

細長物体空力特性に対するノーズコーン半頂角が及ぼす影響

報告書番号：R21JACA21

利用分野：JSS 大学共同利用

URL：<https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2021/18261/>

● 責任者

北村圭一，横浜国立大学

● 問い合わせ先

栗原 啓和(横浜国立大学大学院)(kurihara-hirokazu-nw@ynu.jp)

● メンバ

栗原 啓和，北村 圭一，本木 翔吾

● 事業概要

垂直離着陸型再使用ロケットにおいて、帰還方式がノーズエントリ方式の場合、ロケットは帰還飛行時にピッチングモーメントによる姿勢転回を伴う。本研究では、ノーズコーンの長さが異なる3種類の細身物体が、ピッチングモーメント特性と機体周囲の流れ場に及ぼす影響を数値解析によって調べた。この研究から、 C_m (ピッチングモーメント係数)はいずれの機体形状においても、迎角とともに線形的に増加することが分かった。また迎角が0度から20度の範囲では、ノーズコーンの長さが長くなると C_m が小さくなることが判明した。これらは主に流れのよどみと加速膨張に起因していることが分かった。

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

本研究では計算対象とする形状や迎角が多く、また格子点数も多い。したがって、効率的で正確な計算が可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

ノーズコーンの長さの異なる3種類の細長物体(図1)を対象に、迎角0~20度の範囲で数値解析を行った。その結果、ノーズ長さの異なるいずれの形状においても、 C_m は迎角に対して線形的に増加することが判明した。また、3つの形状のピッチングモーメントは常に正であったがその中で最もノーズが長い、ノーズコーン長さ150mmの機体が最も小さい値を示した(図2)。特に、ノーズが短いほど、ノーズの前後で発生する頭上げ(正)のピッチングモーメントが大きくなった。この違いは、ノーズ部風上側のよどみ領域の違いに起因していた。一方で、機体のモーメント基準位置の後方で発生する頭下げ(負)のピッチングモーメントは大きくなった(図3)。これは流れの加速膨張の経験回数の違いによ

