

二国間交流事業 共同研究報告書

令和4年4月28日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
学習院大学・理学部物理学科
[職・氏名]
教授・西坂崇之
[課題番号]
JPJSBP 120198827

1. 事業名 相手国: 韓国 (振興会対応機関: NRF) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 人工ナノ構造体を用いた超解像可視化技術によるバクテリア運動の直接観察とその応用

(英文) Super-resolved direct visualization of bacterial motile behaviors using artificial nanostructures and their applications

3. 共同研究実施期間 平成31年4月1日～令和4年3月31日 (3年0ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Yonsei University・Professor・Donghyun Kim

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		2,262,000 円
内訳	1年度目執行経費	1,122,000 円
	2年度目執行経費	1,140,000 円
	3年度目執行経費	0 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	8名
相手国側参加者等	6名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	6	0	3(0)
2年度目	0	0	0(0)
3年度目	0	0	0(0)

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入: 相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

生命を構成する最小単位は「細胞」であり、バクテリアやアーキアといった単細胞生物は、そのほとんど全てが細胞本体を移動させる機能を持っている。本研究交流の目的は、韓国の延世大学が独自に開発している基盤技術によって、未知の細胞運動の特徴を精密に捉える新しい方法論を創出することであった。電気工学の分野で発達した微細加工技術を、特殊な電磁波を発生させるツールとして用い、さらに生体分子の動態を画像化する実験系につなげる。以上を大きな研究目標とし、若手研究者達に活躍してもらい、また研究の発展に応じ新しい試料を加えることで、“ナノプラズモニック基板による細胞運動”という新しい実験技術を完成させることを当初の目的とした。

実施状況としては、初年度にそれぞれの研究室に学生を派遣し、セミナーの形式でお互いの研究分野の理解を進めるという理想的な形でスタートを切った。しかし SARS-CoV-2 のパンデミックという予想しない事態に直面し、人的交流が実質的に不可能になったため、当初の計画は頓挫する事態に陥った。一年の延長を行うものの、事態は改善せず、交流事業は大きな方向転換を迫られることとなった。

Kim 研究室では顕微鏡画像を超解像によって定量化するというアプローチを長年にわたって進めており、実際に西坂研究室とは、二報の原著論文(ドイツの著名な科学雑誌である *Small*(Kim et al., 2012)、アメリカの化学の分野の代表紙である *ACS Nano*(Lee et al., 2015)という形で結実している。このアプローチについて、セミナーに参加した綾野未来氏が自身の研究に応用した。人口構造体の中を溶媒による負荷によって移動するウイルス様粒子について、カメラの画素を超えた分解能でその分布を正確に定量化することに世界で初めて成功したのである(*Scientific Reports*, 2021)。この手法および応用例が科学的に妥当であることは、2022 年に Kim 研究室と行った共同セミナーで確認された。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

事業発足段階で提案された“ナノプラズモニック基板による細胞運動”という実験手法は新しい概念であり、今後の Kim 研究室との共同研究が継続される中で、実際に原著論文という形で発信されるだろう。またウイルス濾過膜において蛍光標識したウイルス様粒子を超解像で定量化するというアプローチ(*Scientific Reports*, 2021)は世界で初めてのものであり、論文では Kim 研の名前はクレジットされていないものの、本事業で生み出された重要な視点である。また最終年度に進められた「バクテリアの滑走運動における旋回運動の観察」という研究テーマについては、事業に参加した鈴木香菜氏が、確認実験を進めたうえで 2022 年中に原著論文として取りまとめる予定である。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

上記(2)に書かれた全ての成果が、韓国の Kim 研究室と学習院大学の西坂研究室の交流によって生まれており、各々の課題が、新しい生物試料への応用も含めた次世代の研究へと発展するポテンシャルを有するものである。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

今回の研究交流で特に印象的だったのが、日本から派遣した 5 名すべてが韓国へ渡航するのが初めての経験だったという点である。アメリカやヨーロッパへ旅行した経験がありながらも、近い隣国の、しかも科学的に重要な成果を絶えず世界に発信している延世大学を目の当たりにするのは初めての経験だったわけだ。これによって学生が得たものは計り知れず、この貴重な体験は学問交流の枠を超えて彼らを通じて広く伝播していくと

期待される。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

積極的に事業に参加した助教の中根大介博士は、現在、電気通信大学で自身の研究室を運営している。Kim 研究室との共同執筆の論文は無いものの、交流事業を通じて得られた新しい視点が彼の研究の層をより熱いものにしたのは間違いなく、若手養成という理想的な貢献が事業を通じてなされたと考えられる。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

最先端のフォトニック技術と、バクテリア試料を中心とした生物学的観察が、本事業で見事に融合されたと評価できる。この新しい切り口は、より複雑な生体分子システムの定量的観察という新しい分野に繋がっていくと期待される。Kim 研究室との共同研究は、事業終了後も途絶えさせず、特に大学教職員の海外への渡航がレベル1以下に引き下げられた時点で再開させる。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など