

第 60 回宇宙科学技術連合講演会 に参加して

柴山 望海

Nozomi SHIBAYAMA

機械システム工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

2016年9月6日～9日に函館で開催された第60回宇宙科学技術連合講演会に参加し、「バルートの空力特性におけるテザーの影響に関する研究」という題目で発表を行った。以下に研究発表の内容と評価を示す。

2. 研究背景および目的

地上と宇宙間の輸送において最も問題視されているのが大気圏再突入時の空力加熱である。この空力加熱の対処法として挙げられるのがバルートである。バルートは空気力を用いた減速機であり、宇宙機を減速させることにより空力加熱を低減し、このことにより耐熱材の量を削減することが可能である。その結果、ペイロード質量を増加できる利点がある。

宇宙機とバルートは数本のテザーで繋がれている。しかし、この固定方法でバルートの姿勢が不安定になりバルートが振動すると大気圏再突入軌道から外れる可能性がある。したがって、このテザーがバルートの姿勢の安定性や空力特性に与える影響の調査が必要である。このテザーがバルートの空力特性に与える影響の調査が目的である。ここでは、バルートの断面形状が円、マッハ数が7の場合で解析によってテザーの影響を調査する。

3. 解析条件

解析には JAXA が開発した流体解析ツール「FaSTAR」を用いた。気流の条件を表 3.1 に示す。

また、解析のモデルは宇宙機を模した先端球とバルートで構成される簡略化されたモデルと先端球と

表 3.1 気流条件

マッハ数 [-]	7
静圧 [Pa]	234.27
静温 [K]	55.18

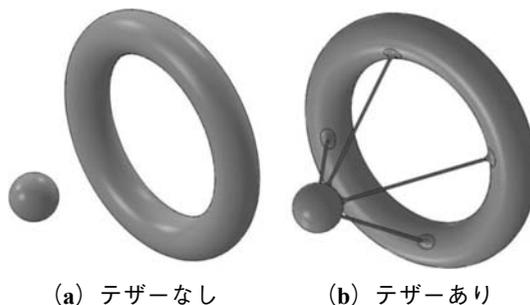


図 3.1 解析モデル

バルートをテザーでつないだモデルの2種類を用いる。それぞれを図 3.1 に示す。

4. 解析結果

多くの場合でテザーの影響は見られなかったが、先端球の衝撃波がバルートの表面で干渉する表面干渉の場合では影響がでた。

迎角とピッチングモーメント係数の関係を図 4.1 に示す。

図 4.1 より、テザーがない場合は迎角をつけるるとバルートにその迎角がなくなる方向に力が働き、ピッチングモーメント係数が 0 になる点が1つ存在し、ここで力がつり合い静止し、バルートの姿勢は安定する。しかし、テザーがある場合は $-10^{\circ} \sim 10^{\circ}$

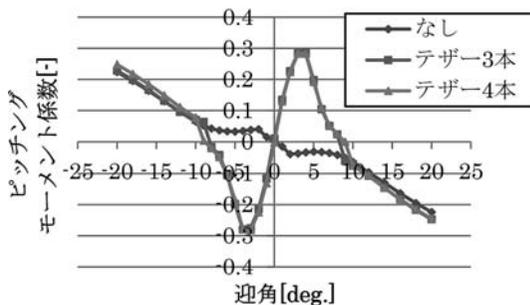


図 4.1 迎角とピッチングモーメント係数の関係 (表面干渉)

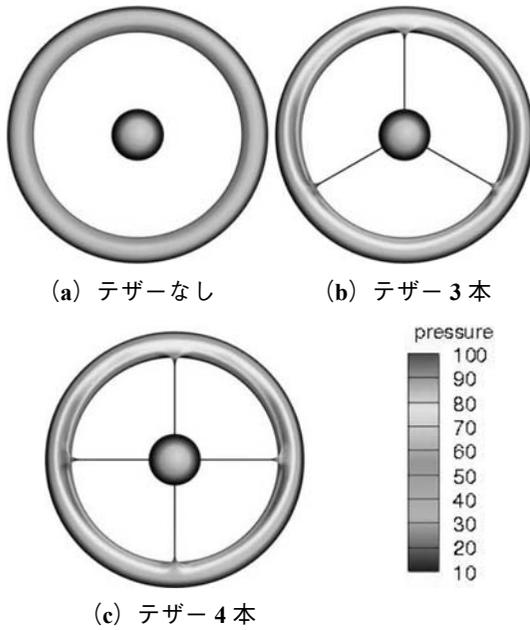


図 4.2 バルーン表面の圧力分布

の間で迎角を大きくする方向に力が働き、またつり合いの点が複数存在することよりバルーンの姿勢は不安定になる。ここで数値の違いが最も大きい 3° の時のバルーン表面の圧力分布を図 4.2 に示す。

図 4.2 よりテザーがない場合はバルーンの上部の圧力が高くなっているが、テザーがある場合はバルーン下部側、テザー周辺が圧力が高くなっており、テザーがあることにより圧力分布に違いが発生している。

このように、テザーの有無によりバルーンの姿勢や空力特性に影響が出る場合があることがわかった。

5. 結言

マッハ数 7 において衝撃波の干渉位置を変化させテザーの影響の調査を行った。その結果、多くの場合、テザーの有無によるバルーンの姿勢に対する影響はなく、数値も大きな差はないが、表面干渉においては迎角が $-10^\circ \sim 10^\circ$ の間でテザーの有無によりバルーンの姿勢や空力特性の傾向に大きな違いが出た。

したがって、マッハ数 7 において多くの場合でテザーの影響はないが、宇宙機からの衝撃波がバルーンと干渉する場合は、テザーの影響の考慮が必要である。

6. おわりに

今回の学会発表では他大学や企業の方と質疑応答など議論を行うことで、自身の研究の課題の発見や新しい考え方を発見でき、非常に有意義な発表をすることができた。この発表を通じて得られたことを今後の研究に生かし、新たに見えた課題に対して勉学に励みさらにより研究にしていきたい。

最後に、研究や発表資料の作成でご指導いただいた、大津広敬先生に深くお礼申し上げます。