るものだと考えられる。また、機体全体のピッチングモーメントに対しては、ノーズの前後で発生するよどみによる頭上げのピッチングモーメントが支配的であった(図4)。

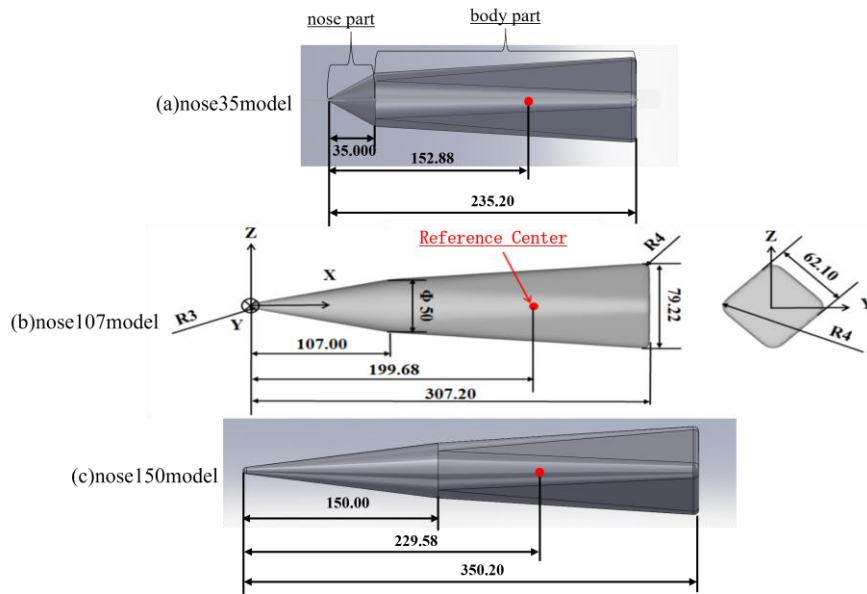


図1: 計算モデル

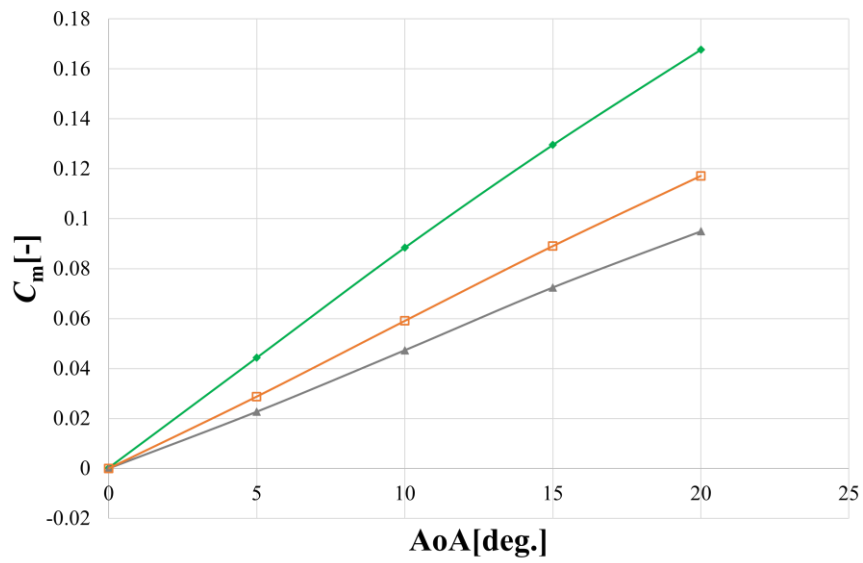


図2: 各形状における迎角とピッチングモーメント係数 C_m の関係

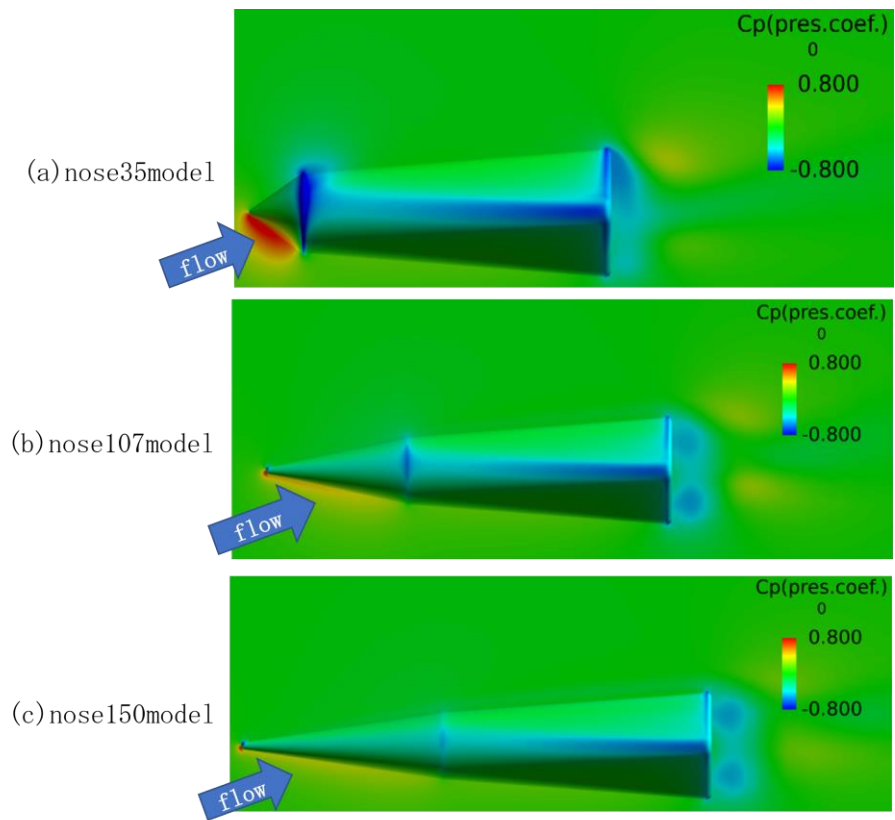


図 3: 圧力係数分布(迎角 20 度)

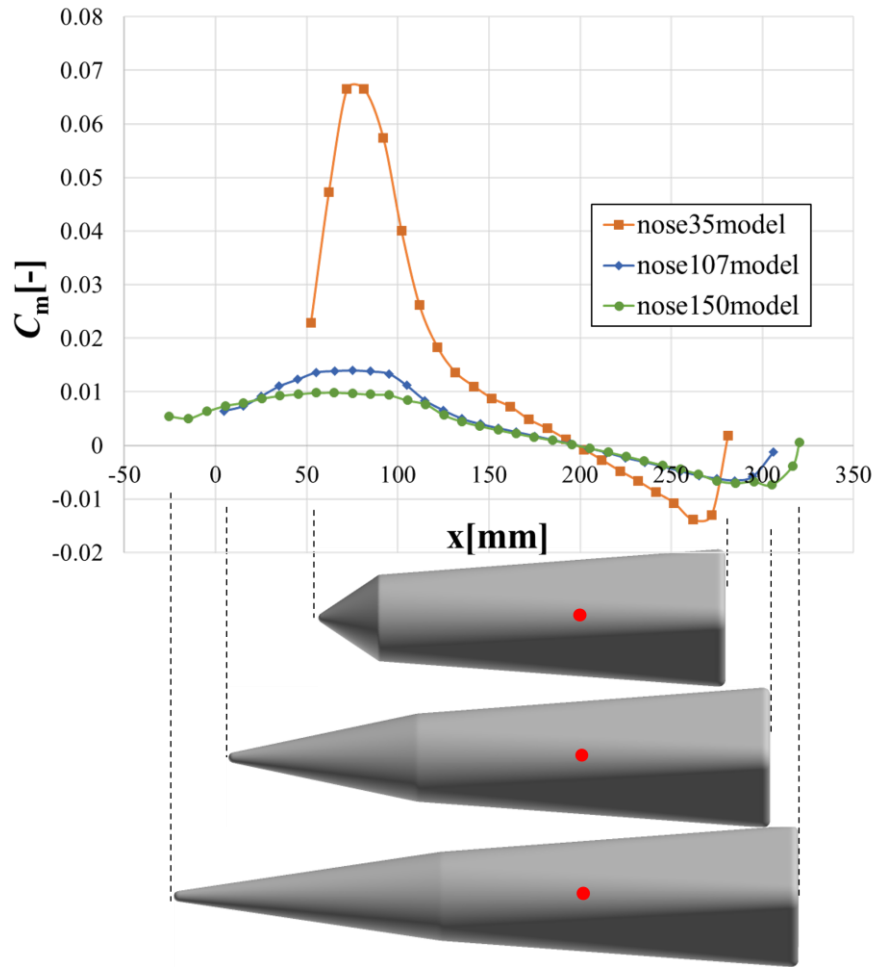


図 4: 局所ピッチングモーメント係数の比較(迎角 20 度)

● 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	非該当
プロセス並列数	96 - 1024
1 ケースあたりの経過時間	12 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	6,550,548.48	0.32
TOKI-ST	61,600.48	0.08
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	0.00	0.00
TOKI-TST	869.62	0.02
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	502.00	0.50
/data 及び/data2	20,500.00	0.22
/ssd	120.00	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	0.00	0.00

※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)	130.12	0.09

※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