 56 Coastal systems in transition: From a 'natural' to an 'anthropogenically-modified' state. Bremen, Germany. 2016/9/4-7.</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>

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	かつた ながよし	提出年月日	平成 28 年 4 月 29 日
申請者氏名	勝田 長貴		
所属・職名	岐阜大学教育学部・准教授		
連絡先住所	〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1		
TEL	058-293-2256	FAX	058-293-207
E-mail	nkatsuta@gifu-u.ac.jp		
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"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	210Pbex・137Cs 測定による大沼湖底堆積物の年代と放射性降下物履歴の復元		
研究実施期間	平成 27 年 9 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日		
センター 教員			

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利用時の年次	分担内容
	申請者	勝田長貴	岐阜大学	准教授	試料採取、試料準備、データ解析
	分担者	宮田佳樹	金沢大学	博士研究員	Ge 測定
		長尾誠也	金沢大学	教授	ディスカッション、解析結果の評価
		内藤さゆり	岐阜大学	技術補佐員	スペクトル解析、データ解析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料		物質名	形態（形状）	試料数	
	申請書に記載した試料	堆積物	粉末	50	
	分析した試料	堆積物	粉末	50	
研究目的・ 期待される 成果	<p>現在の地球温暖化問題のなかで古環境変動解析に課された命題は、今後の環境変動の推移（すなわち、気候変動・地表環境・生物活動の相互作用）とその対応策を過去の情報から見出すことである。これを実現するためには、高精度の堆積年代決定と、堆積素過程が明確な指標による堆積記録の復元が不可避である。さらに、観測データと堆積記録の対比によって、より具体的で信頼性の高い指標の確立が可能となり、そのためには観測時代（過去 50 年程度）の高精度の堆積年代を決定することが重要となる。</p> <p>本研究は、北海道南部・大沼湖底堆積物柱状試料（全長 92 センチ）に関して、<math>^{210}\text{Pbex}</math> 年代法による堆積年代モデルの確立と、<math>^{137}\text{Cs}</math> 濃度分布による年代精度評価ならびに日本列島における放射性降下物履歴の復元を行なうことを目的としている。本研究の特色は、珪藻殻を主体とした大沼湖底堆積物を 1 センチ間隔（1 年以下の分解能）で分取した柱状試料を用いることである。これにより、<math>^{210}\text{Pbex}</math> の減少率を用いて、堆積速度を求めると共に、<math>^{210}\text{Pbex}</math> のイベントピークや <math>^{210}\text{Pbex}</math> 減少率の変化とそれらの誘因（洪水・豪雨イベント、生物生産量の増加など）となる環境変動を導くことが期待される。さらには、<math>^{137}\text{Cs}</math> 濃度をもとに、これまで報告されている核実験や原子力発電所事故（福島、チェルノブイリ）などの痕跡が検出されるものと期待される</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

【利用・研究実施内容】

測定コア試料は ONM14-G3 と ONM15-G1 である。ONM14-G3 は 2014 年に湖北東部水深 9 m、ONM15-G3 は 2015 年に湖北東部水深 10 m でそれぞれ掘削されたコアである。コア長は ONM14-G3 が 93 cm、ONM15-G3 が 83 cm となる。ONM14-G3 では 92 cm、ONM15-G3 では 68 cm にそれぞれ白色のテフラ層が介在する。このテフラ層は、1856 年における北海道駒ヶ岳の大噴火で生じたものと見される。これらのコア試料は 1 cm 毎に分取したのち、本測定用に凍結乾燥と、メノウ乳鉢で粉碎混合させたものを準備した。これに加えて、大沼の流入河川である、狩潤川、軍川、宿野辺川の河床堆積物が使用された。その後、20 ml のプラ壺（馬野化学容器（株））に厚さ 2 mm で封入し、1 ヶ月以上放置したものを測定試料とした。210Pbex・137Cs 測定は、金沢大学 LLRL 既設の Ge 半導体検出器を用いて行なわれた。測定時間は 1～10 日が費やされた。核種の放射能濃度の算出には、46.5 keV (210Pb)、62.4 keV (234Th)、295.2 keV (214Pb)、352.0 keV (214Pb)、609.3 keV (214Bi)、661.6 keV (137Cs)、1460.7 keV (40K) の  $\gamma$  線が用いられた。

【得られた成果】

ONM14-G3 では、大局的に見ると 210Pbex が深さ 0~10.98 ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) にかけて指数関数的に 0.4~0.1 ( $\text{Bq}/\text{g}$ ) へ減少し、深さ 10.98~17.79 ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) で 0.1~0.009 ( $\text{Bq}/\text{g}$ ) へと減少する。また、河床堆積物については、狩潤川が 0.084 ( $\text{Bq}/\text{g}$ )、軍川が 0.094 ( $\text{Bq}/\text{g}$ )、宿野辺川が 0.1 ( $\text{Bq}/\text{g}$ ) であった。この結果は、大沼湖底堆積物中の 210Pbex は、大沼の流入河川の 210Pbex の寄与が小さく、その多くは大気エアロゾル起源であると見なすことができる。

一方、137Cs は深さ 12.84 ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) (3.13  $\text{Bq}/\text{g}$ ) から増加し、10.17 ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) でピーク (37.6  $\text{Bq}/\text{g}$ ) となり、深さ 6.63 ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) で 8.53 ( $\text{Bq}/\text{g}$ ) まで減少し、表層にかけてほぼ一定に推移する。10.17 ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) のピークは核実験で生じた fallout の年間降下量が最大となる 1963 年と見なされる。福島やチェルノブイリの原子力発電所事故に相当する有意なピークは認められなかった。

本研究では、ONM14-G3 の 210Pbex を用いて堆積速度の推定を行なった。使用したモデルは、CIC (constant initial concentration)、CRS (constant rate of supply)、CFCS (constant flux constant sedimentation rate) の 3 種類である。その結果、深さ 10.98 ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) を境にして、CIC は 現在に向けて 0.08 から 0.3 ( $\text{g}/\text{cm}^2/\text{year}$ )、CRS は 0.06 から 0.09 ( $\text{g}/\text{cm}^2/\text{year}$ )、CFCS は 0.1 から 0.2 ( $\text{g}/\text{cm}^2/\text{year}$ ) と見積もられた。これらの堆積年代モデルに基づき、ONM14-G3 の最下層 (深さ 93 cm, 17.8  $\text{g}/\text{cm}^2$ ) を見積もった結果、CIC は 1947 年、CRS は 1770 年、CFCS は 1905 年であった。このうち、1856 年のテフラ層 (深さ 92 cm, 17.6  $\text{g}/\text{cm}^2$ ) については、CIC が 1947 年、CRS が 1773 年、CFCS が 1907 年であった。また、1963 年の Cs ピークでは、CIC が 1976 年、CRS が 1898 年、CFCS が 1966 年であった。これらの結果から、大沼湖底堆積物の年代決定には、CFCS が最も妥当なモデルであると見なされる。

CFCS に基づき推算した ONM15-G3 の年代は、過去 178 年 (最下層が 1836 年) であった。また、1856 年のテフラ層 (深さ 68 cm, 12.5  $\text{g}/\text{cm}^2$ ) は、1867 年であり、その妥当性が示された。

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	<p>卒業論文</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・石黒有紗：北海道南部大沼湖底堆積物の化学分析：溶存動態と過去の記録、平成 27 年度岐阜大学教育学部卒業論文。</li> <li>・平塚淑恵：北海道南部大沼湖底堆積物の有機物分析による古環境復元、平成 27 年度岐阜大学教育学部卒業論文。</li> </ul> <p>連合大会</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・早川翼、勝田長貴、國分（齋藤）陽子、長谷部徳子、村上拓馬、宮田佳樹、長谷川靖、長尾誠也、川上紳一、柏谷健二：モンゴル西部の湖沼堆積物を用いた完新世後期の古環境変動解析、日本地球惑星科学連合 連合大会 2016 年大会、千葉市幕張、2016 年 5 月。</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>	

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	にしやま なおき	提出年月日	平成 28 年 4 月 29 日
申請者氏名	西山 直毅		
所属・職名	物質・材料研究機構 日本学術振興会特別研究員		
連絡先住所	〒305-0044 茨城県つくば市並木 1-1		
TEL	029-851-3354 (8043)	FAX	
E-mail	NISHIYAMA.Naoki@nims.go.jp		
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"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input type="checkbox"/> 自然環境の変化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 checked="" type="checkbox"/> 持続可能な社会創成技術に関する研究		
研究課題	多孔質シリカの溶解特性：細孔径の影響評価		
研究実施期間	平成 27 年 9 月 日～平成 28 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 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	西山直毅	物材機構	JSPS-PD	実験・解析
	分担者	福士圭介	環日本海域環境 研究センター	准教授	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	Si 溶存溶液	液体	24	
	分析した試料	Si 溶存溶液	液体	6	
研究目的・ 期待される 成果	<p>シリカ (SiO<sub>2</sub>) は表層環境に豊富に存在する物質であり、特に石川県の能登半島ではシリカから構成される良質な珪藻土が産出する。1 価または 2 価の金属イオンが溶け込んだ水中では、それらのイオンがシリカ表面へ吸着し、溶解を速める効果が知られている (Dove &amp; Nix, 1997)。一方申請者は、シリカの表面同士が近づくと、イオンが吸着しにくくなることを見出してきた。この結果を踏まえると、シリカの溶解速度は、シリカが十分厚い水と接するののか、表面同士が近接した隙間（例：珪藻の微細構造、岩石の粒界）なのか、によって変化する可能性がある。本研究では、様々な細孔径の多孔質シリカを用いて溶解実験を行い、表面間距離と溶解速度の関係を調べる。能登半島に見いだされる珪藻土の生成機構や新たな活用方法に知見を与え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。					

利用・研究実  
施内容・得ら  
れた成果

アモルファスシリカの溶解速度は、アルカリ金属・土類金属イオンが表面に吸着すると変化することが知られている。珪藻などの生体鉱物に見られるサブミクロン～ナノサイズの微小な間隙では、表面に吸着しているイオンの量が間隙サイズによって変化する可能性があり、溶解速度も影響を受けることが予想される。そこで、バッチ式溶解実験を行い、様々なサイズの間隙をもつ多孔質アモルファスシリカの溶解速度を測定した。

