

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

2020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、物理リザバーとして2次元円柱周りの非圧縮粘性流れを検討しました。流れの基礎方程式であるナビエ・ストークス方程式は、双曲型方程式と放物型方程式の両方の性質を持っています。無次元数であるレイノルズ数を小さい値から大きい値に変化すると、円柱下流域において双子渦と呼ばれる2つの対称な渦が観察され、これが次第に大きくなり、カルマン渦、そして乱流へと変化することが知られています。我々は、標準的な時系列モデル(NARMA モデル)を用いて、この円柱周りの流れがもつ情報処理能力をバーチャル物理リザバー計算により調査しました。その結果、双子渦が最も大きくなり、カルマン渦に遷移する直前の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、カルマン渦に遷移すると、リザバー計算の再現性を保証するエコ・ステート・プロパティが破れるため、カルマン渦はそのままでは計算に使えないことも明らかとなりました。この成果は、渦の新しい意味・価値を提供しています。

§ 2. 研究実施体制

(1) 野津グループ

- 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

- 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

- 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