

将来輸送システムの研究(複合サイクルエンジン)(JAXA-東北大学連携大学院)

報告書番号：R20JCWU07

利用分野：連携大学院

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2020/14528/

● 責任者

沖田耕一，研究開発部門第四研究ユニット

● 問い合わせ先

富岡定毅(研開部門)(tomioka.sadatake@jaxa.jp)

● メンバ

富岡 定毅，西口 拓伸，久保崎 滉太，河野 洋介，服部 元気，伊藤 竜大，池田 直崇，八田 翔太

● 事業概要

完全再使用の宇宙輸送システムの実現によって輸送コストを劇的に引き下げ、宇宙利用の拡大を図る。完全再使用化で要求されるシステム重量余裕を、飛行中の空気を吸い込むエアブリージングエンジンの搭載で実現する。エアブリージングエンジンのコアとなるスクラムジェットエンジン及びロケットエンジンと組み合わせた複合エンジンの性能予測を CFD で可能とするために、特に複雑な燃焼器内反応流れや反応を伴う再生冷却通路流れの CFD による予測手法を確立する。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

燃焼器においては超音速・亜音速の混在する複雑流れに燃焼反応が組み合わさっており、冷却通路においては超臨界・亜臨界の混在する複雑流れに熱分解反応が組み合わさっている。いずれの流れも CFD 計算には大きな計算資源が必要で、JAXA スパコンを利用することである程度の期間で計算解を得て、更に計算手法の改良などを行える。

● 今年度の成果

大規模剥離を伴う超音速燃焼器内流れ場を、手返し良い RANS 手法で再現することを目指し、種々の乱流モデル等を適用して燃焼 CFD を実施し、実験結果と比較を行った。

その結果、Explicit Algebraic Stress Model (EASM)を適用することにより、これまで用いてきた Re-Normalisation Group (RNG)モデルのみでの計算に比較して、境界層剥離領域が広がり、より実験結果に近い流れが再現できることを確認した(図 1)。モデルの影響は気流全温や乱流シュミット数の変化によるもの以上に大きいことが分かった。

また、Helicity 分布(図 2)から、EASM の適用は燃料噴射孔下流部の乱流強度を低下させ、RNG モデルのみと比較して燃料の拡散過程を変化させることも分かった。

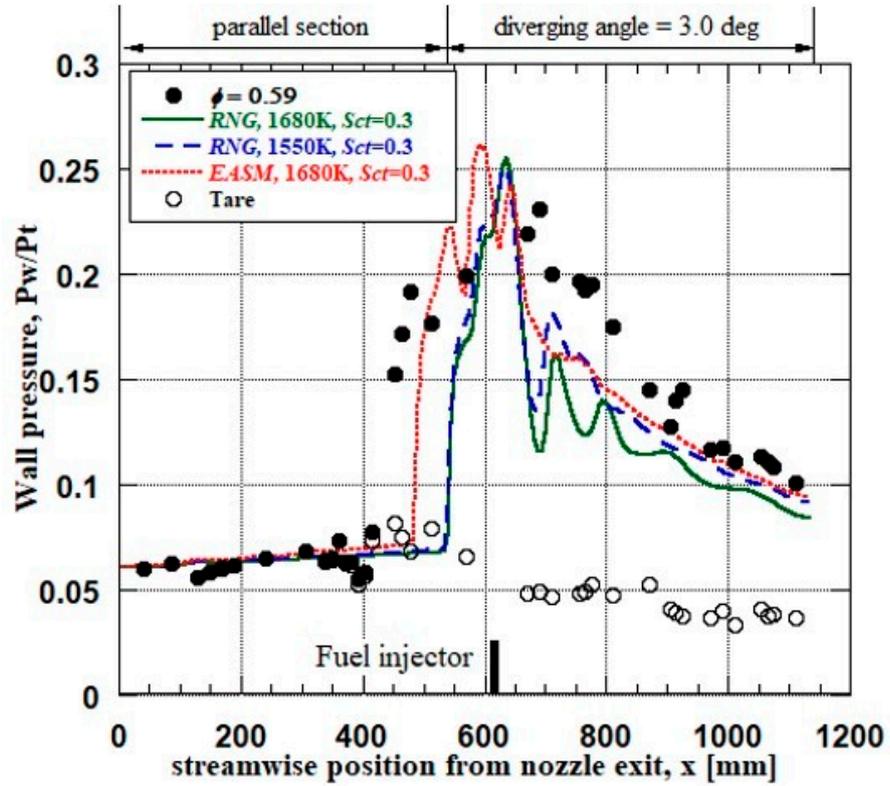


図 1: 大規模剥離を伴う超音速燃焼器内壁圧分布(点:実験結果, 線:各 CFD 解析結果)

