

GPU を用いた流体解析の研究開発

報告書番号：R23JDA201G24

利用分野：航空技術

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2023/24034/

● 責任者

中北和之, 航空技術部門航空環境適合イノベーションハブ

● 問い合わせ先

サンシカアンドレア(sansica.andrea@jaxa.jp)

● メンバ

ラッシャー デービッド, 大道 勇哉, サンシカアンドレア, ザウナー マルクス

● 事業概要

OpenACC で FaSTAR のデフォルトルーチン計算高速化. GPU ベース FaSTAR で, CRM-HL 状の低速失速の解析を行う. GPU ベース FaSTAR で, バフエットの解析を行う.

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

CFD ソルバー の GPU バージョンを開発するには, JSS3 で利用可能な GPU ノードを使用してコードを検証し, 大規模なシミュレーションを実行できる.

● 今年度の成果

FaSTAR-GPU について:FaSTAR の GPU で OpenACC による高速化と最適化. マルチ GPU 版とマルチ CPU 版の結果は, よく一致しています (図 1). 一般的なセットアップでは, 実行の加速は 2x になった.

OpenSBLI について:JSS の TOKI-RURI の GPU ノードで OpenSBLI を開発して, 最大 100 億格子のマルチブロックの高忠実度の高速バフエット解析をできた. 世界初のワイドスパンバフエットのスケール分解高忠実度シミュレーションを AR=3 のアスペクト比まで実行し(図 2), 3D 効果を調査しました. 第 55 回流力講演会/第 41 回 ANSS の航空宇宙数値シミュレーション技術部門の最優秀賞はこのシミュレーションが受賞しました.

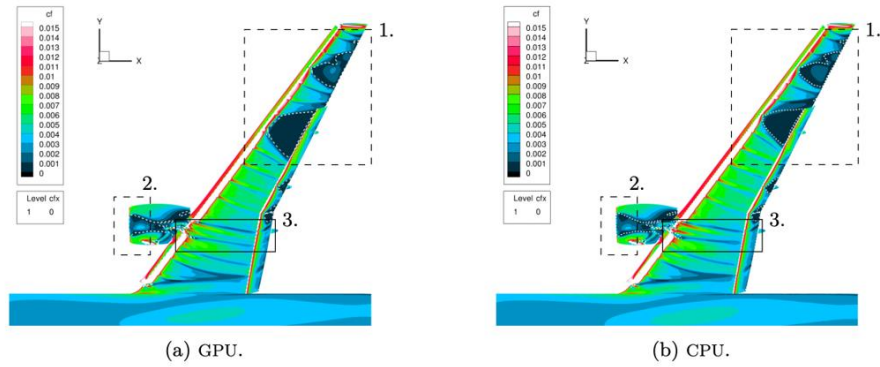


図 1: 実際の航空機周り遷音速流れの FaSTAR-GPU と FaSTAR-CPU の比較

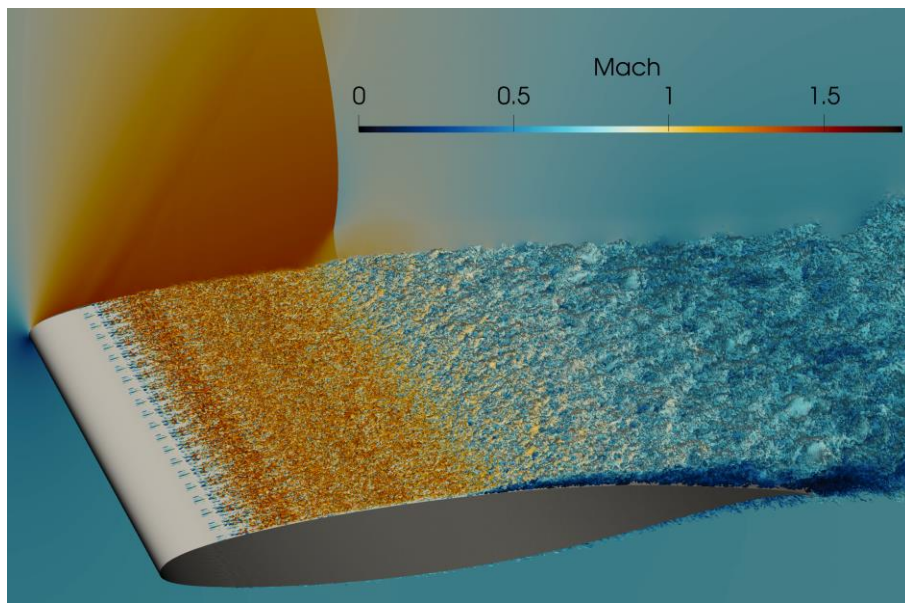


図 2: JSS3 TOKI-RURI GPU ノードで, NASA-CRM 翼のために, 遷音速バフエット OpenSBLI のシミュレーション.

