

超低密度物質への貫入過程におけるトラック形成のその場観察

In situ observation of impact track formation in an ultra-low density material

新居見 励 [1]; 門野 敏彦 [2]; 土山 明 [3]; 荒川 政彦 [4]; 中村 昭子 [5]; 保井 みなみ [4]; 飯田 洋祐 [3]

Rei Niimi[1]; Toshihiko Kadono[2]; Akira Tsuchiyama[3]; Masahiko Arakawa[4]; Akiko Nakamura[5]; Minami Yasui[4]; Yousuke Iida[3]

[1] 阪大・理・宇宙地球; [2] レーザー研; [3] 阪大・院理・宇宙地球; [4] 名大・環境; [5] 神戸大・理

[1] Earth and Space Science, Osaka Univ.; [2] ILE; [3] Earth and Space Sci., Osaka Univ.; [4] Grad. School Env. Studies, Nagoya Univ.; [5] Grad. Sch. of Sci., Kobe Univ.

NASA の Stardust 計画では、Wild2 の彗星塵がシリカエアロジェルという超低密度物質 ($5\text{-}50\text{ mg/cm}^3$) を用いて捕獲された。これらの彗星塵は相対速度 6.1 km/s といった超高速でシリカエアロジェルに突入したために、破碎、蒸発、シリカエアロジェルとの混合といった過程を経て、原形を失っている。これらの元の姿を知るためには、彗星塵がエアロジェルに突入した時に形成された、衝突トラックが重要な手がかりとなる。なぜなら、全ての塵は同じ速度で突入したために、それぞれの塵の性質が衝突トラックの形状に直接反映されていると考えられるからである。しかし、これまでにスターダストトラックに関する模擬実験 [1] や理論的研究 [2] などが行われているものの、物体が超低密度物質に超高速で衝突するという物理現象は、未だによく理解されておらず、定量的なモデルも確立されていない。

そこで、本研究では、衝突トラック形成モデルを構築する第一歩として、名古屋大学の 2 段式ガス銃を用いて様々な突入物質 (ナイロン、ベアリング球等) を $3.2\text{-}4.5\text{ km/s}$ の速度でシリカエアロジェル (密度: 60 mg/cm^3) に打ち込み、衝突トラックが形成される初期過程の様子を、高速度カメラ (ULTRANAC) で撮影した。これらの画像を用いて、シリカエアロジェル中での突入物質の位置変化を調べたところ、[3] で示唆されているように、突入物質は速度の 2 乗に比例する力 (慣性抵抗) で減速されるということが実験的に初めて確かめられた。突入によっても破壊されないベアリング球に対しては、抵抗係数を求めることができ、その値は 2 であった。これは、流体または自由分子流中を超高速で飛翔する球状の物体に対して求められた抵抗係数の値 [4] と一致する。今回の結果は、これまで議論されている突入方向へのトラックの形成モデル [2] を発展させる上で重要なものであると考えられる。また、突入方向と垂直な方向へのトラックの拡がりに関する情報も得られた。本発表では、これらの結果を示し、議論する。

[1] Burchell et al. (2008) MAPS, Vol.43, Pages 23-40. [2] Dominguez et al. (2004) Icarus, Vol.172, Pages 613-624. [3] Trucano and Grady (1995) Int. J. Impact Engng., Vol.17, Pages 861-872. [4] Adachi, Hayashi and Nakazawa. (1976) Progress of Theoretical Physics, Vol.56, Pages 1756-1771.