

インテークに関する研究

報告書番号：R17JTET10

利用分野：技術習得方式

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2017/4342/>

● 責任者

青山剛史 航空技術部門数値解析技術研究ユニット

● 問い合わせ先

橋本敦 hashimoto.atsushi@jaxa.jp

● メンバ

長尾志, 吉田秀和, 佐野正和

● 事業概要

JAXA では極超音速機実現に向けて離陸からマッハ5まで連続作動できる極超音速ターボジェットの研究開発が進められている。極超音速ターボジェットにおいてインテークはエンジンに入ってくる空気を減速・圧縮している。インテークの CFD 解析は風洞実験ではわからないインテーク内部での流れ場を可視化し、インテークの作動状態を把握することでより高効率なエンジン開発を行う。

<http://www.aero.jaxa.jp/research/frontier/hst/>

● JSS2 利用の理由

極超音速統合制御実験用インテークの性能調査を目的に、定常計算、非定常計算併せておよそ 30 ケースの 3 次元計算を行う必要があったため、CFD 解析には JAXA で開発された高速流体解析ソルバ FaSTAR を用いた。

● 今年度の成果

極超音速統合制御実験(High Mach Integrated COntrol experiment: HIMICO)用インテーク部は可変機構を有しており、第2,第3ランプの位置を調節することでインテーク高さを変えることが出来る。第2,第3ランプが側壁と干渉しないようこれらの間には1mmのクリアランスが存在する。このクリアランスをサイドクリアランスと称し、幅の長さを w_{side} と表す。このサイドクリアランスの性能への影響を調査するため w_{side} を変化させて数値解析を行った。

(図1)にはノズル高さ13mmのとき、(図2)にはノズル高さ9mmのときのマッハ数分布を示す。それぞれ図上部はセンターライン、図下部はセンターラインから16.5mm(側壁から5mm)平行移動させて面のマッハ数分布を示す。ノズル高さ13mmのときを見ると、センターラインにおいては $w_{side}=1$ mmのときに第2ランプ上で大規模な剥離が発生している。側壁方向に平行移動したのを見ると $w_{side}=1$ mmから0.5mmのとき第2ランプ上で剥離が発生しており、衝撃波がインテーク外部に漏れ出

ている。一方、ノズル高さ 9 mm のときではセンターラインにおいて $w_{side}=1\text{mm}$ から 0.5 mm において第 2 ランプ上で大規模な剥離が発生している。

(図 3)には各 w_{side} の値における性能マップを示す。 $w_{side}=0.5\text{ mm}$, 0.75 mm, and 1 mm (供試体の再現) のとき,流量捕獲率:MCR では 5%未満の精度で実験値に一致しており, $w_{side}=0\text{ mm}$ のとき,MCR で 2%未満の精度で理論値に一致している。このことから理論値と実験値の違いの原因がサイドクリアランスにあることがわかった。また実験において MCR が減少する原因が第 2 ランプ上に生じる剥離による衝撃波が外部に漏れ出ることにあることがわかった。

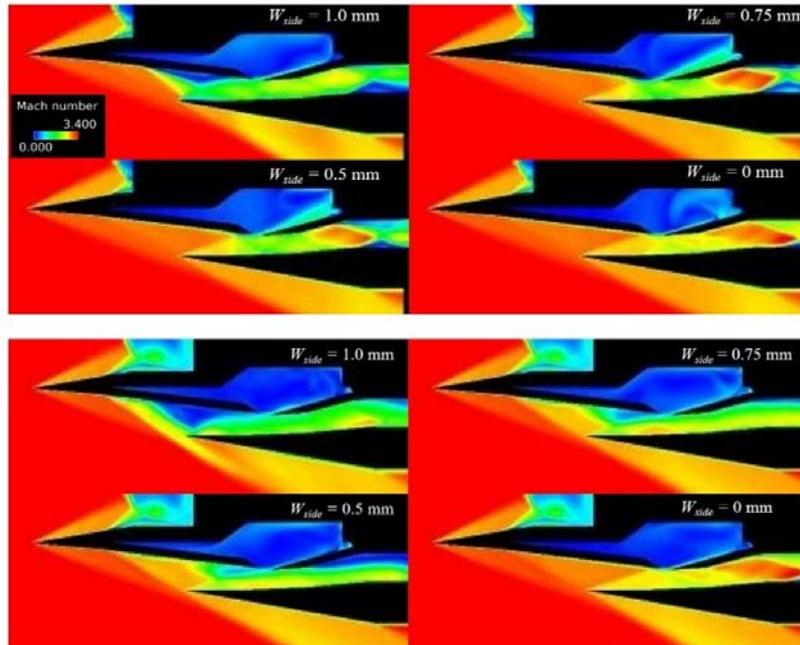


図 1 ノズル高さ 13 mm のときのマッハ数分布(センターライン;上部,側壁付近;下部)

