

粉体流中の凝集体成長過程における 粒子形状の効果

○長足 友哉¹, 中村 昭子¹, 長谷川 直², 和田 浩二³

¹神戸大学, ²宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, ³千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形成プロセスに関しては未だ多くの問題点がある。その一つとして、付着性の高い氷ダストは微惑星サイズまで成長可能とされるが、付着性の低い岩石ダストの場合は跳ね返りが起こるためにミリメートル～センチメートルサイズで成長が制限される可能性を先行研究により示唆されている。しかし、その実験手法の一つである、容器に多数のダスト凝集体を入れて落下棟などの微小重力下で相互衝突させる手法 (Brisset et al., 2016/2017) では、容器—ダスト凝集体の衝突も発生し、過度に圧密を受け、跳ね返りを過大評価している可能性がある。そこで本研究は自由落下粉体流に形成する凝集体に着目し、容器の影響のない凝集体間衝突実験に用いることを考えた。我々はこれまでに、粒子形状の異なる粒子を用いて、凝集体の形状、サイズ、密度を測定し、自由落下粉体流における凝集体形成に対する粒子形状の効果を示した (Nagaashi et al. (2018); 長足他, JpGU Meeting 2018)。今回は異なる高さで密度推定を行うことで、自由落下粉体流の成長プロセスを密度 (内部構造) の時間変化を含めて3次元的にとらえることを目的とする。

実験方法：粒子を入れた漏斗を真空チャンバー内の底面からの高さ 160 cm に設置し、電磁石により塞ぎ止められていた直径 12 mm の開口部を開くことで、粒子流が作られる。宇宙科学研究所でフラッシュ X 線撮像を複数の高さ (開口部から 0、40、70、115、135 cm) で行うことで、密度および幅の時間変化を調べる。実験は減圧下 (0.1 atm) で、球形の 45 μm のガラスビーズと不規則形状の 45 μm のガラスパウダーを用いて行った。

実験結果：球形ガラスビーズと不規則形状ガラスパウダーともに、凝集体が形成するよりも前に、流れの幅と密度の変化は終了していることが分かった。流れの幅・密度の変化終了のタイムスケールは各粒子の固着タイムスケールと相違なく、凝集体形成プロセスとして、粒子が十分に固着することで水平方向の移動がなくなり、幅の減少は終了し、鉛直下向きに引き伸ばされ、密度が減少しつつ凝集体が形成すると考えられる。また、不規則形状粒子の固着タイムスケールは形状粒子のおよそ 4 分の 1 であり、これを説明するには不規則形状粒子は球形粒子よりも 2.5 倍のエネルギーを一度の会合で失っている必要がある。