

2024 年度年次報告書

生命と情報

2024 年度採択研究代表者

中村 絢斗

理化学研究所 脳神経科学研究センター
基礎科学特別研究員

低ランク神経回路理論に基づくコネクトーム解析

研究成果の概要

本研究は、生物の神経回路が持つ 2 つの重要な特性である「低ランク性」と「べき乗則」を統合的に扱う理論を構築し、その相互作用を明らかにした上でコネクトームデータを解析することで、神経回路の構造と機能の関係の理解を進めることを目的としている。初年度は、低ランク性とべき乗則の統合理論の構築を進めた。具体的には、接続重みがべき乗則に従うランダム神経回路モデルを、低ランク回路モデルの中で比較的解析しやすい連想記憶モデルに、基本的な生物学的制約を満たす形で拡張した。このモデルには複数の記憶が埋め込まれ、各記憶に対応する神経集団が選択的に活性化する安定状態を持つ。シミュレーション結果から、接続のばらつきを増大させると複数記憶間での自発的遷移が出現することを確認し、特にばらつきが有限分散分布にしたがう場合は各記憶の滞在時間の分布が指数的に減衰するのに対し、べき乗則分布の場合はべき的減衰を示す可能性が見出された。今後の展開として、より長時間のシミュレーションによる検証と、並行して導出した平均場方程式による滞在時間の解析的な表示を予定している。生物学的な観点からべき乗則的な状態遷移が持つ意義を考えたとき、異なる強度を持つ記憶の自発的想起や効率的な探索の実装に寄与する可能性があり、対応する生物現象の調査や実験提案も並行して進める計画である。以上の具体的な事例を足がかりにして、一般の低ランク回路への拡張と他の重要な事例の探索を進めていく。