

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：「国際協力と超音波で目指す生物学の Society 5.0 化の序章」
2. 研究期間：令和 4 年 2 月 ～ 令和 6 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 | 伏見 龍樹 | 助教・副センター長 | 国立大学法人筑波大学 図書館情報メディア系、デジタルネイチャー開発研究センター | 研究代表 |
| 主たる共同研究者 | 頃安 祐輔 | 学生（当時 M2） | 国立大学法人筑波大学 人間総合科学学術院 人間総合科学研究群 情報学学位プログラム 博士（前期）課程 | 渡航者 |
| 研究参加者 | 落合 陽一 | 准教授・センター長 | 国立大学法人筑波大学 図書館情報メディア系、デジタルネイチャー開発研究センター | 学術指導 |
| 研究期間中の全参加研究者数 | | 3名 | | |

相手側チーム

| | 氏名 | 役職 | 所属 | 研究分担 |
|---------------|--------|-----|--------------------------|----------|
| 研究代表者 | ルチ グプタ | 准教授 | University of Birmingham | 受け入れ側研究者 |
| 研究期間中の全参加研究者数 | | 1 名 | | |

4. 国際共同研究の概要

超音波を活用した物体操作は対象物の性質（磁性や伝導性の有無）にかかわらず操作できるため、生物学や化学実験の自動化への応用が期待されている。2022 年に研究代表者らは撥水加工したメッシュの上で液滴を操作することにより、簡単に複数の液滴を操作できる超音波デジタルマイクロ流体操作基盤を開発した。これは様々な分野での実験自動化などへの応用が期待される。既に、PoC を活用して従来主流よりも、表面汚染が少ないことが判明しているが、条件によって表面汚染の度合いも変わる。そこで、Gupta 准教授と協力し、様々な条件下における表面汚染の有無を検証し、蛍光計測を組み込む。

5. 国際共同研究の成果

表面汚染計測実験を行い、タンパク質の濃度が高いほど撥水加工メッシュへの付着が多いことが明らかになったが、緩衝液の種類による差異は見られなかった。また、蛍光計測装置を組み込んだ超音波デジタルマイクロ流体操作基盤を開発し、液滴の蒸発による濃度変化は滴下から 30 分以内であれば対処可能であることが判明した。また、6 つの液滴を同時に操作する技術を確認し、技術移転を行った。メッシュの製造誤差や撥水加工の不均一性、光学計測系と音場の干渉が課題として挙がっており、今後の方針としてこれらの改良や蒸発補正、従来手法との比較が必要であることが示唆されている。この研究は筑波大学情報

学学位プログラムの頃安祐輔がルチ・グプタ准教授と共同で行い、英国バーミンガム大学で約 2 ヶ月間の研究滞在を通じて進められた。

5-1 国際共同研究の学術成果および実施内容

共同研究では得られたデータを基にシドニーで開催された米音響学会にて発表を行った。Yusuke Koroyasu, Ruchi Gupta, Tatsuki Yamamoto, Yoichi Ochiai, Nobuhiko Nomura, & Tatsuki Fushimi. (2023). Microfluidic platform using focused ultrasound passing through hydrophobic meshes towards automatic biological experiment. The Journal of the Acoustical Society of America, 154(4_supplement), A52-A52.

論文誌についても現在、準備中であり、さらなる計測データを追加の上、提出する予定である。また、分野に関連する Top 研究者が主宰する研究室を Gupta 准教授と視察などを計 3 件実施し、渡航研究者や日本における研究の認知度の向上に寄与した。

5-2 国際共同研究による相乗効果

日本の科学技術発展において、2050 年を目標に AI とロボットの共進化を促すムーンショット目標や文部科学省の戦略目標が設定されており、特に実験自動化が重要視されている。本研究では超音波を利用した実験自動化技術を開発するものであり、バーミンガム大学の Gupta 准教授の online 蛍光計測技術を導入することで更なる処理速度の向上が期待されている。ReNewMAP 予算での渡航を皮切りに渡航研究者の海外志向意欲や新たな予算確保等、具体的な成果が生み出された。

5-3 国際共同研究成果の波及効果と今後の展望

本国際共同研究は、超音波デジタルマイクロ流体技術と蛍光計測の統合により、生物学および化学実験の自動化を推進し、科学技術の進歩とイノベーションを促した。この技術は、オープンプラットフォームでの協働を通じてさらに拡散が期待され、また、若手研究者が国際的な研究環境で若手研究者が実践的な経験を積むことで、グローバルな研究能力を強化し、日本の科学研究の国際的な認知度向上に寄与した。超短期間で複数のプロジェクトと資金源の確保に繋がった本共同研究は持続可能な国際協力を築いたモデルケースとなることが期待される。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)
Japan—United Kingdom Joint Research Program
Executive Summary of Final Report

1. Project title : 「 Towards Introduction of Society 5.0 in Biology with International Collaboration and Ultrasound 」
2. Research period : Feb 2022 ~ Mar 2024
3. Main participants :

Japan-side

| | Name | Title | Affiliation | Role in the research project |
|--|-----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|
| PI | Tatsuki Fushimi | Assistant Professor | University of Tsukuba | PI |
| Collaborator | Yusuke Koroyasu | Graduate School Student | University of Tsukuba | Exchange Researcher |
| Collaborator | Yoichi Ochiai | Associate Professor | University of Tsukuba | Collaborator |
| Total number of participants throughout the research period: 3 | | | | |

United Kingdom-side

| | Name | Title | Affiliation | Role in the research project |
|--|-------------|---------------------|--------------------------|------------------------------|
| PI | Ruchi Gupta | Associate Professor | University of Birmingham | UK side PI |
| Total number of participants throughout the research period: 1 | | | | |

4. Summary of the international joint research

The use of ultrasonics for object manipulation, which does not depend on the properties of the object (such as magnetism or conductivity), is anticipated to be applied for the automation of biological and chemical experiments. In 2022, the Japanese PIs developed an ultrasonic digital microfluidic platform capable of manipulating multiple droplets easily on a hydrophobic mesh surface. This technology is expected to be applied to automate various experimental processes across different fields. It has already been established using Proof of Concept (PoC) that it results in less surface contamination compared to conventional methods, although the extent of contamination can vary under different conditions. Therefore, in collaboration with Dr. Gupta, the presence of surface contamination under various conditions is examined and integration with fluorescence measurements will be made.

