

2021 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	野々村拓
研究機関名	東北大学
所属部署名	大学院工学研究科
役職名	准教授
研究課題名	スパース非線形低次元モデルによる複雑流動場の先進フィードバック制御
研究実施期間	2021 年 4 月 1 日～2022 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本年度は、計画通り 1. 情報科学を用いた超高解像度複雑流動場実験データベースの構築、と 2. ノイズロバストな非線形低次元モデルの構築の研究項目に加え、一部先行して 3. 入出力システムの同定によるスパースセンサとスパースアクチュエータ最適化の研究を行った。

1. の研究項目に関しては、実験のセットアップと粒子画像速度計測法の高解像度化のためのアルゴリズム開発を行った。過去研究の再帰的相関法を実装し、外れ値が含まれた高解像度な速度場を得ました。このデータに対して、速度場が低ランクで近似できるとしてこれを高空間解像度に推定する Gappy-Robust Proper Orthogonal Decomposition (GRPOD) 法を提案した。本手法は粒子の存在のため高周波のノイズが入る欠点はあるものの、十分な精度で速度場が予測できることを明らかにした。他に、せん断力計測のために用いるオプティカルフローの改良研究や背景指向シュリーレン法の高解像度化、高速流の粒子画像速度計測法におけるシングルピクセル解像度での速度変動分布の推定方法を提案した。
2. の研究項目に関しては、圧力センサの出力から翼周り剥離流れ場の推定を行う研究を行った。粒子画像速度計測法で得られた速度場を固有直交分解し、モードおよび圧力センサの出力の時系列データから、線形な状態空間モデルを構築した。ノイズモデルのハイパーパラメータなどを調整することで 90% 程度の誤差、0.5 程度の重み付き相関で場が推定できることを明らかにした。誤差は大きいですが、大きな流体構造を捉えることができた。
3. の研究項目に関しては提案する少ない点での解析で速度場をリアルタイム推定するスパースプロセッシング PIV においてより最適されたセンサ点で精度が向上することなどを示し、実際にリアルタイム推定ができることを示した。