

高速度カメラ画像によるシリカエアロジェル貫入トラック形成メカニズムの考察

Speculation about mechanisms of penetration track formation in silica aerogel using high-speed camera images

奥平 恭子 [1]; 矢野 創 [2]; 長谷川 直 [1]
Kyoko Okudaira[1]; Hajime Yano[2]; Sunao Hasegawa[1]

[1] 宇宙研; [2] JAXA/ISAS 固体惑星科学研究系
[1] ISAS/JAXA; [2] Dept. of Planetary Sci., JAXA/ISAS

本研究の背景と目的：スターダストミッションなどのような宇宙空間での固体微粒子捕集や、関連した地上模擬実験が盛んに行われている。そこではシリカエアロジェルと呼ばれる極低密度 (0.03 g/cm^3) の SiO_2 が捕獲材として適するとされ、使用されてきた。著者らはこれまでに、主に2段式軽ガス銃などの加速器を用いて地上模擬実験を実施し、シリカエアロジェルによって捕獲された粒子の熱変成の評価(1)やエネルギー分配の研究(2)を行ってきた。一方、極低密度材による粒子捕獲や「トラック(貫入孔)」形成の物理は充分解明されていない。トラック形成についての理論的な研究はあるが(e.g. Dominguez et al. 2004)、本研究のように高速度カメラを用いて形成メカニズムの解明にアプローチを試みた例はなかった。また、クレーター形成のスケーリング則においても極端に低空隙率のターゲットでは理論が確立していない。そこで本研究では、エネルギー分配に制約を与える観察事実を見つけ、考察することを目的とする。

手法：宇宙研の2段式軽ガス銃を用いてアルミナや鉛物粒子をエアロジェル(密度 0.03 g/cm^3) に超高速度で撃ち込み、その様子を高速度カメラで撮影した。

結果と考察：直径500ミクロンのアルミナ粒子を撃ったショット(速度 4.25 km/s) で単一トラック形成の様子の撮影に成功した。トラック形成に関しては、典型的「ニンジン型トラック」の場合、最初は粒子貫入方向に細いトラックが伸び、その後遅れて太さ方向への成長が観察された。密度 0.03 g/cm^3 のシリカエアロジェルでは粒子貫入に伴ってエアロジェル表面が内側に引っ張られて窪みが生じ、高密度エアロジェルで見られるような表面でのスポールは見られない。これまでに約8ショットにおいてトラック形成の撮影に成功しているが、外部へのガスや物質の放出・移動は本実験では確認されていない。詳細な画像解析から、エアロジェル中での衝撃波の散逸の様子を読み取ることができる。エネルギー分配に関連しては、エアロジェルではターゲットの圧密にエネルギーが使われ、より高密度の捕獲材に比べて粒子へのダメージがより少ない状態で粒子捕獲ができると言える。本発表では、実際の高速度カメラ画像を見せながら、上記のようなこれまでの解析結果および議論を紹介する。今後は実験数を増やし、多角的でより体系的な研究を行う必要がある。

参考文献：

- (1) Okudaira K. et al. (2004) Advances in Space Research 34, 2299-2304.
- (2) Okudaira K. et al. (2006) Proceedings of 2nd International Hayabusa Symposium, 90-91.