**【試料】** 間隙サイズが異なる4種類の多孔質アモルファスシリカ S1, S2, S3, S4 (CARiACT、富士シリシアより提供) の粉末 (粒径 75-150  $\mu\text{m}$ ) を用意した。まず、窒素ガス吸着法を用いて S1～S4 の比表面積と間隙径分布を評価した。測定は、物材研所有の BELSORP-max (日本ベル) で行った。Barrett-Joyner-Hallender 法 (BJH 法) に基づき、得られた窒素ガスの吸着等温線から間隙径分布を計算したところ、S1～S4 は、間隙率が 50～76%、主な間隙の直径は 2, 6, 15, 50 nm であることが分かった。また、Brunauer-Emmett-Teller 法 (BET 法) を用いて S1～S4 の比表面積を計算したところ、72, 253, 563, 738  $\text{m}^2/\text{g}$  であった。

**【溶解実験】** S1～S4 をそれぞれ 0.022, 0.027, 0.064, 0.22 g はかり取り、超純水 50 mL 中に浸漬した後に、低温インキュベーター内 (25 $^{\circ}\text{C}$ ) で攪拌しながら溶解させた。1.5、3、21 時間後に、上澄みを採取しフィルター (0.2  $\mu\text{m}$ ) 濾過後、一部はそのまま PP 製の密閉容器内で保存した。残りは、濃硝酸を添加し硝酸濃度が 1wt% となるように調整した。溶液中の Si 濃度は、ICP-OES とモリブデンブルー法によって測定した。水中のシリカは  $\text{Si}(\text{OH})_4$  (単量体) や  $\text{Si}_2\text{O}_2(\text{OH})_5^-$ 、 $\text{Si}_4\text{O}_8(\text{OH})_4^{4-}$  といった重合体として存在し、pH や Si 濃度に応じて様々な存在形態をとることが知られている。ICP-OES では、存在形態に依らず全 Si 濃度に近い値が得られるが、モリブデンブルー法では 4 量体以上で存在する Si の濃度は測定されないと報告されている (Icopini et al., 2005)。S1～S4 を 21 時間溶解させた溶液中の Si 濃度を ICP-OES とモリブデンブルー法で測定し比較したところ、両者は良い一致を示した。この結果から、間隙サイズが異なる多孔質シリカから溶出した Si は、いずれも少なくとも 3 量体以下の Si として存在していると推定できる。S1～S4 の単位面積あたりの溶解速度は、[溶解速度 ( $\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ )] = [Si 濃度 ( $\text{mol}/\text{L}$ )]  $\times$  [反応溶液の体積 (= 0.05 L)] / [表面積 ( $\text{m}^2$ )] / [反応時間 (sec)] より計算することができる。S1～S4 の溶解速度は、細かい間隙をもつシリカほど遅くなる傾向が見られた。ケイ酸塩鉱物の溶解速度は、接触する溶液中の Si 濃度が増加すると遅くなる。多孔質シリカの間隙内部では、壁面から溶出した Si が拡散によって間隙外へと輸送される。間隙が細いほど拡散フラックスが小さく Si 濃度が増加しやすいため、間隙サイズが小さいシリカほど溶解速度が遅くなった可能性がある。今後は、地球化学コード等を用いて間隙内部の溶解-拡散モデリングを行い、様々なサイズの間隙中の Si 濃度や溶解速度を計算し、実験結果を解釈していきたいと考えている。

※1,000 字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる  
成果物

西山直毅・福士圭介, 多孔質シリカによる Cs 吸着に及ぼす間隙サイズの影響. 2016 年度日本地球化学会第 63 回年会, 大阪市立大学, 2016 年 9 月 14 日~16 日 (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。

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	やまもと しんや	提出年月日	平成 28 年 4 月 25 日
申請者氏名	山本 真也		
所属・職名	山梨県富士山科学研究所・研究員		
連絡先住所	〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田字剣丸尾 5 5 9 7 - 1		
TEL	0555-72-6190	FAX	0555-72-6216
E-mail	s.yamamoto@mfri.pref.yamanashi.jp		
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"/> 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"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	Cs-137 及び Pb-210 法による富士五湖（河口湖）の湖底堆積物の堆積速度の推定		
研究実施期間	平成 27 年 9 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日		
センター 教員	長尾 誠也 教授		

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	山本真也	山梨県富士 山科学研究 所	研究員	年代測定試料の採取・前処理
	分担者	長尾誠也	金沢大学	教授	年代測定
		宮田佳樹	金沢大学	博士研究 員	年代測定
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
		申請書に記載 した試料	湖沼堆積物	粉末状	20
		分析した試料	湖沼堆積物	粉末状	26
研究目的・ 期待される 成果	<p>河口湖では、近年自然環境の悪化が懸念されており、地元ではこれ以上河口湖の環境が悪化しないよう対策を講じる要望が出ている。環境悪化の主たる要因は、湖底へのヘドロの堆積だと考えられているが、河口湖では、1981年に水質汚濁に関する調査が行われて以来、ヘドロの堆積状況に関する学術調査は行われていない。そのため、今後、具体的な環境対策を検討する上で、まず底質の現状を把握し、過去と比較して具体的にどう環境が悪化しているのかを科学的根拠に基づき明らかにする必要がある。そこで本研究では、河口湖の湖底堆積物の柱状試料を採取し、鉛(Pb)-210法とセシウム(Cs)-137法による過去100年間の堆積速度の推定を行い、ヘドロの堆積が始まった時期並びに過去50年間でのヘドロの堆積速度の変化を明らかにすることを目的とする。</p> <p>河口湖では、先行研究により湖底堆積物中に、大陸から飛来する黄砂が含まれていることが知られている。そのため本研究の完成により、湖底堆積物の堆積速度が明らかになることで、河口湖のローカルな環境変化のみならず、大陸から飛来する黄砂の経年変化など、環日本海域を通過し日本列島に飛来する越境汚染物質の記録の復元にもつなが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>本年度の研究では、河口湖で採取した全長約 1m の堆積物コア (KAW-4B, KAW-7A) の表層 20cm を対象に、鉛 (<math>^{210}\text{Pb}</math>) とセシウム (<math>^{137}\text{Cs}</math>) の放射能の測定を行ない、各核種の濃度変化から平均堆積速度を算出した。対象とした河口湖の堆積物コアは、茶褐色からオリーブグレイの粘土層を主体とする泥質堆積物で、植物片の挟在がしばしば見られた。年代測定用試料は、アクリル製の L アンクルを使い堆積物コアから 1cm 毎に分取し、凍結乾燥後粉末化し、測定用容器に封入した。測定には、金沢大学低レベル放射能実験施設のゲルマニウム半導体検出器を用い、まず全体の傾向を掴むため、深度 4cm までを 1cm 毎に連続で、また 4cm 以深では 5cm おきに測定を行った。なお KAW14-7A の深度 3-6cm は、岩相及び帯磁率の異常から堆積層の乱れが確認されたため、測定対象外とした。</p> <p>KAW-7A で測定された <math>^{210}\text{Pb}</math> 濃度は、深度 1cm から深度 16cm にかけて 266.88Bq/kg から 5.01Bq/kg へと減少する傾向が見られた。また深度 0cm では 171.68Bq/kg と直下の試料よりも低い値が得られた他、深度 18-19cm では 37.27Bq/kg とその上位の試料 (深度 15-16cm) に比べ高い濃度が得られた。一方、<math>^{137}\text{Cs}</math> の濃度は、深度 0-1cm と深度 9-10cm にピークが見られ、ピーク濃度は前者が 26.03Bq/kg、後者が 27.47Bq/kg であった。一般に、大気由来の <math>^{137}\text{Cs}</math> の降下量は大気圏核実験に伴い 1962-63 年に最大値を示すことが知られており、深度 9-10cm のピークは、このイベントに対比できると考えられる。また深度 0-1cm で見られた <math>^{137}\text{Cs}</math> のピークは 2011 年の福島原発事故に対応すると考えられるが、現時点ではこのイベントに特徴的な <math>^{134}\text{Cs}</math> が検出できていない。</p> <p><math>^{210}\text{Pb}</math> 濃度の濃度変化に基づき KAW-7A における平均堆積速度を計算した結果、表層 13cm で 0.051 から 0.065g/cm<sup>2</sup>/年の値が得られた。これは、2000 年に同湖で採取されたコアで坂口他(2004) が報告した値 (39-58mg/cm<sup>2</sup>/年) とよく一致している。また、この年代モデルに従えば、KAW14-7A で堆積層の乱れが見られた深度 3-6cm は 1983 年の大増水によるものであると考えられる。また、<math>^{210}\text{Pb}</math> 濃度の異常が見られた深度 18-19cm は 1905 年前後にあたることから、1904 年から 1907-1910 年にかけて頻発した大増水との関連性が示唆される。一方、<math>^{210}\text{Pb}</math> 濃度から推定される堆積速度は、深度 13cm 以浅で増加する傾向が見られた。この時期は 1940 年前後に相当し、河口湖の水質悪化が報告され始めた時期とも一致している。そのため、堆積速度の増加の要因としては、河口湖周辺で開発が進んだことによる湖の環境悪化が考えられる。今後、KAW-4B の分析結果の解析を進め、湖盆間での比較を行う必要がある。</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>今年度は、3 つのコアを対象に予察的な検討を行い、今後詳しく分析すべきコアを選定することができた。得られた結果は、来年度の山梨県富士山科学研究所年報に報告する。今後、測定点を増やし年代モデルを確立させた上で、現在進めている古環境プロキシのデータの解釈を行ない、JpGu など国内学会での口頭発表、原著論文の発表を行う予定である。</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>	

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	あらかき ゆうじ	提出年月日	平成 28 年 6 月 10 日
申請者氏名	荒木 祐二		
所属・職名	埼玉大学教育学部・准教授		
連絡先住所	〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255		
TEL	048-858-3234	FAX	048-858-3234
E-mail	arakiy@mail.saitama-u.ac.jp		
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"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	人工林の林齢間にみられる下層植生の差異：世界農業遺産能登半島を例に		
研究実施期間	平成 27 年 9 月 1 日 ～ 平成 27 年 10 月 30 日		
センター 教員	塚脇 真二		

