

複雑流の数値解析技術の研究

報告書番号：R22JDA201J02

利用分野：航空技術

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2022/20663/

● 責任者

藤井謙司, 航空技術部門基盤技術研究ユニット

● 問い合わせ先

阿部 浩幸(abe.hiroyuki@jaxa.jp)

● メンバ

阿部 浩幸, 松山 新吾, 溝渕 泰寛, 南部 太介

● 事業概要

航空宇宙分野における流体シミュレーションの対象は航空機・宇宙機周りの乱流や化学反応をともなう流れ場である。また、ガスタービンエンジン・ロケットエンジン燃焼器などのシミュレーションでは複雑な形状を取り扱わなければならないことも多い。本研究ではそのような多様な物理現象や複雑な形状を高精度・効率的に解析することが可能な数値解析技術を確立することを目指す。

● 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 Direct Numerical Simulation (DNS) と Large Eddy Simulation (LES) による乱流解析が主要な手段であるため、必然的に三次元非定常解析を実施しなければならない。また、燃焼流などの解析においては化学反応により生じる多数の化学種に関する支配方程式を解かなければならない。このような解析は計算コストが非常に高く、スーパーコンピュータを使用した解析が必須である。

● 今年度の成果

・FY2020 に実施した液滴群大規模蒸発詳細解析を真値とし、燃焼器解析で用いる液滴の点近似解析の精度検証を実施した(図1)。従来手法による点近似解析では、蒸発時間に誤差が生じることが明らかになり、その改善手法として「気相側状態量評価の粗視化」と「FY2021 提案の液滴群蒸発モデルによる蒸発速度修正」を提案。その結果、詳細解析結果に近い蒸発履歴を予測できた。

・JAXA 基盤技術研究ユニットでは、航空機の翼と胴体の結合部のコーナー剥離の予測を念頭に置き、AMM モデルの開発を進めている。本研究では、DPW7(7th AIAA CFD Drag Prediction Workshop)の航空機実機レイノルズ数のテストケース($M = 0.85$, $Re = 20M$)に対して、FaSTAR に実装した JAXA 基盤技術ユニットで開発している AMM-QCRcorner モデルの検証を行った。図2は、AMM-QCRcorner モデルの迎角 3.0 度における摩擦係数と流線の予測の様子を示している。AMM-QCRcorner モデルに

より、翼と胴体の結合部や翼中央の挙動が良く再現できた。

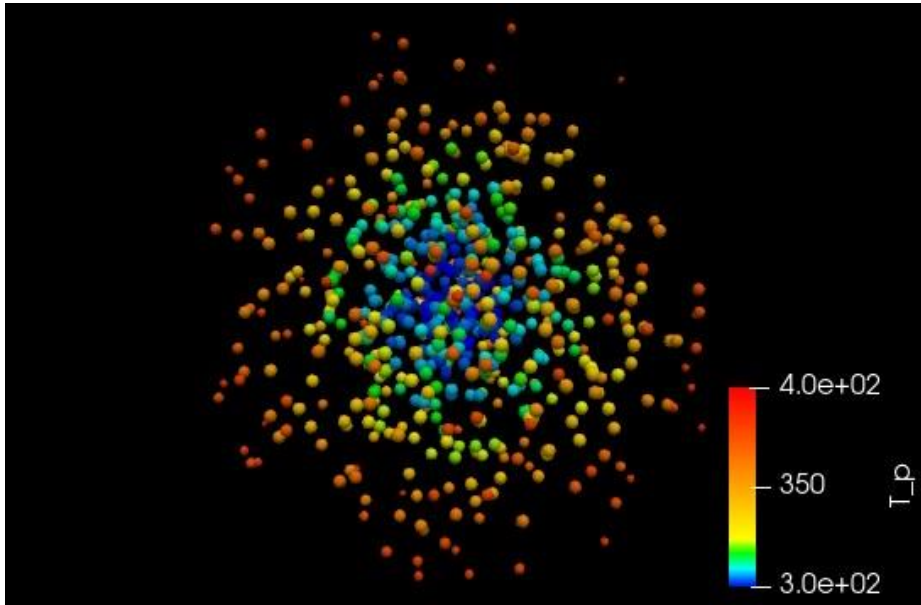


図1: 点近似による液滴群蒸発解析結果(色は液滴の温度を表す)

