

## 大規模解析にもとづく現象解明とモデリング

報告書番号：R22JDA201J01

利用分野：航空技術

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2022/20662/

### ● 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, 菱田 学, 桐原 亮平, 桑原 匠史, 松尾 裕一, 松山 新吾, 溝渕 泰寛, 南部 太介, 岡部 荘志, 志村 啓, 坂野 友香理, 八百 寛樹

### ● 事業概要

詳細大規模解析による現象解明を通じ, 乱流・噴霧燃焼のキー現象のモデル化を行い, 乱流・噴霧燃焼分野の研究を世界的に牽引する。

### ● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

当該分野で世界と肩を並べる研究を実施するために必要な計算機資源はスパコンでしか得られない。

### ● 今年度の成果

・航空エンジンの燃料微粒化を対象とした詳細解析を実施。大気圧下(高気液密度比)の条件で安定的な解析が実施できるよう, 気液界面付近の解析手法を修正。大気圧下での実験を再現した解析を実現し, 一次微粒化における実験の定性的傾向の再現に成功した(図1)。

・振れ乱流境界層は, 燃焼器内だけではなく機体周りの流れ解析でもキー現象である。本研究では, せん断駆動振れ乱流境界層の直接数値シミュレーション(DNS)を, この系で世界最高レイノルズ数  $Re_\theta=1500$  までのレイノルズ数に対して実施した。 $Re_\theta=1500$  の計算では, 所定格子数として約 64 億点を用いた。図2は,  $Re_\theta=1500$  における乱流構造を可視化した結果であるが, レイノルズ数が高くなると, 振れ乱流境界層が発達するにつれて重層的な乱流境界層を形成する(緑丸で囲んだ部分)ことが分かった。



