

機体形状および突起が細長物体空力特性に及ぼす影響についての数値解析

報告書番号：R22JACA21

利用分野：JSS 大学共同利用

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2022/20588/

● 責任者

北村圭一，横浜国立大学

● 問い合わせ先

本木 翔吾(横浜国立大学大学院)(motoki-shogo-pt@ynu.jp)

● メンバ

北村 圭一，間々下 智広，本木 翔吾，峯嶋 航矢

● 事業概要

宇宙輸送機の表面にある突起は空力特性，特に横力に影響を与える．本研究では，複数の突起が遷音速空力特性に与える影響を把握するため，突起を有する細長物体について遷音速条件(マッハ 0.7-1.3)で定常計算を実施した．その結果，マッハ 0.7 で二つ目の突起を風下側(周方向角度 45 度)に配置すると，横力が増加することがわかった．また，その位置が一つ目の突起から 0.22L の場合は横力が最大となる．しかし，二つ目の突起を一つ目の突起から 0.11L の位置に配置した場合は，二つ目の突起がない場合とほぼ同じ横力となる．これは，それぞれの突起で発生した渦が合体して一つの渦になるためである．マッハ 1.3 では，二つ目の突起から発生する渦が小さくなるため，横力の変化は小さい．

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

本研究では様々な形状，気流条件を扱うため計算ケースが多いことや，高い解像度の結果が必要なため格子点数が多いことから，効率的かつ正確な数値計算を行うためには高性能なスーパーコンピュータを用いる必要があった．

● 今年度の成果

二つの突起を配置した細長物体(図 1)を対象に迎角 15 度，マッハ数 0.7-1.3 の範囲で数値解析を行い，二つの突起の位置と横力係数の関係(図 2)について調査した．その結果マッハ 0.7 では，二つ目の突起が機体全長の 44%に配置されている場合(突起間の距離は機体全長の 22%)で横力が最大となった．二つ目の突起が 55%位置のケースの機体周囲の渦度分布(図 3)より，二つの突起から生じた渦がそれぞれ独立していることが分かる．二つ目の突起の渦には横力増大効果があり，二つ目の突起を上流に配置すると，その影響を受ける範囲(突起からベース部までの範囲)が大きくなる．そのため，二つ目の突起を 44%に配置した場合に横力が最大となり，それより下流に配置した場合では横力は小さくなる．

ところが、44%より上流である 33%に配置すると横力が小さくなる。これは、二つの突起が近い(機体全長の 11%)なのでそれぞれから生じた渦が合体して(図 4)、二つ目の渦の横力増大効果が生じないためである。また、マッハ 1.3 では二つ目の突起による渦が比較的小さいため、横力の変化も小さい(図 2)。

