

複雑流の数値解析技術の研究

報告書番号：R24JDA201J02

利用分野：航空技術

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2024/27192/

● 責任者

阿部浩幸, 航空技術部門基盤技術研究ユニット

● 問い合わせ先

南部太介, 航空技術部門 基盤技術研究ユニット (nambu.taisuke@jaxa.jp)

● メンバ

阿部 浩幸, 松山 新吾, 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

今年度の成果は主に以下の三項目となる。

「液滴群蒸発モデルの研究開発」

Cambridge Swirl burner の失火限界予測を対象に新規に提案している液滴群蒸発モデルの検証を実施。検証を続けていく中で、蒸発モデル以上に、燃焼モデル等の他の物理モデルの影響が大きいことが確認され、それらのモデルを含めた改善を実施した。

「RANS 応力方程式モデルの研究開発」

応力方程式プロトタイプモデルをゼロ圧力勾配下の乱流境界層テストケースに対して検証を実施。平均流速を過少評価する傾向が得られたため、壁面近傍のモデルの改良を実施。改良したモデルにより実験値に対する誤差が半減した。

「SGS モデリングのための乱流噴流 DNS データベース構築」

乱流 LES の SGS モデリングに利用可能な DNS データベースを整備するため、 $Re=1500\sim70000$ の広範囲なレイノルズ数について平面乱流噴流の DNS を実施し、統計データ（平均速度場・RMS 変動場・乱流統計量など）を取得した。

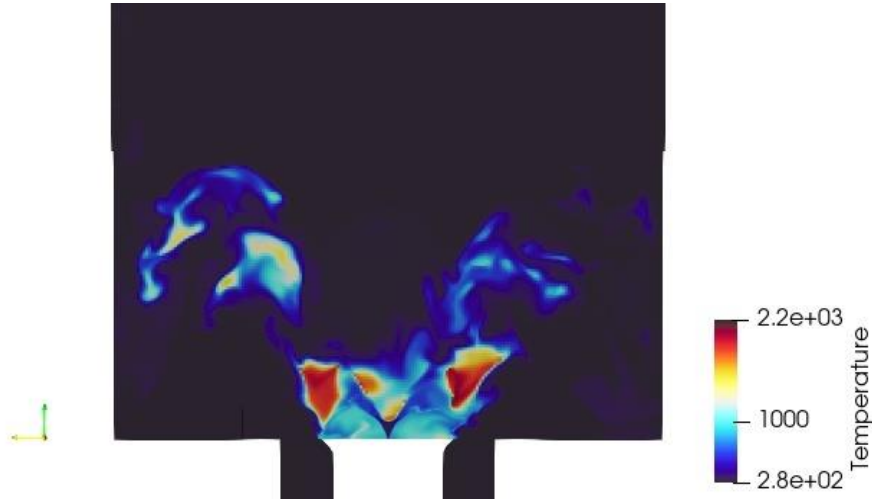


図 1: Cambridge Swirl burner の解析例

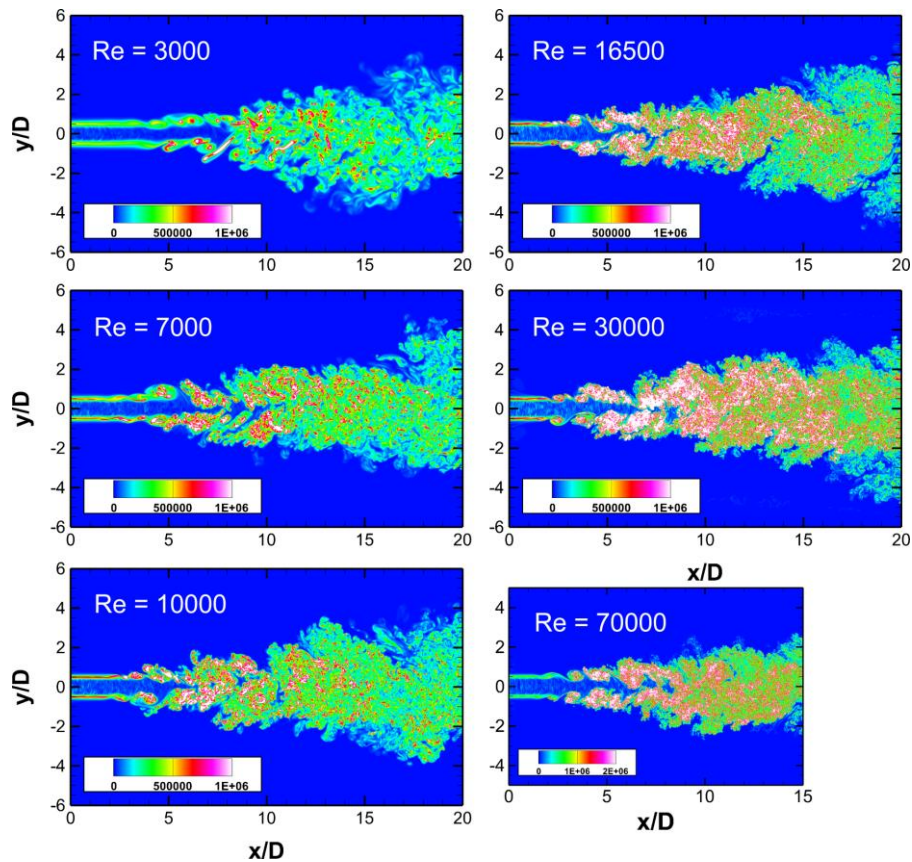


図 2: 高 Re 平面乱流噴流の DNS 解析

● 成果の公表

-口頭発表

1. 松山, 平面乱流噴流のレイノルズ数依存性に関する数値的研究, 第 38 回数値流体力学シンポジウム

● 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 - 1024
1 ケースあたりの経過時間	240 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 1.80

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	48,666,966.68	2.23
TOKI-ST	64,174.69	0.07
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	1,669.84	0.81
TOKI-LM	754.88	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	1,136.97	0.77
/data 及び/data2	110,586.28	0.53
/ssd	31,621.39	1.69

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	29.72	0.10

※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)	437.04	0.30

※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