

2024 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書【公開版】

研究担当者	久谷 雄一
研究機関名	九州大学
所属部署名	大学院工学研究院 航空宇宙工学部門
役職名	准教授
研究課題名	量子コンピュータを用いた収束計算を必要としない近似流体計算
研究実施期間	2024 年 10 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

本研究では「量子コンピュータを用いた収束計算を必要としない近似流体計算手法」の構築を目指す。フェーズ 1 では古典コンピュータ上で量子シミュレーションの形でアルゴリズムの構築に取り組み、フェーズ 2 で量子コンピュータ実機に実装可能なアルゴリズムへ発展させる。

フェーズ 1 の目標を達成するためにはいくつかの重要なステップを踏む必要がある。その中でも、まず今後数十年で実現が見込まれる量子コンピュータ実機の規模に対応できるように、流体解析において課題となる広範な時空間スケールデータを効率的に圧縮する手法の確立が求められる。マルチスケールデータの圧縮は、量子シミュレーションにおいても重要な要件の一つである。そこで本研究では、近年提案された「テンソルネットワーク法の流体計算への応用」に着目し、本年度はその基礎的理解に取り組んだ。テンソルネットワーク法は元来、量子多体系のシミュレーションを目的として開発された手法であり、中でも行列積状態 (MPS: Matrix Product State) を用いるアプローチでは、特異値分解を活用することで、パラメータ情報の効率的な圧縮を可能にしている。これまでに複数の先行研究が、主に二種類の MPS を活用してテンソルネットワーク法の流体計算における有用性を示している。しかしながら、先行研究ではテンソルネットワーク法による計算時間の短縮効果は報告されているものの、異なる種類の MPS それぞれの詳細な特性についてはほとんど言及されていない。そこで本年度は、まず先行研究で提案された手法の再現を行い、それらの基礎的理解に努めた。具体的には、異なる二種類の MPS がどのような流れ場に対して効果的であるかを検証し、さらに詳細なエラー解析も実施した。また、先行研究でテンソルネットワーク法が有限差分法に適用されていたのに対し、本研究では他の流体計算手法への応用も試み、まだ初期の段階ではあるがその有用な結果も示されている。