

# 曲面に飛翔体衝突した際のイジェクタ

西田政弘（名工大），林浩一（鳥羽商船高専），野崎健太（名工大），長谷川直（JAXA/ISAS）

## 1. 緒言

宇宙空間には，宇宙ゴミ（スペースデブリ）と呼ばれる機能していない人工物が多数存在しており，平均速度約 10 km/s で衝突する．衝突により発生するイジェクタ（二次デブリ）により，宇宙ゴミは急増していく．微小なデブリでも人工衛星の機能不全を引き起こす原因となり得ることが確認されている[1][2]．宇宙空間をより安全に使用するためにも，今後のデブリの増加の傾向を知ることは必要不可欠であり，多くの衝突実験や研究が行われてきたが[3]-[9]，その研究の多くは平面への衝突現象である．しかし，実際の宇宙構造物には曲面形状が非常に多い．そこで本研究では，実際に宇宙空間での衝突現象に近いアルミニウム合金同士の衝突で，曲面形状への高速衝突実験を行い，生じるイジェクタのサイズ分布を調べ，平面への衝突結果と比較を行った．

## 2. 実験方法

衝突実験には JAXA/ISAS の二段式軽ガス銃を使用し，衝突の様子を高速ビデオカメラ(株式会社島津製作所製 HPV-1)で撮影した．飛翔体には直径 3.2 mm のアルミニウム合金球 (A2017-T4)を，ターゲットには直径 50 mm の半円柱と直径 30 mm の円柱のアルミニウム合金(A6061-T6)を用いた．また，検証板には 150 mm×150 mm，厚さ 2 mm の銅板(C1100P-1/4H)を用い，ターゲットの 50 mm 前方に設置した．設置の様子を図 1 に示す．また，実験チェンバーから回収したイジェクタは，図 2 に示すように，長さ  $a$ ， $b$ ， $c$  と投影面積  $A_e$  を定義し，今回は，そのうち  $a$  および  $A_e$  を，イジェクタの写真を，画像解析ソフト (ImageJ) で解析することにより求めた．なお，衝突速度は，4 km/s とした．

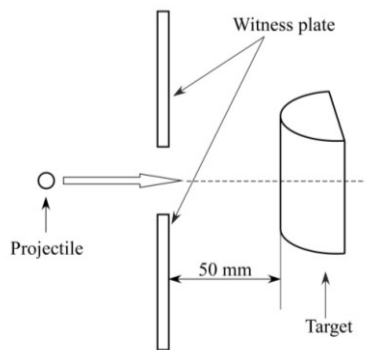


図1 実験装置

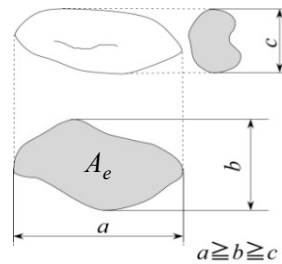


図2 イジェクタサイズの定義

## 3. 実験結果

直径 50 mm のターゲットへの衝突時に生じたイジェクタと，直径 30 mm のターゲットへの衝突時に生じたイジェクタのサイズ分布を比較する．なお，衝突位置が，図 3 に示すように，曲面ターゲットの頂点の結果を比較した．さらに，飛翔体が平面ターゲットへの衝突時に生じたイジェクタとも比較した．図 4 に示したグラフは，縦軸にイジェクタの累積個数を，横軸にイジェクタサイズを示したものとなっている．ターゲットの持つ曲率（1/半径）が大きくなるほど，つまり直径が小さくなるほど，イジェクタの総数は多くなるようにみえる．しかし，直径 50 mm と 30 mm ではあまり大きな差はみられなかった．また，大きなイジェクタについては直径 30 mm のターゲットの方が多く得られている．平面ターゲットの結果は，曲面ターゲットの結果と比べると，小さいイジェクタではグラフの傾きは平面・曲面の実験結果は同様で

あるが、あるサイズからグラフの傾きが大きく異なっており、そのサイズ域でのイジェクタの量が少なくなっていることがわかる。

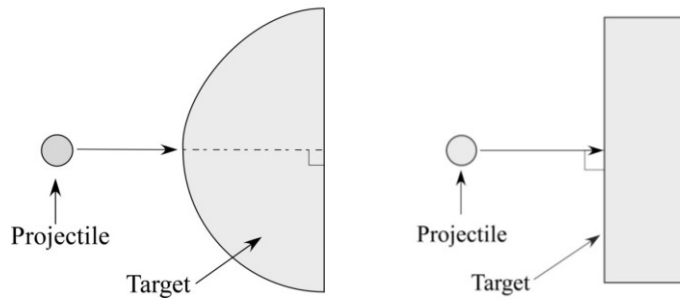


図3 衝突位置

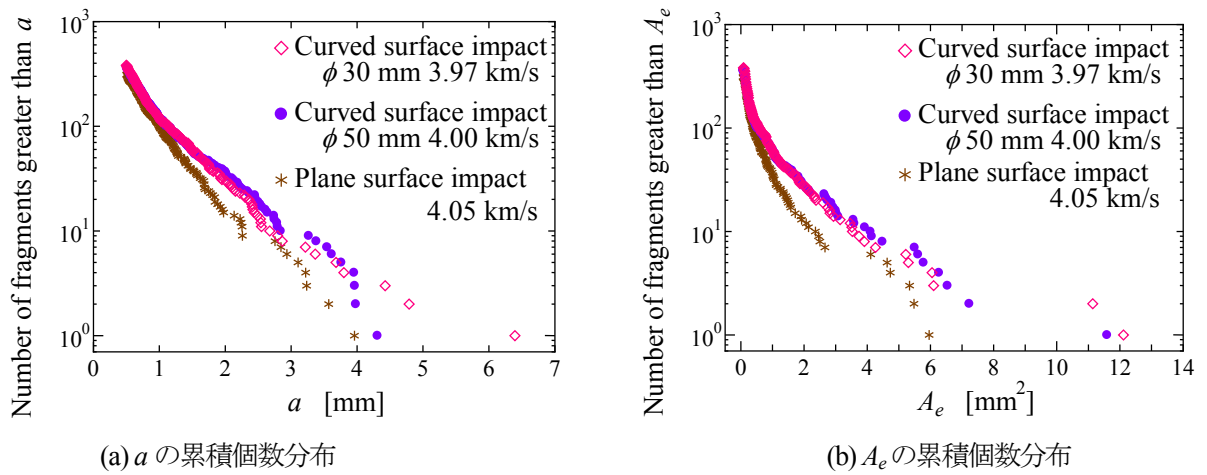


図4 イジェクタの累積個数分布

#### 4. 結言

衝突速度 4 km/s で、曲面形状への高速衝突実験を行い、生じるイジェクタのサイズと個数の分布を調べ、平面への衝突結果と比較を行った。直径が小さくなると、イジェクタの数が増え、大きなイジェクタが得られるようになった。今後は、飛翔体およびターゲットのサイズを変更し、凸面だけでなく、凹面の曲面に対する衝突を行う必要がある。

最後に、本実験の遂行にあたり、宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部スペースプラズマ共同研究設備を利用しました。ここに記して謝意を表します。

#### 参考文献

- [1] 川北史朗：宇宙機設計標準 デブリ防護設計 WG における衝突実験，宇宙環境シンポジウム講演論文集，pp.131-134，(2007)
- [2] 川北史朗，他：太陽電池パネルのデブリ衝突による電氣的影響，スペースプラズマ研究会，pp.120-123，(2006)