

# 自由落下ダスト流に形成する クラスター間衝突実験

○長足 友哉<sup>1</sup>, 中村 昭子<sup>1</sup>, 長谷川 直<sup>2</sup>, 和田 浩二<sup>3</sup>

<sup>1</sup>神戸大学, <sup>2</sup>宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, <sup>3</sup>千葉工業大学惑星探査研究センター

## はじめに :

原始惑星系円盤における微惑星の形成過程において、ダストアグリゲイトの衝突付着成長の限界サイズが重要となる。容器内の数百ミクロンのダストアグリゲイトが落下中の微小重力下で相互衝突する室内実験 (Kothe et al., 2013 等) や、数値研究 (Wada et al., 2009 等) が行われている。成長限界衝突速度は室内実験と数値計算でおおよそ一致しているが、室内実験で起こる跳ね返りが数値計算では起こらない。上記の実験では容器とアグリゲイト間の衝突による過度の圧密が跳ね返りを過大評価させている可能性がある。そこで新しい手法として、自由落下ダスト流に形成するクラスター間衝突実験を考え、これまでに  $45\ \mu\text{m}$  のガラスビーズからなるクラスターの充填率は $\sim 0.3$  で、数値計算のダストアグリゲイトとの比較から、クラスター間衝突において跳ね返りは起こらないと推定した。今回は自由落下ダスト流クラスター間衝突実験を実現し、衝突プロセスを観察することを目的とする。

## 実験方法 :

チャンバーの上部にダスト流発生機構とデジタルカメラを設置し、ダスト流を発生させた後、デジタルカメラがシャフトに沿って落下しながらダスト流を撮像する。左右で異なる傾斜を持つ流出口から発生したダスト流は水平方向に速度をもつことを利用し、クラスター間衝突を引き起こす。カメラのフレームレートは  $960\ \text{fps}$ 、空間分解能は  $32\ \mu\text{m}/\text{pixel}$  で、粒子としては  $45\ \mu\text{m}$  のガラスビーズを使用し、 $0.1$  気圧で実験を行った。

## 実験結果 :

今回実現した  $3\ \text{mm}$  サイズのクラスター間衝突速度は  $9\ \text{cm/s}$  程度だった。今回、観測時間が短かったため、クラスター間衝突の結果が「付着成長」か「跳ね返り」を判別できなかったものの、「破碎」はしなかった。一方、数値計算によるダストアグリゲイトの成長限界衝突速度 (Wada et al., 2009) は、 $45\ \mu\text{m}$  ガラスビーズの表面エネルギー測定値 ( $\sim 0.002\ \text{J}/\text{m}^2$ ; Nagaashi et al., 2018) を使うと、 $\sim 1\ \text{cm/s}$  を予想する。ダスト流クラスターは従来の予想よりも「付着成長」しやすい可能性がある。また、デジタルカメラ画像から衝突前後でクラスターの体積を推定した結果、衝突前後での充填率の変化は確認されなかった。今回、「付着成長」か「跳ね返り」は判別できなかったが、「跳ね返り」だった場合、ダスト流クラスターが充填率  $0.3$  (=密度  $750\ \text{kg}/\text{m}^3$ ) の弾性球だと仮定すると、衝突時のクラスターの変形速度から、クラスターが  $7\ \text{Pa}$  のヤング率をもつと推定された。