

スターダストサンプルにおける彗星塵衝突トラックの3次元構造

Three-dimensional structures of impact tracks of cometary dust in Stardust mission

飯田 洋祐 [1]; 土山 明 [1]; 中村 智樹 [2]; 坂本 佳奈子 [3]; 門野 敏彦 [4]; 中野 司 [5]; 上杉 健太朗 [6]

Yousuke Iida[1]; Akira Tsuchiyama[1]; Tomoki Nakamura[2]; Kanako Sakamoto[3]; Toshihiko Kadono[4]; Tsukasa Nakano[5]; Kentaro Uesugi[6]

[1] 阪大・院理・宇宙地球; [2] 九大・理・地球惑星; [3] 九大・理; [4] レーザー研; [5] 産総研 地質情報研究部門; [6] JASRI
[1] Earth and Space Sci., Osaka Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [3] Kyushu Univ.; [4] ILE; [5] GSJ/AIST; [6] JASRI

隕石や宇宙塵は、太陽系初期の物質の生成や進化の記録を知ることができる貴重な試料である。これらは母天体の断定が困難であるだけでなく、大気圏突入の過程やその後の地上で変成を多かれ少なかれ受けていると考えられる。従って、母天体の特定を確実にし、また出来るだけ無傷でサンプルを手に入れるためには、直接母天体から採取して持ち帰る事が最も望ましい(サンプルリターン)。このような目的でNASAのスターダスト計画が実行され、ビルト第2彗星から放出された10ミクロン程度の大きさをもつ塵の採取に成功した。スターダストは6.1km/secという超高速での彗星塵捕獲計画であった。そこで、できるだけ無傷での捕獲し、さらに過酷な宇宙環境に耐えうる材料として、シリカエアロジェルと呼ばれる極低密度(約0.01 g/cm³)のSiO₂が捕獲材として使用された。しかし実際捕獲された彗星塵は、多くの破片に分裂する等のさまざまな損傷を受けており、彗星塵の高速衝突によってエアロジェル中に形成された衝突トラックの形状はさまざまであった。従って、捕獲された彗星塵を再現するには、衝突トラックに注目し、捕獲プロセスを理解する事が重要である。

現在までに実験室での地上模擬実験が行われ(例えば[1])、またトラック形成についての理論的な研究(例えば[2])も報告されている。しかしながら実際の捕獲プロセスが複雑であり、衝突における物理は詳しくは分かっていないのも現状である。我々の研究グループは、捕獲プロセスの解明と共に、さまざまな損傷を受けて捕獲された彗星塵の再現を目的として、スターダスト衝突トラックの3次元構造をSPring-8において放射光を線源としたCT法により求めた。これにより光学顕微鏡では分からないトラックの詳細な3次元構造を定量的に得ることに成功した[3]。またCT法と同時にトラックの蛍光X線(XRF)分析を行い、Feなどのトラックに含まれる元素とその分布を求めた。これらの結果を用いてトラックの入り口サイズとトラック中の全Fe量から、突入前の彗星塵のおおよその形状、サイズを推定した[4]。今回我々は、スターダストで得られた衝突痕の中でも比較的稀なタイプである「バルブ型トラック」の3次元構造について発表する予定である。「バルブ型トラック」は、彗星塵に含まれる有機物の揮発等が大きく影響され形成されたと考えられ、彗星塵が捕獲過程において大きな損傷を受け形成されたトラックである。比較的受けた損傷が小さいとされる「キャロット型」と「バルブ型」の3次元構造を定量的に比較し、両者の形成プロセスの違いを議論する。

[1] Burchell et al. (2001) Meteor. Plant. Sci., 36, 209-221

[2] Kadono. (1999) Planetary and Space Science, 47, 305

[3] Tsuchiyama et al. (2008) Meteor. Plant. Sci., in press.

[4] 飯田ら・惑星科学会 2007