

P75b 原始惑星系円盤におけるダスト空隙の沈殿タイムスケールへの影響

片岡章雅、野村英子(京都大学)、奥住聡(名古屋大学)

原始惑星系円盤において、ミクロンサイズのダストがキロメートルサイズの微惑星に合体成長する過程の理解は惑星形成の重要な課題である。従来、ダストは合体成長しながら 10^3 年- 10^5 年程度で沈殿すると考えられてきた。多くの研究においてダストは一様密度でコンパクトだと仮定されていたが、実際は付着成長による空隙を考慮しなければならない。

そこで本研究では空隙率モデルとして QBCCA モデル (Okuzumi et al. 2009) を採用し、最小質量太陽系円盤において各軌道長半径ごとに空間方向に円盤鉛直 1 次元のダスト合体成長・沈殿計算をおこなった。その結果、半径 5 AU において、従来のコンパクトなモデルでは沈殿時間が 10^4 年程度であったのに対し、空隙率を考慮した場合は 10^5 年程度かかることがわかった。これは、フラクタル次元がほとんど 2 であるため沈殿速度がダスト半径によらずほぼ一定となるからである。一方でこの結果は合体成長を考慮しない場合のタイムスケールである 10^6 年に比べ十分短い。これはガス抵抗則の変化が原因である。合体成長によりダスト半径がガスの平均自由行程を超えると、抵抗則が Epstein 則から Stokes 則に変わる。Stokes 則では沈殿速度がダスト半径に依存するため、ダストが成長すると沈殿速度が早くなる。このため空隙を考慮したダストは合体成長を考慮しないダストに比べ早く沈殿すると考えられる。更に本研究では各軌道長半径において同様の計算を行い、ダスト沈殿のタイムスケールの動径依存性を調べた。その結果、半径 15AU 以遠では沈殿のタイムスケールが 100 万年を超えることがわかった。ここで衝突圧縮の効果を考慮すると、ガス抵抗則が変化する以前にフラクタル次元が変化し、沈殿が加速されると予想される。従って本研究の結果は、衝突圧縮の効率が微惑星形成の可否を決めることを示唆する。