

2024 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

2023 年度採択研究代表者

大道 勇哉

宇宙航空研究開発機構 航空技術部門

主任研究開発員

非周期的・間欠的流動現象のデータ駆動モデリング

研究成果の概要

本研究では、提案手法である VMD-NCS 解析と Convergent Cross Mapping (CCM)を組み合わせた相互作用解析法の開発と検証を行った。まず、Pitching airfoil 周りの流れ場を対象として解析を実施した。その結果、ピッチング運動が渦放出変動に影響を与えていることを VMD-NCS 解析で得られる ICS 間の CCM 解析の結果として表現できることを実証できた。また、サロゲートモデルによる有意性の検証が有効であることを確認した。更に、CCM を位置ごとに実施し比較することにより、現象間で作用が生じる領域を特定できる可能性があることがわかった。

次に、遷音速バフエット現象の感圧塗料計測データへの適用を行った。VMD-NCS 解析により、低周波数の衝撃波振動現象と高周波数のバフエットセル現象を分離して抽出することができた。さらに、これらの信号の瞬時位相と振幅を解析することで、現象間の位相-振幅関係や、圧力分布とバフエットセル振幅の関係を明らかにした。解析結果から、バフエットセル現象は低周波数の衝撃波振動の位相よりも、衝撃波背後の境界層剥離の状態に大きな影響を受けていることが示唆された。加えて、CCM 解析を実施し、位相-振幅関係の結果と整合する結果が得られることを確認できた。現在、論文投稿中である。

最後に、ノイズを含むデータへの VMD-NCS 解析の適用可能性を検証した。NASA-CRM モデルの非定常感圧塗料計測データを用いた検証では、VMD-NCS 解析はノイズを含むデータにも安定して適用可能であるものの、抽出された ICS に比較的大きなノイズが残ることが判明した。そこで、感圧塗料計測データに向けて開発されたノイズ低減手法による前処理を行うことで、ノイズが低減された ICS を抽出できることを確認した。