

## 現象解明とモデリングにもとづく燃焼器解析システムの研究

報告書番号：R19JDA201N06

利用分野：航空技術

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2019/11452/

### ● 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

溝渕泰寛(mizo@chofu.jaxa.jp)

### ● メンバ

菱田 学, 南部 太介, 八百 寛樹, 安田 章悟, 松尾 裕一, 溝渕 泰寛, 阿部 浩幸, 岡部 荘志, 松山 新吾, 本江 幹朗, 内山 和哉, 志村 啓

### ● 事業概要

詳細シミュレーションによる現象理解とモデリングにより設計に適用可能な燃焼器解析技術を取得する。

参考 URL: <http://www.aero.jaxa.jp/research/basic/numerical/comb/index.html>

### ● 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

捩れ乱流境界層は、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、せん断駆動捩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  $Re_\theta=900$  までのレイノルズ数に対して実施した。 $Re_\theta=900$  の計算では、所要格子数として約 15 億点を用いた。図 1 は、 $Re_\theta=900$  における乱流構造を可視化した結果であるが、スパン方向の壁面速度が大きくなると、捩れ乱流境界層内に高速(赤)と低速(青)が上下に重なる階層的な乱流渦構造がはっきり形成されること(白丸で囲んだ部分)が明らかになった。

ガスタービンエンジン条件下で、微粒化後の液滴も解像できる格子密度を用いたクロスフロー型一次微粒化解析を実施(図 2)。実験による測定が難しかった液柱から液滴への分裂機構の詳細を初めて確認した。

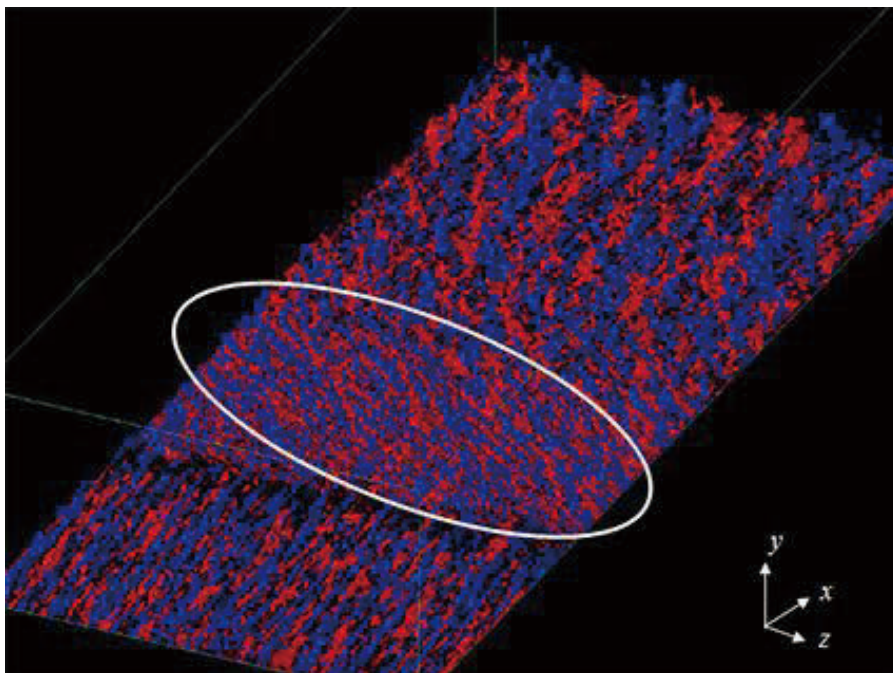


図 1:  $Re_\theta = 900$  の DNS の乱流構造(青:低速;赤:高速)

