

平板翼周りの低 Reynolds 数流れに対する圧縮性効果の研究

報告書番号：R24JACA49

利用分野：JSS 大学共同利用

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2024/27480/

● 責任者

野々村拓, 名古屋大学

● 問い合わせ先

野々村 拓 (名古屋大学, 教授) (nonomura@nagoya-u.jp)

● メンバ

野々村 拓, 永田 貴之

● 事業概要

Reynolds 数 $O(10^3)$ - $O(10^4)$ の平板翼を含む対称翼型周りの圧縮性条件における large-eddy simulation (LES) を実施し, 層流剥離泡や乱流遷移に対する圧縮性の効果を明らかにする. 本研究で調査を行う低 Reynolds 数領域においては非圧縮性流れの場合は層流剥離泡の形成や乱流遷移など, 低 Reynolds 数の空力における重要な現象を含む. 本研究においてそれらに対する圧縮性の影響を精緻に調査することで, 火星航空機など低圧環境下で運用される流体機械の性能向上に資する知見を得る.

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

本研究ではラージエディシミュレーションによるパラメトリックスタディを行うため, 大規模並列計算が必要となる.

● 今年度の成果

.NACA0006 と NACA0012 翼型のレイノルズ数 2.3×10^4 で DNS を実施し, マッハ数, 翼厚, 迎え角が流れ場と空力特性に及ぼす影響を調査した. マッハ数が高い場合に渦構造の形成位置と剥離点は, $AoA = 3.0 \text{ deg}$ の条件では前縁近くに位置する. しかし, $AoA = 6.0 \text{ deg}$ と $AoA = 9.0 \text{ deg}$ では後縁近くに位置する. また, 渦構造のサイズはマッハ数が高い場合に大きい増加する(図 1, 3). どの翼型でも揚力係数はマッハ数の増加により低下するが, 薄翼の場合は性能が維持される(図 3, 4).

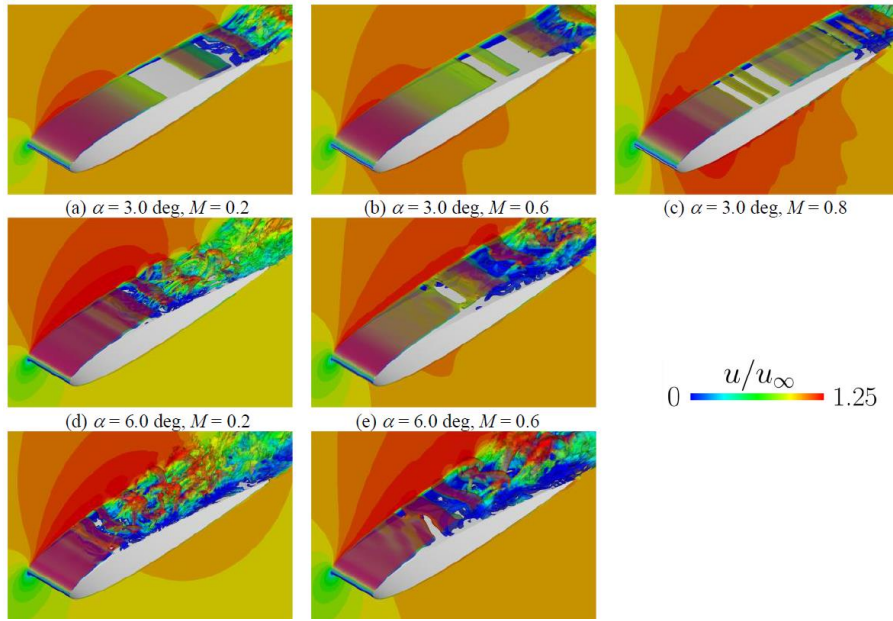


図 1: Instantaneous velocity fields and vortical structure of flow around NACA0012 airfoil visualized by the second invariant of the velocity gradient tensor (perspective view). The threshold of the isosurface is $Q/u_\infty^2 = 5$.

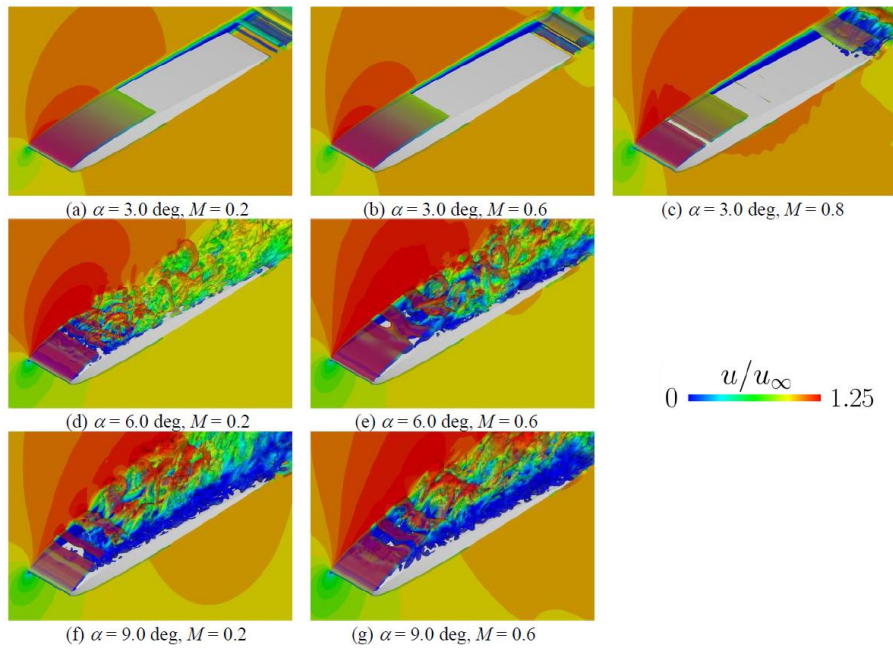


図 2: Instantaneous velocity fields and vortical structure of flow around NACA0006 airfoil visualized by the second invariant of the velocity gradient tensor (perspective view). The threshold of the isosurface is $Q/u_\infty^2 = 5$.

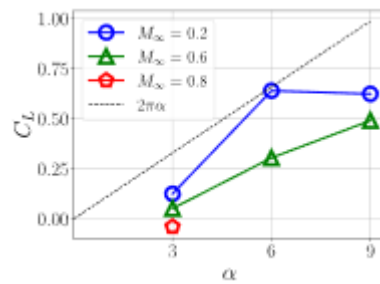


図 3: CL curve of NACA0012

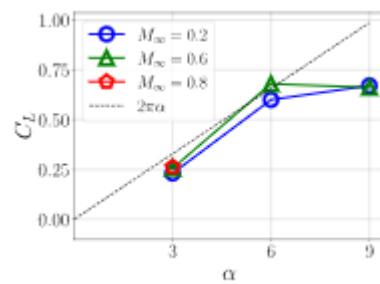


図 4: CL curve of NACA0006

● 成果の公表

-口頭発表

内田天太良, 永田貴之, 野々村拓, 「NACA0006 および NACA0012 翼型周りの低レイノルズ数圧縮性流れに対する壁解像 LES」, 日本航空宇宙学会北部支部 2025 年講演会, 2025 年 3 月.

● 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	44
1 ケースあたりの経過時間	150 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.04

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	624,174.20	0.03
TOKI-ST	0.00	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	54.45	0.04
/data 及び/data2	111,926.22	0.54
/ssd	0.00	0.00

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	17.95	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