

革新的コンピューティング技術の開拓  
2019 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書
------------------

鯉渕 道紘

国立情報学研究所  
准教授

耐故障並列計算と高速ロシー結合網の協調

## § 1. 研究成果の概要

本研究では、(1)アルゴリズムレベルで高い耐故障性を有する並列計算アプリケーションと、(2)耐故障性に関する機能を最小限に留める高速結合網という二つの開発を進めています。そして、(1)と(2)を協調させる設計技術を用いた高性能クラウド並列計算基盤の実現を目指しています。

2020年度は、まず、結合網に関して通信データの重要度に応じて非可逆データ圧縮技術を導入し、転送効率と計算結果の品質のトレードオフを探究しました。結合網の通信遅延要求は1マイクロ秒以内と極めて小さいため、圧縮と解凍の処理時間を数十ナノ秒オーダーに抑える設計が必要となります。そこで、特定のビット列のパターンに一致する場合にのみ圧縮するFPC (Frequent Pattern Compression)アルゴリズムを応用する方式と、1次元配列データの規則性を利用する方式を併用して通信データを低遅延で圧縮する技術を開発しました。さらに、出発地と目的地において、データ圧縮および解凍処理をパケット転送のパイプライン処理と並列実行する方式を提案しました。シミュレーションによる評価結果より、提案方式は、典型的な並列計算ベンチマークの解の要求精度を満たした上で、実行時間の大幅な向上を達成する可能性があることを発見しました。

次に、昨年引き続き、並列計算アプリケーションに対して、Algorithm-Based Fault Tolerance (ABFT)を導入する方法を探究しました。この技術により、プログラマが通信障害を想定して、耐故障性を有する並列計算アプリケーションを容易に開発可能となります。すべての通信時に発生するソフトエラーをABFTにより訂正することは、コストの面で現実的ではありません。そこで、2箇所までのエラーをABFT計算により訂正し、それ以上の箇所のエラーが同時に生じた場合、都度再送することで、並列行列計算の実行時間が大幅に短縮できる可能性があることが分かりました。