

革新的コンピューティング技術の開拓
2020年度採択研究代表者

2022年度
年次報告書

深谷 猛

北海道大学 情報基盤センター
准教授

低精度・低信頼性演算を活用した数値計算アルゴリズムの創出

研究成果の概要

低精度演算を活用した数値計算アルゴリズムに関して、主に以下の成果を得た。

密行列の固有値問題に関して、べき乗法の混合精度型アルゴリズムを構築し、詳細な数値実験を実施した。実験結果より、アルゴリズムの数値的挙動に関する有益な知見を得るとともに、一般的な CPU 環境における一定の速度向上を確認した。これらの結果を踏まえて、今後はより複雑な固有値計算・特異値計算のアルゴリズムに対する低精度演算の活用について研究を進める予定である。

一方、疎行列を係数とする大規模連立一次方程式に対する低精度演算を用いた混合精度型アルゴリズムの研究開発では、前処理に対する低精度演算の利用可能性を検証した。様々なテスト問題を用いて数値実験を実施した結果、前処理部分に対しても積極的な低精度演算の導入が可能であることが確認できた。これにより、前処理と解法本体の両方における低精度演算の導入可能性が明らかになった。次のステップとして、この知見を生かして、より効率的な混合精度型アルゴリズムを構築することが挙げられる。

上記の成果に加えて、これまで対象としていた GMRES(m)法以外の反復解法に関して、低精度演算の導入可能性を検証した。数値実験の結果、一定の条件下では、GMRES(m)法よりも有望となり得る手法があることが確認でき、詳細について、今後、検証を進める予定である。また、アルゴリズムを構築する基盤技術の一つである、縦長行列の QR 分解に関して、詳細な性能評価を実施し、今後のアルゴリズム開発において有益となる知見を得ることができた。

上述の低精度演算に関連した研究とともに、低信頼性演算を活用したアルゴリズムの開発に関する調査や検討も進めた。近似計算などの最新の研究を調査した上で、想定すべき状況を整理し、アルゴリズム開発の指針を立てた。今後は、実際にアルゴリズムを構築し、数値実験により有効性を検証する予定である。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Yingqi Zhao, Takeshi Fukaya, Linjie Zhang, and Takeshi Iwashita, “Numerical Investigation into the Mixed Precision GMRES(m) Method Using FP64 and FP32”, *Journal of Information Processing*, Vol. 30, pp. 525-537, 2022.
- 2) Takeshi Fukaya, “Distributed Parallel Tall-Skinny QR Factorization: Performance Evaluation of Various Algorithms on Various Systems”, *International Conference on Parallel and Distributed Computing: Applications and Technologies (PDCAT 2022)*, LNCS vol. 13798, pp. 275-287, Sendai, Japan (Hybrid), December 8, 2022.