MPI の効率化に関する研究

報告書番号：R24JFHC0313
利用分野：事業共通
URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2024/26608/

責任者

藤田直行，セキュリティ・情報化推進部スーパーコンピュータ活用課

問い合せ先

鎌田 めぐみ，小島 良実(kamata.megumi@jaxa.jp,kojima.yoimi@jaxa.jp)

メンバ

鎌田 めぐみ，小島 良実

事業概要

計算流体力学（CFD）は，航空宇宙工学において重要な技術であり，高性能コンピュータの主要な応用分野です．ほとんどの CFD ソフトウェアは，並列化のために MPI を使用しています．大規模スーパーコンピュータでは，CFD に割り当てられた計算ノードがインターコネクトを介して散在しており，遠くのノード間の通信が CFD ソフトウェアの並列効率に影響を与えます．Fugaku や JSS3（JAXA スーパーコンピュータシステム第 3 世代）などの近代的なスーパーコンピュータシステムは，高効率で高スループットな通信を計算ノード間で提供するために，高度なインターコネクト（Tofu インターコネクト）を採用しています．しかし，ネットワークトポロジーの高い複雑性により，CFD アプリケーションのデータ構造とは関係のない自動的なランク割り当てに依存するだけでは，最適な MPI 通信を実現することが難しいのです．本研究では，複雑なノード接続トポロジーを持つスーパーコンピュータシステム（Tofu インターコネクトなど）における CFD アプリケーションの最適な MPI 通信を実現することを目的としています．具体的には，JAXA が開発した CFD ソルバーに MPI ランクの再配置機能を実装し，その効果を評価します．

JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

本研究はスーパーコンピュータにおける CFD アプリケーションの性能向上を目的とした研究であり，実際のスーパーコンピュータ上でプログラムを実行することにより，その性能を検証する必要があるため，スーパーコンピュータを利用した．

今年度の成果

CFD アプリケーションのために MPI ランク最適化手法を実装し，複雑なノード接続トポロジーを持つスーパーコンピュータでその効果を評価しました．結果は，特定の状況において最適化が強スケー

リングを改善できることを示しています.

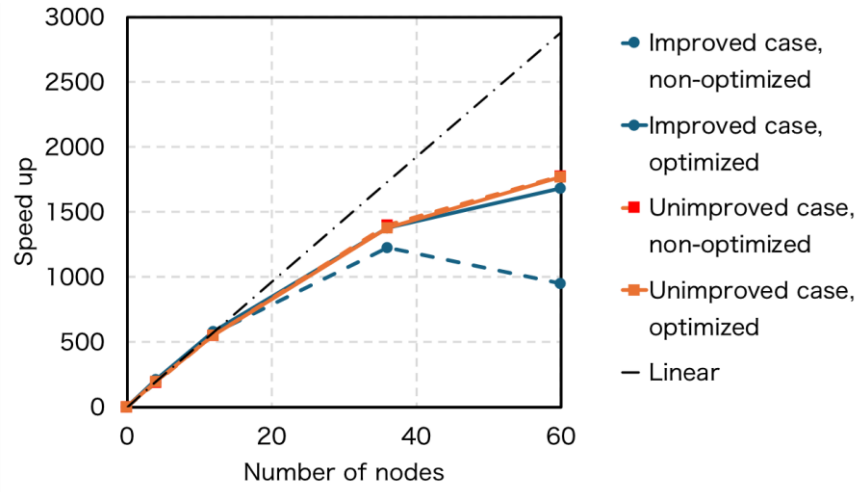

図 1: 図は, MPI ランク最適化を適用した場合の強スケーリングの大幅な改善を示す改善されたケース（青い曲線）を示しています. 一方, 改善されていないケースでは, 最適化されてもされなくても強スケーリングは改善されていません.

成果の公表

-その他

SC24 の JAXA ブースにてポスター発表

JSS 利用状況

計算情報

プロセス並列手法	MPI
スレッド並列手法	非該当
プロセス並列数	48 - 2880
1 ケースあたりの経過時間	30 分

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%)： 0.11

内訳

計算資源		
計算システム名	CPU 利用量(コア・時)	資源の利用割合※2 (%)
TOKI-SORA	3,028,682.76	0.14
TOKI-ST	3.99	0.00
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	0.00	0.00
TOKI-TST	0.00	0.00
TOKI-TGP	0.00	0.00
TOKI-TLM	0.00	0.00

ファイルシステム資源		
ファイルシステム名	ストレージ割当量(GiB)	資源の利用割合※2 (%)
/home	84.58	0.06
/data 及び/data2	8,604.29	0.04
/ssd	726.55	0.04

アーカイバ資源		
アーカイバシステム名	利用量(TiB)	資源の利用割合※2 (%)
J-SPACE	17.59	0.06

※1 総資源に占める利用割合：3 つの資源(計算,ファイルシステム,アーカイバ)の利用割合の加重平均
※2 資源の利用割合：対象資源一年間の総利用量に対する利用割合

● ISV 利用量

ISV ソフトウェア資源		
	利用量(時)	資源の利用割合※2 (%)
ISV ソフトウェア(合計)	0.00	0.00

※2 資源の利用割合：対象資源一年間の総利用量に対する利用割合