

先端国際共同研究推進事業
2024 年度採択
日英共同公募
エンジニアリングバイオロジー

2024 年度
年次報告書（公開版）

研究課題名	日英共同による人工光合成細胞システム開発
日本側研究代表者	野地 博行 東京大学 大学院工学系研究科 教授
相手側研究代表者	Huang Wei, Professor, Department of Engineering Science, University of Oxford
研究期間	2024 年 12 月 1 日～2028 年 3 月 31 日

1. 研究成果の概要

① 研究構想にかかる成果

<実施したこと>

本プロジェクトが目指すハイブリッド型光合成システムの開発のために、重要な要素技術である太陽光吸収型ナノ材料の合成・改造型 ATP 合成酵素の開発・高効率型ロドプシンの設計・DNA 連結技術・フローサイトメトリーのためのノイズ処理法の開発に取り組んだ。

<得られた成果>

微生物との組み合わせを目的としてさまざまな太陽光吸収型ナノ材料の合成を行った。改造型 ATP 合成酵素の開発に取り組んだ結果、 H^+/ATP 比を 2 倍に増強した改造型 ATP 合成酵素の開発に成功した。また、量子効率を向上させるロドプシン (GR) の開発戦略を策定した。独自の DNA アセンブリと環状 DNA 増幅系を用いて長鎖 DNA を合成するプロトコルを検討し、200kb を超える長鎖環状 DNA を安定的に合成可能な新たな条件を見出した。機械学習技術を利用したフローサイトメトリー技術を各種検討した。

② 国際ネットワーク構築・拡大に関する成果

<実施したこと>

3 月 26-27 日に、日本および英国のグループが全員集合し、本 ASPIRE プロジェクトのキックオフ会議を実施した。参加者は、日本から 30 人、英国から 9 人、総勢 39 人であった。26 日は各 PI より研究紹介をし、その後若手研究者が Flash talk をおこなった。その後、懇親会を実施して親睦を深めた。翌日 27 日には、英国のメンバーが日本の研究室をサイトビジットし、より親密に交流をおこなった。

<得られた成果>

2025 年度から本格化する若手研究者を中心とした研究交流に関して、具体的な計画を検討した。その結果、若手研究者が複数の英国側研究室を訪問して、より具体的な交流計画を策定するため、まず 2025 年 5 月 30 日に日本の若手メンバーを英国に派遣し、Oxford 大学等の英国側の研究室を訪問してもらうこととした。また、日英両方から若手の代表を選出することにより、若手研究者が自主的に交流計画を立案する体制づくりに成功した。

③ 国際頭脳循環の促進に資する若手研究者の人材育成に関する成果

<実施したこと>

2024 年度は、東京でキックオフ会議を開催した。2025 年 5 月に若手研究者 10 名程度が英国側の研究室をサイトビジットする計画を詳細に検討した。

<得られた成果>

東京で開催したキックオフ会議を通じて、日英の PI 同士、そして若手研究者同士の交流が促進された。これに加えて、国内の若手メンバーと PI 間の交流も促進される副次的な成果も得られた。

2. 研究実施体制

研究テーマ	中心となる研究者氏名	所属機関・部署・役職名
研究テーマ1	Erwin Reisner	University of Cambridge ・ Yusuf Hamied Department of Chemistry ・ Professor
研究テーマ2	野地 博行	東京大学・大学院工学系研究科・教授

研究テーマ3	Wei Huang	University of Oxford・Department of Engineering Science・Professor
研究テーマ4	末次 正幸	立教大学・理学部・教授
研究テーマ5	Huabing Yin	University of Glasgow・James Watt School of Engineering・Professor

3. 代表的な業績（原著論文、プレスリリース、表彰など）

1. Y. Minagawa, M. Yabuta, M. Su'etsugu, H. Noji, Self-growing protocell models in aqueous two-phase system induced by internal DNA replication reaction, *Nat. Commun.*, **16**, 1522, (2025)
2. K. Tomohara, Y. Minagawa, H. Noji, Artificial cells with all-aqueous droplet-in-droplet structures for spatially separated transcription and translation, *Nat. Commun.*, **16**, 627, (2025)