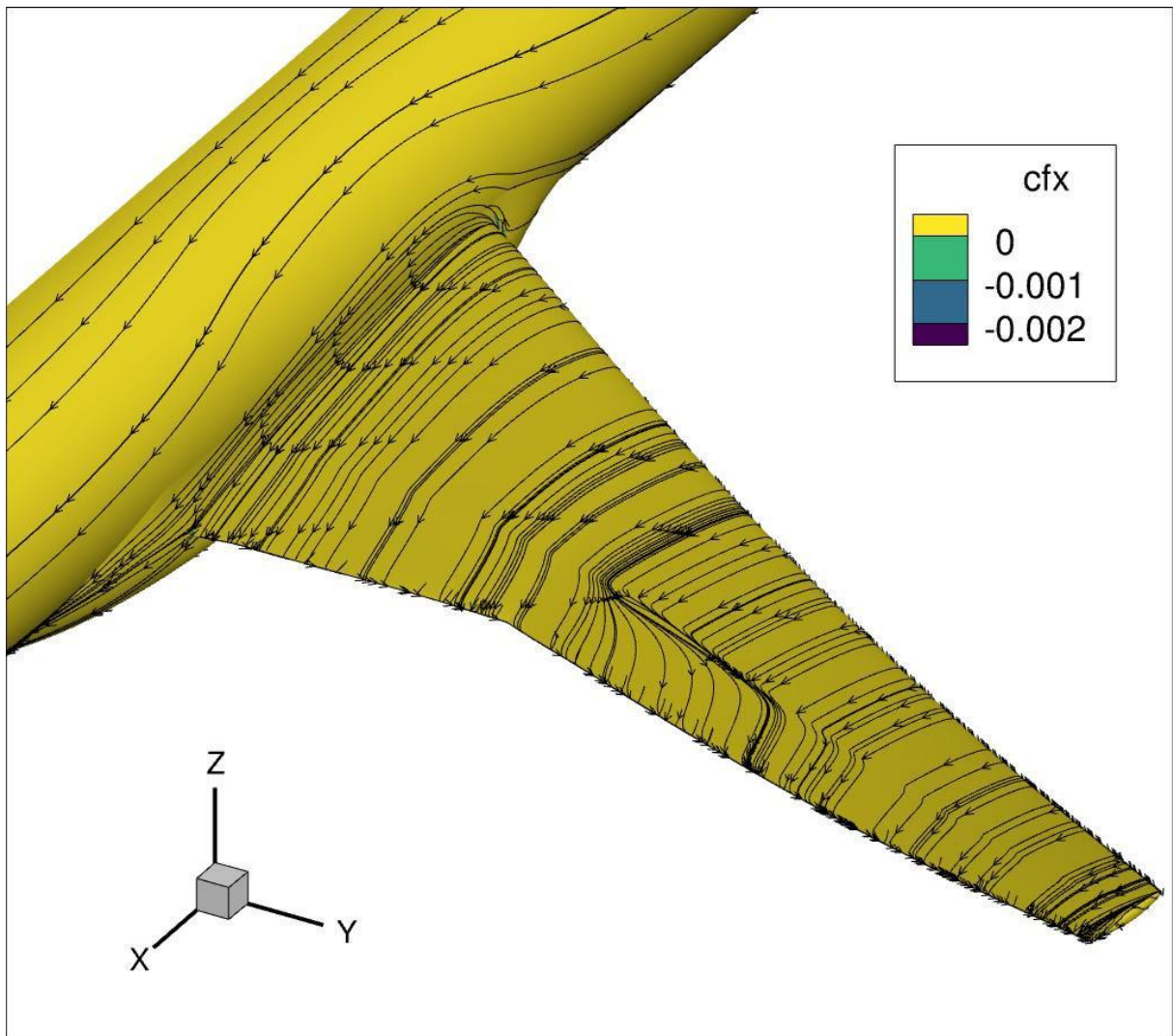


図2: AMM-QCRcorner モデルの迎角 3.0 度における摩擦係数と流線の予測の様子

● **成果の公表**

-口頭発表

1) H. Abe, T. Nambu and Y Mizobuchi, "JAXA's AMM model Results for the Seventh AIAA CFD Drag Prediction Workshop," Seventh AIAA CFD Drag Prediction Workshop (DPW7) (June 25-26, 2022, Chicago).

● **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	非該当
プロセス並列数	128 - 512
1 ケースあたりの経過時間	350 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.73

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	19,647,944.87	0.86
TOKI-ST	28,117.52	0.03
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	1,248.44	0.78
TOKI-LM	678.70	0.05
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	139.39	0.13
/data 及び/data2	9,526.86	0.07
/ssd	1,061.43	0.15

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	34.49	0.15

※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)	652.60	0.45

※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