

共同研究:遷音速用第 2 制限関数による高解像度・高効率 CFD 手法

報告書番号：R20JDA201N10

利用分野：航空技術

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2020/14571/

● 責任者

青山剛史, 航空技術部門数値解析技術研究ユニット

● 問い合わせ先

北村圭一(kitamura@ynu.ac.jp)

● メンバ

橋本 敦, 北村 圭一, 金森 正史, 川島 勇斗, 古澤 善克, 山口 拓真, 筒井 史也, 安村 祐哉, 間々下 智広, 柿崎 一樹, 本木 翔吾, 岡山 清風, 栗原 啓和, 牧野 楓, 石戸 大智

● 事業概要

低速バフエット条件における航空機全機周りの高解像 Delayed DES を実施した。この計算例は、世界的に実験データと一致する結果を得難い事が知られている。本研究では、非粘性流束の散逸を小さくし、格子依存かつ非定常な数値振動を制御する非定常前処理関数を新たに導入した。そしてその効果を数値実験により確認した。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

1) 本研究では航空機全機周りの大規模非定常 CFD を行っており、スパコンが必須である。2) 同時に本研究では新しい流体計算法の提案を行うため、提案手法が様々な空力問題に対し妥当な解を与える事を確認する必要がある。この際にも多くの計算ケースを効率良く実行するためにスパコンが必要である。

● 今年度の成果

昨年まで行っていた計算ケースでは、高解像度化された HR-SLAU2 で数値振動が生じるという課題があった。それに対して、時間刻みや時間平均区間の検証を行うことで数値振動を抑制させることができた。また最適な時間刻みや時間平均区間を用いることで、計算で得られる空力係数が実験値と近づくことも確認することができた。さらに乱流モデルと数値流束関数による影響を調査し、高解像度化された HR-DDES と HR-SLAU2 を組み合わせることで、従来と比べて空力係数が実験値に近づくことが明らかになった。

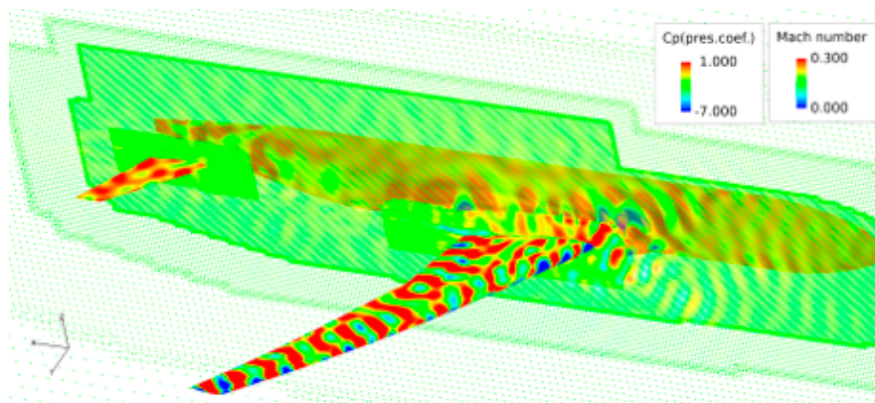


図 1: 時間刻みと時間平均検証前(数値振動発生)

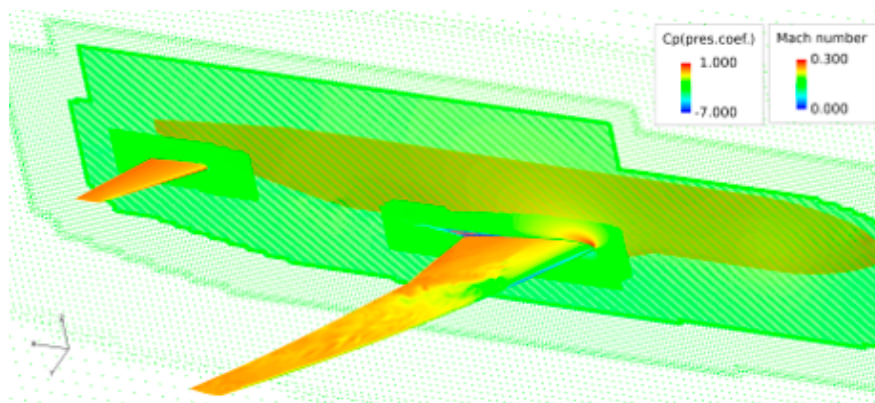


図 2: 時間刻みと時間平均検証後(数値振動抑制)

