

数学と情報科学で解き明かす多様な対象の数理構造と活用  
2020年度採択研究代表者

2022年度  
年次報告書

森岡 博史

理化学研究所 革新知能統合研究センター(AIP)  
研究員

非線形表現学習による大規模ネットワーク動的機能構造の解明

## 研究成果の概要

本研究は、未だ多くの謎にまつまれている大規模ネットワークに発現する様々な動的機能構造のメカニズムの解明を目的とする。そのために、新たな理論に基づく非線形ネットワークダイナミクス表現学習法を開発し、ネットワーク時系列データからの、非線形ダイナミクスと、その動的機能を駆動・制御している潜在因子のデータ駆動表現学習を実現することで挑戦する。本年度は主にデータの背後にある「高次因果構造」に注目し、その推定をデータ駆動的に行う因果表現学習法の開発に従事した。提案法は、近年代表者らが開発した深層学習に基づく非線形独立成分分析を、変数間に因果構造を持つモデルへと理論的に拡張することで、観測データの背後にある高次因果変数とその因果構造を同時に推定する手法である。従来の推定法は時間的因果や教師情報に基づくものがほとんどであり、適用先が限られる。この研究では新たに因果モデルに対して構造的な仮定をもつことで教師情報なしでその同定性が保証できることを示し、さらにその実用的な推定法を提案した。提案法の優位性はシミュレーションデータで評価したほか、より現実的なモデルとして細胞内の遺伝子発現量を模倣したデータへ適用した結果、従来法よりも高い性能で背後にある遺伝子制御ネットワークを推定できることが示された。提案法はデータの背後にある高次因果構造を解明する上で極めて汎用性の高い手法であり、様々な対象に適用可能であるため、本プロジェクトへの貢献を含め今後さらなる発展が期待できる。