

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4年4月1日～令和5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

本課題では生命科学分野におけるロボット実験技術体系の確立を目的とし、神戸市にロボット実験技術の開発実証施設であるロボティック・バイオロジー・プロトタイピング・ラボ(RBPL)を建設している。これまでに第2期工事が完了し、複数台の汎用ヒト型ロボットを含む主なハードウェア整備が完了した。本課題では並行して次世代型実験ロボットシステムについても研究開発を進めており、現在までにハードウェア面では異種機器の連携を前提としたシステム構成に関して概念設計と詳細設計が完了し、2023年度中に予定している第3期工事でロボットが配置される予定である。ソフトウェア面ではこれまでに開発したロボット機器間通信制御ミドルウェアおよび実験プロトコル記述言語 LabCode とその処理系の開発を進めている。ロボット実験の応用面では、汎用ヒト型ロボットと新規開発の自動実験計画 AI を接続した自律ロボットシステムを構成し、iPS 細胞からヒト網膜色素上皮細胞(RPE 細胞)への分化誘導実験の至適条件を AI ロボットが人間の介在なしに探索可能であることを実証した[1]。分化誘導条件の探索は再生医療において最も経験と技術に依存する実験プロセスのひとつであり、最適な条件の確立には多くの時間と労力を要するため、この試行錯誤のプロセスを自律化した意義は大きい。また、オミクス解析に関してもこれまでに FLAG-IP, FFPE ChIP-seq, RamDA-seq などの高度なオミクス解析プロトコルの動作に成功している。ロボット実験センター施設における効率的な機器の利用を実現するスケジューリングアルゴリズムについて、これまでに開発した分枝限定法の利用を拡張し、焼き鈍し法と貪欲法を融合することで高速なスケジューリングを可能とした SAGAS 法を新たに開発した[2]。また、本年度も AI ロボット駆動科学に関わる人材育成の一環として、実習講義を開講した。

【代表的な原著論文情報】

[1] Kanda and Tsuzuki et al., Robotic search for optimal cell culture in regenerative medicine. *eLife* (2022)

[2] Arai et al., SAGAS: Simulated annealing and greedy algorithm scheduler for laboratory automation *SLAS Technology* (2023)