

原始惑星系円盤の非一様密度分布が作るダスト濃集領域の進化とその最大密度

P211b

瀧 哲朗、藤本 正樹 (宇宙科学研究所)、井田 茂 (東京工業大学)

現在の惑星系形成理論に残された重大な未解決問題の1つに、ダストの中心星方向への移動問題が挙げられる。惑星系形成の現場となる原始惑星系円盤の内部では、初期に μm サイズであった固体成分(ダスト)が衝突による合体を繰り返しながら徐々に大きく成長していく。この成長していく過程でダストとガスには速度差が生じるようになるが、ガスは自身の圧力勾配で支えられているため、ケプラー回転するダストよりも常に少し遅く回転している。そのためにダストはガスからの抵抗を受けて角運動量を失い中心星方向に急速に移動する。ダストが m サイズ程度のときにこの移動速度が最大になるため、この問題は特にメートルサイズバリアと呼ばれている。

本研究では、円盤内に局所的で準定常な高密度領域がある場合の圧力構造に起因するダストの集積と実現する最大密度について調べた。円盤内に高密度領域が存在する場合、その領域のガス回転速度がケプラー回転よりも速くなるので、落下するダストを領域の境界でせき止めることができる。しかしせき止められたダストは、濃集するに従いガスに大きな摩擦力を与えるようになるため、本来準定常であったガスの圧力構造を壊してしまう。このようなダストからガスへの摩擦力と、そもそものダスト移動の原因となるガスからダストへの摩擦力を自己無撞着に計算するコードを用いた1次元ハイブリッドシミュレーションの結果、せき止めることによって実現する最大のダスト-ガス質量比はおよそ1であることが分かった。また、濃集領域のダストが作るガスの半径方向の流れの速度を見積もることで圧力構造が破壊されるまでの時間を見積もれることを明らかにした。さらにこれらの結果を用いて、乱流による局所的なダスト密度上昇が実現されるかどうかについても議論する。