

## 大気突入実在気体熱空力評価

報告書番号：R24JDA201A32

利用分野：航空技術

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2024/27300/

### ● 責任者

徳川直子, 航空技術部門基盤技術研究ユニット

### ● 問い合わせ先

小澤宇志(ozawa.takashi@jaxa.jp)

### ● メンバ

井手 優紀, 松山 新吾, 小澤 宇志, 鈴木 俊之

### ● 事業概要

本研究では、大気圏突入時における加熱および空力特性を数値シミュレーションによって高い精度で予測するため、高温気体の物理モデルやシミュレーション手法について高度化を行う。新たに提案するモデル・手法を用いたシミュレーションと実験によって得られたデータを比較することで予測精度を実証し、高精度なシミュレーションツールの実現を目指す。今年度は特に軽ガス銃流れ場、サンプルリターンカプセル周りの流れ場、カプセル姿勢安定性、希薄空力について検証する。また、境界層遷移に係る CFD 及び安定解析技術の高度化も行う。

### ● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

物理モデル、形状、試験気流条件、等の不確定性・依存性を評価するため、モデル、形状、条件等を変化させて多くのケースの解析を実施するためにスパコンを使用した。

### ● 今年度の成果

本研究では、まず、境界層安定性解析技術の研究に関して、孤立円柱粗さウエイクを進展する波束型攪乱の挙動やクロスフロー流における二次不安定攪乱の過渡的成長現象について明らかにした。

希薄空力に関する研究では、まず空気入吸込式イオンエンジンの実証に向けて、インテーク性能評価に向けた DSMC 解析を実施した。一例を図 1 に示す。また、希薄流領域では表面微細加工による空力や圧力への影響がよくわかっていないため、希薄風洞環境において表面微細加工風洞模型の DSMC 解析(図 2)を実施し、その影響を検証した。

さらに、大気圏突入カプセルの遷音速域における動的不安定のメカニズムを明らかにするため、LES により「はやぶさ」カプセルのマッハ 1.1 飛行時の LES 解析を実施した(図 3)。LES の結果からカプセル後流の揺動による動的不安定性の発生メカニズムを調査した。

