

数学・数理科学と情報科学の連携・融合による情報活用基盤の創出と社会課題解決に向けた展開

2020年度採択研究代表者

2022年度  
年次報告書

野津 裕史

金沢大学 理工研究域  
教授

力学系理論に基づく物理リザー計算能力の強化

主たる共同研究者:

千葉 逸人 (東北大学 材料科学高等研究所 教授)

中嶋 浩平 (東京大学 大学院情報理工学系研究科 准教授)

## 研究成果の概要

物理リザバー計算の大きな特徴のひとつは、大部分の演算を物理系にアウトソースし、計算コストを低減できることです。通常のニューラルネットワークにおいて一般的に計算コストが高い学習を物理リザバー計算で置き換えることに成功しました。具体的には、光を用いた物理ニューラルネットワークにおいて、物理リザバー計算とダイレクトフィードバックアライメントを組み合わせたアイデアにより、誤差逆伝播法に変わる新しい学習方法を提案しました。また、物理リザバー計算の枠組みにおいて、微生物の運動を用いた物理系に計算能力があることを、実験と数値シミュレーションから明らかにしました。これにより、生態系という物理リザバー計算における新しい計算資源・応用先を示し、物理リザバー計算の可能性を広げました。さらに、大自由度常微分方程式系や偏微分方程式に支配される力学系のソルバー開発を継続的に行い、様々な物理リザバー計算をバーチャルに行うためのツール開発を進めました。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Nakajima, M., Inoue, K., Tanaka, K., Kuniyoshi, Y., Hashimoto, T., & Nakajima, K. (2022). Physical deep learning with biologically inspired training method: gradient-free approach for physical hardware. *Nature Communications*, 13(1), 7847.
- 2) Ushio, M., Watanabe, K., Fukuda, Y., Tokudome, Y., & Nakajima, K. (2023). Computational capability of ecological dynamics. *Royal Society Open Science*, 10(4), 221614.