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	荒木祐二	埼玉大学 教育学部	准教授	統括・土壌分析
	分担者	塚脇真二	金沢大学 環日本海 環境研究セ ンター	教授	質問紙作成・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	人工林の土壌	粒子	20 程度
		分析した試料	人工林の土壌	粒子	30
研究目的・ 期待される 成果	<p>能登半島は、常緑広葉樹林帯と落葉広葉樹林帯が混交する中間温帯域に位置し、豊かな生物多様性をいまだに保持している。その一方で、自然と調和した伝統的な農林水産業が営まれていることから、同半島の北半部が世界農業遺産に認定されている。しかし、かつてはこの地域の経済を支えた人工林は、地域住民の高齢化に伴う農業従事者の減少により放棄されつつあり、人工林内の下層植生が貧弱となって土壌の流出防止機能や水源涵養機能などの役割をいずれ果たせなくなることが懸念される。</p> <p>そこで本申請研究では、能登半島の人工林をフィールドとした植生調査を実施し、林齢による下層植生の差異を明らかにして、人工林における生物多様性の保全に向けた方策について検討する。本申請研究は、中間温帯域の人工林における植生マネジメントを提案し、世界農業遺産における森林教育のあり方を検討するための基礎資料の作成に資するものである。</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

石川県奥能登地域（輪島市，珠洲市，能登町，穴水町）におけるスギ人工林地域を対象とし，2015年9～10月に現地での野外調査を実施した。調査対象内地を踏査して植生や立地の状況を地図上に記録して調査地を選定した後，人工林内において方形区（10m×10m）を30カ所設置して，植物社会学的手法による植生調査を行った。各方形区では，まず階層を区分し，階層ごとに地上高と植被率を調べた上で，個々の出現種について優占度と群度をBraun-Blanquet（1964）に準じた基準に従って評価した。調査地の序列化にはDCA法を用いた。また，方形区内に生育するすべての植栽樹の胸高直径を測定した。各方形区では，立地に関する諸項目（微地形，土壤状態，風当り，日当り）を記録するとともに，斜面方位，傾斜角度，土壤硬度，腐植層の厚さを測定した。魚眼レンズを用いて各方形区の中央で高さ50cmの位置において全天空写真を撮影し，全天空写真解析プログラムにより天頂加重散乱光（SOC）を算出した。また，20g程度の表土を採取し，金沢大学の実験室内に持ち帰って土壤のpHと電気伝導度（EC），腐植率を測定した。これに加えて，奥能登地域の林業の現状を把握するため，能登農林組合にてヒアリング調査を実施し，このとりまとめも金沢大学にて行った。

植生調査の結果，78科176種の高等植物が確認された。その内訳は，シダ植物が22種，裸子植物が5種，被子植物が149種であった。種組成を基にした植物社会学的表操作により，当該地域の植生は，高海拔域タイプ，外浦側低海拔域タイプ，内浦側低海拔域タイプの3つの植生タイプに類型化された。高海拔域タイプは外浦側および内浦側の海拔150～210mの領域で確認された。種組成は，イワガラミ，オオバクロモジ，ワラビ，ウワミズザクラといった冷温帯に分布が偏る種によって特徴づけられた。また，どの方形区でも低木やつる性落葉植物の生活形が高い出現割合を示した。外浦側低海拔域タイプは，外浦側の海拔50～120mの領域で確認された。ウリノキやシロダモなどの低木，イワガネソウやヤブソテツなどのシダ植物の出現は内浦側低海拔域タイプと共通するものの，草本のシャガやトキワイカリソウはこの植生タイプでのみ確認された。生活形でみると，常緑性植物の出現割合が低い傾向にあった。内浦側低海拔域タイプは，内浦側の海拔およそ10～120mの領域で確認された。ウリノキがすべての方形区で確認されたほか，タブノキやウラジロガシといった暖温帯で優占となる常緑性木本が偏在した。

DCAの結果，1軸上では海拔と種密度，落葉性植物の種数などとの間に正の相関が認められ，暖かさの指数（WI）や最大胸高直径などとの間に負の相関が認められた。2軸上では，ECと土壤硬度，SOCとの間に正の相関が認められたとともに，常緑性植物の種数や植栽密度との間に負の相関が認められたことから，外浦側低海拔域タイプや内浦側低海拔域タイプでは，高海拔域タイプに比べて常緑性植物の種数が多くなる傾向が示された。

結論として，奥能登地域の人工林にみられる植生タイプ間の種組成の差異は，一義的に海拔に規定され，副次的には外浦側・内浦側に面する位置に規定されることが示された。今後は複層林の育成をめざした人工林管理に向け，伝統的な慣行施業を踏襲しつつも，各植生タイプの種組成や立地に配慮した綿密な森林管理の提案が求められる。

※1,000字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる 成果物	<p>(原著論文投稿予定) 荒木祐二・長岡一樹・塚脇真二 (2015) 日本海域中間温帯人工林における下層植生の地理的差異：奥能登地域を例として. 日本海域研究</p> <p>(卒業論文) 長岡一樹 (2016) 能登半島の人工林における下層植生の管理に関する基礎研究. 埼玉大学教育学部卒業論文.</p> <p>(口頭発表) 長岡一樹・荒木祐二・塚脇真二. 奥能登地域の人工林における下層植生の地理的差異. 発表番号：A-15. 日本産業技術教育学会第 27 回関東支部大会 (山梨), 山梨大学. 2015 年 12 月 13 日 長岡一樹・荒木祐二・塚脇真二. 中間温帯人工林における下層植生の種組成と立地環境との関係：奥能登地域を例に. 発表番号：4. 第 19 回埼玉大学栽培・環境教育研究会 (さいたま), 埼玉大学. 2016 年 3 月 5 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>
--------------	---

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	いのまたやよい	提出年月日	平成 28 年 6 月 7 日
申請者氏名	猪股弥生		
所属・職名	一般財団法人 日本環境衛生センター アジア大気汚染研究センター 大気圏研究部 主任研究員		
連絡先住所	〒950-2151 新潟市西区曾和 1182		
TEL	(現) 076-234-4943	FAX	
E-mail	(現) yinomata@se.kanazawa-u.ac.jp		
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"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	能登における炭素状粒子と PAH の経年変動について		
研究実施期間	平成 27 年 9 月 日～平成 28 年 3 月 31 日		
センター 教員	教授 早川 和一		

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	猪股 弥生	一般財団法人日 本環境衛生セン ター アジア大 気汚染研究セン ター	主任研究員	分析、データ解析、 モデルシミュレーション
	分担者	佐藤 啓市	同上	上席研究員	分析、データ解析
		早川和一	金沢大学	教授	試料捕集, PAH 分析
		唐寧	金沢大学	助教	試料捕集, PAH 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	能登モニタリングサイ ト大気粉塵	フィルター上に捕集 された粒子	応相談	
	分析した試料	能登モニタリングサイ ト大気粉塵	フィルター上に捕集 された粒子	36 試料	
研究目的・ 期待される 成果	<p>金沢大学能登モニタリングサイトでは、2004年9月以降、粒子態 PAHs を連続観測している。PAH の主要発生源は、化石燃料やバイオマス等の燃焼起源であると言われている。このことから、炭素状・有機炭素粒子は PAH と同時に大気中に放出されるものと考えられている。昨年度、金沢大学共同研究で分析した試料（2012年8月のみ）では、PAH と EC1（燃焼温度 550 度）成分に良い相関が認められた。また PAH と OC1 には逆相関が認められている。これらのことから、PAH と EC/OC の関係は、発生源情報を有すると考えられる。そこで、本研究では、遠隔地点に位置する輪島観測所において長期間サンプリングされている試料を分析し、アジア大陸起源から長距離輸送されてくる PAH の発生源の変動を明らかにすることを目的とする。また、大気モデルを用いて PAH・炭素上粒子時空間変動を解析することにより、北東アジアの PAH の輸送や発生源解明が予想される。</p>				
※申請書に記載した事項を要約して下さい。					

利用・研究実  
施内容・得ら  
れた成果

【利用・研究実施内容】

2004年9月—2013年12月までに、能登モニタリングサイトで採取されたエアロゾル粒子について、黒色炭素状成分及び水溶性イオン成分の分析を行った。分析は、アジア大気汚染研究センターに既設の分析機器を用いた。エアロゾル粒子試料は、経年変動を明らかにするために、各季節1試料(4, 7, 10, 12月に採取された試料; 1週間捕集)、合計36試料である。黒色炭素状成分については、熱光学補正式炭素成分分析法(IMPROVE法)を用いた。黒色炭素状成分は、分析時の燃焼温度毎に、有機炭素(OC; OC1, OC2, OC3, OC4, OCpyr)及び元素状炭素(EC; EC1, EC2, EC3)の濃度が得られた。分析結果について、金沢大学で分析されているPAH濃度と併せて解析を行った。

【得られた成果】

観測されたOC濃度は0.52-4.3 µgC、EC濃度は0.17-2.1 µgCの範囲であり、2004年から2008年にかけて増加し、その後減少する傾向が認められた。また、夏季にも冬季とほぼ同じ濃度が観測されるときもあり、明瞭な季節変化は認められなかった。黒色炭素状成分の中でもOC3及びEC1がそれぞれ平均で35%と29%を占めており、450-550度の燃焼起源物質が黒色炭素の主成分であるものと考えられた。

OC/EC比は1.5-9.9の間で変動していた。Cao et al. (2005)は、化石燃焼起源時のOC/EC比は3以下、バイオマス燃焼起源のOC/EC比は12.3以上であると報告している。また、辺戸岬で観測されたOC/EC比は冬-春季には低く(5.7-8)、夏季には高い(10.2-18.9)ことが報告されている(島田ら、2011)。能登では、化石燃料燃焼起源の影響が強く現れている3以下のケースは主に冬-春季に観測されていた。特に2008-2009年の比は低い値を示した。