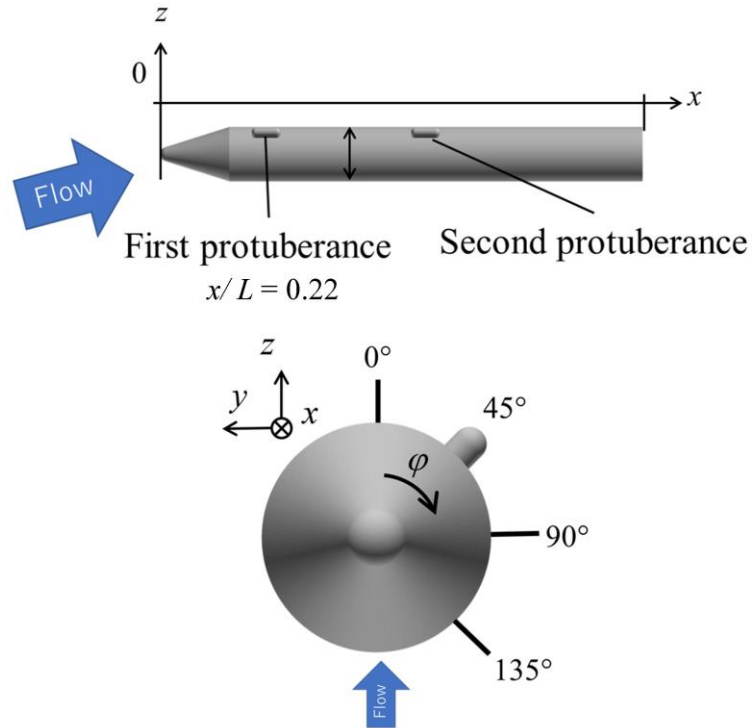


図 1: 解析対象形状と突起位置

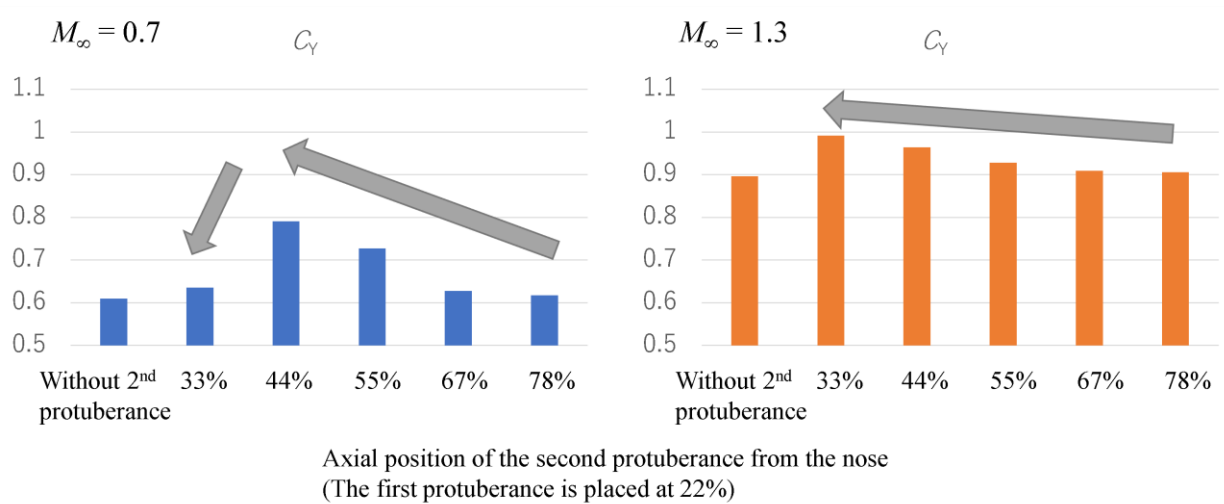


図 2: 二つ目の突起位置と横力係数の関係

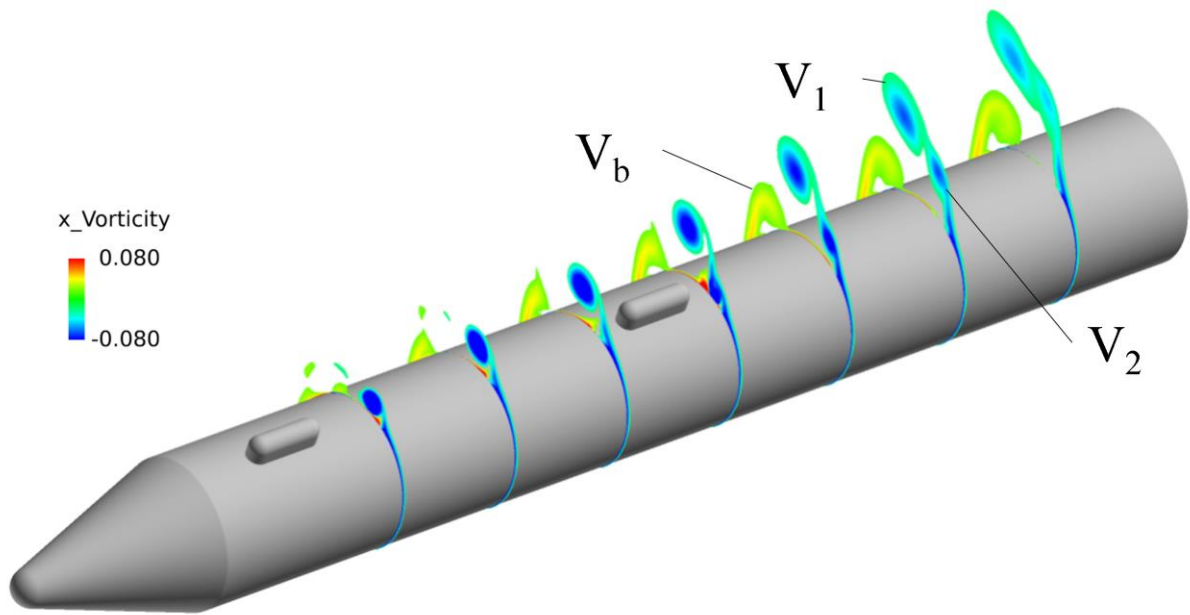


図 3: 二つ目の突起位置がノーズから 55%の場合の渦度分布

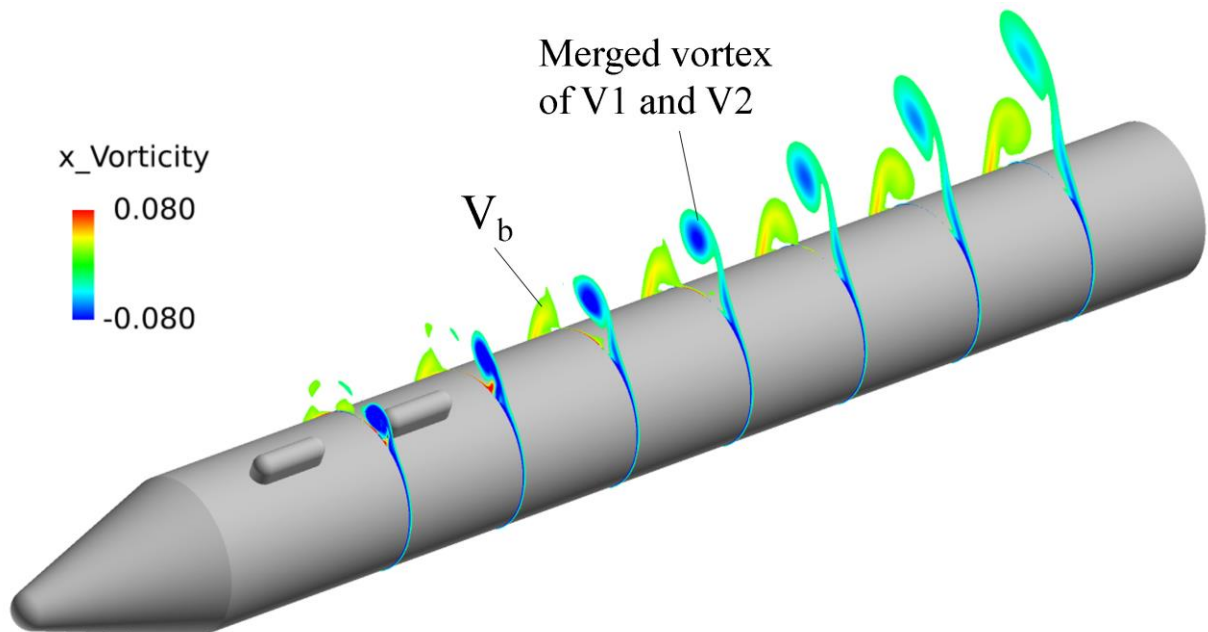


図 4: 二つ目の突起位置がノーズから 33%の場合の渦度分布

● 成果の公表

-口頭発表

本木 翔吾, 眞柄 孝基, 二村 和樹, 北村 圭一, 野中 聡「突起の大きさによる細長物体横力特性への影響についての遷音速風洞試験」, 令和4年度宇宙航行の力学シンポジウム, 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, 神奈川県相模原市, 2022年12月13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	非該当
プロセス並列数	96 - 512
1 ケースあたりの経過時間	8 時間

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 0.03

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	567,694.93	0.02
TOKI-ST	40,060.54	0.04
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	14,658.06	0.98
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	428.67	0.39
/data 及び/data2	46,100.00	0.36
/ssd	203.33	0.03

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	28.18	0.12

※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)	1,001.12	0.70

※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