

水素将来宇宙輸送機の研究開発

報告書番号：R23JDG10105

利用分野：研究開発

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2023/24055/

● 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

小寺 正敏(kodera.masatoshi@jaxa.jp)

● メンバ

福井 正明, 藤尾 秩寛, 井上 拓, 小寺 正敏, 奈良 知璃, 小川 秀朗, 新本 みゆ, 高橋 正晴

● 事業概要

高速二地点間宇宙輸送システムが将来の民間宇宙ビジネスにおいて有望視されている。本事業では、極超音速水素エンジン技術、特にターボジェットエンジンとスクラムジェットエンジンの複合サイクルエンジンに関する切替制御技術を完成させ、民間事業者に技術移転することで、上記宇宙輸送システムの実現に寄与する。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

極超音速水素エンジンを宇宙輸送システムのエンジンとして使用するには、加速上昇時における幅広い飛行速度範囲で作動を確認する必要がある。しかしながら地上試験設備ではすべての飛行条件を模擬することは不可能であり、CFD による補完が必要である。また、エンジンサイクルの切り替えには、個々のエンジン特性のみならず、システム全体の検討が必要である。それには CFD データベースを利用した最適化アルゴリズムの適用が効果的である。以上の課題を効率的に取り組むには膨大な計算機リソースが必要となるため、JSS の利用が不可欠である。

● 今年度の成果

(1) JSS3 を利用して、商用 CFD ソルバーCFD++を用いてスクラムジェット燃焼器の数値計算を 100 ケース実施した。この計算結果を用いて、設計変数から燃焼器性能(燃焼効率・推力・圧力比等)を予測する機械学習モデルを作成し、モデルベースの多目的設計最適化を実施した。(図 1)

(2) スクラムジェットエンジン用に、壁面設置型燃料噴射器の最適化を行うことを目的として、噴射孔形状、噴射圧、噴射角度をランダムに変化させた 1000 ケースからなる CFD データベースを作成した。(図 2) また、縦渦導入型燃料噴射器の最適化を行うことを目的として、ランプ角度、噴射孔間隔、当量比を変化させた 430 ケースからなる CFD データベースを作成した。

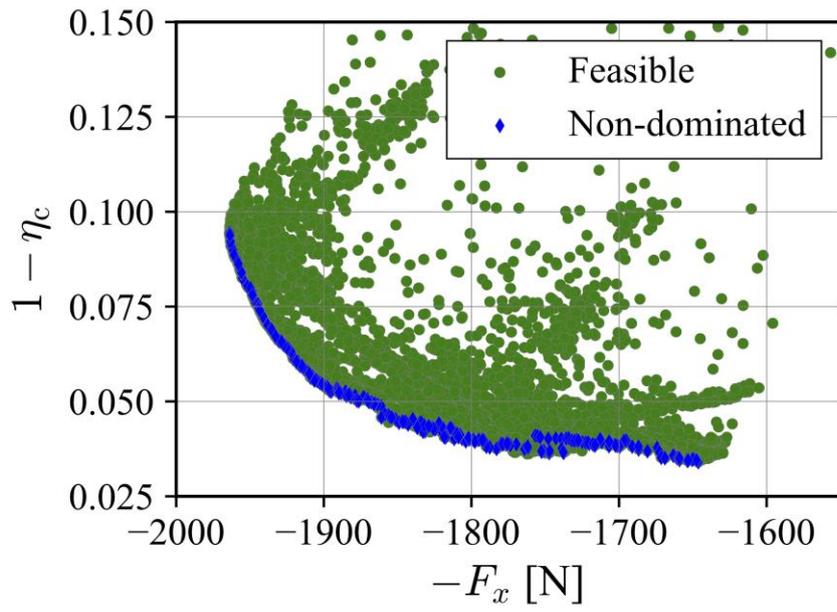


図 1: 2次元キャビティつきスクラムジェット燃焼器の多目的最適化結果

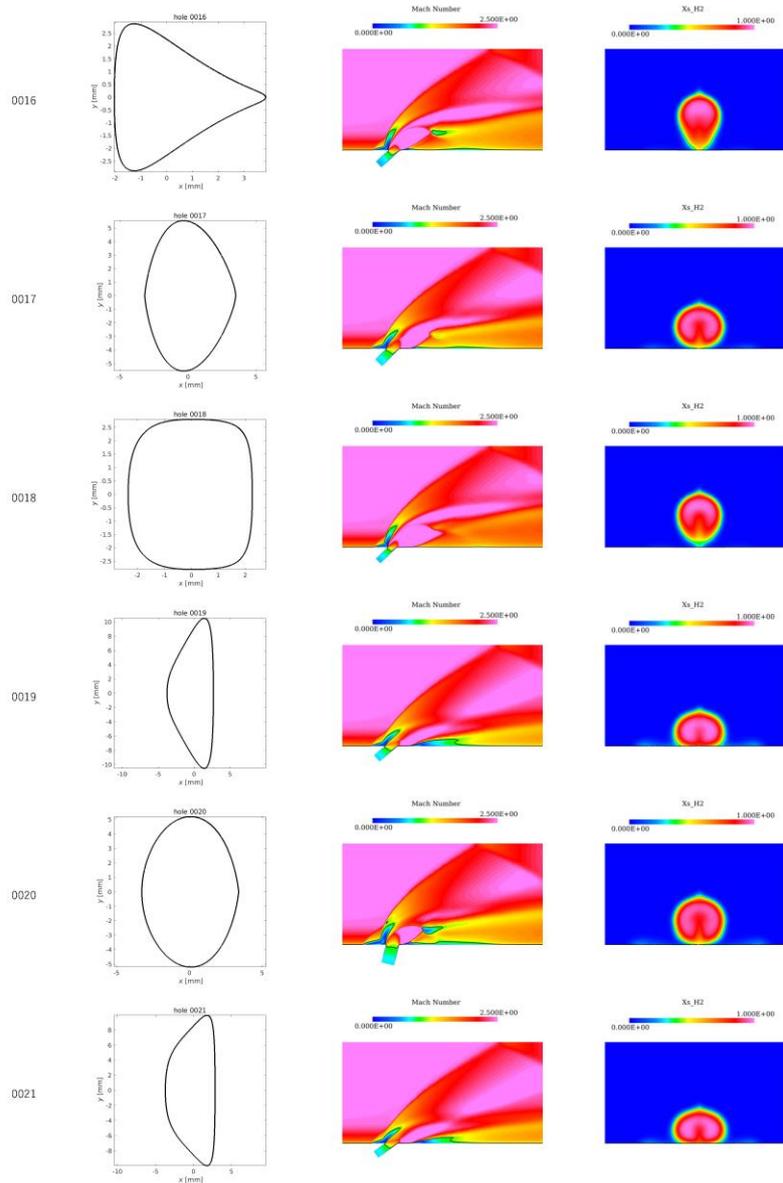


図 2: 壁面設置型燃料噴射器の CFD データベース例 (左: 噴射孔形状, 中央: 対称面マッハ数分布, 右: 燃焼器出口 H2 分布)

● 成果の公表

なし

● 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	256 - 512
1 ケースあたりの経過時間	12 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.01

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	89,644.31	0.00
TOKI-ST	345.78	0.00
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	54.01	0.00
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	112.02	0.09
/data 及び/data2	2,061.43	0.01
/ssd	0.00	0.00

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	4.13	0.01

※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)	432.31	0.20

※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