OC、ECの画分毎に時間変化を見た結果、2008-2009年以降、特にEC1-EC3の濃度に減少傾向が認められた。Tang et al. (2015)も、近年冬季に観測されるPAH濃度の減少傾向を報告している。また、水溶性イオンのNS比( $\text{NO}_3^-/\text{nssSO}_4^{2-}$ )についても、2009年の冬季までは0.12から0.23と徐々に増加傾向にあったものの、それ以降は減少(0.084-0.15)していた。このことは、アジア大陸における $\text{NO}_3^-$ の発生量の減少を反映しているものと考えられる。近年、人工衛星観測などにより、アジア大陸における $\text{NO}_3^-$ 濃度が減少しつつあることが報告されており、能登での観測結果と一致している。分析に供した試料は、観測期間の連続データではないが、能登で観測されたOC、EC、水溶性イオン成分、さらにPAH濃度の時間変動は、日本海沿岸に越境輸送される燃焼起源物質発生量の減少や燃焼システムなどの変化を反映しているものと考えられる。

夏季におけるOC/EC比は3より高い値を示すケースが多く、特にその傾向は2009年以降顕著であった。また、その相関( $r=0.28$ )は化石燃料燃焼起源物質の越境輸送を強く受けている冬季( $r=0.58$ )と比較して低かった。OCとECの相関が高いと化石燃料燃焼起源、低いと生物起源のOCの寄与が大きいといわれている。夏季におけるOCとECの相関が低いことも、夏季に、特に2009年以降バイオマス燃焼起源の粒子が多く観測されたことを示唆しているものと考えられる。後方流跡線解析から、冬季に観測された空気塊は、アジア大陸からの大気汚染物質が直接輸送されるケースが多く、夏季には太平洋や日本上空を通過して能登上空に到達するケースが多かった。これらのことから、夏季には越境輸送に加えて、国内発生源からのOCの寄与が大きいことも反映しているものと考えられた。

これらの変動について、今後、モデルシミュレーションなどと併せて解析を行う予定である。

	<p>【参考文献】</p> <p>Cao et al. (2005) Atmos. Chem. Phys., 5, 3127-3137.</p> <p>島田ら(2011) 大気環境学会誌, 46, 1-10.</p> <p>Tang et a., (2015) Atmos. Environ., 120, 144-151.</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>モデルシミュレーション結果と併せて解析を進め、IGAC (International Global Atmospheric Chemistry) で発表する予定である。</p> <p>また、雑誌名については未定であるが、原著論文として発表したい。</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>

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	きむろ しんご	提出年月日	平成 年 月 日
申請者氏名	紀室 辰伍		
所属・職名	東北大学 工学研究科量子エネルギー工学専攻 博士後期課程 2 年		
連絡先住所	〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2 丁目 1-1 東北大学多元物質科学研究所素材棟 3 号館		
TEL	022-217-5143	FAX	022-217-5143
E-mail	<a href="mailto:s_kimuro@mail.tagen.tohoku.ac.jp">s_kimuro@mail.tagen.tohoku.ac.jp</a>		
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"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	深部地下水中の溶存有機物の錯生成機構に関する研究		
研究実施期間	平成 27 年 9 月 日～平成 28 年 3 月 31 日		
センター 教員	環日本海域研究センター 教授 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	紀室辰伍	東北大学	D1	分析・総括
	分担者	長尾誠也	金沢大学	教授	分析・解析
		桐島陽	東北大学	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	フミン物質	溶液	6	
	分析した試料	フミン物質	溶液	6	
研究目的・ 期待される 成果	<p>地下水中に溶存している天然有機物のフミン物質は、金属イオンの移行や集積に大きな役割を果たすことが知られており、放射性核種とも相互作用するとみられることから、高レベル放射性廃棄物の地層処分における安全評価を行う際にこの反応の評価が重要となる。フミン物質の性質はその起源や履歴によって大きく異なることが知られているが、地下水深度がフミン酸の性質に与える影響について議論した研究は限られている。そこで本研究では、北海道幌延町のJAEA 幌延深地層研究センターにて採取した地下 250m、350m フミン酸と国際腐植物質学会が頒布する標準フミン酸に対して、電位差滴定や熱量滴定を用いて反応熱力学量を直接決定し、フミン酸の起源や深度が反応機構に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。これにより、より実践的な地層処分の安全評価に役立つ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>北海道幌延町の深度 250m・350m地下水から抽出したフミン物質および、国際腐植物質学会から購入した 3 種類の標準フミン酸に対して、サイズ排除クロマトグラフィーによる分析を行い、その分子量分布を明らかにした。その結果、標準フミン酸 3 種類は 0~15000 (Da) に似通った広範な分子量分布を持ち、5500、12000 (Da) 付近になだらかなピークを持つものに対し、幌延深部地下水から抽出したフミン酸は標準フミン酸よりも低分子量の画分を多く持ち、分子量 2800、4000、5200 (Da) 付近に明確なピークが確認された。すなわち、幌延深部地下水中のフミン酸は 5200 (Da) 程度の特有の構造を持つ可能性が示唆された。また、幌延深度 250m 地下水中のフミン酸は深度 350m 地下水中のフミン酸と概ね同じ分子量分布を持つが、高分子量画分の占める割合が僅かに大きいことも明らかとなった。幌延の深度 250m の地下水は声問層(主にオパール A によりなる珪藻質泥岩)、深度 350m の地下水は稚内層(主にオパール CT から成る珪質泥岩)に存在する。厳密には、深度 250m は声問層と稚内層の遷移帯に位置するが、地下水の採水に使用したボーリング孔の地質は声問層に属し、また、地下水が上部の声問層から支配的に供給されることを考慮すると、深度 250m の地下水は主に声問層下部に存在する地下水だと考えられる。この起源の違いがフミン酸の分子量分布に差が生じた原因と考えられる。また、幌延深度 350m フルボ酸は同深度のフミン酸より低分子量画分の割合が大きく、2800、4000、5200 (Da) 程度の特有の構造が占める割合も大きいことが明らかとなった。これは、幌延地下水中のフミン物質のうち、pH&lt;2 で沈澱する画分をフミン酸、沈澱しない画分をフルボ酸としたため、フルボ酸はフミン酸より分子量や芳香族の割合が小さいことに起因すると考えられる。本研究によって明らかになった分子量分布は、フミン酸の特性評価や反応機構の考察を行う際に基盤となる重要なデータである。この分子量分布と電位差滴定法による見かけの平衡定数、熱量滴定法による反応エンタルピー、非水滴定法による官能基当量の決定、流動場分画法による流体力学径分布の導出を組み合わせることによって、これまで検討が遅れていた日本の深部地下水中のフミン物質の特性評価および反応機構について、新たな知見を得ることが出来た。</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>本研究の成果を、平成 28 年度 9 月に開かれる第 18 回国際腐植物質会議国際 (IHSS 18) および日本原子力学会 2016 年秋の大会にて口頭発表する予定である。また、今年度中に原著論文として発表する予定である。来年度執筆する博士論文中にも本研究成果を用いる予定である。</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>	

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	ちえんぴしゃ	提出年月日	平成 28 年 4 月 30 日
申請者氏名	陳碧霞		
所属・職名	琉球大学農学部・助教		
連絡先住所	〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町千原 1		
TEL	098-895-8773	FAX	098-895-8773
E-mail	chenbx@agr.u-ryukyu.ac.jp		
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"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	伝統知識の活用による里山再生と地域活性化～山菜の加工・販売による新ビジネス創出の事例研究～		
研究実施期間	平成 27 年 12 月 28 日～平成 27 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	助教	研究全般
	分担者	邱振勉	金沢大学	連携研究 員	調査実施・データ分析
		中村浩二	金沢大学	特任教授	研究課題の設定、成果の発信
		西川潮	金沢大学	准教授	研究課題の設定、成果の発信
※ 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>能登半島には、豊かな自然資源があるとともに、資源利用の伝統知識も豊富である。近年は、食材消費需要の多様化、消費者の健康志向などの傾向が見られる。地元の自然文化を保全しながら生かすために、生産地の奥能登と消費地の金沢とが連携して取り組むことは、重要な課題といえる。</p> <p>本調査研究は石川県奥能登の2市2町、4JAが平成21年度発足した『奥能登の食材直行便』及び24年度から始まった『山菜の一次加工プロジェクト』を取り上げ、参入農家による山菜の生産・加工・販売のプロセス、本事業の実施のなかから明らかになってきた経験、問題点と今後の発展に向けた課題を考察するとともに、里山再生のために必要な伝統知識の継承と活用のあり方を検討することを目的としている。本研究は能登半島に特徴的な自然資源である山菜類に着目し、新しいビジネス創出につなげることを目指すと同時に里山再生・地域活性化のための基礎研究データとすることも目指している。指している。</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>研究代表者は 2011 年 4 月から、能登半島における伝統的農業文化システム（<b>成果 2</b>）及びその利活用について調査研究を行ってきた。特に、能登半島の山菜の収穫・利用に関する伝統知識とその伝承について調査し、山菜などの特産物及び農産物の小規模生産と流通が農村地域の活性化に繋がっていることを評価した（<b>成果 2</b>）。</p> <p>本調査では石川県奥能登の 2 市 2 町、4JA による「奥能登の食材直行便」及び「山菜の一次加工プロジェクト」について、石川県人材機構およびJA おおぞらを中心に、事業の実施状況と課題、今後の展開について、資料収集やヒアリングを実施した。特に、高齢化・過疎化進んでいる上、人材育成、地域活性化に向けて新しい取り組みの創出について、情報収集した。JA おおぞらで今後予定している事業参加者の幸福度に対する地域活性化と社会参加に関連するアンケート調査の協力依頼について討議し、利用者などを対象に協力いただけることになった。</p> <p>輪島市では千枚田の保全スキームと観光効果に関して、観光課や千枚田愛好会の堂前氏へヒアリングを行った。輪島市観光課から、千枚田の保全にの動向及び保全にかかる経費についてデータを提供いただいた。オーナー制度において首都圏を中心とした外部からの関心が高まり、2013 年に実施した調査時よりも棚田の枚数が1,004 枚に増え、景観の復興・維持が進められてきた。しかし、その一方で、高齢化した地元の白米千枚田の耕作地農家は 1 軒となり、棚田の要である水管理について大きな課題に直面していることがわかった。棚田の保全には、行政側、伝統知識が有する地元農家、都市部からのボランティアなどの多様なステークホルダーの参入が必要で、かつ、保全基金の確保も必要であることが分かった。</p> <p>さらに、山菜活用の事例として、農家民宿グループ “春蘭の里” の多田氏にヒアリングを行った。特に、外国人観光客の動向について調べた。</p> <p>今回の調査データを加えて、2012 夏に実施した白米千枚田の伝統的の農業景観に関する観光客意識について研究は国際誌の Journal of Mountain Science (Impact factor: 0.97) に受理された（<b>成果 1</b>）。過去の調査と合わせて、3月に中国中南林業科技大学観光学部で日本のルーラルツーリズムの事例報告に関して招待講演を行った（<b>成果 4</b>）。今後、世界農業遺産ブランド効果や金沢への新幹線の開通によって、観光地化の影響や、能登半島の山菜や海藻をめぐる観光と新ビジネス創出、参画する地域の高齢者の幸福度に関する研究を展開していきたいと考えている。</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>原著論文</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Chen, B., Qiu, Z. and Nakamura, K.</u> (2016) Tourist Preference for Agricultural Landscapes: a case study of terraced paddy fields in Noto Peninsula, Japan. Journal of Mountain Science. (accepted)</li> <li>2. <u>Qiu, Z., Chen, B. and Nakamura, K.</u> (2016) Customary management system of irrigation ponds in Japan—a case study in a Globally Important Agricultural Heritage Systems (GIAHS) sit of Noto Island, Ishikawa Prefecture. Journal of Resources and Ecology 7(3): 205-210.</li> <li>3. <u>Qiu, Z., Chen, B. and Nakamura, K.</u>, Empowerment of an aging population and rural women farmers: a small business model—a Japanese case study. 国際誌の Journal of Resources and Ecology へ投稿中。</li> </ol> <p>口頭発表</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. <u>Chen, B.</u> (2016) Local resources and rural landscapes as tourism attractiveness—opportunities and challenges for sustainable tourism—, 中南林業科技大学観光学部 交流会 in 長沙、中国、3月14日。</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>

