

## 飛翔体突起部による超音速空力特性への影響

報告書番号：R18JACA20

利用分野：JSS2 大学共同利用

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2018/8969/

### ● 責任者

北村圭一，横浜国立大学

### ● 問い合わせ先

原田敏明( harada-toshiaki-vt@ynu.jp )

### ● メンバ

原田 敏明, 北村 圭一

### ● 事業概要

ロケットを代表とした飛翔体にある突起部は流れや空気力の非対称性を生むため、その影響の定量的な把握がロケット開発に対して重要である。流体数値計算を用いて、任意飛翔体に許容される突起部の①位置や②大きさについての体系的かつ基礎的な空力研究を行う事で、今後のロケット開発における突起部選定のための指針を得ることが期待される。

参考 URL: <http://www.aero.ynu.ac.jp/>

### ● JSS2 利用の理由

本研究では突起を含む飛翔体周りの大規模な数値流体解析を行う必要がある。故に、本計算には2,500万点程の格子を要し、この規模の数値計算を大学のワークステーションのみで100ケース程度行う事は現実的ではないため、メモリをより確保でき、計算時間を大幅に削減できるJSS2を利用した。

### ● 今年度の成果

図は迎角  $\alpha=15^\circ$  における突起周方向角度  $\phi=45^\circ$  ,  $\phi=90^\circ$  ,  $\phi=135^\circ$  及び突起無し(No Pro.)の機体全長の80%位置の断面における圧力係数分布を示し、縦軸は機体の無次元化高さ( $z/(D/4)$ )、横軸に圧力係数  $C_p$  を取る ( $\phi=180^\circ$  は機体の風上側)。機体の左舷側(実線)に着目すると、周方向角度による差異が見られる。これは突起側で発生した剥離渦が機体から離れる事が原因であると考えられる。ここで機体軸方向の渦度の絶対値分布を可視化すると、 $\phi$  が小さくなると共に左舷側の渦が機体から離れている事が確認できる。したがって、左舷と右舷で表面圧力に差異を生じ、横力増加に寄与した。また、突起周方向角度  $\phi=25^\circ$  ずつ横力を調べた結果、図より、 $\phi=45^\circ$  で最大値を取り、突起が風上に位置する程、横力を減少できる事が分かった。

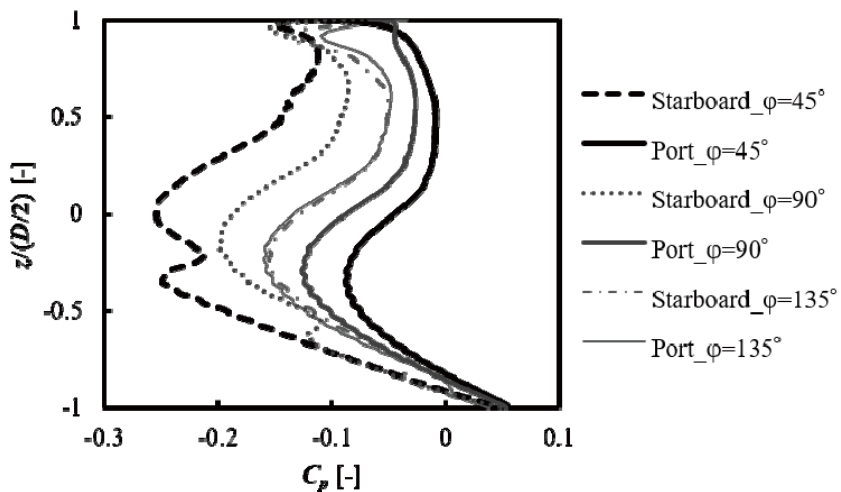


図 1: Cp distributions surrounding a cross section at  $x/L = 0.8$  and  $AoA = 15$  deg. for each azimuthal angle ( $\phi$ )

