

再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究

報告書番号：R24JDU10308

利用分野：宇宙科学

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2024/27112/

● 責任者

澤井秀次郎, 宇宙科学研究所宇宙飛翔工学研究系

● 問い合わせ先

丸祐介(maru.yusuke@jaxa.jp)

● メンバ

丸 祐介, 宮崎 翼, 松山 新吾, 三木 佑真, 大野 匠海, 渡辺 大貴, 渡部 翼

● 事業概要

地球大気を積極的に有効利用する宇宙輸送システムの実現に必要な技術研究を実施する。具体的には、空気吸い込み式エンジンのためのエアインテークの設計研究を実施している。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

JAXA の解析ツール (FaSTAR, CHARIOT) を JSS 上で実行し、インテークの流ればの解明を行っている。FaSTAR は、条件を様々に変えて行う流路の設計研究に用いている、一方、CHARIOT は、流れ場の物理現象の丁寧な解明に用いている。どちらも、大規模な計算となるため、スパコンの利用が必須となっている。

● 今年度の成果

(1)Busemann の方法により、理論的に導出した形状に対し、軸対象境界層積分方程式に基づいて境界層厚さを推算し、その分だけ補正を行った。この補正によるインテーク始動性に対する効果を、FaSTAR を用いて検証した。また、スロートより下流の亜音速ディフューザー部の形状設計は、FaSTAR により試行錯誤で行った (図 1)

(2)Busemann インテークを、軸対称ロケット形状に搭載するため、アーチ型の断面を持つ Busemann インテークを設計し、機体搭載状態での流れ場の特性を評価した (図 2)

(3)FaSTAR による風洞実験条件での流れ解析は、圧力分布で風洞実験結果と比較した場合、大きな傾向はよく再現できている一方で、特にインテーク入口付近の圧力分布は、定性的にも定量的にも不一致が大きかった。この要因を探るため、より高忠実な LES 解析を CHARIOT を用いて実施した。

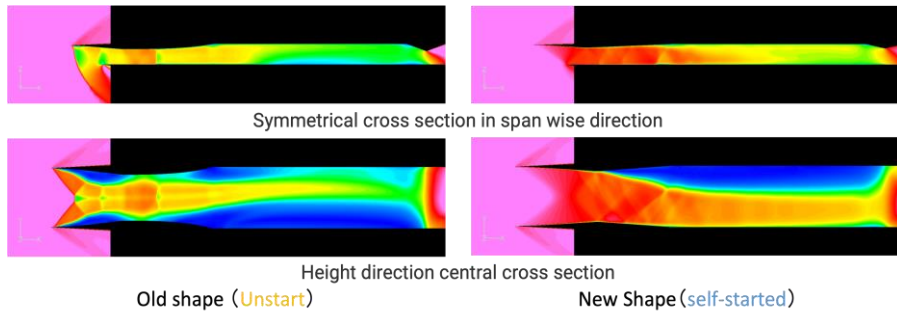


図 1: 風洞実験模型を対象とした, 境界層補正等の形状設計の効果

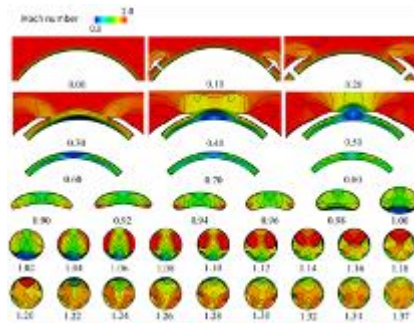


図 2: 軸対象ロケット形状に搭載した, アーチ型インテーク周りの流れば
解析

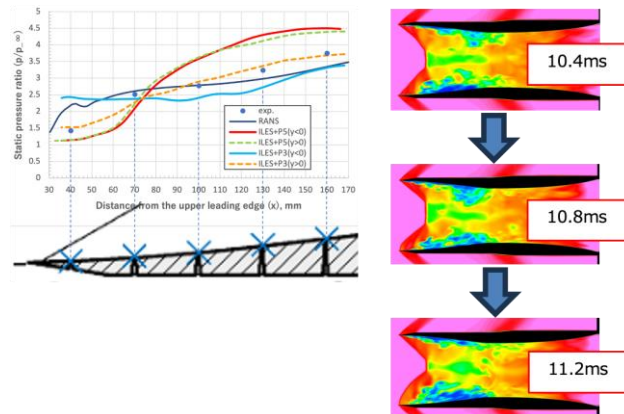


図 3: 高忠実な LES 解析の結果の一例

● 成果の公表

-口頭発表

1) Yuma Miki, Tasuku Miyazaki, Kiyoshi Kinefuchi, Yusuke Maru, Hiroaki Kobayashi, Shinichiro Tokudome and Tetsuya Sato, "Mass Capture Ratio Evaluation of Supersonic Busemann Intake for ATRIUM Combined Cycle Engine," 16th International Space Conference of Pacific-basin Societies (ISCOPS), Obihiro, Japan, November 2024.

2) Yusuke Maru, Tetsuya Sato, Katsuyoshi Fukiba, Kiyoshi Kinefuchi, Shingo Matsuyama, Study of Three-dimensional Air Inlet Ingesting Boundary Layer for Vertical Take-off and Landing Reusable Rocket, 16th International Space Conference of Pacific-basin Societies (ISCOPS), Obihiro, Japan, November 2024.

3) Yusuke MARU, Kazuma MATSUMOTO, Daiki WATANABE, Tetsuya SATO, A three-dimensional streamline-traced air inlet for the reusable sounding rocket with the air turbo rocket engine, 26th ISABE conference, ISABE-2024-125, October 2024, Toulouse.

4) 杵淵紀世志, 三木佑真, 宮崎翼, 丸祐介, 小林弘明, 徳留真一郎, 佐藤哲也「ATRIUM エンジン超音速 Busemann インテークのスケール効果と流量捕獲率評価」第 68 回宇宙科学技術連合講演会, 姫路, 2024 年 11 月.

5) 宮崎翼, 三木佑真, 杵淵紀世志, 丸祐介, 小林弘明, 徳留真一郎, 佐藤哲也「超音速 Busemann インテークの高精度吸込流量評価」第 22 回日本流体力学会中部支部講演会, 岐阜, 2024 年 10 月.

6) 渡辺 大貴, 丸 祐介, 佐藤 哲也, 松本 和真, 宇都宮 大地, 大野 匠海, ATRIUM エンジン用 Busemann インテークの境界層補正による性能改善, 第 68 回宇宙科学技術連合講演会, 1J14, 2024 年 11 月, 姫路

● 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
1 ケースあたりの経過時間	8.3 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.13

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	3,160,886.56	0.14
TOKI-ST	9,063.50	0.01
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	114.88	0.01
TOKI-TST	2,592.02	0.05
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	1,538.50	1.04
/data 及び/data2	134,551.00	0.64
/ssd	30,971.00	1.66

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	2.76	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)	197.45	0.13

※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