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：R24JDA201J01
利用分野：航空技術
URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2024/26776/

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，菱田 学，桐原 亮平，桑原 匠史，松山 新吾，南部 太介，志村 啓，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

今年度の成果は主に以下の三項目となる．

「k- ε 型乱流モデル AMM モデルの改良」

AMM モデルの失速特性の課題について，渦粘性表現へ流線曲率（渦度）の影響の指標の一つである平均渦度と平均歪の比を導入．レイノルズ数 2×10^6 の高迎角（迎角 5.72 度）の NASA CRM に対して効果検証した結果，翼中央部の 3 次元剥離の予測が約 30%改善される傾向が得られた．

「燃料一次微粒化解析の妥当性検証」

Euler 法-Lagrange 法の 連成による微粒化詳細解析の改善手法を提案した．クロスフロー型燃料微粒化における粒径分布を対象とした実験値との比較を実施し，誤差 30%程度で定量的に評価可能であることを示すことができた．

「噴流 LES を対象とした SGS 応力方程式モデルの改良」

Re=1500～16500 の平面乱流噴流について SGS 応力方程式モデルによる LES 解析を実施, DNS の結果（平均速度場・RMS 変動場の Re 依存性）を良く再現することを示した．

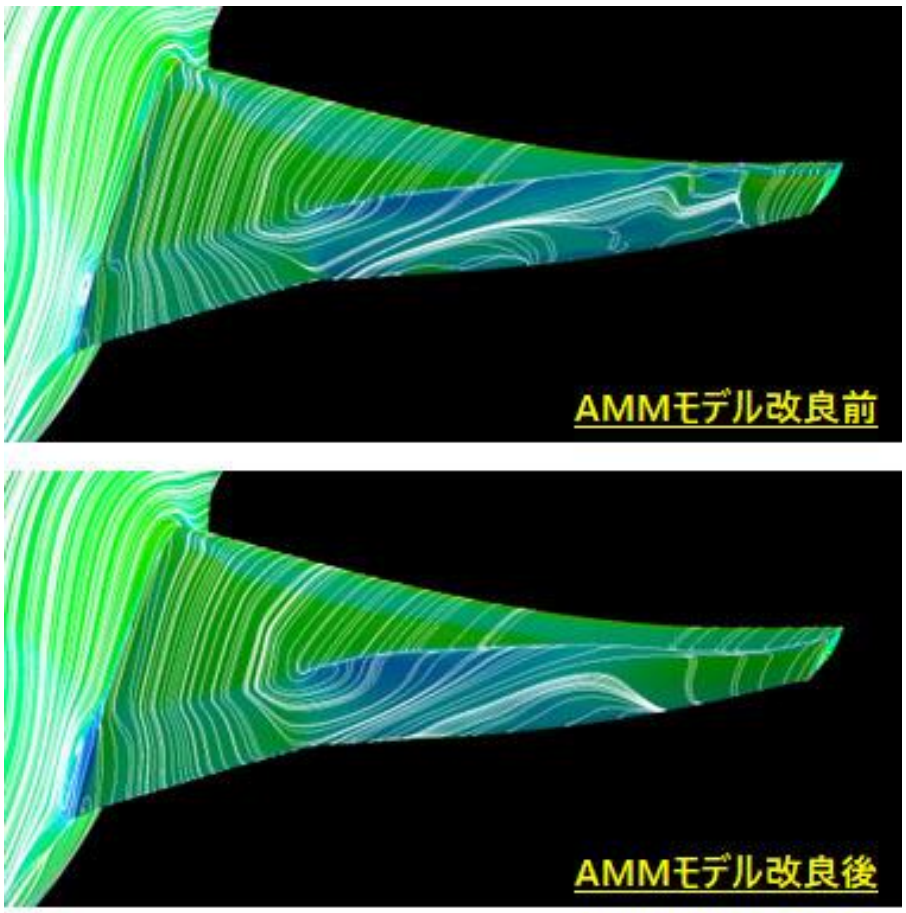

図 1: AMM QCRcorner モデルによる NASA CRM の予測結果

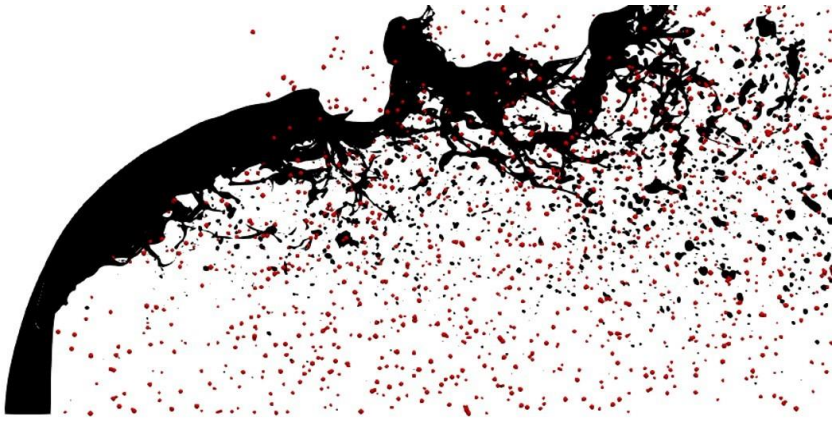

図 2: Euler-Lagrange 連成解析手法によるクロスフロー型微粒化の詳細解析

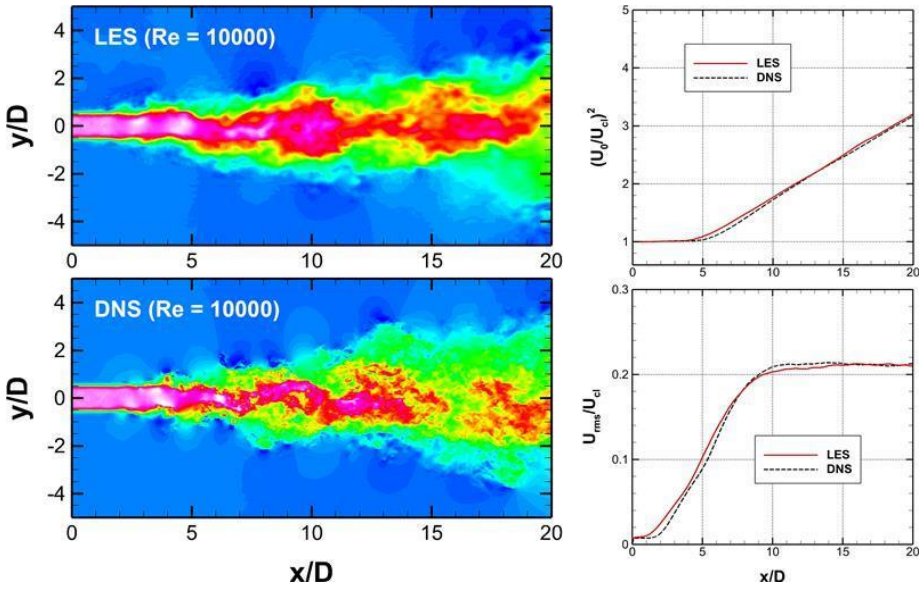

図 3: SGS 応力方程式モデルによる LES と DNS の比較結果

成果の公表

-口頭発表

1. 南部他, Euler-Lagrange 連成手法による燃料微粒化詳細解析の高精度化について, 第 62 回 燃焼シンポジウム
2. 南部他, LES 解析を用いたディーゼル噴霧火炎における壁面衝突形態変化による熱損失への影響の確認, 第 35 回内燃機関シンポジウム
3. 高木他, OME 混合燃料を用いたディーゼル噴霧火炎の壁面熱流束, 第 35 回内燃機関シンポジウム
4. 松山, 先生 …, LES が格子収束しません …, 第 56 回流体力学講演会／第 42 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム
5. 松山, 平面乱流噴流のレイノルズ数依存性に関する LES 解析, 日本流体力学会 年会 2024

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	8 - 14472
1 ケースあたりの経過時間	168 時間

- **JSS3 利用量**

総資源に占める利用割合※1 (%)： 3.58

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	97,379,680.22	4.46
TOKI-ST	46,792.48	0.05
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	49.78	0.02
TOKI-LM	2,675.43	0.19
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	1,365.20	0.92
/data 及び/data2	132,035.36	0.63
/ssd	33,462.06	1.79

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	35.24	0.12

※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)	268.78	0.18

※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