

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)

日本－英国共同研究  
終了報告書 概要

1. 研究課題名：「粒子中放射性核種の現場計測センサーの開発」
2. 研究期間：平成30年4月～令和4年3月
3. 主な参加研究者名：  
日本側チーム

|               | 氏名    | 役職 | 所属     | 研究分担          |
|---------------|-------|----|--------|---------------|
| 研究代表者         | 下島 公紀 | 教授 | 東京海洋大学 | 放射性核種検出システム開発 |
| 研究参加者         | 尾張 聡子 | 助教 | 東京海洋大学 | 放射性核種検出システム開発 |
| 研究期間中の全参加研究者数 |       |    | 2名     |               |

英国側チーム

|               | 氏名                       | 役職                  | 所属                           | 研究分担                       |
|---------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|----------------------------|
| 研究代表者         | Matthew Mowlem           | Professor           | National Oceanography Centre | 現場ろ過システムの開発                |
| 主たる共同研究者      | Blair Thornton           | Associate Professor | University of Southampton    | 放射性核種の現場検出システムの開発          |
| 主たる共同研究者      | Ian Croudace             | Professor           | University of Southampton    | 放射性核種の現場検出システムと現場ろ過システムの統合 |
| 研究参加者         | Geraldine Clinton-Bailey | Postdoctoral Fellow | National Oceanography Centre | 現場ろ過システムの開発                |
| 研究参加者         | Andrew Morris            | Postdoctoral Fellow | National Oceanography Centre | 現場ろ過システムの開発                |
| 研究参加者         | Patricia Lopez-Garcia    | Postdoctoral Fellow | National Oceanography Centre | 現場ろ過システムの開発                |
| 研究期間中の全参加研究者数 |                          |                     | 6名（研究参加者は順次変更）               |                            |

4. 国際共同研究の概要

本共同研究は、沈降粒子による物質除去過程や分解再生過程を解明するため、海洋沈降粒子中のトリウム同位体濃度分布を調査できる放射性核種の現場計測センサーの開発を目的としている。具体的には、日本側チームは小型でより高感度・効率的な放射性核種検出システムの開発を行い、英国側チームは小型・省電力の現場自動連続ろ過システムの開発を行う。日英の得意技術を結合したセンサー開発と実海域展開によって、海洋表層から深

海に向かう生物起源粒子の物質輸送を明らかにし、海洋における生物ポンプのメカニズムや炭素循環の解明を図る。

## 5. 国際共同研究の成果

### 5-1 国際共同研究の学術成果および実施内容

1. 市販のマルチチャンネルアナライザ (MCA) について、光電子増倍管 (PMT) およびシリコン・フォトマルチプライヤ (SiPM) 接続型を導入し、プラスチックシンチレーターを接続して計測可能であることを確認した。
2. 現場計測に向けたプラスチックシンチレーターの遮光方法について検討した。
3. 耐圧容器嵌合用ライトガイドとベータ線用プラスチックシンチレーターを組み合わせることで現場適用が可能であることを確認した。
4. PMT 検出器および SiPM 検出器に接続するセパレート型 (単位時間あたりの放射性核種強度を計測) 回路基板を設計・製作した。これにより時空間的に連続した放射性核種の現場計測が可能となる。
5. 机上のみでなく実海域において計測を行い、現場適用性を評価した。

### 5-2 国際共同研究による相乗効果

1. これまで別件で培ってきた英国 NOC との研究協力関係の実績を生かし、本研究を円滑に進めることができた。
2. 各国独自の得意分野を持ち寄ることで、センサー開発にかかる時間の大幅な短縮が可能となった。
3. 本研究課題の放射線センサーのみならず、他の現場計測化学センサーに関する情報についても交換することができた。

### 5-3 国際共同研究成果の波及効果と今後の展望

1. 高感度で時空間的に連続した放射性核種計測が可能な現場型放射線センサーの開発が可能となった。
2. 開発センサーの実海域展開によって、海洋の生物ポンプメカニズムや炭素循環の解明を進展させることが期待される。
3. 環境放射性核種計測に興味がある民間企業は多く、開発センサーの汎用化や民間への技術移転の可能性が高い。
4. 開発センサーを環境放射性核種計測に適用することによって、福島第一原子力発電所事故に関連する自治体に貢献できる。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)  
 Japan – UK Joint Research Program  
 Executive Summary of Final Report

1. Project title: 「Development of in situ particulate radioactivity sensor」
2. Research period: April 2018 ~ March 2022
3. Main participants:

Japan-side

|  | Name                | Title               | Affiliation                                       | Role in the research project                |
|--|---------------------|---------------------|---|---|
| PI   | Kiminori Shitashima | Professor           | Tokyo University of Marine Science and Technology | Development of in-situ radioactivity sensor |
| Collaborator   | Satoko Owari        | Assistant Professor | Tokyo University of Marine Science and Technology | Development of in-situ radioactivity sensor |
| Total number of participants throughout the research period: |                     |                     |   | 2   |