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	さかとく あきひろ	提出年月日	平成 28 年 4 月 25 日
申請者氏名	酒徳 昭宏		
所属・職名	富山大学大学院理工学研究部（理学）・助教		
連絡先住所	〒930-8555 富山県富山市五福 3190		
TEL	076-445-6675	FAX	
E-mail	sakatoku@sci.u-toyama.ac.jp		
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"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input type="checkbox"/> 自然環境の変化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 checked="" type="checkbox"/> 持続可能な社会創成技術に関する研究		
研究課題	富山湾と九十九湾における海藻分解菌の分布 -廃棄海藻の減容化とマリンバイオマスとして捉えた有効活用を目指して-		
研究実施期間	平成 28 年 1 月～平成 28 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	富山大学理 工学研究部 (理学)	助教	研究統括 微生物解析
	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	海水の採取 研究に対する助言
		田中大祐	富山大学理 工学研究部 (理学)	教授	DNA の抽出と分離
中村省吾		富山大学理 工学研究部 (理学)	教授	微生物の電子顕微鏡観察	
※ 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, 細菌	液体あるいは抽出 DNA	3 (月 1 回)
		分析した試料	海水, 細菌	液体あるいは抽出 DNA	4 (2015年12月～ 2016年3月の 月 1 回)

研究目的・  
期待される  
成果

年間 20 万 t 以上が焼却処分されているワカメ残渣や、沿岸都道府県で年間 4,000 万円以上を費やして処理している漂着海藻の減容化とそれらをマリンバイオマスとして捉えた有効活用が強く求められている。そのような中、我々はこれまでに富山湾の海水中から様々な海藻分解菌を単離し、それら自身やそれらの分解酵素の特徴を調べてきた。それとともに、2015 年 6 月から富山湾の沿岸海水中に生息する海藻分解菌の種数や季節的な出現・消失など、それらの分布に関する調査も開始している。本申請で、富山湾口に位置する九十九湾での解析を加え、これまでの富山湾奥での解析結果と比較することで、富山湾における海藻分解菌の分布をより詳細に把握することができると考えられる。そして、将来的には、環日本海全体の海藻分解菌の分布の解明や、それらのデータベース化により、微生物生態学的发展だけでなく、廃棄海藻の減容化と有効利用にも繋がる重要なデータとなると考えられる。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

2015年12月から2016年3月まで毎月1回、金沢大学環日本海域環境研究センター前の九十九湾表層海水（富山湾口）を採水した。それに合わせて、富山県下の新湊漁港、四方漁港、魚津漁港（富山湾奥）での採水も行った。まず、採取した海水から、0.2% (w/v) のワカメを含んだ人工海水 (ASW) 培地を用いた培養法で海藻分解菌を単離した。その結果、九十九湾の海水からは、*Pseudoalteromonas* sp. が毎月検出された。同様に、富山湾奥の3漁港の海水からも *Pseudoalteromonas* sp. が検出されており、富山湾口と富山湾奥で、培養法で検出された海藻分解菌はほとんど変わらなかった。その一方で、0.2 $\mu$ mのメンブレンフィルターで海水を濾過することで、全細菌を捕集し、そのフィルターごと全細菌のDNAを抽出した。このDNAを鋳型として、細菌の16S rDNAのV3領域を増幅するプライマーを用いたPCRにかけ、その増幅産物を変性剤濃度勾配ゲル電気泳動 (DGGE) にかけることで、培養法では検出できなかった海藻分解菌の検出を試みた。その結果、湾口と湾奥では異なった細菌群集構造をしていることが推察された (図1A)。しかし、海水試料をそのまま濾過した試料では、*Flavobacterium* sp. や *Calothrix* sp. などの一般細菌が多く検出され、海藻分解菌を検出することが困難であった。そこで、採取した海水試料をワカメを含んだASW液体培地で3日間培養することで海藻分解菌を増殖させ、その培養液中の細菌群集構造をDGGEで解析した。その結果、湾口と湾奥で非常によく似た細菌群集構造になった (図1B)。この結果から、富山湾の湾口と湾奥では、海藻分解菌の群集構造は均一であり、それらの細菌が広く分布していることが推察された。検出された菌種の同定を行った結果、培養法では検出されなかった *Paracoccus carotinifaciens* などの細菌が検出された。以上の結果から、海藻分解菌は、富山湾の表層海水中に広く分布しており、湾全体で均一であることが考えられた。

現在、3月の試料の解析を進めるとともに、さらなる菌種の同定を行っている。

利用・研究実施内容・得られた成果

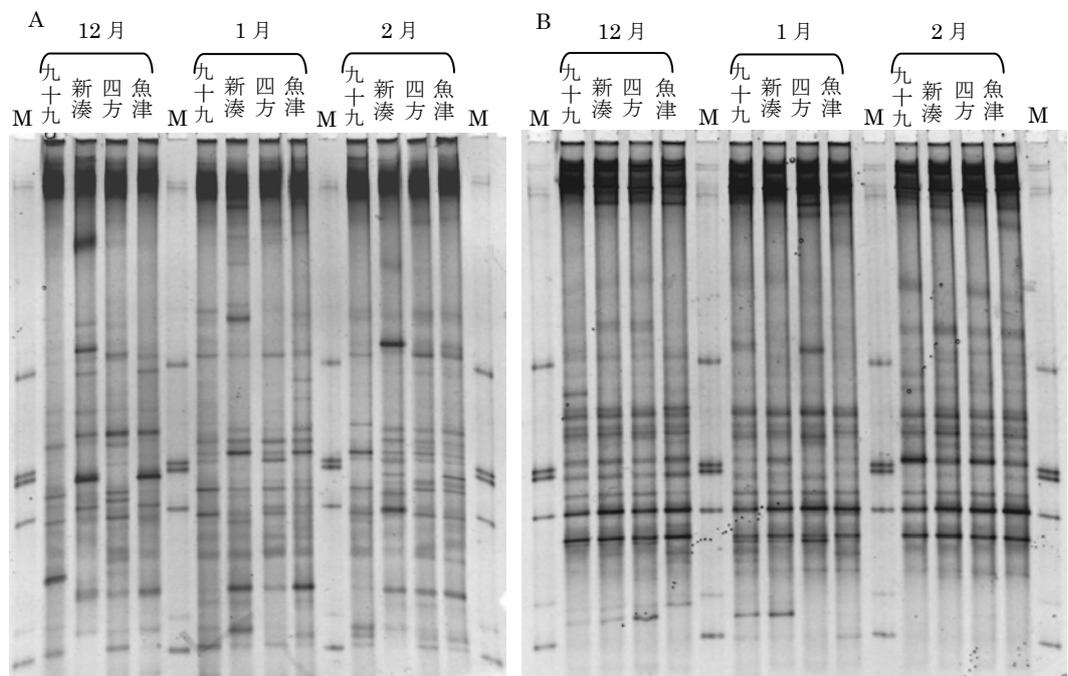


図1. 富山湾口（九十九）と富山湾奥（新湊、四方、魚津）の表層海水中の細菌群集構造。A: 海水、B: ワカメを含んだASW培地で3日間振とう培養。M: マーカー。その結果、富山湾口の細菌群集構造は、湾奥とは若干異なっていると考えられた。一方で、ワカメを含んだASW培地中で3日間培養し、海藻分解菌を増殖させると、全ての地点の細菌群集構造はよく似た。この結果から、富山湾の海藻分解菌は均一で、富山湾全体に広く分布していると推察された。

※1,000字以上で具体的に記述して下さい。

見込まれる  
成果物

本研究成果は、第 18 回マリンバイオテクノロジー学会大会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。

