# 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：R23JCWU07
利用分野：連携大学院
URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2023/24120/

## 責任者

沖田耕一，研究開発部門第四研究ユニット

## 問い合せ先

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，伊藤 竜大

## 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の CFD による予測手法を確立し，燃焼制御手法の提案に結びつける．

## 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，その再現に LES 手法あるいは LES/RANS の Hybrid 手法が有用であることが示されてきた．同 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

スクラムジェット燃焼器において，燃料噴射方法による燃焼特性変化を調べるために，いずれも噴射器下流に保炎用キャビティーを持つ配置で，従来型の垂直噴射と，上流向き噴射の比較を行った．CRUNCH CFD を用いて LES/RANS ハイブリット法による非定常解析を行った結果，垂直噴射ではキャビティー内の火炎を起点に主流中の燃料に燃焼が広がる Cavity flame 形態をとるのに対して，上流向け噴射ではキャビティー内の火炎が上流の噴流迄伝播して，噴流が燃焼しながら気流に貫通する Jet-wake flame 構造を取ることが分かった(図 1)．この違いと，気流と噴流の干渉による混合促進効果で，上流向き噴射において高い混合効率・燃焼効率を達成した(図 2)．

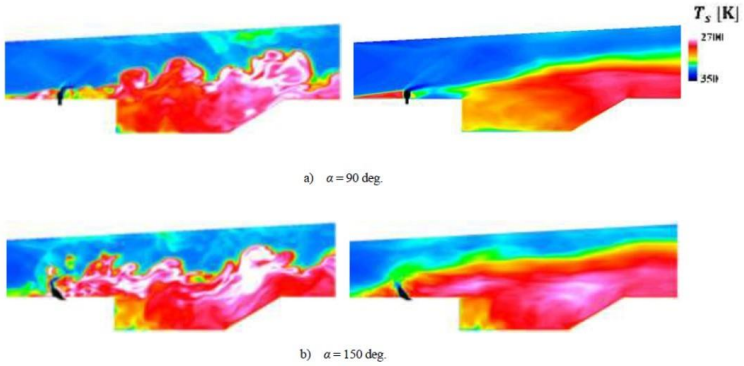


図 1: 瞬間場（左図）および平均場（右図）における静温分布（上段垂直噴射，下段上流向き噴射）

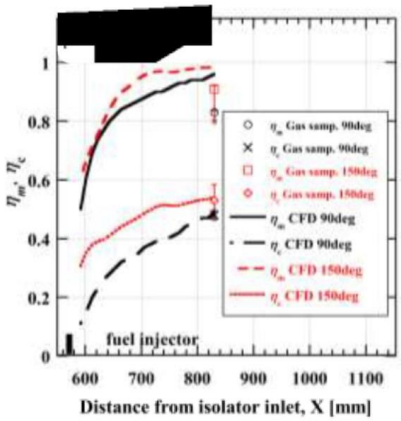


図 2: 混合効率及び燃焼効率の比較

## 成果の公表

-査読付き論文

H. Nishiguchi, et al., 'Unsteady Numerical Analysis of a Dual-Mode Scramjet Combustor with a Cavity,' Trans. JSASS, 66 (2023), pp. 103-117.

## 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 (%)： 0.65

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 | 17,121,085.13 | 0.77 |
| TOKI-ST | 76,257.42 | 0.08 |
| TOKI-GP | 0.00 | 0.00 |
| TOKI-XM | 0.00 | 0.00 |
| TOKI-LM | 1,801.89 | 0.14 |
| TOKI-TST | 525.51 | 0.01 |
| 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 | 1,350.00 | 1.12 |
| /data 及び/data2 | 58,851.00 | 0.36 |
| /ssd | 6,748.00 | 0.64 |

| 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) | 1,383.02 | 0.62 |

※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