

2023 年度年次報告書

複雑な流動・輸送現象の解明・予測・制御に向けた新しい流体科学

2021 年度採択研究代表者

佐藤 慎太郎

東北大学 大学院工学研究科

助教

アポステリオリ流体幾何学の創出

## 研究成果の概要

本研究は、実験・数値流体力学から得られる大規模で複雑なデータを基にした流動現象の本質を幾何学的な観点から帰納的に理解する学問の構築およびそれに基づく流動現象の革新的な予測・制御技術の確立を目的としたものである。

本年度は、昨年度に引き続いて、流動現象のモード解析を基礎として、さまざまな流れのパラメータに対して適用できるロバストな低次元モデルの構築に向けた研究を実施し、以下の知見を得ることができた。

流れ場の時系列データから抽出される特徴構造が張る部分空間に着目した新たな低次元モデルの構築に取り組んだ。流れ場の部分空間をグラスマン多様体上の点として考え、グラスマン多様体の構造を考慮することで、データセットに含まれていないパラメータの特徴構造を推定できることを確認した。具体的には、グラスマン多様体の接空間上での補間問題を考えることによって、流れ場の特徴構造を正しく推定するためのフレームワークが構築できることを確認した。

具体的には、円柱周りの流れ場を対象とし、データセットに含まれていないレイノルズ数の流れ場を多様体補間法を用いて推定する問題に取り組んだ。円柱周り流れの特徴構造は固有直交分解法を用いて抽出し、そのモードが張る部分空間の集合について、グラスマン多様体上での補間を行った。レイノルズ数の変化に伴い、円柱周り流れを特徴付ける部分空間は変化するが、多様体補間法を用いることで、その部分空間の変化を捉えることができた。また、その部分空間に基づく低次元モデルを構築し、データセットに含まれていないパラメータに対しても、流れ場の時間発展を正しく記述できることを確認した。本手法を用いることで、複数のパラメータ条件に対する流れ場の時系列データから抽出された特徴構造から、その特徴構造のパラメータ依存性について議論できることを確認した。