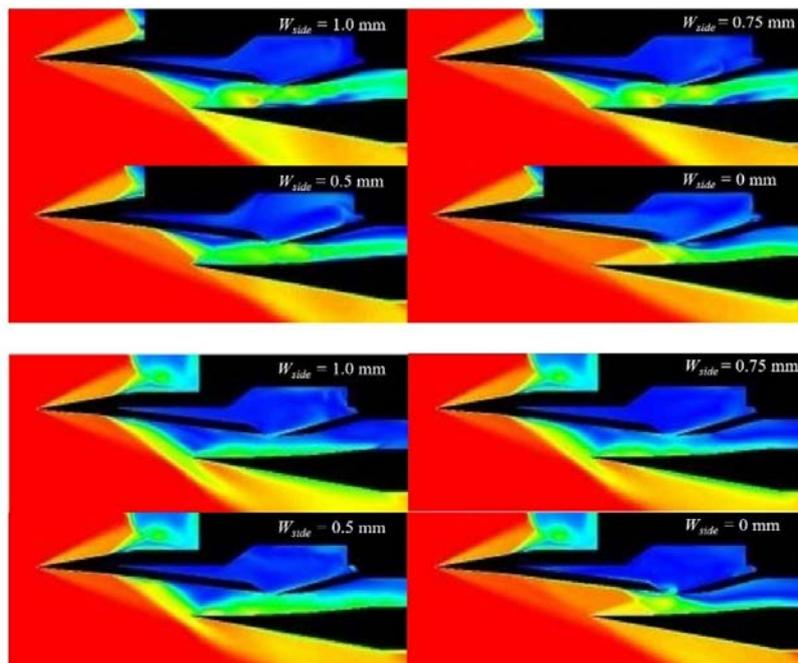


図 2 ノズル高さ 9 mm のときのマッハ数分布(センターライン;上部,側壁付近;下部)

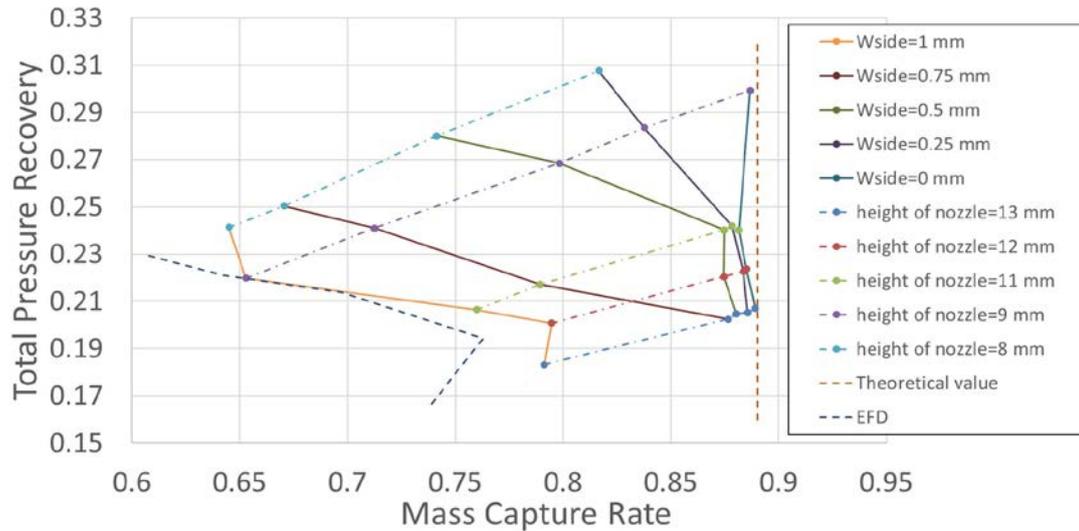


図3 性能マップ

● 成果の公表

● 査読付論文

- 1) 長尾他, "超音速矩形インテークにおけるバズ発生に関する数値解析", 日本航空宇宙学会, 投稿中

● 口頭発表

- 1) Yoshida, H., et al., "Numerical Study of Hypersonic Air Intake Aerodynamics Performance for High Mach Integrated Control Experiment "HIMICO"", AIAA Propulsion and Energy Forum 2017
- 2) 吉田 他, "静粛超音速機インテークにおけるバズの発生予測に関する数値的研究", 第 55 回飛行機シンポジウム
- 3) 佐野 他, "極超音速統合制御実験(HIMICO)用インテークにおけるサイドクリアランスの影響", 平成 29 年度宇宙輸送シンポジウム
- 4) Yoshida, H., et al., "Numerical Study of Inlet Performance with Airframe/Propulsion Interference for High Mach Integrated Control Experiment "HIMICO"", AJCPP2018
- 5) 佐野 他, "超音速インテークにおける非定常振動の数値計算", 航空宇宙流体科学サマースクール

● JSS2 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 | N/A |
| プロセス並列数 | 512 - 1024 |
| 1 ケースあたりの経過時間 | 12.00 時間 |

● 利用量

総資源に占める利用割合^{※1} (%) : 0.93

内訳

| 計算資源 | | |
|----------|--------------|---------------------------|
| 計算システム名 | コア時間(コア・h) | 資源の利用割合 ^{※2} (%) |
| SORA-MA | 7,438,629.22 | 0.99 |
| SORA-PP | 26,731.96 | 0.33 |
| SORA-LM | 2,995.19 | 1.54 |
| SORA-TPP | 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 | 495.91 | 0.34 |
| /data | 29,296.89 | 0.54 |
| /ltmp | 5,859.38 | 0.44 |

| 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 | 3.56 | 0.15 |

※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