

## 二次標的を用いた高速度岩石エジェクタの計測

○野村啓太<sup>1</sup>, 中村昭子<sup>1</sup>, 長谷川直<sup>2</sup>

<sup>1</sup>神戸大学大学院理学研究科, <sup>2</sup>宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所

**背景と目的:** 火星衛星フォボスからのサンプルリターンを行う MMX ミッションの科学的結果を最大化するには、フォボスの表面物質の詳細な調査が必要となる。火星衛星表面には、火星での衝突によって放出された火星物質が存在すると考えられており、フォボス表面への堆積プロセスについて議論されているが、その衝突/放出プロセスは十分に理解されていない。火星への衝突によって放出されるエジェクタのサイズと速度の関係は、火星での衝突クレーター形成にともなって火星から脱出し、衛星に到達するエジェクタ量の推定に制約を与えるために重要である。衝突エジェクタのサイズと速度に関する研究として、天体表面の二次クレーター解析や室内実験などが行われており、エジェクタのサイズと速度の関係には傾向があることが示されている。しかし、二次クレーター解析では原理的に天体の脱出速度未満のエジェクタについてしか調べることができない。また室内実験においても 1 km/s 以上のエジェクタのサイズ-速度の情報は限定的であり、火星からフォボスに到達するのに必要なエジェクタ速度の 4 km/s を上回る高速なエジェクタに関する情報を標的から放出されるエジェクタの高速度カメラ画像から導出することは困難である。そこで我々は、玄武岩標的に弾丸を衝突させ、二次標的面へのエジェクタ衝突を高速度カメラで撮影する新しい方法を用いた衝突実験を行った。

**実験方法:** 本研究では、高速度エジェクタのサイズと速度を調べることを目的として、宇宙科学研究所の二段式軽ガス銃を用いて玄武岩標的への衝突実験を行った。弾丸には直径 3 mm のアルミニウム球を用い、衝突速度約 7 km/s で標的に対し垂直衝突および 45° の斜め衝突させた。エジェクタが通過する位置に二次標的としてガラス板を配置した。弾丸の玄武岩への一次衝突と玄武岩エジェクタのガラス板への二次衝突の様子は高速度カメラで撮影を行った。撮影速度は  $>10^5$  fps, 露光時間は 0.2 – 8  $\mu$ s とした。エジェクタの二次標的への飛行時間と飛行距離からエジェクタの速度、エジェクタによってガラス板に形成されたクレーターの直径から  $\pi$  スケーリング則を用いてエジェクタのサイズを算出した。また、実験後のガラス標的面の SEM-EDS 分析から高速で放出された物質が弾丸由来か標的由来かを調べた。

**実験結果：**二次標的を用いた手法により，垂直衝突では 1.6 – 7.4 km/s，斜め衝突では 5.5 – 14.5 km/s のエジェクタのサイズを推定し，弾丸直径の 1/400~1/20 の大きさであることが分かった．垂直衝突での実験では，衝突点を高速度カメラで撮影する従来の測定方法でもエジェクタの計測を行ったが，サイズと速度の対応したデータが得られた破片の速度は，0.1 – 1.5 km/s 程度であった．斜め衝突で放出されるエジェクタの特徴として，非一様に放射状に伸びるレイのような模様がはっきりと見られた．またエジェクタ速度別の破片サイズについて調べた結果，速度に依らず破片サイズ分布は似た形状となり，高速なものほど破片は小さくなる傾向が見られた．

次に Melosh(1984)をもとにした破片サイズモデルとの比較を行った．玄武岩の引張強度を 0.1 GPa と仮定した場合，モデルでの破片サイズより 10 倍近いサイズの破片が高速で放出されていることが明らかになった．ただし，本研究では数  $\mu\text{m}$ 未満の微小なエジェクタについては調べていないため，このモデルでの平均破片サイズとは異なることに注意が必要である．