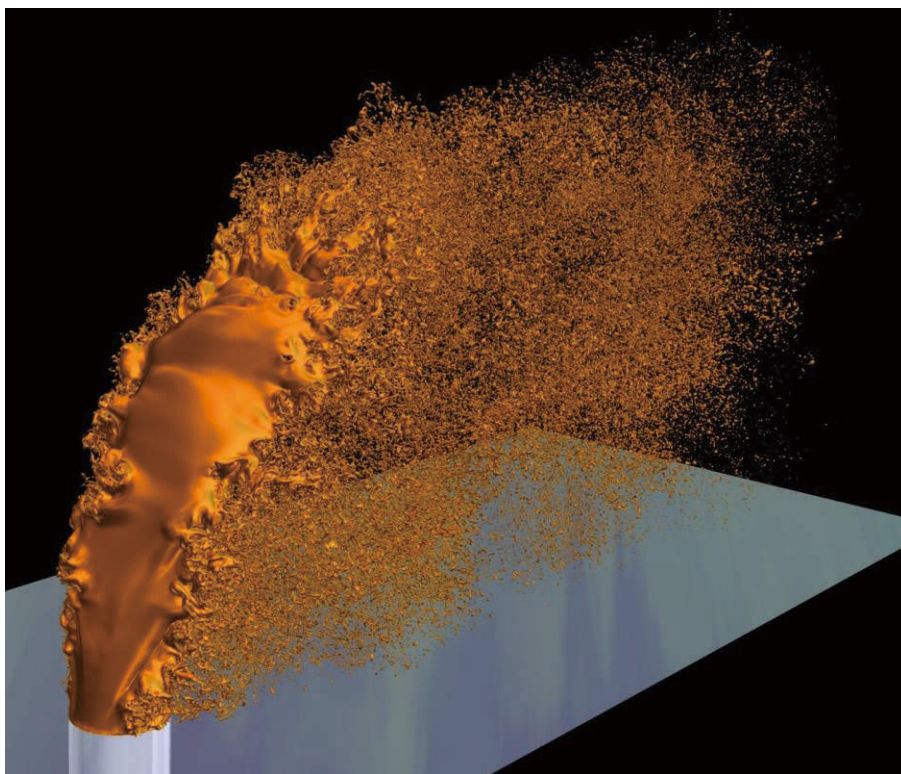


図 2: 気液界面分布

## ● 成果の公表

-招待講演

Hiroyuki Abe, "DNS study of a turbulent separation bubble with emphasis on low-frequency unsteadiness," AIAA SciTech (Orlando, FL, USA, Jan. 6-10, 2020).

-口頭発表

阿部 浩幸, 溝渕 泰寛, 松尾 裕一, "非線形  $k-\epsilon$  モデルを用いた航空機翼周りの乱流場の予測," 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1日～3日, 早稲田大学 早稲田キャンパス 国際会議場).

Hiroyuki Abe, Y. Mizobuchi and Y. Matsuo, "DNS and RANS modeling of a turbulent boundary layer with separation and reattachment," AIAA Aviation Turbulence Model Benchmarking Working Group meeting (Dallas, USA, June 17, 2019).

Hiroyuki Abe, "DNS study on Reynolds stress anisotropy in a turbulent boundary layer with separation and reattachment," Proc. of 17th European Turbulence Conference (Turin, Italy, Sept. 3-6, 2019).

Hiroyuki Abe, "A DNS study of a shear-driven three-dimensional turbulent boundary layer with emphasis on momentum transport," American Physical Society 72nd Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics (Seattle, WA, USA, Nov. 23-26, 2019).

南部太介, 溝渕泰寛, "ガスタービンエンジン燃焼器条件下におけるクロスフロー型燃料微粒化機構の詳細数値解析", 第57回燃焼シンポジウム

Taisuke Nambu, Yasuhiro Mizobuchi, "Investigation of the Grid Density Effect on a VoF-based Numerical Analysis of Primary Atomization by Crossflow," ILASS-Asia 2019.

-ポスター

阿部 浩幸, 溝渕 泰寛, 松尾 裕一, "非線形  $k-\epsilon$  モデルによる NASA CRM 周りの乱流場の予測," 日本機械学会 第97期流体力学部門講演会 講演論文集(2019年11月7日～8日, 豊橋).

● 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	256 - 7712
1 ケースあたりの経過時間	2000 時間

## ● 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 8.88

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	79,926,448.43	9.71
SORA-PP	20,652.48	0.13
SORA-LM	34,526.54	14.42
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	1,660.61	1.38
/data	35,053.45	0.60
/ltmp	5,504.79	0.47

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	45.27	1.14

※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