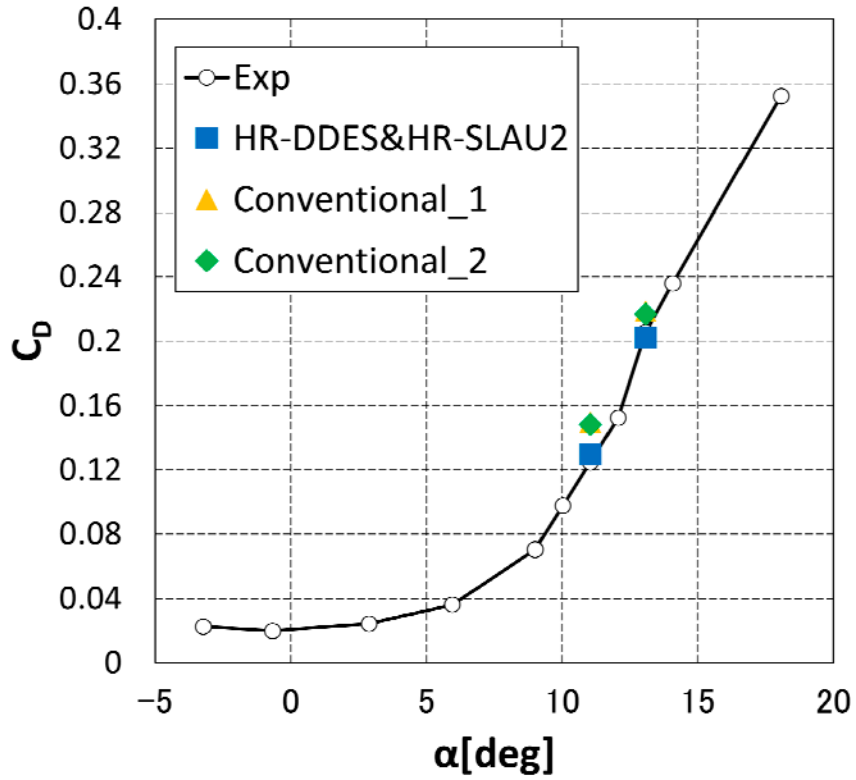


図 3: CD における従来法と提案手法の比較

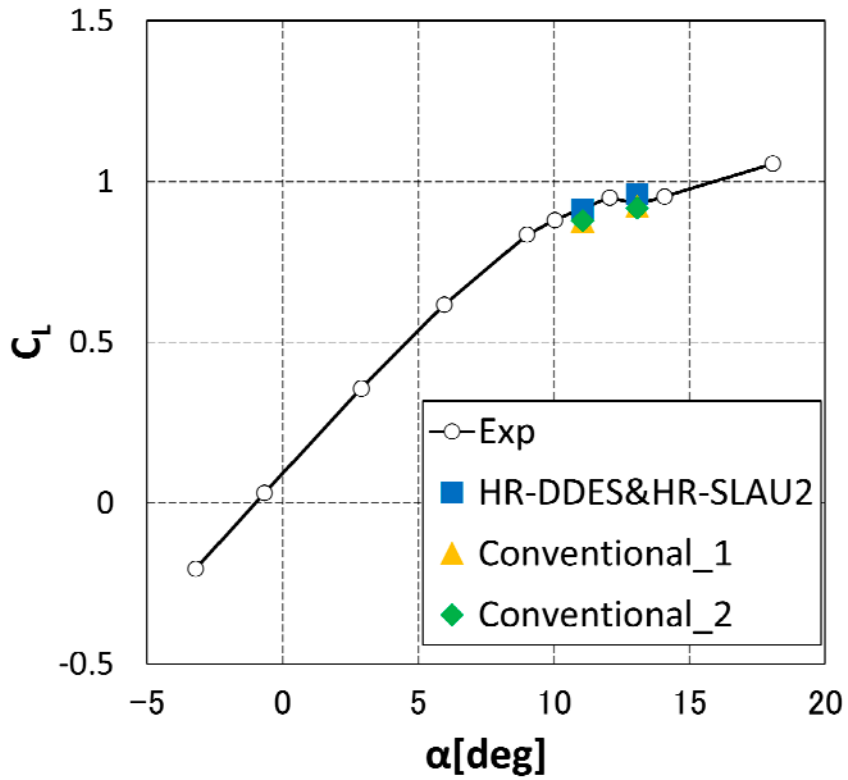


図 4: CL における従来法と提案手法の比較

● 成果の公表

-口頭発表

北村圭一, 安村祐哉(横国大), 金森正史, 橋本敦(JAXA) : NASA CRM 低速バフェットの非定常流体解析における計算手法の影響と今後の展望, 流体力学講演会/航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム 2020 オンライン, 1A11, 2020年9月28日

● 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	512
1 ケースあたりの経過時間	50 時間

● JSS2 利用量

総資源に占める利用割合^{※1} (%) : 0.74

内訳

計算資源		
計算システム名	コア時間(コア・h)	資源の利用割合 ^{※2} (%)
SORA-MA	2,650,599.28	0.50
SORA-PP	137,994.14	1.08
SORA-LM	926.36	0.54
SORA-TPP	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	3,503.59	3.21
/data	149,276.44	2.88
/ltmp	38,813.73	3.31

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	55.54	1.84

※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

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.27

内訳

計算資源		
計算システム名	コア時間(コア・h)	資源の利用割合※2 (%)
TOKI-SORA	690,950.83	0.15
TOKI-RURI	56,967.09	0.33
TOKI-TRURI	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	2,393.76	1.64
/data	129,386.72	2.17
/ssd	5,969.85	3.12

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	55.54	1.84

※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