UK-side

|  | Name                     | Title               | Affiliation                  | Role in the research project  |
|--|--------------------------|---------------------|------------------------------|---|
| PI   | Matthew Mowlem           | Professor           | National Oceanography Centre | Development of in-situ filtration system                                  |
| Co-PI  | Blair Thornton           | Associate Professor | University of Southampton    | Development of in-situ radioactivity sensor                               |
| Co-PI  | Ian Croudace             | Professor           | University of Southampton    | Integration of in-situ radioactivity sensor and in-situ filtration system |
| Collaborator   | Geraldine Clinton-Bailey | Postdoctoral Fellow | National Oceanography Centre | Development of in-situ filtration system                                  |
| Collaborator   | Andrew Morris            | Postdoctoral Fellow | National Oceanography Centre | Development of in-situ filtration system                                  |
| Collaborator   | Patricia Lopez-Garcia    | Postdoctoral Fellow | National Oceanography Centre | Development of in-situ filtration system                                  |
| Total number of participants throughout the research period: |                          |                     |                              | 6   |

#### 4. Summary of the international joint research

The project seeks to address the data gap of particulate carbon flux by proving the principle of in situ particulate filtration (developed by UK team) and coupling this with a novel deployable beta detection module (developed by Japan team) to measure  $^{234}\text{Th}$  activity. This will provide the foundations for further work to raise the Technology Readiness Level (TRL) of this device, and for the transfer of the innovative technology principles to other ocean variables (i.e., dissolved phase radionuclides; other radionuclides). This development would constitute a step-change in our ability to measure carbon export in a changing ocean and in our understanding of carbon cycles and the importance of different oceanic region.

#### 5. Outcomes of the international joint research

##### 5-1 Scientific outputs and implemented activities of the joint research

1. The commercially available photomultiplier tube (PMT) with multi-channel analyzer (MCA) and silicon photomultiplier (SiPM) with MCA were possible to measure beta-rays by connecting a plastic scintillator.
2. A method of shading the plastic scintillator for in-situ measurement was examined.
3. In-situ measurement for particulate radioactivity was possible by combining a light-guide for fitting to pressure housing and a plastic scintillator for beta-rays.
4. A circuit board of separate type (measurement of radiation intensity per unit time) to be connected to the PMT detector and SiPM detector was designed and manufactured. This circuit board enables spatiotemporal continuous in-situ measurement of radiation.
5. The field applicability was also evaluated in the ocean field.

##### 5-2 Synergistic effects of the joint research

1. We were able to proceed smoothly with this research by making use of the achievements of the previous research cooperation relationship with the UK National Oceanography Centre (NOC).
2. By bringing in each country's unique specialty, the time required for sensor development was able to be significantly reduced.
3. We were able to exchange information not only about the radiation sensor of this joint research but also about other in-situ chemical sensors.

##### 5-3 Scientific, industrial or societal impacts/effects of the outputs

1. The in-situ particulate radioactivity sensor that is highly sensitive and spatiotemporal continuous in-situ measurement of radiation has become possible to develop.
2. The advance for elucidation of the biological pump mechanism and carbon cycle in the ocean is expected by deployment of the developed sensor.
3. Many private companies have interested in environmental radiation measurement, and the developed sensor has a high possibility of generalization and technology transfer to the private sector.
4. By applying the developed sensor to environmental radiation measurement, it can contribute to local governments related to the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident.

## 国際共同研究における主要な研究成果リスト

### 1. 論文発表等

- \*原著論文（相手側研究チームとの共著論文）発表件数：計 0 件
  - ・査読有り：発表件数：計 0 件
  - ・査読無し：発表件数：計 0 件
- \*原著論文（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文）：発表件数：計 0 件
  - ・査読有り：発表件数：計 0 件
  - ・査読無し：発表件数：計 0 件
- \*その他の著作物（相手側研究チームとの共著総説、書籍など）：発表件数：計 0 件
- \*その他の著作物（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など）：発表件数：計 0 件

### 2. 学会発表

- \*口頭発表（相手側研究チームとの連名発表）  
発表件数：計 0 件（うち招待講演：0 件）
- \*口頭発表（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表）  
発表件数：計 7 件（うち招待講演：3 件）
- \*ポスター発表（相手側研究チームとの連名発表）  
発表件数：計 0 件
- \*ポスター発表（相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表）  
発表件数：計 0 件

### 3. 主催したワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催

- ・Joint Kickoff Workshop、主催者：Matthew Mowlem（NOC・教授）、NOC、サザンプトン、英国、2018年7月9日～11日、参加人数10名程

### 4. 研究交流の実績（主要な実績）

#### 【合同ミーティング】

- ・2018年7月10日：ミーティング（対面）、NOC、サザンプトン、英国
- ・2019年11月4日：ミーティング（対面）、NOC、サザンプトン、英国

### 5. 特許出願

研究期間累積出願件数：0 件

### 6. 受賞・新聞報道等

該当なし

### 7. その他

該当なし