

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：R18JDA201N10

利用分野：航空技術

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2018/9003/>

● 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, 福本 堪太, 稲富 彩乃, 原田 敏明, 小川 優, 高木 雄哉, 瀧本 浩之, 八木沼 大翔, 金森 正史, 長谷 尚央也, 川島 勇斗, 古澤 善克, 植松 亮裕, 藤本 剛史

● 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、乱流モデルやその係数、数値流束、制限関数と言った CFD 手法の様々な側面に着目し、これらの総合的な検討を行った。その結果、領域判別関数を導入した HR-SLAU2-DDES と銘打った流体計算手法を提案し、従来法よりも実験データに近い圧力分布の取得に成功した。

● JSS2 利用の理由

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

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、まず 3 次元非構造格子におけるダーティ・セルの簡便な検出法と、それに基づく高精度解法「ポストリミタ 3」を H29 年度の提案し、これを H30 年度に論文で発表した。そしてこれを発展させ、乱流モデルやその係数、数値流束、制限関数と言った CFD 手法の様々な側面に着目し、これらの総合的な検討を行った。その結果、領域判別関数を導入した HR-SLAU2-DDES と銘打った流体計算手法を提案し、従来法よりも実験デ

ータに近い圧力分布の取得に成功した。代表的な結果として、乱流モデル SA-noft2-R の係数 C_{rot} の影響を図1～図4に示す。今回の例では C_{rot} を 1.0 でなく 2.0 もしくは 0.0 とした方が、主翼前縁付近における過剰な剥離を抑制できる事が分かった。

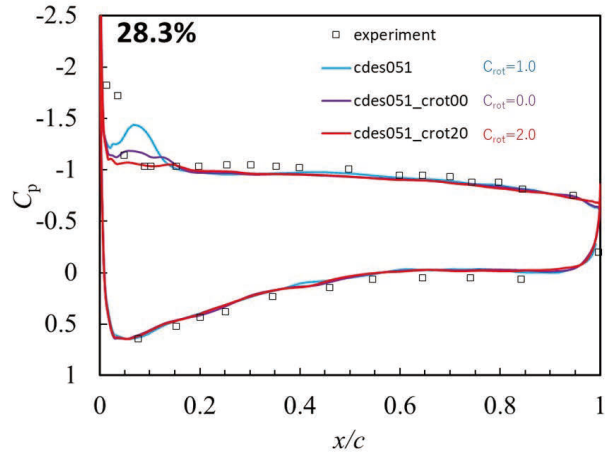


図 1: 中心から 28.3%断面における圧力分布

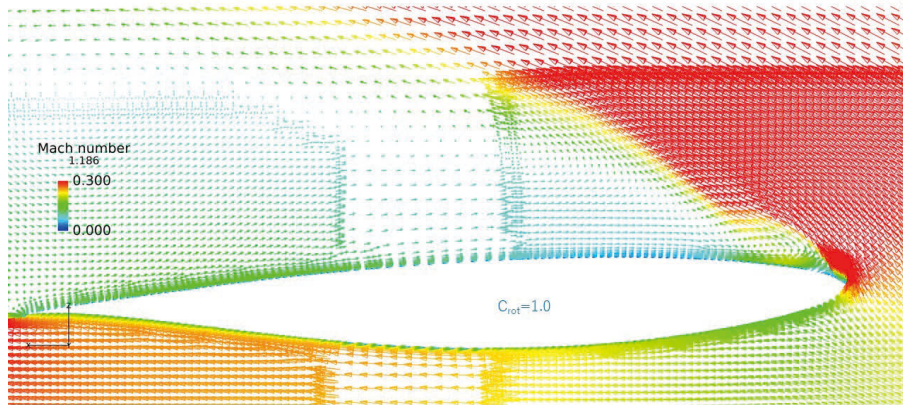


図 2: 28.3%断面における主翼周り流れ場, $C_{rot} = 1.0$ (FaSTAR default).

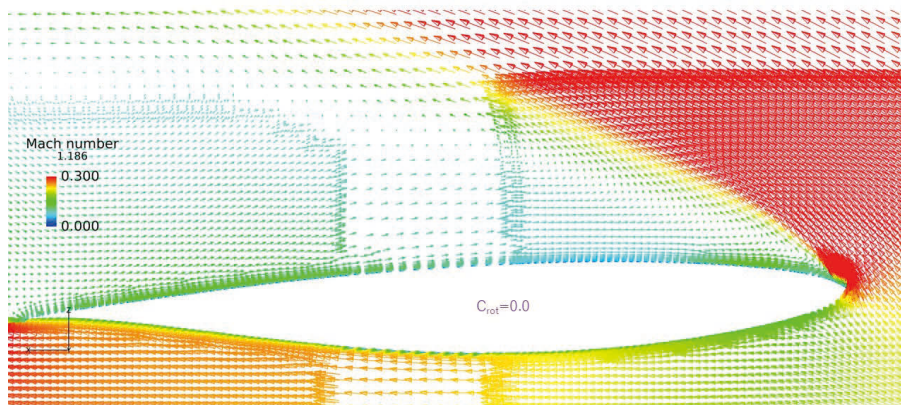


図 3: 28.3%断面における主翼周り流れ場, $C_{rot} = 2.0$ (NASA-recommended).

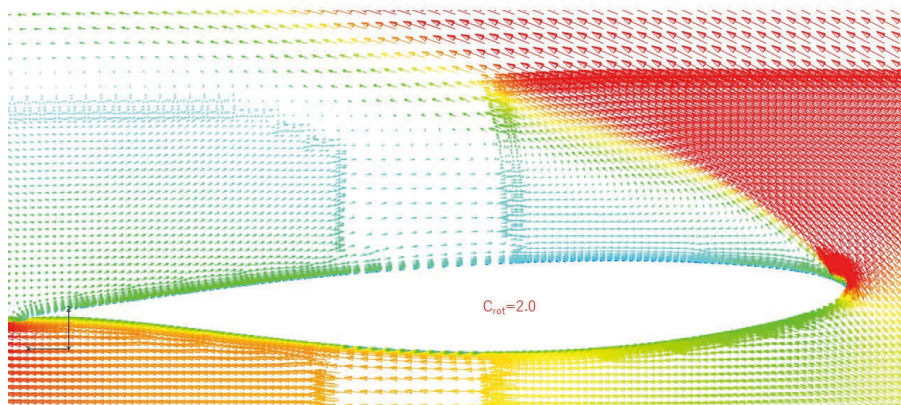


図 4: 28.3%断面における主翼周り流れ場, $C_{rot} = 0.0$ (no rotation correction).

● 成果の公表

-査読付き論文

Kitamura, K., Aogaki, T., Inatomi, A., Fukumoto, K., Takahama, T., and Hashimoto, A.: Post Limiters and Simple Dirty-Cell Detection for Three-Dimensional, Unstructured, (Unlimited) Aerodynamic Simulations, AIAA Journal, Vol. 56, No. 8, 2018, pp. 3192-3204. doi:10.2514/1.J056683

-口頭発表

北村圭一, 小川優, 瀧本浩之, 金森正史, 橋本敦, 「高解像度 DDES による低速バフエット解析」, 第 51 回流体力学講演会/第 37 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム(2019 年 7 月発表予定)

● JSS2 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	19.73 時間

● 利用量

総資源に占める利用割合^{※1} (%) : 1.12

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	8,084,309.15	0.99
SORA-PP	308,026.29	2.46
SORA-LM	26,345.55	12.28
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	580.60	0.60
/data	44,527.07	0.79
/ltmp	19,287.12	1.65

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	12.38	0.43

※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