研究開発項目

1．AI ロボット科学者の身体

2023年度までの進捗状況

1. 概要

これまで**人間の科学者だけではできなかった理化学実験**を実施するため、人間の身体能力を超えた**器用さ**を備え、かつ人間の身体能力を超えて**正確・精密**な実験操作を行うための**AI ロボット科学者の身体**を開発します。

具体的には、（1）自律的に探究を行う頭脳を搭載するための AI ロボットプラットフォーム、（2）AI ロボットプラットフォームに搭載するためのマイクロロボットツールの研究開発を行います。

2. これまでの主な成果

ライフサイエンス分野の実験では、顕微鏡下で微細かつ複雑な作業を行う必要があり、**熟練の科学者でも失敗**してしまう場合も多くあります。また、既存のロボット技術は、硬い物体に対する定型タスクの繰り返しは得意としていますが、**モデル生物のような微小かつ柔軟なサンプルに対する非定型タスク**を苦手とします。

このプロジェクトでは、まず、**熟練の科学者の身体能力を超える操作をロボットの遠隔操作や自動制御によって実現**し、その後に、その**実験をロボットが自ら考えて実行する（自律化する）ロボット AI と統合**します。現在は、AI との統合を想定したプラットフォームやマイクロロボットツールの試作を進めています。

（1）AI ロボットプラットフォーム （原田）

これまでに**サイエンス探求自律化を研究するための AI ロボットプラットフォーム**を開発してきました。この AI ロボットプラットフォームでは、顕微鏡下に設置された実験対象物に対して、**機能の異なる 4 台のロボットアームが同時に複雑な操作**を行うことができます。このロボットにより、様々なモデル生物に対して、**高精度かつ複雑な実験操作**を行うことができることを実証しました。また、研究を加速するための**デジタルツイン（シミュレーター）**も開発しています。ライフサイエンスの分野では、AI を訓練するためだけに大量に実験を行うことはできません。ロボットの自律化のための AI を効率的に研究する環境としてデジタルツインを提供しています。このロボットの制御技術は、様々なロボットに搭載可能な汎用的な技術です。

図 1-1 AI ロボットプラットフォーム

図 1-2 デジタルツイン（https://aiscienceplatform.github.io/）

（2）マイクロロボットツール （新井）

細胞のような微細かつ柔軟な実験対象物に対して人間の身体能力を超えて**正確・精密な実験操作**を行うため、様々なマイクロロボットツールを開発しています。例として、**様々な実験環境において、ロボットが自らの身体構造を変えて、所望のマニピュレーション性能をオンデマンドで構築**できるプラットフォーム：Modular-Robotic Extender（M-REx）を実現しました。その他、植物の根（直径約 100 μm）から約 10 μm の大きさの細胞を 1 個ずつ回収するためのマイクロロボットツール、生体組織から AI によって狙った場所の細胞を採取するためのマイクロロボットツールなども開発中です。熟練科学者でも困難な微細操作をロボット化することにより**実験データの質の向上**にも貢献します。

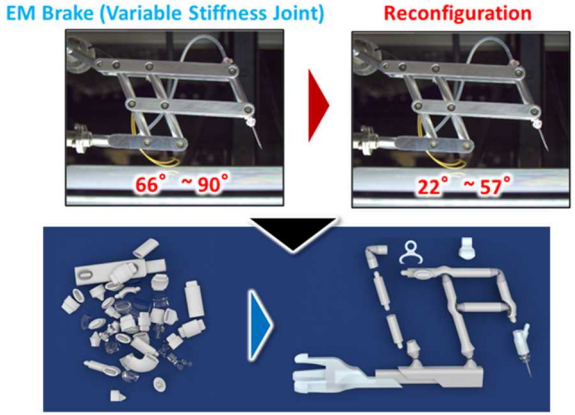

図 1-3 M-REx モジュール型マイクロロボットツール

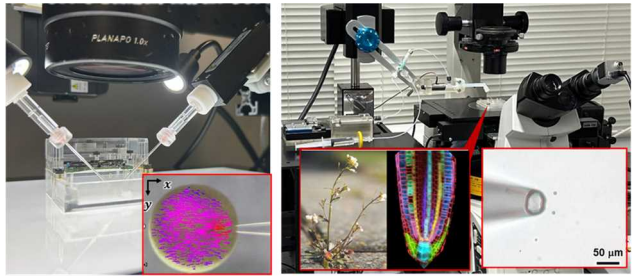

図 1-4 高精度細胞操作のためのマイクロロボットツール
（左：卵母細胞への刺入、右：植物細胞の回収）

3．今後の展開

引き続き、プラットフォーム及びロボットツールの改良とシステム統合を進めます。また、「研究開発項目（2）AI ロボット科学者の頭脳」で開発される AI との統合を進めることにより、**探究の自律化**への移行を目指していきます。更に「研究開発項目（3）AI ロボット科学者による理化学実験」において科学者と連携し、人間の科学者だけではできなかった理化学実験による新たな発見を行うことで AI ロボット科学者の貢献を示します。