

Z315a 原始惑星系円盤の高レイノルズ数乱流中のダスト成長

石原 卓, 森中宏樹 (岡山大学), 奥住 聡 (東京工業大学), 梅村雅之 (筑波大学)

原始惑星系円盤中のダストは円盤ガスの乱流中で集積し、衝突・付着による成長の結果、微惑星を形成すると考えられている。しかし、従来の研究では乱流中のダストの平均的な衝突相対速度が限界付着速度を超え、衝突破壊が支配的になりダストが成長できないという問題を解決できておらず、微惑星形成の完全なシナリオは得られてこなかった。また、最近の観測では 10au より外側にサイズが $100\mu\text{m}$ 程度のダストがかなり多いことから、乱流によって極めて高濃度領域ができれば重力不安定を起こして微惑星が形成される可能性も考えられる。いずれのシナリオにおいても非線形性の非常に高い、高レイノルズ数の乱流中の粒子の振る舞い (集中と衝突過程) の理解が鍵となっている。近年のスーパーコンピュータの発達によりナビエ・ストークス方程式の大規模な直接数値計算 (DNS) により、高レイノルズ数乱流の恣意性のない結果に基づく理解が可能となっており、宇宙分野においても乱流 DNS が活用されつつある (Ishihara et al. 2018, ApJ)。本研究では大規模な乱流 DNS (格子点数 4096^3 、積分長に基づくレイノルズ数 36500) を用いて、制動時間 (流体への追従性) の異なるダスト粒子 (512^3 個づつ) の運動を追跡をして得られた、乱流中の粒子分布の特徴について報告する。高レイノルズ数乱流の DNS では、外力に依存して大規模な組織渦構造 (強い剪断層) が存在することが観察されていた (Ishihara et al. 2013, Flow Turbul. Combust.) が、本研究での粒子追跡の結果は、そのような剪断層の近傍に制動時間の大きい粒子が高濃度に集中する可能性を示唆するものである。富岳を使用し、更に高いレイノルズ数の DNS で、桁違いに多数の粒子追跡をすることによって確信度の高い結果を得ること、そして、原始惑星系円盤中のダスト成長の新しいシナリオの構築に結びつけることが今後の課題である。