

「富岳」成果創出加速プログラム 航空機フライト試験を代替する近未来型設計技術の先導的実証研究

報告書番号：R21JCMP30

利用分野：競争的資金

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2021/18065/

● 責任者

稲富裕光, 宇宙科学研究所学際科学研究系

● 問い合わせ先

高木亮治(takaki.ryoji@jaxa.jp)

● メンバ

浅田 啓幸, 栗飯原 あや, 今井 和宏, 河合 宗司, 笥 雅行, 小泉 拓, 松村 洋祐, 前山 大貴, 三吉 郁夫, 高木 亮治, 玉置 義治

● 事業概要

航空機全機周りの実フライト条件での高忠実 LES 解析による高精度空力予測の実現

参考 URL: <http://www.klab.mech.tohoku.ac.jp/fugaku/index.html>

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

最終ターゲットである「富岳」と同じアーキテクチャを有する JSS を用いることで、効率良くプログラム開発が可能であるため。

● 今年度の成果

階層型等間隔直交構造格子法と埋め込み境界法(IB 法)を組み合わせた解析手法では、物体形状をアルゴリズムとして表現するため、特に物体表面での物理量分布や物体に働く力の計算に必要な表面積分に関して工夫が必要となる。昨年度に引き続き、第2回直交格子 CFD ワークショップの一環として2次元基本形状に対する verification を行い、我々の手法で格子収束性を有する結果が得られることがわかった(図1)。と同時に表面物理量分布に振動がみられるのは、壁近傍に設定する Image Point(IP)での物理量の計算誤差が原因であることもわかった。IPでの物理量は線形補間で値を求めているが、物体近傍で物理量勾配がある領域の格子解像度が粗いと線形補間の誤差が大きくなり、その結果表面分布に振動が見られることになる。

複雑形状である航空機高揚力形態の解析に向けて BCM 格子とレイヤー格子を重合させた格子を作成した。レイヤー格子は主翼上面に生成した。図2はレイヤー格子と背景格子である BCM 格子間で物理量データの受け渡しを行う重合境界を示している。色は領域分割されたそれぞれの領域を示す。

