航空機・将来宇宙輸送機への水素燃料の適用技術の研究

報告書番号：R24JA2121
利用分野：航空技術
URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2024/27540/

責任者

富岡定毅，研究開発部門第四研究ユニット

問い合せ先

田口秀之(taguchi.hideyuki@jaxa.jp)

メンバ

有吉 志満，遠藤 悠，藤井 愛実，廣瀬 帆，本郷 素行，伊藤 大樹，井上 拓，菊井 碧斗，小林 亮太，木内 渉太，百瀬 雅文，宗像 利彦，成田 知史，中山 浩太郎，中谷 辰爾，尾身 興一，大木 純一，鈴木 歩都，今村 俊介，高松 俊介，田口 秀之，山口 慧，吉田 凌大

事業概要

液体水素燃料を用いた極超音速予冷ターボジェットの推力制御方法と機体／推進統合制御方法を実証する．このため，極超音速機と極超音速エンジンの相互干渉を加味した機体／推進統合制御技術の確立に向けて，極超音速統合制御実験機の制御特性を取得する．また，極超音速実用機の要求仕様を定義するとともに，極超音速予冷ターボジェットの飛行実証を行うための極超音速実験機の設計仕様を提示する．

参考 URL: https://www.ard.jaxa.jp/research/hydrogenfuel/hydrogenfuel.html

JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

極超音速実験機の全機空力性能を CFD で取得する場合，計算負荷が大きく，計算時間が長く必要となるため．

NOx を含む反応性流体の計算では，化学種が多く通常の計算機での詳細な計算が困難であるため．

今年度の成果

模型支持スティングを模擬した極超音速統合制御実験機の CFD 解析を行い，スティングが空力特性に及ぼす影響の評価を行った．(図 1)

HIMICO 用インテークのランプ高さ駆動時におけるヒステリシスを評価するため，重合格子を用いた駆動解析を実施した．（図 2）

スクラムジェットエンジンモデル燃焼器の燃焼試験を対象とした数値解析を行い，解析により得られた燃焼器上下壁面の圧力分布をもとにした燃焼器内部の状態を把握するセンサ配置のスパース最適

