

未来社会創造事業 探索加速型
「共通基盤」領域
年次報告書(本格研究期間)

令和3年度 研究開発年次報告書

令和2年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：高橋 恒一]

[国立研究開発法人理化学研究所 生命機能科学研究センター・チームリーダー]

[研究開発課題名：ロボティックバイオロジーによる生命科学の加速]

実施期間：令和3年4月1日～令和4年3月31日

§1. 研究開発実施体制

(1)「高橋(恒)」グループ(国立研究開発法人理化学研究所)

- ① 研究開発代表者:高橋 恒一 (生命機能科学研究センター、チームリーダー)
- ② 研究項目
 - ・ロボティックバイオロジー基本技術体系の開発と実証

(2)「光山」グループ(国立研究開発法人産業科学総合研究所)

- ① 主たる共同研究者:光山 統泰 (人工知能研究センター、チーム長)
- ② 研究項目
 - ・バイオ実験自動化のためのサイバー・フィジカルシステム基盤技術開発

(3)「太田」グループ(国立大学法人東京大学)

- ① 主たる共同研究者:太田 禎生 (先端科学技術研究センター、准教授)
- ② 研究項目
 - ・細胞・分子生物学的研究室における生命科学実験自動化システムの実証

(4)「尾崎」グループ(国立大学法人筑波大学)

- ① 主たる共同研究者:尾崎 遼 (医学医療系、准教授)
- ② 研究項目
 - ・異種類ロボット-AI 連携のための情報システムの開発

(5)「内藤」グループ(慶應義塾大学)

- ① 主たる共同研究者:内藤 泰宏 (環境情報学部、教授)
- ② 研究項目
 - ・生命科学実験自動化のための情報システム実装と人材育成

(6)「高橋(政)」グループ(神戸アイセンター病院)

- ① 主たる共同研究者:高橋 政代 (研究センター、研究センター長)
- ② 研究項目
 - ・再生医療分野における生命科学実験自動化システムの実証

§2. 研究開発成果の概要

ハードウェア開発の基礎となるロボット実験センター施設については、昨年度までに詳細設計を完了しており、本年度には施設第 1 期工事としてロボット実験エリアおよびロボット実験エリアに隣接し、ロボット実験の試薬準備や解析などを行うロボット実験準備エリアの整備を完了した。ソフトウェア開発については、実験プロトコル記述言語とその処理系を継続して開発している。本年度は、昨年度および探索研究での実験プロトコル記述言語のプロトタイプ開発で得られた知見をベースに、次期版の実験プロトコル記述言語に関する基礎的な計算モデルおよびコンセプトを検討した。また、生命科学における実験室自動化のためのスケジューリング問題を、時間制約のある操作を複数の異なる機器で行う実験室自動化のためのスケジューリング問題と定義し、混合整数計画問題として定式化し、分枝限定法を用いたスケジューリング手法を開発した (Itoh and Horinouchi et al., 2021)。ロボット実験の高度化として、ゲノム解析分野ならびに再生医療分野におけるプロトコルの開発を継続している。特に、再生医療分野においては、網膜色素上皮不全症患者への iPS 細胞由来網膜色素上皮細胞の移植治療に本課題で開発したロボット動作を用いることを目的としており、培養における一部工程の自動化を実装した。本工程は 2022 年 2 月 17 日付けにてアイセンター病院から提出した「網膜色素上皮 (RPE) 不全症に対する同種 iPS 細胞由来 RPE 細胞凝集紐移植に関する臨床研究」が厚生科学審議会再生医療等評価部会にて了承されたことにより、臨床研究として社会実装されることとなった。また、ソフトウェア開発・人材育成として、AI ロボット駆動科学に関する実習講義を開催した。

【代表的な原著論文情報】

Itoh and Horinouchi et al., Optimal Scheduling for Laboratory Automation of Life Science Experiments with Time Constraints. *SLAS Technology* **26**(6), 650-659 (2021)