5. Outcomes of the international joint research

Surface contamination measurement experiments showed that the higher the protein concentration, the greater the adhesion to hydrophobic treated mesh, though no differences were found due to the type of buffer solution. Additionally, an ultrasonic digital microfluidic manipulation platform equipped with a fluorescence measurement device was developed, which determined that concentration changes due to droplet evaporation could be managed if within 30 minutes after dropping. A technique to simultaneously manipulate six droplets was also established, and the technology was transferred. Issues such as manufacturing variability in the mesh and unevenness in water-repellent treatment, as well as interference between the optical measurement system and the acoustic field, were identified as

challenges. Future improvements in these areas, as well as corrections for evaporation, and comparisons with traditional methods are needed. This research was conducted jointly by Mr. Yusuke Koyasu of the University of Tsukuba (Master Degree) and Dr. Ruchi Gupta. He stayed two-months at the University of Birmingham, UK.

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

The data obtained were presented at the Acoustical Society of America conference held in Sydney.

Yusuke Koroyasu, Ruchi Gupta, Tatsuki Yamamoto, Yoichi Ochiai, Nobuhiko Nomura, & Tatsuki Fushimi. (2023). Microfluidic platform using focused ultrasound passing through hydrophobic meshes towards automatic biological experiment. The Journal of the Acoustical Society of America, 154(4_supplement), A52-A52.

A journal paper is currently being prepared, with plans to submit it after adding further measurement data. Additionally, we visited three top laboratories led by top researchers in the field, which contributed to enhancing the visibility of the research conducted by the visiting scholars and within Japan.

5-2 Synergistic effects of the joint research

Aiming to strengthen the development of science and technology in Japan, moonshot goals have been set with the aim for 2050 to promote the co-evolution of AI and robotics, as well as strategic goals by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, with a particular emphasis on the automation of experiments.

This research has developed experimental automation technology using ultrasound, and by incorporating online fluorescence measurement technology from Dr. Gupta at the University of Birmingham, further improvements in processing speed are expected. The ReNewMAP budget has only been the beginning, and it enhanced the international collaboration of researchers by securing new budgets for years after termination of funding.

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

This international collaborative research which integrates the ultrasonic digital microfluidic technology and fluorescence measurement, is advancing the automation of biological and chemical experiments. Additionally, by enabling young researchers to gain practical experience in an international environment, it strengthens the nations' global research capabilities and contributes to enhancing the international recognition of Japanese scientific research.

This collaboration, which developed into multiple projects and support from multiple funding sources in a very short period, is expected to serve as a model case for sustainable international research collaboration in future.

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）
該当なし

＊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）
該当なし

＊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）
該当なし

＊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）
該当なし

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 1 件（うち招待講演：0 件）

Yusuke Koroyasu, Ruchi Gupta, Tatsuki Yamamoto, Yoichi Ochiai, Nobuhiko Nomura, & Tatsuki Fushimi. (2023). Microfluidic platform using focused ultrasound passing through hydrophobic meshes towards automatic biological experiment. The Journal of the Acoustical Society of America, 154(4_supplement), A52-A52.

＊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）
該当なし

＊ポスター発表（相手側研究チームとの連名発表）
該当なし

＊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）
該当なし

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

Acoustic Levitation - From the Principles to Application, 主催者：Ruchi Gupta（バーミンガム大学、准教授）、University of Birmingham、Birmingham、United Kingdom、2023 年 8 月 16 日、参加人数 7 名程

4. 研究交流の実績（主要な実績）

【視察】

2023 2023/8/14 英国、ロンドン、UCL バーミンガム大学の Ruchi 先生と Dr. Diego Martinez Plasecna や Dr. Ryuji Hirayama をはじめ先方を視察し、共同研究について協議

2023 2023/8/15 英国、ロンドン、Kings College London の、音響浮揚と並行する分野である光ピンセットの専門家である Dr. James Millen の研究室を視察し、研究内容の発表を行い、共同研究について協議

2023 2023/8/18 英国、ブリストル、ブリストル大学の Bruce Drinkwater 教授の研究室を Ruchi Gupta 准教授と視察し、共同研究プロジェクトや国際頭脳循環について協議。

【合同ミーティング】

2023 2023/8/16 英国、バーミンガム、バーミンガム大学 バーミンガム大学の Ruchi 先生の研究室を訪問し、音響浮揚についての特別講義を行った。頃安の研究進捗を現地で設備を視察しながら確認。ReNewMAP におけるプロジェクトを協議したのち、そのほかの発展性について協議した。

【学生の派遣】

2023 年 8 月～9 月：日本から学生 1 名が、2 ヶ月間相手研究機関に留学し、Gupta 准教授とマイクロ流体操作基盤を用いた実験・および研究開発に携わった。

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