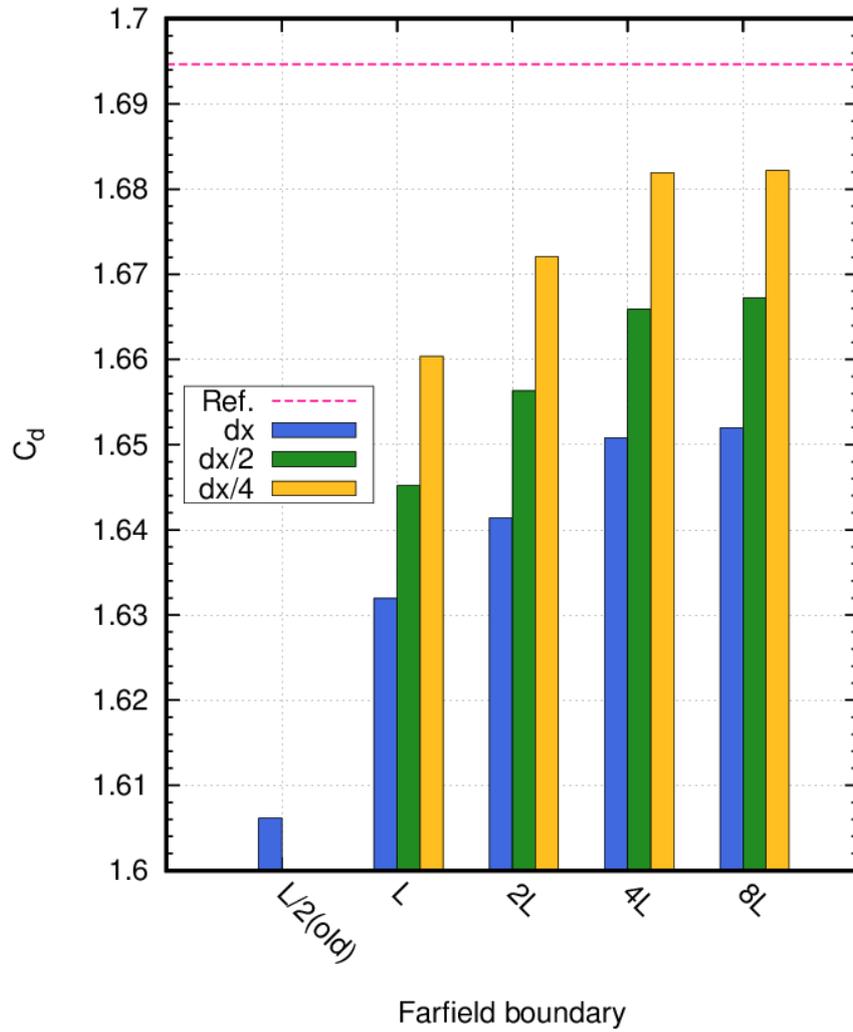


図1: 角柱の抵抗係数の格子収束性(横軸は遠方境界の広さ, 棒グラフの色は最小セルサイズ, "Ref."は参照値である物体適合格子での解析値を示す)

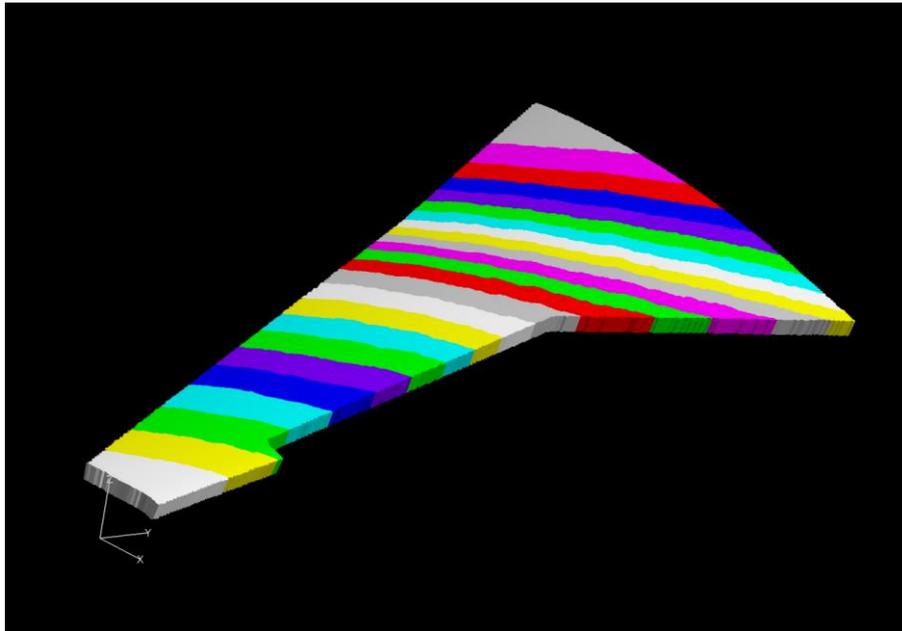


図 2: レイヤー格子と BCM 格子間でデータ通信を行う重合境界(色は領域分割されたそれぞれの領域を示す)

● 成果の公表

-査読なし論文

1) 高木亮治, 埋め込み境界法における表面分布予測精度の検証 —第 2 回 直交格子 CFD ワークショップ, pp115-124, 第 2 回直交格子 CFD ワークショップ講演集, JAXA-SP-21-009, 2022.2.15.

2) 高木亮治, CFD 構造格子プログラムの PRIMEHPC FX1000 向け高速化チューニングについて, pp217-223, 第 53 回流体力学講演会/第 39 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム論文集, JAXA-SP-21-008, 2022.2.14.

-口頭発表

1) 高木亮治, 埋め込み境界法における表面分布予測精度の検証 —第 2 回 直交格子 CFD ワークショップ, 3C02, 第 53 回流体力学講演会/第 39 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム, 2021.7.2.

2) 高木亮治, CFD 構造格子プログラムの PRIMEHPC FX1000 向け高速化チューニングについて, 2C05, 第 53 回流体力学講演会/第 39 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム, 2021.7.1.

● 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	OpenMP
プロセス並列数	1 - 48
1 ケースあたりの経過時間	50 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.97

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	22,274,375.08	1.08
TOKI-ST	66,708.91	0.08
TOKI-GP	52.44	0.03
TOKI-XM	9,762.26	7.03
TOKI-LM	15,748.04	1.17
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	781.10	0.78
/data 及び/data2	38,168.06	0.41
/ssd	2,212.62	0.57

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	3.76	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)	188.49	0.13

※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