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	やまかわ あかね	提出年月日	平成 28 年 7 月 15 日
申請者氏名	山川 茜		
所属・職名	国立研究開発法人国立環境研究所・環境計測研究センター・研究員		
連絡先住所	〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2		
TEL	029-850-2507	FAX	029-850-2900
E-mail	yamakawa.akane@nies.go.jp		
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"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	水銀銀同位体分析による越境由来の大気中水銀観測		
研究実施期間	平成 27 年 12 月 28 日～平成 28 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	山川 茜	国立研究開 発法人国立 環境研究所	研究員	研究総括、同位体分析、大気捕集、データ解析
	分担者	守屋克俊	東京大学大 学院	修士2年	大気捕集、データ解析
		松木 篤	金沢大学環 日本海域環 境研究セン ター	准教授	大気捕集協力
		吉永 淳	東京大学大 学院	准教授	データ解析
柴田康行		国立研究開 発法人国立 環境研究所	フェロー	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		大気中水銀	ガス状原子状水銀 (Hg <sup>0(g)</sup> )	5
				粒子状水銀 (Hg <sub>(p)</sub> )	1~2
分析した試料		大気中水銀	ガス状原子状水銀 (Hg <sup>0(g)</sup> )	7	

研究目的・  
期待される  
成果

申請者は、大気中水銀の定量および同位体分析に基づく広域輸送の実態を調査し、水銀の環境動態について新たな知見を得ることを研究目的としている。

水俣病を経験した我が国では、水銀による環境問題として“限定された地域の汚染”というイメージが強い。しかし近年は、水銀は様々な化学形態をとりながら、大気、海洋、陸域など複数の環境媒体へと汚染域を拡大する“広域汚染物質”という認識が広まりつつある。将来拡大するかもしれない水銀汚染への未然防止策として、水銀の排出・拡散の実態を明らかにすることは極めて重要な課題である。

産業革命後以降、環境中の水銀濃度が約3～5倍に増加したという報告がある (UNEP, 2013)。世界各国で実施されている大気水銀のモニタリングでは、経済に発展が著しい東・東南アジアからの水銀排出は世界全体の約4割にも達することが明らかになっている (UNEP, 2013)。日本はアジア諸国の風下に位置することによる越境汚染が懸念されていることから、越境由来の水銀の輸送調査は急務である。そこで本研究は、大気中水銀の同位体分析に基づく広域汚染の実態を調査し、水銀の環境動態について新たな知見を得ることを目的とした。

水銀には7つの同位体があり (196、198、199、200、201、202、204)、物理的・化学的過程でごくわずかに同位体組成が変化する。水銀同位体組成を取り扱う際、標準試料 (一般的に NIST SRM 3133 が用いられる) と測定試料の同位体比を比較したズレを、千分率を用いた  $\delta$  値 (‰) として表す。算出方法については式 (1) のとおりである。

$$\delta^{***}\text{Hg} (\text{‰}) = \left[ \left( \frac{^{***}\text{Hg}/^{198}\text{Hg}}{^{***}\text{Hg}/^{198}\text{Hg}} \right)_{\text{sample}} / \left( \frac{^{***}\text{Hg}/^{198}\text{Hg}}{^{***}\text{Hg}/^{198}\text{Hg}} \right)_{\text{NIST SRM 3133}} - 1 \right] \times 1000 \quad (1)$$

\*\*\* : 水銀同位体の質量数 199、200、201、202、204

このような同位体分別は一般的に質量数に依存していることから、質量依存型同位体分別 (Mass Dependent Fractionation : MDF) と呼ばれる。それに加えて近年、質量数に依存しない質量非依存型同位体分別 (Mass Independent Fractionation : MIF) が起きることが明らかになった (Bergquist and Blum, 2007)。 $\delta^{202}\text{Hg}$  に対する他の同位体の  $\delta$  値は、理論上、 $\delta^{199}\text{Hg}/\delta^{202}\text{Hg}=0.252$ 、 $\delta^{200}\text{Hg}/\delta^{202}\text{Hg}=0.502$ 、 $\delta^{201}\text{Hg}/\delta^{202}\text{Hg}=0.752$ 、 $\delta^{204}\text{Hg}/\delta^{202}\text{Hg}=1.492$  となる (Bergquist and Blum, 2007)。この関係が成立する状態が MDF であり、成立しない状況が MIF である。MDF と MIF を評価するために、測定値と理論値の差を表す指標として  $\Delta$  値が用いられ、以下の式 (2) から算出される。

$$\Delta^{***}\text{Hg} (\text{‰}) = \delta^{***}\text{Hg} - (\beta \times \delta^{202}\text{Hg}) \quad (2)$$

$\beta$  : 平衡定数

環境中で MIF が生じる原因としては、水圏での紫外線による  $\text{Hg}^{2+}$  の還元 (光還元反応) ならびにメチル水銀の分解 (脱メチル化反応) が指摘されており、様々な環境物質の同位体組成を調査することで、起源の特定や、物質循環・相互作用などといった情報の取得が期待されている。

※申請書に記載した事項を要約して下さい。

2016年2月26日から3月3日にかけて、能登スーパーサイトにて原子状水銀(以下、 $\text{Hg}^0_{(g)}$ )の捕集を実施し、国立環境研究所にて前処理および水銀同位体分析を実施した。

#### 【研究実施内容】

##### (1) $\text{Hg}^0_{(g)}$ の捕集法 (金アマルガム法)

本研究では、 $\text{Hg}^0_{(g)}$ の捕集として金アマルガムを採用した。 $\text{Hg}^0_{(g)}$ を選択的に捕集するために、金トラップの手前にソーダライムと石英綿を詰めた管を接続することで $\text{Hg}^{2+}$ と $\text{Hg}_{(p)}$ の除去を試みた。大気中の水銀濃度が数時間から数週間で変動することを考慮し、 $\text{Hg}^0_{(g)}$ の捕集時間を約24時間と設定した。捕集には、柴田科学社製のローボリウムエアサンプラー (LV-40BW) を用いた。

##### (2) 前処理法 (加熱気化脱着法)

本研究では、水銀捕集管を管状炉で加熱して吸着した水銀を脱着させ、捕集液に吸収させた(加熱気化脱着法)。捕集液には過マンガン酸カリウム溶液( $\text{KMnO}_4$ )と硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )の混合溶液を、キャリアガスには不活性ガスである窒素ガスを用いた。その後、 $\text{KMnO}_4$ の赤紫色が脱色し透明になるのを目印に、還元剤である塩酸ヒドロキシルアミン (Hydroxylammonium chloride, HOA) を添加し、過剰な $\text{KMnO}_4$ を失活させることで、溶液を安定化させた。

##### (3) 精密水銀同位体分析

水銀同位体分析の測定には、マルチコレクター型誘導結合プラズマ質量分析計 (Multicollector-inductively coupled plasma-mass spectrometry : MC-ICP-MS) に、連続ガスフローを可能にする還元気化装置を試料導入系として接続した。本研究では、MC-ICP-MSにはNu社製のNu Plasma II、還元気化装置にはCETAC社製のHGX-200を使用した。水銀同位体分析では、測定時に生じる質量差別効果を補正するために、外部添加標準元素としてタリウム (Tl) を使用した。

#### 【得られた成果】

能登スーパーサイトおよび千葉県市川市・南房総市 (Yamakawa et al., in review) の $\text{Hg}^0_{(g)}$ のデータを図1に示す (\*市川市は都市-工場地帯、南房総市は沿岸域)。

その結果、①能登スーパーサイトの $\text{Hg}^0_{(g)}$ はMDF ( $\delta^{202}\text{Hg}$ )に微小な変化がある一方でMIF ( $\Delta^{199}\text{Hg}$ )は一定であり、また②千葉県よりも同位体比の変動が小さいことが示された。

MIFは特定のプロセスについてのみ同位体比変動を生じないことより、全データにおいてMIFが一定ということは、それらが同一の発生源に起因することを示唆している。NOAAの後方流跡線解析を実施したところ、いずれの日も大陸からの気団が能登へと輸送されていたことを示し、同位体比のデータをサポートする結果となった。MDFについては、 $\text{Hg}^0_{(g)}$ の輸送中にMDFが微小ながらも変化するプロセスが生じていたと推測できるが、更なる検証が必要である。今後、捕集時期による同位体比変動の有無の確認や、他の大気中ガス成分と比較することで、大気中水銀の長距離輸送について議論を深めたい。

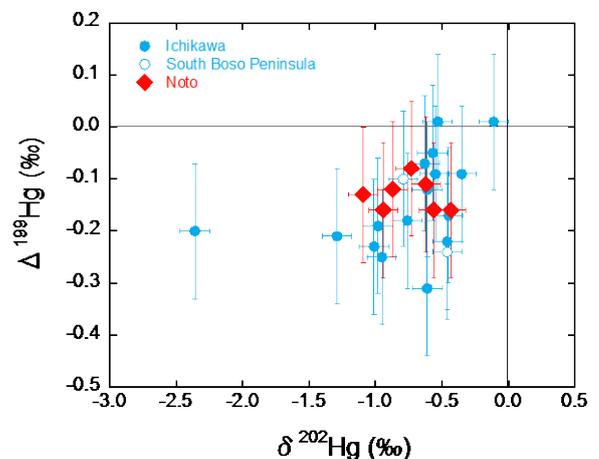


図1:  $\text{Hg}^0_{(g)}$ の $\delta^{202}\text{Hg}$  vs  $\Delta^{199}\text{Hg}$ 。能登スーパーサイト (赤)、千葉県南房総・市川市 (青)。誤差は2SD。

