

原始惑星系円盤内の塵とガスの相互作用による塵濃集過程の物理的解明

関谷 実(九州大学)

利用カテゴリ XC-B

始原的隕石(コンドライト)は主にコンドルールというミリメートルサイズの球状の岩石からなる。コンドライトの母天体をはじめとする微惑星は、原始惑星系円盤内で塵が集まってできたと考えられている。塵を集めた機構として、物質間力で付着成長したという説と、塵の集団の自己重力で集まったという重力不安定説がある。ミリメートルサイズの岩石が物質間力で付着成長したとは考えにくいので、自己重力で集まった可能性が高い。自己重力で集まるためには、塵の体積密度が重力不安定性の臨界密度(中心星質量を軌道半径の3乗で割った程度の値)を超える必要がある。

臨界密度を超えるまで塵を濃集するプロセスとして有力なものが、ストリーミング不安定性である。これは、中心星からの距離に依存した動径方向の圧力勾配力を受けるガスと、圧力勾配力をほとんど受けない塵との間に公転速度差が生じ、塵とガスの摩擦力による相互作用によっておこる不安定性である。

Sekiya and Onishi (2018)では、ストリーミング不安定性による塵の濃集が起きる条件が、2つの無次元パラメータで表されることを明らかにした。1つはガス抵抗が効く時間スケールをケプラー角速度を用いて無次元化した量(ストークス数と呼ぶ)、もう1つはダストの柱密度をガス密度、ガスとダストの公転速度差、ケプラー角速度などを用いて無次元化した量(無次元ダスト柱密度)である。

本年度は、この条件をさらに確かめるために異なった初期条件でのシミュレーションを行った。そのために、Bai and Stone (2010)によるAthena4.2コードのparticleモジュールを、塵の初期分布を変えられるように改変した。塵に分布を与えた場合、鉛直方向と動径方向は、それぞれ2分割しかできなかつた。経度方向には10分割した。よって、40並列の計算となった。2通りのストークス数について、それぞれ3通りの無次元ダスト柱密度の場合、すなわち6例のシミュレーションを行った。結果は解析を進めているところで、まとめ次第、結果を論文にまとめて投稿する予定である。

参考文献

Bai, X.-N., Stone, J.M. (2010) ApJS 190:297.

Sekiya, M., Onishi, I.K. (2018) ApJ 860:140.