

大気突入カプセルの大気突入環境に対するスケール効果の研究

報告書番号：R24JDA201J04

利用分野：航空技術

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2024/27188/

● 責任者

中北和之, 航空技術部門基盤技術研究ユニット

● 問い合わせ先

松山 新吾(matsuyama.shingo@jaxa.jp)

● メンバ

松山 新吾, 村上 遼太朗, 名倉 香純

● 事業概要

大気突入システムの設計において重要な前提条件となる空力加熱率・実在気体空力性能・静的・動的不安定性はカプセル形状が変われば大きく変化するが、相似な形状においても代表長（スケール）が異なれば変化することが知られている。しかしながら、スケール変化がそれらの特性にどの程度影響を与えるかについては定量的な相関関係が知られていないため、設計の度に予測する必要がある。本研究では、小型回収カプセル（HSRC）の 3/5 スケールのカプセルをおよび風洞模型スケールのカプセルを対象としてスケール効果を予測する手法を構築し、フライトデータとの比較によってこれを検証することを目的とする。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

本研究では迎角を持って飛行する大気圏突入カプセルを対象とした三次元解析を実行するため、計算コストが大きくなることは避けられない。また、遷音速飛行時における動的不安定性については Large Eddy Simulation (LES) による乱流解析が主要な手段であるため、必然的に大規模な三次元非定常解析を実施しなければならない。さらに、マッハ 10 を超えるような飛行条件では衝撃波背後で化学反応や内部エネルギーモードの励起が生じるため、多数の化学種と内部エネルギーに関する支配方程式を解かなければならない。これらの解析は計算コストが非常に高く、スーパーコンピュータを使用した解析が必須である。

● 今年度の成果

- ・ HSRC を 3/5 スケールに縮小したカプセル形状を対象として LES 解析を実施し、動的不安定によるカプセル振動の特性を評価した。
- ・ 遷音速風洞による一自由度の自由振動試験について LES 解析によりカプセル模型の自由振動を模

擬し（図 1），風洞試験データとの比較を実施した．

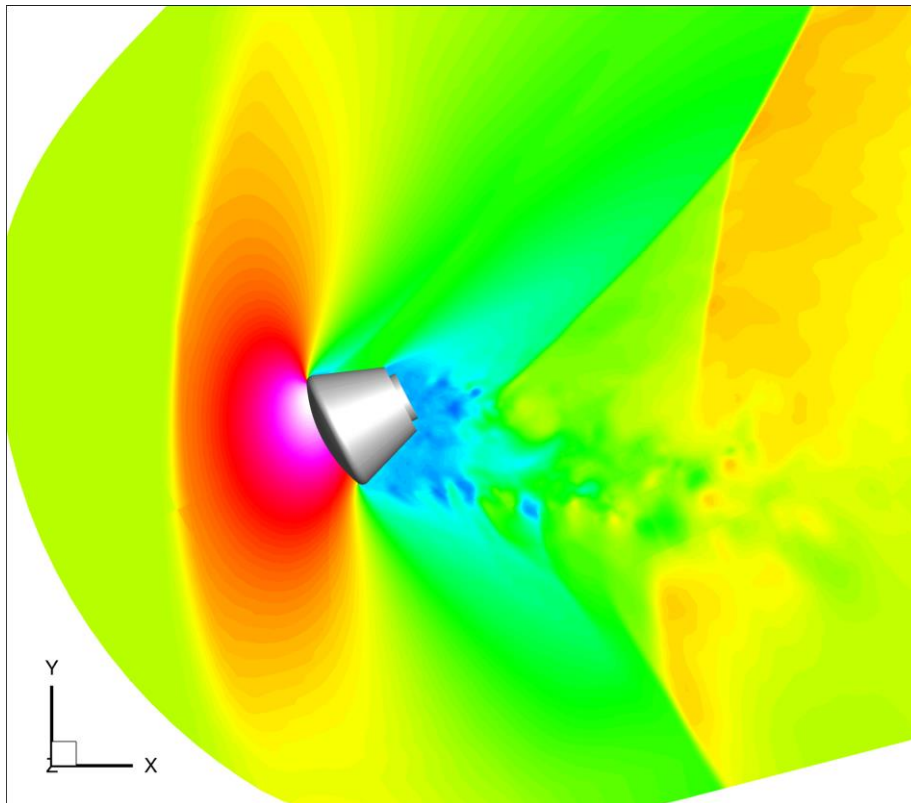


図 1: 遷音速風洞による一自由度の自由振動試験を模擬した LES の結果．マッハ 1.1 の気流中で自由振動するカプセル模型周りの流れ場を瞬時の圧力分布により表示．

● 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	52 - 2788
1 ケースあたりの経過時間	240 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.46

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	12,666,334.20	0.58
TOKI-ST	0.00	0.00
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	1,048.50	0.71
/data 及び/data2	6,651.00	0.03
/ssd	251.00	0.01

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