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

今後、能登スーパーサイトにおいてモニタリングを継続し、他地点の同位体データと合わせて、下記での発表を検討している。

- ・原著論文：和文誌「地球化学」
- ・口頭発表：日本地球惑星科学連合 2017 年大会（5 月予定）

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

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	きたがわ じゅんこ	提出年月日	平成 27 年 4 月 22 日
申請者氏名	北川 淳子		
所属・職名	福井県里山里海湖研究所・主任研究員		
連絡先住所	〒〒919-1331 福井県三方上中郡若狭町鳥浜 122-31-1		
TEL	0770-45-3580	FAX	0770-45-3680
E-mail	j-kitagawa-6z@pref.fukui.lg.jp		
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"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	北潟湖の湖沼堆積物を用いた日本海沿岸域の環境・災害研究		
研究実施期間	平成 27 年 12 月 28 日～平成 28 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	北川淳子	福井県里山 里海湖研究 所	主任研究員	花粉分析
	分担者	長谷部徳子	金沢大学環 日本海域環 境研究セン ター	准教授	粒度分析
		福士圭介	金沢大学環 日本海域環 境研究セン ター	准教授	化学分析
※ 申請時の分担組織を変更して許可を受けた場合は、変更後の組織を記載して下さい。					
分析試料			物質名	形態（形状）	試料数
		申請書に記載 した試料	湖沼堆積物	固体	20
		分析した試料	湖沼堆積物	固体	> 20
研究目的・ 期待される 成果	<p>日本では福井(敦賀)や能登半島, 新潟(柏崎)など, 日本海沿岸に原子力発電所が多く立地し, また地震も決して少なくない(能登半島 2007,・1993, 北海道南西沖 1995, 福岡県西方沖 2005 など)。そこで地震, 津波, および高波などが日本海沿岸域に及ぼす被害の可能性について評価する必要がある。阪神淡路大震災や東日本大震災の例をみても, 観測時代のデータだけに基づいてはその被害の可能性を過小評価してしまう可能性があるため, 地質時代にさかのぼってどのような被害の可能性のあるのかを調べる必要がある。</p> <p>そこで福井・石川県境の沿岸域に位置する北潟湖において採取した湖沼堆積物を利用し古環境変動を明らかにし, 過去の災害がどのように復元できるか研究を行う。</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>福井県里山里海湖研究所により 2014 年に湖内複数箇所採取されたうち、3カ所の堆積物コアを 1 cm 毎に分取し試料とした。堆積年代の決定には <math>^{137}\text{Cs}</math> の放射能、および <math>^{14}\text{C}</math> 年代測定を用いた。また環日センター保有のレーザー回折型粒度分析装置を利用し鉱物粒径を測定した。その他、含水率、過酸化水素処理による有機物含有量の測定、塩酸処理による炭酸塩含有量の測定、環日センター保有の顕微鏡による珪藻の観察を行った。</p> <p>江戸時代に牡蠣の養殖を行っていた記録があり、堆積物にも貝の密集層が確認された。含水率の低下で特徴付けられる層があり、そこに火山岩の岩片が含まれていた。放射年代測定の結果と合わせると、その火山灰層は 1659 年の白山の噴火によるものだと考えられる。また約 1450 年から 1650 年の間にある層より、異地性の貝が見つかった。この貝は本来は水深 30m くらいの深さの砂地に住む貝である。その層の珪藻群集を調べたところ、他の層準と比べて海生の珪藻が多かった。鉱物粒径も上方細粒化をしめしていた。これらのことから、いわゆる天正津波に対応する津波の痕跡ではないかと思われる。しかし年代は 1586 年よりやや古い。花粉分析の結果では、1600 年頃、全体的に花粉の堆積量が減少し、見た目上マツ花粉の増加する時代がある。これは、津波が周辺の植生に影響を及ぼした結果の可能性もある。また天正津波については地質的・堆積学的痕跡について報告された例はほとんどなく、国交省や土木学会等による調査では取り上げられていないため、今後の吟味が必要である。また 1450 年より以前、おおよそ 1300 年前後に対応する時期に大きく含水率や炭酸塩量に変動が生じていた。これは中世温暖期から小氷期への移行を示しているのではないかと考えられた。花粉分析の結果でも、1200 年頃に花粉の堆積量が激減し、1300 年頃にさらに減少する。小氷期への移行を花粉からも見られる。堆積物の年代より、701 年の大宝津波の痕跡を含んでいる可能性があるため対応する層を調査した。その層は含水率や粒径に関して、天正津波相当層と似た特徴を示した。しかし確実な証拠に欠けるため、今後さらに微化石の群集調査や化学分析などを行い、津波堆積物の認定基準などについて考慮を進める必要がある。</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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 平成 28 年度金沢大学・卒業論文 (予定)</li> <li>2) 平成 27 年度 ESR 応用計測研究会, 第 40 回フィッション・トラック研究会, ルミネッセンス年代測定研究会 (平成 28 年 3 月 4-6 日) における発表</li> <li>3) 環日本海域環境研究センター国際シンポジウムに置ける発表 (平成 28 年 3 月 7-9 日)</li> <li>4) 福井県里山里海湖研究所主催, 平成 27 年度北潟湖調査研究成果報告会 (平成 28 年 3 月 21 日) における発表</li> <li>5) 日本地球惑星科学連合大会 (平成 28 年 5 月 22-26 日) における発表(予定)</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>	

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	こぞか ゆきこ	提出年月日	平成 28 年 4 月 27 日
申請者氏名	小坂 由紀子		
所属・職名	富山大学 大学院理工学教育部 博士課程 2 年		
連絡先住所	〒930-8555 富山市五福 3190		
TEL	076-445-6668	FAX	076-445-6549
E-mail	dl1571302@ems.u-toyama.ac.jp		
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 type="checkbox"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	日本海堆積物を用いた縄文期の環境変動の解明：真脇遺跡の衰退原因の解明		
研究実施期間	平成 28 年 1 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日		
センター 教員	長谷部徳子		

			氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	研究組織	申請者	小坂由紀子	富山大学大学院理工 学教育部	D1	化学分析
分担者		堀川 恵司	富山大学大学院理工 学研究部	准教授	研究指導	
		酒井英男	富山大学大学院理工 学研究部	教授	岩石磁気	
		長谷部徳子	金沢大学環日本海域 環境研究センター	准教授	年代測定	
		鈴木信雄	金沢大学環日本海域 環境研究センター	教授	海洋試料採取・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		堆積物	個体	10	
	分析した試料				15	
研究目的・ 期待される 成果	<p>縄文時代の人間生活は狩猟・採集で成り立っていたことから、その集落の存続は、当時の地域の環境に依存していた可能性が考えられる。特に日本海側の気候は、日本海に流入する暖流・寒流の影響を受けるため、地球規模の寒冷・温暖の環境変動に伴う海水準の変動に対して、より敏感かつ複雑に地域の気候が影響を受けることが推察される。そこで、能登半島で4000年もの長期間繁栄した真脇遺跡を対象に、地域の古環境・古気候の復元、及び遺跡の年代の吟味を行い、縄文期の気候と集落の発展・衰退の関連の研究を行い、当時の人間活動や持続的発展に対する気候の影響をみることを目的としている。</p> <p>真脇遺跡における年代決定に利用できる分析試料の吟味、および地域の気候アーカイブとなる堆積物の分析をおこなう。堆積物としては現在分析をすすめつつある日本海から採取したコアに加えて、九十九湾からも堆積物採取を目指している。今回の申請では、九十九湾内で分析に適した試料が得られるかどうかの吟味を行うことを目的とした。</p>					
※申請書に記載した事項を要約して下さい。						

能登町の九十九湾に面した臨海実験施設の船で湾内を、湾の中心から湾口へ、湾口から蓬萊島の奥にかけて移動し、グラブ採泥器で底質の採取を行った。採取地点は船に備え付けられていた魚群探知機の緯度経度と水深を用いた。合計 15 試料採取し、その ID と採取地点情報、底質を表にまとめた。

試料は口径 63 μm のふるいで水洗、乾燥させたのち、炭酸塩からなる有孔虫殻化石が産出するかなどを顕微鏡で確認した。貝殻やその断片は産出したものの、当初期待していた有孔虫殻化石は産出しなかった。これは湾内の堆積速度が速いことが原因だと考えられる。このため、当初計画していた気候アーカイブとなる柱状堆積物採取は、九十九湾からは難しいという結論に至った。

利用・研究実施内容・得られた成果

試料 ID	緯度	経度	水深(m)	底質
P1	37°18.308N	137°14.121E	22	細かい砂
P2	37°18.291N	137°14.144E	25.9	泥
P3	37°18.274N	137°14.166E	26.7	泥
P4	37°18.249N	137°14.189E	26.1	泥
P5	37°18.230N	137°14.200E	26.1	泥
P6	37°18.195N	137°14.240E	21.9	細かい砂
P7	37°18.070N	137°14.318E	28.5	細かい砂
P8	37°18.194N	137°14.180E	25.6	粗い砂
P9	37°18.233N	137°14.173E	26.4	泥
P10	37°18.321N	137°14.146E	23.2	粗い～細かい砂
P11	37°18.383N	137°14.122E	24.6	泥
P12	37°18.419N	137°14.084E	24.1	泥
P13	37°18.461N	137°14.048E	22.4	泥～細かい砂
P14	37°18.513N	137°14.002E	21.5	泥
P15	37°18.556N	137°13.918E	16.8	泥

※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

当初期待していた有孔虫殻化石が産出しなかったため、今回得られた試料を用いて研究を進めるのは困難になった。

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

## 平成 27 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	ほりぐち としひろ	提出年月日	平成 28 年 4 月 27 日
申請者氏名	堀口 敏宏		
所属・職名	国立研究開発法人国立環境研究所・環境リスク研究センター・室長		
連絡先住所	〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2 国立研究開発法人国立環境研究所		
TEL	029-850-2522	FAX	029-850-2870
E-mail	thorigu@nies.go.jp		
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"/> 新規 <input type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input checked="" type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	福島第一原発事故による日本海域への放射能影響の評価		
研究実施期間	平成 27 年 12 月 28 日～平成 28 年 3 月 31 日		
センター 教員	長尾 誠也 教授		

