

数理的情報活用基盤: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

2021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バー計算能力の強化

§ 1. 研究成果の概要

本研究における重要な研究項目のひとつは、数理モデリングと数値シミュレーションによって物理リザバー計算をバーチャルに実装し、各種パラメータ等の影響・効果を調査することにより、物理リザバーの情報処理能力を強化することです。特に、空間多次元におけるバーチャル物理リザバー計算は、物理リザバーの対象を拡大するきっかけとなる可能性があります。我々は、その例をひとつ作ることに成功しました。すなわち、物理リザバーのひとつとして2次元円柱周りの非圧縮粘性流れを考え、ナビエ・ストークス方程式を用いてバーチャルに物理リザバー計算を実装してその情報処理能力を調査しました。その結果、カルマン渦に遷移する直前の、大きな双子渦が形成されるレイノルズ数において、情報処理能力が最も高くなることを発見しました。また、リザバーとして、同期現象における蔵本モデルを採用し、その精度や実用性の検証を行いました。その結果、分岐点近傍において計算能力があがるであろうという、本研究計画の目標が達成される見込みが得られました。

§ 2. 研究実施体制

(1) 野津グループ(金沢大学)

- ① 研究代表者:野津 裕史 (金沢大学 理工研究域 教授)
- ② 研究項目
 - ・バーチャル物理リザバー計算の実装
 - ・大自由度非線形常微分方程式系ソルバーの開発

(2) 中嶋グループ(東京大学)

- ① 主たる共同研究者:中嶋 浩平 (東京大学 大学院情報理工学系研究科 准教授)
- ② 研究項目
 - ・物理系の情報処理能力を定量する指標の考案と解析
 - ・物理リザバー計算の実装:スピントロニクスとソフトマテリアル

(3) 千葉グループ(東北大学)

- ① 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)
- ② 研究項目
 - ・ネットワーク上の結合振動子系を用いたリザバー計算の基礎の確立

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Twin vortex computer in fluid flow”, *New Journal of Physics*, 23, 063051, 2021.
- 2) “Unifying framework for information processing in stochastically driven dynamical systems”, *Physical Review Research*, 3, 043135, 2021.
- 3) “A Hopf bifurcation in the Kuramoto–Daido model”, *Journal of Differential Equations*, 280, 546–570, 2021.
- 4) “A shape optimization problem constrained with the Stokes equations to address maximization of vortices”, *Evolution Equations and Control Theory*, 2022 (Online First).
- 5) “A convective boundary condition for the Navier–Stokes equations”, *Applied Mathematics Letters*, 128, 107876, 2021.