

## Dust production in meteorite impacts

中村 昭子 (神戸大理)、門野 敏彦 (産業医科大)、重森 啓介 (阪大レーザー研)、  
弘中 陽一郎(阪大レーザー研)、境家 達弘 (阪大理)、他  
Akiko M. Nakamura (Kobe University),  
Toshihiko Kadono (University of Occupational and Environmental Health),  
Keisuke Shigemori (Osaka University), Yoichiro Hironaka (Osaka University),  
Tatsuhiko Sakaiya (Osaka University), et al.

## 1. はじめに

惑星系内では、小天体同士の衝突でダストが生成される。このようなダストによる中心星散乱光や熱放射光から、系外惑星系の原始惑星系円盤やデブリ円盤の大きさや固体物質量が推定されている。デブリ円盤のダストは天体の衝突破壊によってできたと考えられており、したがって、破壊された天体の組成や熱進化の程度を推定する重要なプローブである。太陽系内においても、小天体への探査機による人工物衝突や天然の天体衝突によるダスト放出が、望遠鏡観測により捉えられるようになった [1]。探査機「はやぶさ」によってもたらされた小惑星ダストの表面にも微小な破砕粒子が付着しているのが発見されている [2]。衝突によるダスト生成については、二段式軽ガス銃を用いた秒速数km/s までの衝突による実験的研究がおこなわれてき、衝突条件とダスト量やダストサイズ分布について明らかにされてきた。惑星系での衝突はより高速でもおこる。天体模擬物質として岩石や隕石を用いたレーザー加速弾丸衝突 [3] による、衝突痕 (クレーター) 形状とダスト量・サイズ分布についての研究結果を報告する。

## 2. 実験

大阪大学レーザーエネルギー学研究センターの激光 XII HIPER レーザーを用いてレーザーアブレーションで弾丸を加速し [3]、岩石や隕石に衝突させる実験を行った。標的は、カンラン岩、玄武岩、蛇紋岩、硬石膏、炭素質コンドライト (アエンデ、マーチソン)、普通コンドライト (NWA1794、Kilabo) で、弾丸は直径 80–250  $\mu\text{m}$  のアルミニウム球、金球、衝突速度は、9–61 km/s であった。ターゲット近くにはエアロジェルを置き、放出されたダストを捕集した。弾丸衝突実験後の蛇紋岩と隕石は、宇宙科学研究所のデジタルマイクロスコプを用いて表面のクレーター形状とサイズを測定した。神戸大学の電子線プローブマイクロアナライザ (EPMA) によりエアロジェル表面付近の元素マップを作成してダストのサイズ-個数関係を明らかにした [4]。

## 3. 結果

デジタルマイクロスコプを用いてクレーターが確認されたものについて、ほぼ垂直な二方向の断面プロファイルから、クレーターの直径と深さを求め、円錐形状を仮定してクレーター体積、すなわちダストの総量を見積もった。図 1 は、アルミニウム弾丸の運動エネルギーとクレーターの体積の関係を示す。炭素質コンドライト、蛇紋岩のデータは、従

来の火薬を用いた弾丸加速によって得られた岩石クレーターのデータ点（石灰岩[5]、玄武岩[6]）と同様のエネルギー-体積関係を示す。他方、普通コンドライトにできたクレーターの体積は顕著に小さかった。

図2は、破片の累積個数と直径の関係を示す。累積個数が直径の-3乗程度となっており、速度4 km/s程度の衝突よりもべきの絶対値（傾き）が大きくなっている。2km/s以下の衝突実験の結果[7]とも合わせると、衝突速度とともに傾きが大きくなる傾向があることがわかった。

#### 4. まとめ

本研究では、二段式軽ガス銃で実現できる衝突速度より大きな衝突速度でのダスト放出について知見が得られただけでなく、従来ほとんど行われていなかった隕石への高速衝突を行い、衝突クレーターの形状と放出物量についてのデータを収集することに成功した。普通コンドライトのクレーターは、従来の他の物質への衝突実験の結果よりも体積が小さくなった。破片のサイズ分布のべきは、衝突速度とともに大きくなる傾向がある（つまり、より小さなダストが多くなる）ことがわかった。

#### 謝辞

本研究では、宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所のスペースプラズマ共同利用研究により、デジタルマイクロスコープを使って衝突後の隕石表面の凹凸の測定を行った。

#### 参考文献

- [1] Ishiguro, M., Hanayama, H., Hasegawa, S. et al, *Ap. J.* **741L**, 24, 2011.
- [2] Nakamura, E., Makishima, A., Moriguti, T., et al. *PNAS* **109**, 624, 2012.
- [3] Kadono, T., Sakaiya, T., Hironaka, Y., et al. *J. Geophys. Res.* **115**, E04003, doi:10. 1029/2009 JE003385, 2010.
- [4] Takasawa, S., Nakamura, A. M., Kadono, T. et al. *Ap J.* 733L, 39, 2011.
- [5] Suzuki, A., Hakura, S., Hamura, T., et al. *J. Geophys. Res.* 117 E8, E08012, 2012.
- [6] Dohi, K., Arakawa, M., Okamoto, C. et al. *Icarus* **218**, 751-759, 2012.
- [7] Takagi, Y., Mizutani, H., Kawakami, S. -I. *Icarus* **59**, 462-477, 1984.

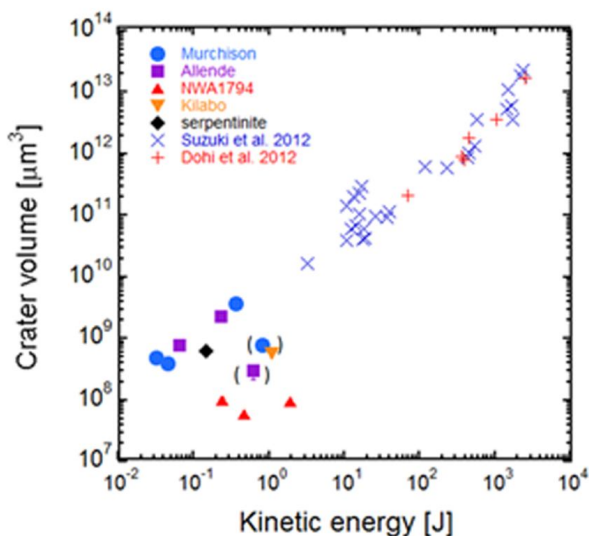


図1 クレーター体積（ダスト総量）

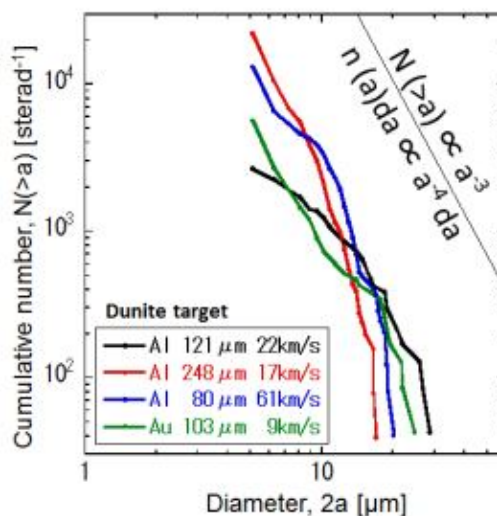


図2 破片サイズ分布