図 1: 大気圧下における微粒化詳細解析の結果

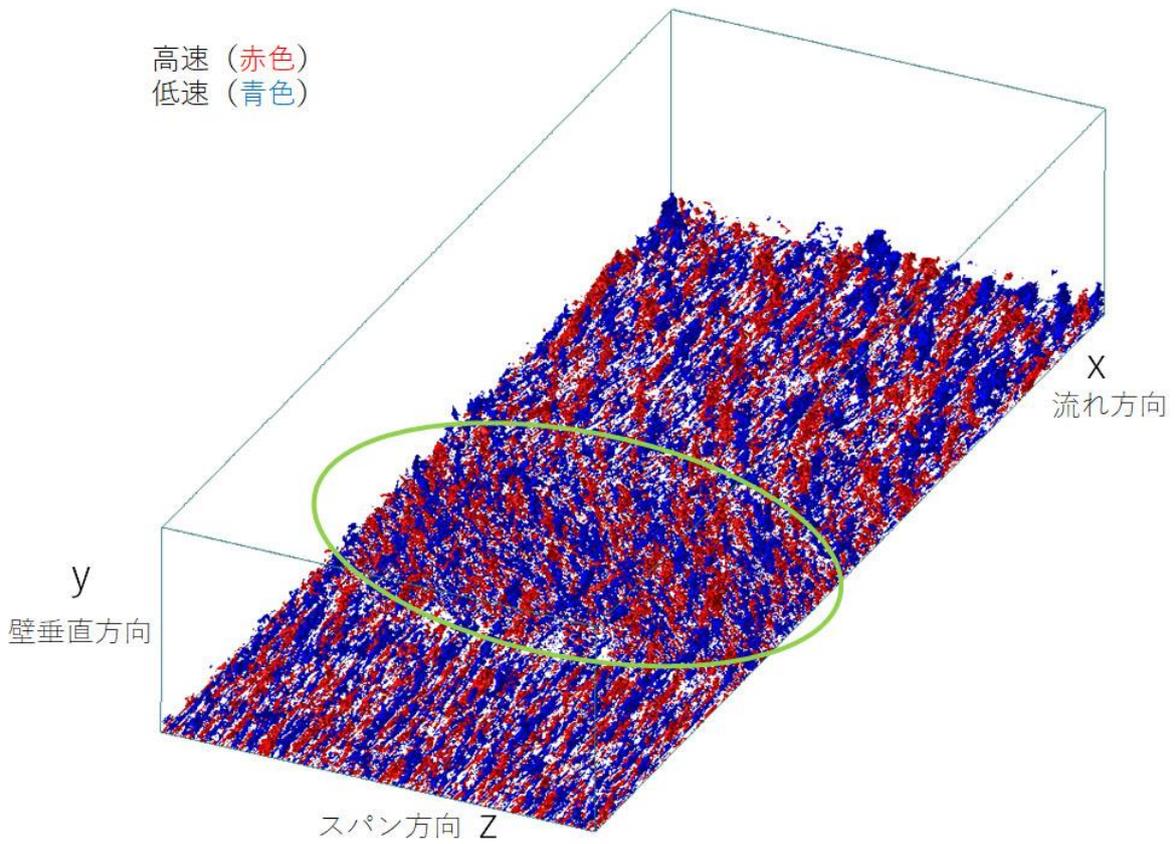


図 2:  $Re_\theta = 1500$  の DNS の乱流構造(青:低速;赤:高速)

## ● 成果の公表

-査読付き論文

1) T.Nambu, Y. Mizobuchi "A study on droplet group evaporation modeling based on interface resolved numerical simulations of two-phase flow" Combustion and Flame

2) S. Matsuyama, "Implicit Large-Eddy Simulation of Turbulent Plane Jet at  $Re = 10^4$ ," Computers & Fluids.

3) K. Kawano, H. Gotoda, Y. Ohmichi, and S. Matsuyama, "Complex-network analysis of high-frequency combustion oscillations in a model single-element rocket engine combustor," Journal of Fluid Mechanics.

-招待講演

阿部 浩幸, 南部 太介, 溝渕 泰寛, "壁乱流のレイノルズ数効果に関する DNS とモデリング," 京都大学数理解析研究所研究集会 「乱流の予測可能性と可制御性」(2022年7月20~22日オンライン)

-口頭発表

1) 阿部 浩幸, 南部 太介, 溝渕 泰寛, "AMM QRCorner モデルを用いた NASA Junction Flow におけるコーナー剥離の予測," 第54回流体力学講演会/第40回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム(2022年6月29日~7月1日, アイーナ:いわて県民情報交流センター).

2) H. Abe, T. Nambu and Y. Mizobuchi, " Quadratic constitutive relation for a corner flow and its application to a wing-body juncture flow," Twelfth International Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena (July 19-22, 2022, Online).

3) H. Abe, T. Nambu, Y. Mizobuchi and P. R. Spalart, " Improvement on the AMM model for predicting wing-body juncture flows," 2022 Symposium on Turbulence Modeling: Roadblocks, and the Potential for Machine Learning ( July 27-29, 2022, Lockheed Martin Center of Innovation).

4) 松山 新吾, "見せてもらおうか, SGS モデルの性能とやらを," 第54回流体力学講演会/第40回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム(2022年6月29日~7月1日, アイーナ:いわて県民情報交流センター).

5) 松山 新吾, "第3回直交格子 CFD ワークショップについて," 第54回流体力学講演会/第40回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム(2022年6月29日~7月1日, アイーナ:いわて県民情報交流センター).

6) 松山 新吾, "セルレイノルズ数と壁面熱流束に関する考察," 第54回流体力学講演会/第40回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム(2022年6月29日~7月1日, アイーナ:いわて県民情報交流センター).

7) 松山 新吾, "非等方 SGS モデルによる平面乱流噴流の LES," 日本流体力学会 年会 2022 (2022年9月27日~29日, 京都大学).

## ● 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	120 - 13422
1 ケースあたりの経過時間	1000 時間

## ● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 1.34

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	36,369,544.65	1.59
TOKI-ST	31,184.64	0.03
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	3,568.19	0.24
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	344.48	0.31
/data 及び/data2	30,215.99	0.23
/ssd	2,879.60	0.40

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	35.09	0.16

※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)	363.28	0.25

※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