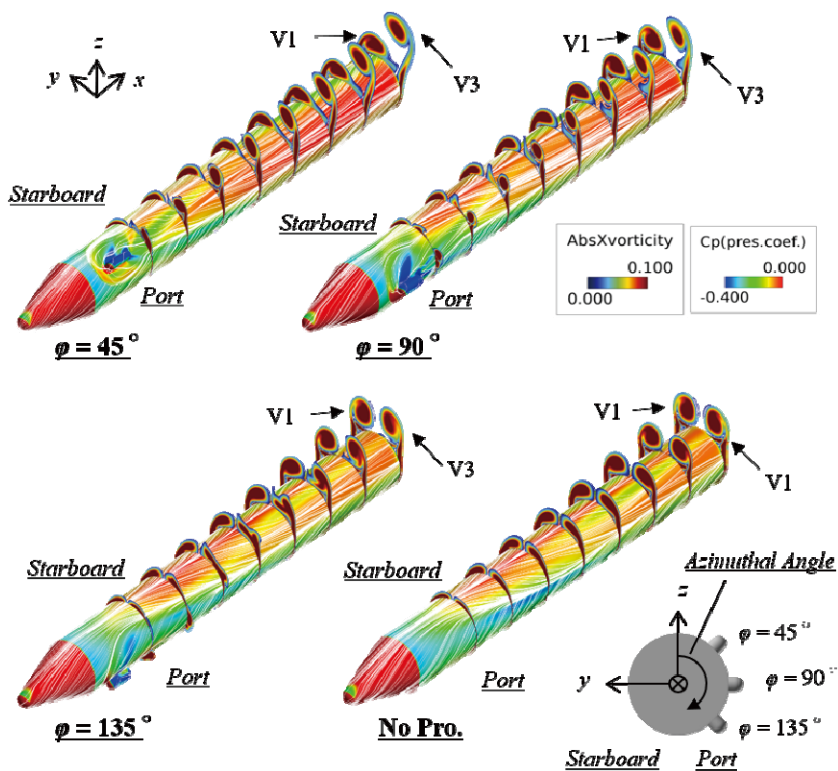


図 2: 2D ( $y-z$ ) planes colored with vorticity magnitude in each case: planes of  $0.1 L$  interval from  $0.3L$  to  $1.0L$  with a  $C_p$  surface contour (perspective view) at  $AoA = 15$  deg.

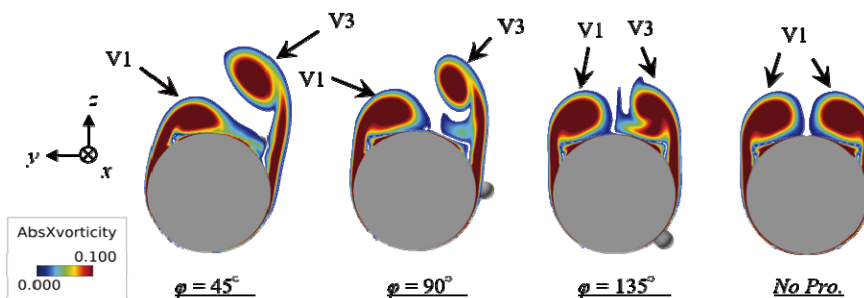


図 3: 2D (y-z) planes colored with vorticity magnitude in each azimuthal angle ( $\phi$ ) case and No pro. case at AoA = 15 deg. at  $x/L = 0.8$  plane

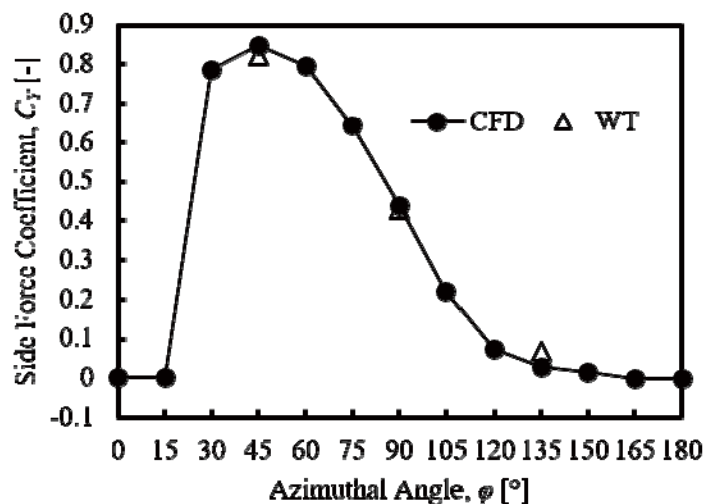


図 4: Side force coefficient  $C_Y$  vs azimuthal angle ( $\phi$ ) by 15 deg. steps in Front case at AoA = 15 deg.

## ● 成果の公表

-査読付き論文

1) Kawauchi Kazuaki, Toshiaki Harada, Keiichi Kitamura, Satoshi Nonaka, "Experimental and Numerical Investigations of Slender Body Side Force with Asymmetric Protuberances," Journal of Spacecraft and Rockets (Accepted).

2) Toshiaki Harada, Keiichi Kitamura, Satoshi Nonaka, "Roll Moment Characteristics of Supersonic Flight Vehicle Equipped with Asymmetric Protuberance," The 31st ISTS Special Issue of Transaction of JSASS (Accepted).

-査読なし論文

Toshiaki Harada, Kawauchi Kazuaki, Keiichi Kitamura, Satoshi Nonaka, "Side Force Characteristics of Supersonic Flight Vehicle Equipped with Asymmetric Protuberance," AIAA Science and Technology Forum 2019, 2019-0299

-口頭発表

1. 河内和観, 原田敏明, 北村圭一, 野中聡, "非対称突起を有する細長物体横力特性の実験・数値解析", 宇宙航行の力学シンポジウム

2. Kazuaki KAWAUCHI, Toshiaki HARADA, Keiichi KITAMURA, Satoshi NONAKA, "Wind Tunnel Experiment on Slender body Aerodynamics with Asymmetric Protuberance at Mach 1.5," JSSUME2018 (15th Joint Symposium between Sister Universities in Mechanical Engineering)

3. 河内和観, 原田敏明, 北村圭一, 野中聡, "非対称突起物を有する細長物体空力特性についての超音速風洞試験", 日本航空宇宙学会 第 49 期年会講演会

-ポスター

原田敏明, 河内和観, 北村圭一, 野中聡, "非対称突起物を有する細長飛翔体の横力特性に関する数値解析", 第 62 回宇宙科学技術連合講演会

● 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	非該当
プロセス並列数	320
1 ケースあたりの経過時間	8 時間

● 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.11

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	736,396.53	0.09
SORA-PP	29,040.50	0.23
SORA-LM	2,272.36	1.06
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	16.21	0.02
/data	9,344.11	0.16
/tmp	3,320.31	0.28

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	4.75	0.17

※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