研究組織		氏名	所属	職名／ 大学院生・ 学部生は利 用時の年次	分担内容
	申請者	堀口敏宏	国立環境研 究所	室長	研究統括
	分担者	長尾誠也	金沢大学	教授	試料測定
		荒巻能史	国立環境研 究所	主任研究 員	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	海水に含まれる放射性 セシウム	溶存態	15	
	分析した試料	海水に含まれる放射性 セシウム	溶存態	15	
研究目的・ 期待される 成果	<p>本研究グループでは東京電力福島第一原子力発電所の事故による放射性核種による汚染と潜在的な生物影響を調査している。具体的には、断続的な汚染水の漏洩が明らかになっている第一原発南側放水口を含む極沿岸において、底棲魚介類の採取と海水中の放射性物質（放射性セシウム、放射性ストロンチウム、及びトリチウム）の精密測定を実施している。同研究に関連して、本研究では日本列島を挟んだ対岸に当たる日本海域にどの程度の影響を及ぼしているのかを定量的に議論するものである。そのため、第一原発と同緯度、同時期に採取された日本海の試料を中心に放射性核種の濃度分析を進め、その比較検討を実施する。</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>日本海の海水試料は、2015年10月に実施された長崎大学水産学部練習船・長崎丸の実習航海を利用して、10月13～16日に能登半島西方沖、兵庫・豊岡沖、山口・見島沖、対馬海峡西水道の4点の表層より得られた。これに先立ち、同年7月3～7日に福島県漁連及び地元漁協のご協力の下、東京電力福島第一原子力発電所（以下、第一原発）周辺を含む福島県極沿岸域の11点で表層海水の採取を行った。</p> <p>海水試料の前処理は文部科学省が制定した放射性セシウム分析法に従った。試料海水およそ20Lを、濃硝酸を用いてpH1.6に調整した後、海水中に溶存するセシウムをリンモリブデン酸アンモニウム4gに吸着、これを分離精製したものを測定試料とした。これらの前処理作業は、低レベル放射能実験施設内の実験室で実施した。</p> <p>本研究が対象とする海水中の放射性セシウム同位体の濃度レベルは10mBq/L以下の極低濃度であると推測されることから、測定には、低レベル放射能実験施設のほか、付属尾小屋地下実験施設の極低バックグラウンド仕様のゲルマニウム半導体検出器を用いて、セシウム-134 (<math>^{134}\text{Cs}</math>) 及びセシウム-137 (<math>^{137}\text{Cs}</math>) の極低バックグラウンド高精度測定を実施した。なお、下記に述べる濃度は試料採取日に壊変補正した値である。</p> <p>福島県極沿岸域で得られた試料では、<math>^{134}\text{Cs}</math> が 0.5～16.4mBq/L、<math>^{137}\text{Cs}</math> が 4.2～79.6mBq/L の範囲であった。最も高濃度だったのは第一原発の南側放水口周辺で、震災時（2011年3月11日）に壊変補正した <math>^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}</math> 比は 0.97 であった。また、第一原発の沖合 1～5km 程度で採取した海水の <math>^{137}\text{Cs}</math> は 22.7～50.1mBq/L、震災時に壊変補正した <math>^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}</math> 比は 0.94～1.11 であった。第一原発事故によって環境中に放出された放射性セシウムの <math>^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}</math> 比はほぼ 1 であったと報告されているので、第一原発周辺の極沿岸域では第一原発事故から約 5 年が経過した現在でもなお事故由来の放射性セシウムが比較的高い濃度で検出されていることになる。一方、第一原発北側に当たる相馬沖では <math>^{137}\text{Cs}</math> が 4.2～5.0mBq/L、第一原発南側に当たるいわき沖では <math>^{137}\text{Cs}</math> が 5.3～9.7mBq/L であり、1桁低い値であった。この値は、本研究グループによって得られている東京湾表層水の濃度レベル（荒巻ら、2015年度日本海洋学会秋季大会）と変わらない程度に低いが、第一原発の南側海域で濃度が高くなる傾向が明らかになった。この結果は、本研究の前年の同時期に試料採取された海水中のトリチウムの水平分布の結果（荒巻ら、2016年度日本海洋学会春季大会）と矛盾しない。</p> <p>これに対して、日本海表層で得られた放射性セシウム濃度は、<math>^{134}\text{Cs}</math> が 0.1～0.4mBq/L、<math>^{137}\text{Cs}</math> が 1.5～3.8mBq/L の範囲であった。海域別に見ると、能登半島西方沖で <math>^{134}\text{Cs}</math> が 0.41mBq/L、<math>^{137}\text{Cs}</math> が 3.82mBq/L と最も高く、他の3つの海域は <math>^{134}\text{Cs}</math> が 0.1～0.2mBq/L、<math>^{137}\text{Cs}</math> が 1.5～1.9mBq/L と極めて低濃度であった。能登半島西方沖の濃度レベルは先に報告した相馬沖とほぼ同レベルにあるが、他の海域は震災前のレベルであることが分かる。能登半島西方沖の震災時に壊変補正した <math>^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}</math> 比は 0.52 であり、この値も相馬沖の比（0.56～0.82）に近かった。これらの結果から、2015年秋の時点においても能登半島西方沖には第一原発事故に由来する放射性セシウムの影響が現れていることが示唆される。これは、現時点では、第一原発事故当時に大気中に放出され陸上に降下した放射性物質が降雨により河川を経由して日本海側に流入したものを検出したものと考えている。</p>
<p>見込まれる成果物</p>	<p>日本海洋学会や日本水産学会等における口頭発表、あるいは原著論文としての発表を予定している。</p>

※1,000字以上で具体的に記述して下さい。

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

## 平成 26 年度金沢大学環日本海域環境研究センター

## 全国共同利用研究利用成果報告書

(ふりがな)	かしわくら きりこ	提出年月日	平成 28 年 4 月 28 日
申請者氏名	柏倉 桐子		
所属・職名	一般財団法人 日本自動車研究所 エネルギー・環境研究部 主任研究員		
連絡先住所	〒305-0822 茨城県つくば市荻間 2530		
TEL	029-856-0732	FAX	029-856-1134
E-mail	kkiriko@jari.or.jp		
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"/> 新規 <input checked="" type="checkbox"/> 継続	
研究分野	<input type="checkbox"/> 自然環境の変化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技術に関する研究		
研究課題	首都圏と日本海側の都市（金沢）の大気質比較と生体影響について		
研究実施期間	平成 27 年 12 月 1 日～平成 28 年 3 月 31 日		
センター 教員	早川 和一		

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	柏倉桐子	一般財団法人 日本自動車研究所	主任研究員	試料採取・調製 データ解析結果確認，まとめ
	分担者	早川和一	金沢大学 医薬保健研究 域薬学系	教授	データ解析結果確認
		鳥羽陽	金沢大学 医薬保健研究 域薬学系	准教授	データ解析結果確認
		鈴木元気	金沢大学 医薬保健学域 薬学類	薬学類 6年	試料採取，分析
		伊藤晃佳	一般財団法人 日本自動車研究所	環境評価 グループ長	データ解析結果確認
森川多津子		一般財団法人 日本自動車研究所	主任研究員	データ解析結果確認，まとめ	

※ 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	多環芳香族類 ニトロ化多環芳香族類	液体	14

研究目的・  
期待される  
成果

本研究の目的は、日本海側の金沢市と太平洋側の首都圏および郊外において、大気粉塵中の多環芳香族炭化水素類（PAH）およびニトロ化多環芳香族炭化水素類（NPAH）を測定し、大気中濃度の変化に対する自動車排出ガス規制の影響を明らかにすることである。

金沢市では1990年代から、首都圏（野毛，九段）とその郊外（つくば）では20れぞれ大気中 PAH, NPAH の継続調査を行っているが、すべての地点において大気中傾向が観察されている。この調査結果を統合し、大気中 PAH および NPAH の主要な発生源であると推測される自動車排出ガスへの規制や、規制に対応するためのエンジン改良・燃料改質の効果を検証する。また、大気中粒子からの抽出物について変異原性を調査し、PAH, NPAH との関係について考察する。

※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>首都圏（野毛，九段）とその郊外（つくば）である3地点において，野毛および九段では2006～2013年まで，つくばでは2010～2013年までの夏と冬の大気中浮遊粒子（PM）を捕集し，多環芳香族炭化水素（PAH）9種およびニトロ多環芳香族炭化水素（NPAH）3種類をそれぞれHPLC-蛍光検出法，HPLC-化学発光検出法で測定し，その濃度の変遷を明らかにした。</p> <p>PAH，NPAHと同じ試料を用いてエームス試験を実施し，PMの変異原性について調査した．試験菌株としては塩基対置換型（TA100）およびフレームシフト型（TA98）の2菌株を用いた．試験はプレインキュベーション法により，直接法（-S9mix，以下-S9）と代謝活性化法（+S9mix，以下+S9）について行った．結果の判定基準は，復帰変異コロニー数が，被験液濃度の上昇とともに増加する用量-反応関係を認め，さらに，陰性対照（DMSO）の復帰変異コロニー数の2倍以上を示す場合を陽性（+），1.5倍から2倍を疑陽性（±），1.5倍以下を陰性（-）とした．用量-反応関係が直線性をもつ範囲について抽出物 mg 当たりの復帰変異コロニー数を平均し，変異原性の強さとして比活性の値を求めた。</p> <p>PAH濃度は野毛，九段では2006年から2008年の間の冬に低下傾向が認められた．NPAH濃度は，野毛では2006年から2011年の間の夏と冬，九段では2007年から2009年の間の夏および2006年から2011年の間の冬に低下傾向が認められた．つくばでは観測期間が短く，PAHとNPAHのいずれについても明確な変動傾向は認められなかった．また，野毛および九段で[1-NP]/[Pyr]の値の低下が確認され，PAH，NPAH濃度低下の要因の一つとして自動車排出ガス規制による粉塵およびNO<sub>x</sub>排出量の減少が考えられた。</p> <p>変異原性試験については，いずれの地点においても菌株や代謝活性化の条件，観測年によらず，夏季より冬季の活性値が高い傾向が見られた．また，主に代謝活性化無しの菌株において，生育阻害（菌株の死滅）が起きる試料があった．比活性値は値が高くなるほど変異原性の強さを示すが，試料の急性毒性が強いと活性阻害を起こし，菌株が死滅する．生育阻害は粒径が大きいPM（粗大PM）と小さいPM（微小）のどちらでも生じており，特に粒径が大きい冬季のPMは被験物質の添加濃度が0.125 mg/plateの低濃度でも生育阻害が見られた．また，2013年のつくばにおいては，微小PMの冬季の変異原性がすべての菌株に対して突出して高く検出された．しかし，2014年と2015年は低下し，比活性値が継続的に高くなる事はなかった．変異原性試験結果をPAH濃度とを比較したところ，TA98+S9における比活性はPAH合計と若干の関連性が見受けられた．同様の解析をNPAH合計濃度で行ったところ，PAHと同程度の関連性があった</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>2016年大気環境学会年会でのポスター発表</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>