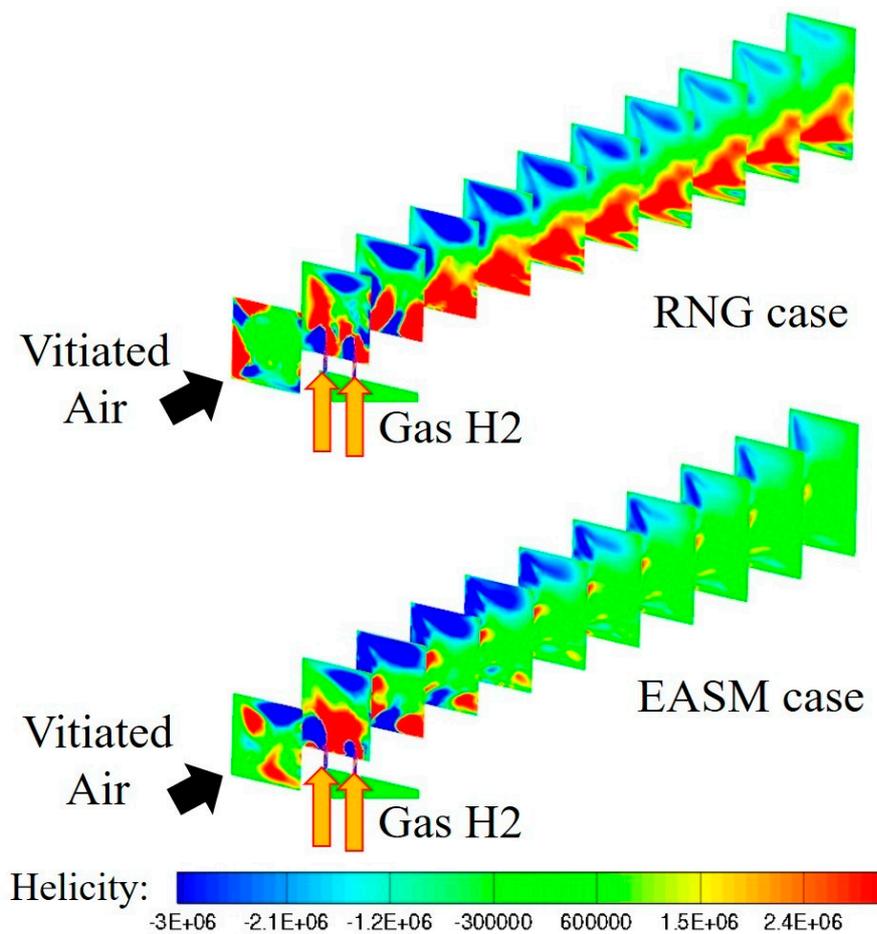


図 2: 燃焼器拡大部の Helicity 分布(上:RNG モデル, 下:RNG モデル +EASM)

● 成果の公表

-口頭発表

Nishiguchi, H., Kodera, M., Tomioka, S., "Turbulence Model Effects on RANS Simulations of the Direct-Connected Scramjet Combustor Test", AIAA Propulsion and Energy 2020 Forum, August,2020.

● 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	32 - 1024
1 ケースあたりの経過時間	50 時間

● JSS2 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.19

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	360,350.01	0.07
SORA-PP	83,188.34	0.65
SORA-LM	0.00	0.00
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	168.80	0.15
/data	6,387.71	0.12
/ltmp	8,203.13	0.70

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	0.00	0.00

※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

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%)： 0.60

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 (%)
TOKI-SORA	0.85	0.00
TOKI-RURI	917,453.57	5.25
TOKI-TRURI	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	336.17	0.23
/data	12,355.81	0.21
/ssd	2,453.81	1.28

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	0.00	0.00

※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