● 成果の公表

-査読付き論文

- [1] DJ Lusher, A Sansica, A Hashimoto. Effect of Tripping and Domain-Width on Transonic Buffet on Periodic NASA-CRM Airfoils. arXiv preprint arXiv:2401.14793. AIAA-J (Under review, 2024).
- [2] David J. Lusher, Andrea Sansica, Neil D. Sandham, Jiangping Meng, Atsushi Hashimoto. OpenSBLI v3.0: High-Fidelity Multi-Block Transonic Aerofoil CFD Simulations using Domain Specific Languages on GPUs. Computer Physics Communications (Under review, 2024).

-査読なし論文

[1] P. Zehner, A. Sansica, A. Hashimoto. Investigation of the Mesh and Flow Influence on GPU Performance of Time Integration Methods for an Unstructured CFD Solver. ANSS Conference Tokyo, 2023.

[2] P. Zehner, A. Sansica, A. Hashimoto. Contribution of JAXA to APC-9 using GPU-accelerated FaSTAR: free-air and in-tunnel RANS calculations for CLmax prediction on the CRM high-lift configuration. ANSS Conference Tokyo, 2023.

[3] D.J Lusher, A. Sansica, M.Zauner, A. Hashimoto. High-fidelity simulations of transonic buffet on wide-span airfoils in the OpenSBLI automatic code-generation framework on GPUs. ANSS Conference Tokyo, 2023.

[4] A. Sansica, D.J Lusher, A. Hashimoto. Mach Evolution of the Cylinder Wake Flow Bifurcations. International Symposium on Shockwaves ISSW34. Daegu, Korea, 2023.

-招待講演

[1] D.J. Lusher, N.D. Sandham. OpenSBLI/OPS workshop Training course: OpenSBLI automatic code- generation framework. UK Turbulence Consortium, Oxford. United Kingdom 2023.

-口頭発表

[1] P. Zehner, A. Sansica, A. Hashimoto. Investigation of the Mesh and Flow Influence on GPU Performance of Time Integration Methods for an Unstructured CFD Solver. ANSS Conference Tokyo, 2023.

[2] P. Zehner, A. Sansica, A. Hashimoto. Contribution of JAXA to APC-9 using GPU-accelerated FaSTAR: free-air and in-tunnel RANS calculations for CLmax prediction on the CRM high-lift configuration. ANSS Conference Tokyo, 2023.

[3] D.J Lusher, A. Sansica, M.Zauner, A. Hashimoto. High-fidelity simulations of transonic buffet on wide-span airfoils in the OpenSBLI automatic code-generation framework on GPUs. ANSS Conference Tokyo, 2023.

[4] A. Sansica, D.J Lusher, A. Hashimoto. Mach Evolution of the Cylinder Wake Flow Bifurcations. International Symposium on Shockwaves ISSW34. Daegu, Korea, 2023.

[5] D.J Lusher, A. Sansica, A. Hashimoto. High-fidelity simulations of wide- span transonic airfoil buffet on multi-GPUs using automatic code-generation. JSFM, CFD37 Symposium Nagoya, 2023.

● JSS 利用状況

● 計算情報

プロセス並列手法	GPU
スレッド並列手法	非該当
プロセス並列数	128
1 ケースあたりの経過時間	100 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 4.12

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	1,364,131.95	0.06
TOKI-ST	4,655.28	0.01
TOKI-GP	7,374,608.25	95.86
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	8,364.68	0.64
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	1,200.11	1.00
/data 及び/data2	122,015.56	0.75
/ssd	32,114.44	3.03

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	7.06	0.03

※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)	43.99	0.02

※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