

P210b ツリー法を応用した多成分ダストの合体成長計算アルゴリズム

渡邊太一 (総合研究大学院大学/国立天文台), 片岡章雅 (国立天文台)

惑星形成では、ダスト集合体の空隙率や帯電など質量以外の特性 (成分) が注目されている。しかし多成分ダストの合体成長の時間進化を追う数値計算は、直接的に計算するには計算量の大きさから非現実的であり、また近似的に計算した場合には空隙率について計算結果が観測と不整合である (Okuzumi et al. 2012; Kataoka et al. 2013; Zhang et al. 2023)。そこで、より精密な惑星形成理論モデルの構築のため、多成分ダストの合体成長を少ない近似で数値計算できる手法が必要である。我々は、重力 N 体計算のツリー法を応用した、新しい多成分ダストの合体成長計算アルゴリズムを提案する。ダストの質量や空隙率の分布は、成分の数を d 、軸毎のビン数を N として N^d 個のビンで表される。直接的な計算ではこの全てのビン間の相互作用を考慮し、計算量は $O(N^{2d})$ となる。一方ツリー法を応用した本手法では、質量比を距離とみなし、合体前の小さい側のビンについてまとめて計算することにより、計算量を $O(dN^d \log N)$ にまで削減する。本手法の性能検証のため、1 成分および 2 成分において直接法および解析解との比較を行い、誤差と計算時間を評価した。1 成分では計算時間において直接法とツリー法はほぼ同等だったが、2 成分ではツリー法により数倍から数十倍程度、計算を高速化できた。本ポスターでは、ツリー法による計算の最適なパラメータについても議論する。本研究で開発したツリー法ベースの合体成長アルゴリズムにより、多成分ダスト集合体の時間進化を少ない近似で数値計算することが可能となった。今後、原始惑星系円盤の物理量と衝突破壊などこれまで無視されてきた物理過程を実装し、円盤内のダスト集合体の時間進化を計算する。