

将来輸送システムの研究(複合サイクルエンジン)

報告書番号：R22JCWU07

利用分野：連携大学院

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2022/20623/

● 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(研究開発部門第四研究ユニット)(tomioka.sadatake@jaxa.jp)

● メンバ

富岡 定毅，西口 拓伸，久保崎 滉太，伊藤 竜大，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，特に剥離を伴う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・亜臨海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

・デュアルモード燃焼器において燃料を 2 段噴射した場合の燃料種が燃焼特性に与える影響評価を目的として CRUNCH CFD を用いて RANS/LES ハイブリット法による非定常解析を行った．

その結果燃焼時の静温分布に違いが観察され，燃料種による燃焼特性の変化が確認できた(図 1)．

・スクラムジェット空気取入口に起因する気流の不均一性が燃焼器内の燃焼状態に及ぼす影響を調べるため CFD++ を利用した RANS 定常解析を行い，実験結果と併せて燃焼状態に影響を与える要因の考察を行った．

その結果，境界層厚さの違いが燃焼器内での燃焼領域を変化させ，圧力分布にも違いが生じることが示された．また，CFD 解析結果は境界層の薄いケースではキャビティ前縁ランプから火炎が壁面に

沿って上流へ廻り、キャビティ部の火炎形状が変化することを再現した。

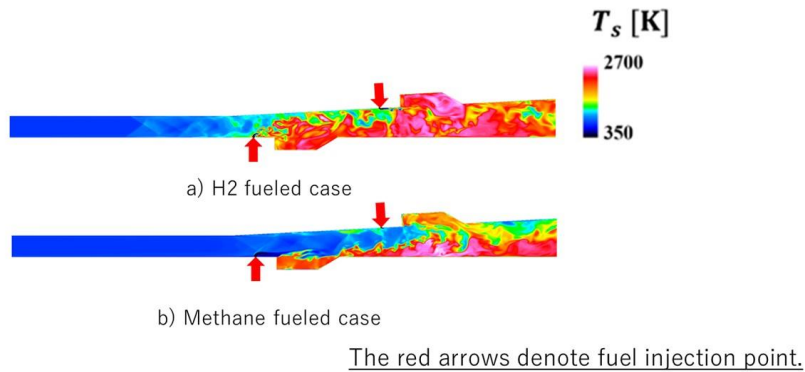


図 1: RANS/LES ハイブリット法による燃料 2 段噴射時におけるデュアルモード燃焼器の静温瞬時場 (1 段目燃料: $\phi = 0.4$ 相当, 2 段目燃料: $\phi = 0.1$ 相当)

● 成果の公表

-査読付き論文

Nishiguchi, H., et.al., 'Unsteady Numerical Analysis of a Dual-Mode Scramjet Combustor with Cavity,' Trans. JSASS (accepted).

-口頭発表

西口拓伸, 小寺正敏, 小林完, 富岡定毅, "2 段噴射型デュアルモード燃焼器の燃料種と燃焼特性に関する研究," 日本航空宇宙学会北部支部 2023 年講演会ならびに第 4 回再使用型宇宙輸送系シンポジウム, 宮城, 2023 年 3 月

● 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 - 9600
1 ケースあたりの経過時間	60 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.94

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	18,740,745.48	0.82
TOKI-ST	1,571,678.98	1.57
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	520.79	0.33
TOKI-LM	13,997.86	0.94
TOKI-TST	6,211.28	0.16
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	1,022.50	0.93
/data 及び/data2	58,856.00	0.45
/ssd	7,473.00	1.04

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

● 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)	4,860.62	3.38

※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