化を実施した．（図 3）

極超音速統合制御実験(HIMICO)用ラムジェットエンジンの背圧変化に伴う擬似衝撃波の挙動を調査するため, CFD 解析を実施した.（図 4）

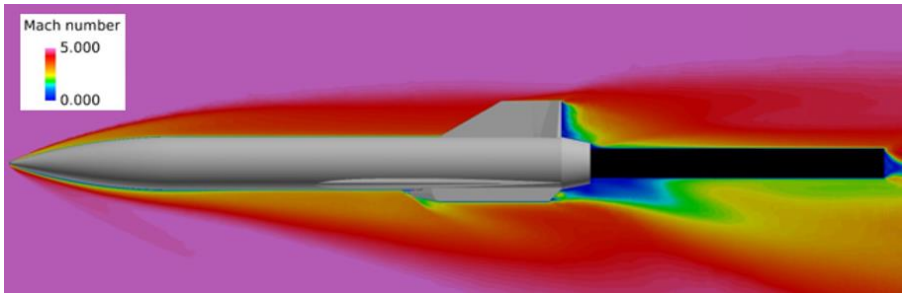

図 1: 極超音速統合制御実験機の風洞試験模型の周囲流（マッハ数分布, 迎角-15deg）

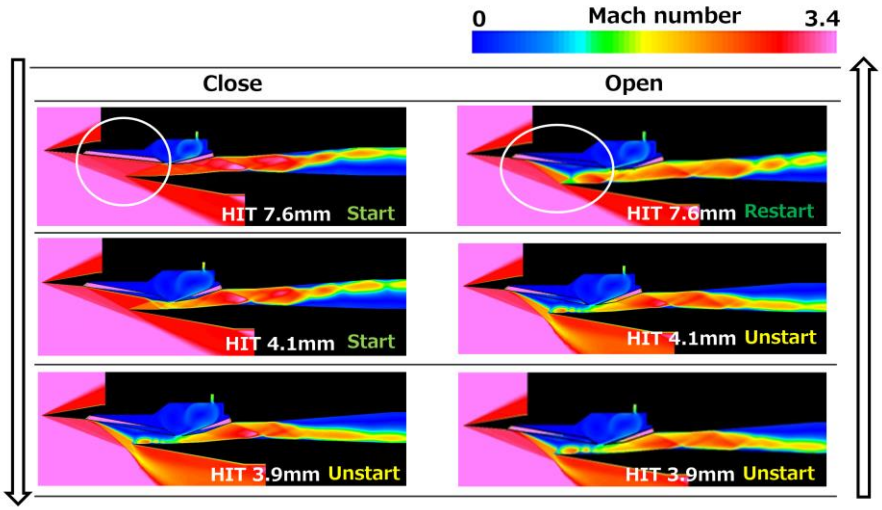

図 2: 極超音速インテークのランプ角度変化に対応した内部流の変化（マッハ数分布）

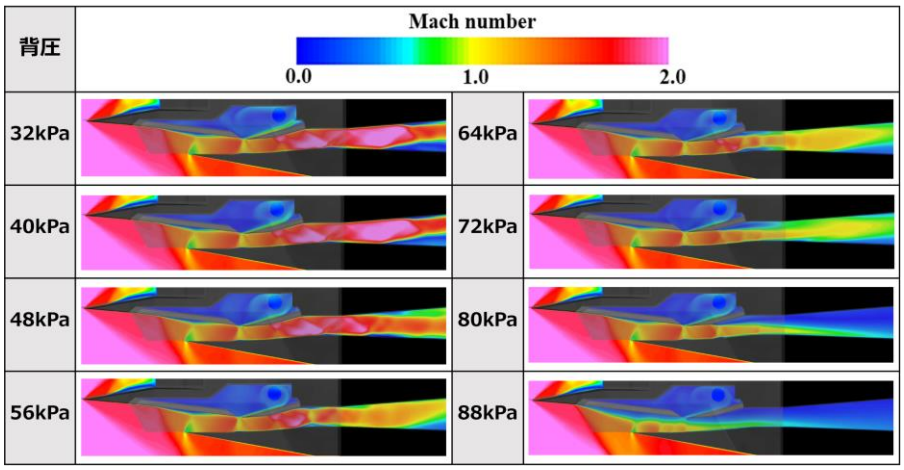

図 3: 極超音速インテークの背圧変化時の内部流の変化（マッハ数分布）

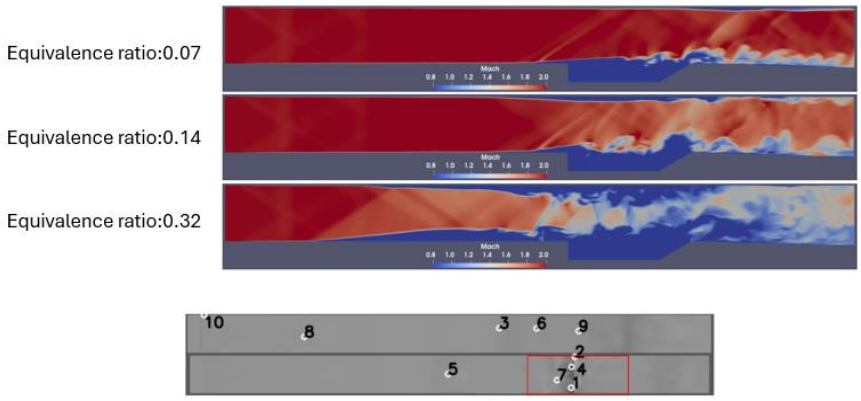

図 4: 超音速燃焼器の内部流（マッハ数分布 およびスパース最適化の結果）

成果の公表

-口頭発表

木内渉太, 廣谷智成, 髙橋英美, 田口秀之, 手塚亜聖, ”極超音速統合制御実験機(HIMICO)のマッハ 5 空力特性試験におけるスティング支持の影響”, 第 62 回飛行機シンポジウム, 2024

髙松俊介, 藤井愛実, 有吉志満, 小林亮太, 佐藤哲也, 田口秀之, 髙橋政浩, 富岡定毅 " 極超音速複合サイクルエンジンのインテーク流路形状の数値的設計検討" 第 68 回宇宙科学連合講演会,2024.

有吉志満, 藤井愛実, 髙松俊介, 小林亮太, 佐藤哲也, 廣谷智成, 田口秀之, 富岡定毅 " 移動重合格子を用いた極超音速複合サイクルエンジンのインテーク内部流れにおけるヒステリシス解析", 令和 6 年度宇宙輸送シンポジウム, 2025.

高松俊介,藤井愛実,有吉志満,小林亮太,佐藤哲也, 廣谷智成,田口秀之,髙橋政浩,富岡定毅 "ターボ・ラム/スクラム複合エンジンのインテーク流路設計に関する数値的検討" 日本航空宇宙学会北部支部 2025 年講演会ならびに第 6 回再使用型宇宙輸送系シンポジウム, 2025.

小林亮太, 佐藤哲也"非設計マッハ数におけるターボ・ラム/スクラム複合サイクルエンジンのインテーク流路の性能解析", 関東学生会, 第 64 回学生員卒業研究発表講演会, 2025.

中山浩太郎, 中谷辰爾, 津江光洋,

”スクラムジェットエンジン燃焼制御のためのスパースセンシングに向けた研究”, 第 68 回宇宙科学連合講演会,2024.

中山浩太郎, 廣瀬 帆, 中谷辰爾, 津江光洋, 富岡定毅,

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	OpenMP
プロセス並列数	1 - 2
1 ケースあたりの経過時間	30 時間

- **JSS3 利用量**

総資源に占める利用割合※1 (%)： 2.57

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	61,870,260.83	2.83
TOKI-ST	1,428,173.41	1.47
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	88,709.99	6.40
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	1,429.11	0.96
/data 及び/data2	400,802.00	1.92
/ssd	5,420.00	0.29

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	8.89	0.03

※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)	13,088.05	8.94

※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