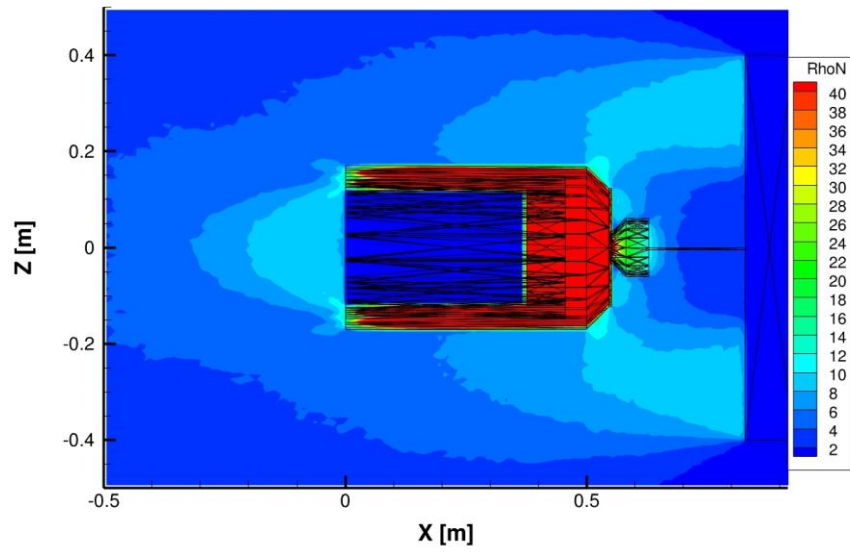


図 1: 超低高度軌道におけるインテーク内部・外部の密度比分布

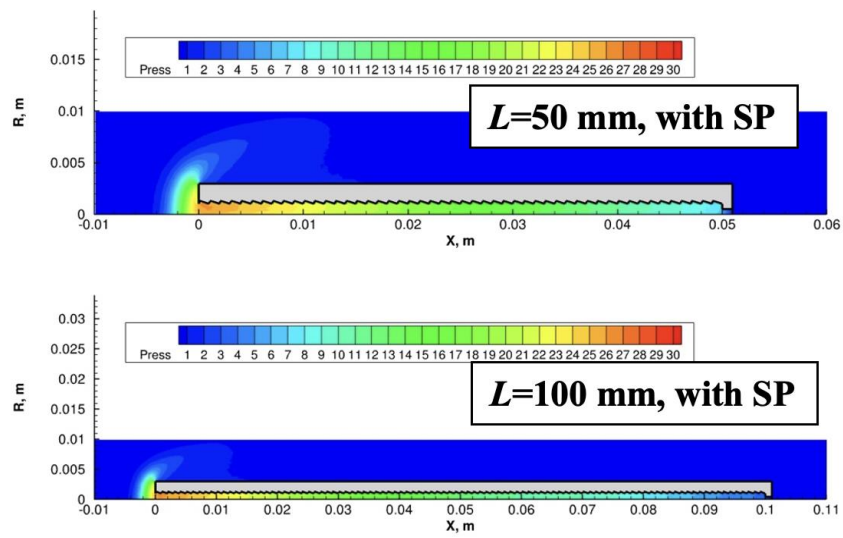


図 2: 表面微細加工模型管内圧力分布の比較：長さ 50mm(上), 長さ 100mm(下)

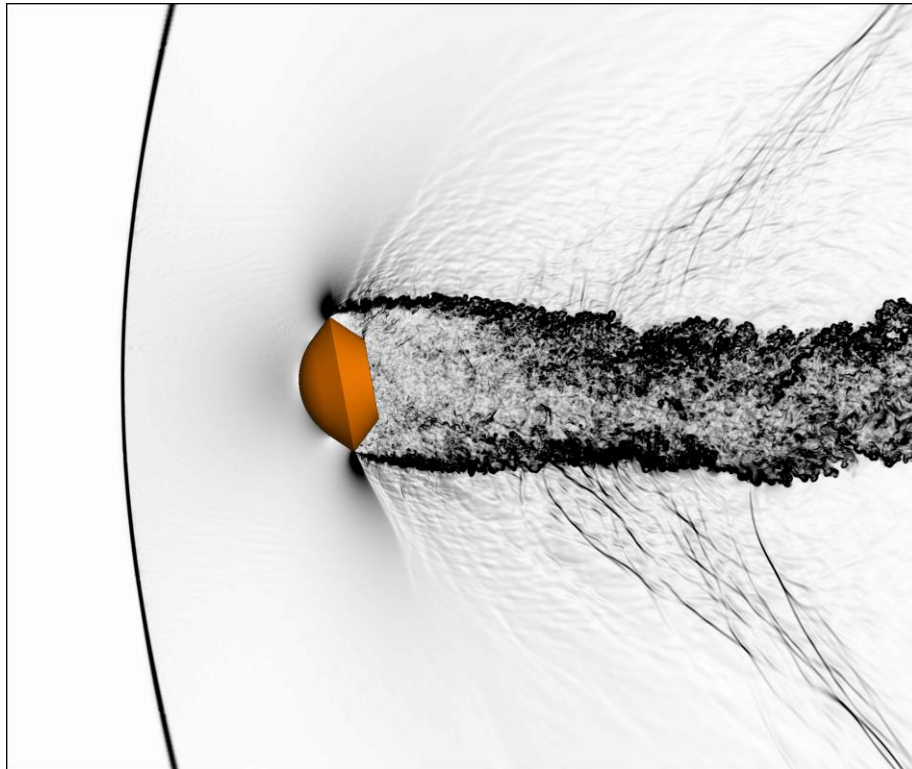


図 3: マッハ 1.1 で飛行する「はやぶさ」カプセルが動的不安定によって振動運動する過程を LES により解析した結果

## ● 成果の公表

-口頭発表

33rd International Symposium on Rarefied Gas Dynamics

第 38 回数値流体力学シンポジウム

日本航空宇宙学会西部支部講演会

第 68 回宇宙科学技術連合講演会

## ● 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       | 366 - 2928 |
| 1 ケースあたりの経過時間 | 24 時間      |

## ● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.81

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 | 20,904,105.37 | 0.96          |
| TOKI-ST   | 309,282.29    | 0.32          |
| TOKI-GP   | 0.00          | 0.00          |
| TOKI-XM   | 0.00          | 0.00          |
| TOKI-LM   | 0.00          | 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          | 1,171.00      | 0.79          |
| /data 及び/data2 | 109,377.43    | 0.52          |
| /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) | 0.00   | 0.00          |

※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