

超音速飛翔体の数値流体解析

報告書番号：R22JACA20

利用分野：JSS 大学共同利用

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2022/20587/>

● 責任者

北村圭一, 横浜国立大学

● 問い合わせ先

眞柄孝基(横浜国立大学)(magara-motoki-tb@ynu.jp)

● メンバ

古澤 善克, 北村 圭一, 眞柄 孝基, 二村 和樹

● 事業概要

惑星探査の際の有効な減速手段である超音速パラシュートや宇宙輸送手段であるロケットは超音速で飛行する。超音速飛翔体の安定した飛行を阻害する要因として、超音速パラシュート周りの非定常な流れやロケット表面に付与する突起がある。これらの空力特性への影響は未だ明らかでなく、風洞試験にて得られる知見には限りがある。そこで、超音速パラシュートや突起付きロケットを対象とした超音速条件における数値計算を行い、空力データを取得する。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

本研究において、DGB 型、DS 型の超音速パラシュート周りの複雑な流れ場や、突起付きロケットの突起周囲に生じる渦を正確にとらえる必要があり、高解像度の計算格子を用いた数値計算を行うことから膨大なコストを要する。そのため短時間で大規模計算が可能なスーパーコンピュータが必要である。

● 今年度の成果

・超音速パラシュートの空力特性

図1に示すようなDGB型とDS型の2種類の開口部形状の超音速パラシュートに対し、一様流マッハ数2.0として数値計算を行い、迎角の影響を検討した。その結果、キャノピー迎角が小さい場合、DS型はDGB型に比べ、抗力係数変動量が小さいことが分かったが、図2に示すような局所的な圧力差により破損の危険性があることが確認できた。

・突起付きロケットの空力特性

図3に示すような細長比8.9の細長物体に対し、1つの突起を機体前方部の風下側に装着し、この突起の高さと幅をそれぞれ機体直径の5%ずつ変化させた。一様流マッハ数は1.5、迎角15°とした。そ

の結果, 図 3 のように突起幅のみを変化させた場合に興味深い結果を得た. 突起の幅を変化させても渦の非対称性が変化せず, 横力も変化しないことが明らかとなった.

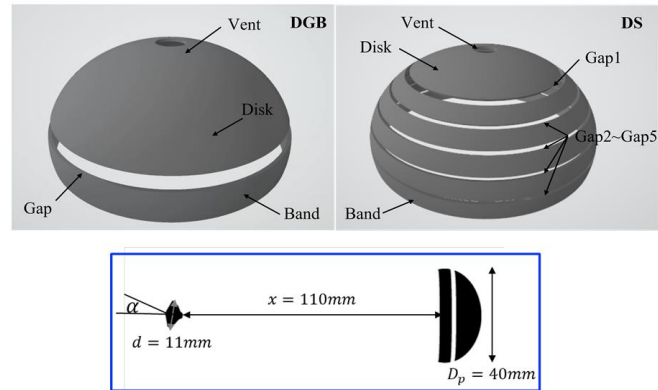


図 1: 解析対象

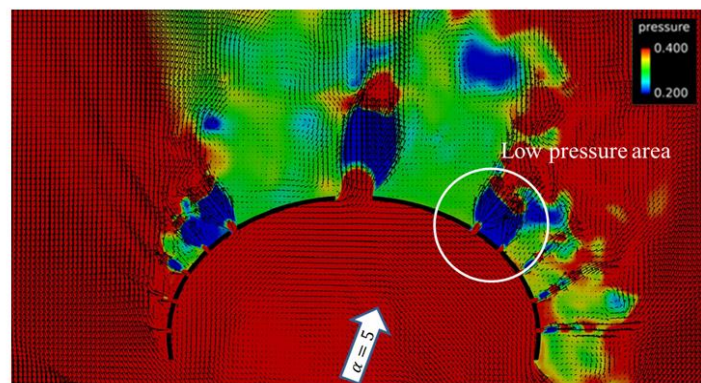


図 2: 圧力分布による可視化結果

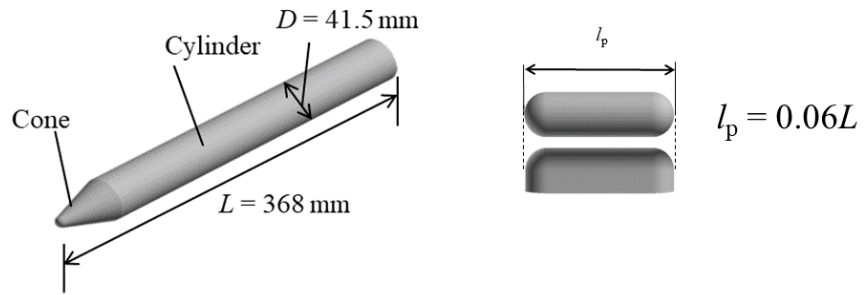


図 3: 解析対象

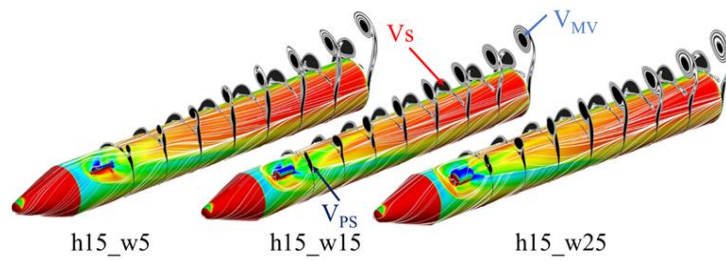


図 4: 渦の可視化

● **成果の公表**

-口頭発表

1) 二村和樹, 筒井史也, 北村圭一, 野中聡, "細長物体表面突起の大きさが超音速域で横力特性に及ぼす影響の数値解析"第 54 回流体力学講演会/第 40 回航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム(アイーナ:いわて県民情報交流センター, 盛岡市, 2022年6月29日)

2) Nimura,K., Tsutsui, F., Kitamura, K., and Nonaka, S.: Aerodynamic Effects of Surface Protuberance Sizes on Slender-Bodied Supersonic Vehicle, AIAA-2023-0241, AIAA SciTech Forum 2023, National Harbor, MD & Online, Jan.2023

-ポスター

1)眞柄孝基, 北村圭一"キャノピー形状の異なる超音速パラシュート内外圧力変動の数値流体解析", 第 66 回宇宙科学技術連合講演会, 2022年11月1日～4日.

● **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	自動並列
プロセス並列数	512 - 2048
1 ケースあたりの経過時間	72 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.28

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	5,216,651.52	0.23
TOKI-ST	56,531.96	0.06
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	222,734.66	14.93
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	260.33	0.24
/data 及び/data2	40,980.00	0.32
/ssd	4,336.67	0.60

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	24.89	0.11

※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)	4,306.61	3.00

※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