

AI 活用で挑む学問の革新と創成
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

山口 諒

北海道大学 大学院先端生命科学研究院
助教

AI でリアルタイム制御する進化生態系の確立

研究成果の概要

2022年度は、数理モデルおよび数値シミュレーションを用いた進化実験を模した擬似時系列データ生成、および自動培養装置の導入による実験環境の整備を実施した。まず理論的側面では、単一種の個体群動態についてロジスティック方程式と適応度地形理論を組み合わせたモデルを新規に構築し、薬剤投与化における絶滅リスクとその後の進化的救助を数値的に表現することが可能となった。また、複数種の個体群制御に向けた数理モデルについても同様に、多種系ロトカ・ヴォルテラ競争方程式および多種系モノー資源消費モデルを進化的な文脈で拡張することができた。これらの数値シミュレーションを活用して適切なフィードバック制御を目的としたリアルタイムAI手法を検討しており、確率的な突然変異による環境適応がある場合には、リカレントニューラルネットワークによる個体群制御が一定の成果を上げることが判明した。

続いて実験的な成果について述べる。出芽酵母の自動培養装置として、溶液の濁度によって細胞密度のリアルタイムデータを計測可能な eVOLVER および Chi.Bio.を導入し、それぞれ単一種および複数種の実験実施に向けた試験運用を繰り返した。特に、単一種系における殺菌剤(ナイスタチン)の投与によって、細胞集団の増殖率低下と強い淘汰圧を引き起こすことが観察された。また、ナイスタチン存在環境に局所適応した時系列データも得られており、そのような進化後には増殖率の上昇が見られる一方、通常培地に戻して再度培養した際には増殖率が低下するというトレードオフが観察されている。このシンプルなダイナミクスはリアルタイム AI によって様々な淘汰圧(絶滅リスク)の条件に制御する対象として相応しく、次年度以降のフィードバック制御実装に向けて順調な成果が得られた。