

P212a 原始惑星系円盤のダストと鉛直シア不安定性の共進化：線形解析からの示唆

福原優弥, 奥住聡, 小野智弘 (東京工業大学)

原始惑星系円盤にどの程度の強さの乱流が存在しうるのかを明らかにすることは、円盤理論モデルの構築や円盤観測の解釈を行う上で重要な課題である。近年では円盤乱流の駆動源としていくつかの流体不安定性が注目されており、そのうちの1つが鉛直シア不安定性 (Vertical Shear Instability: VSI) と呼ばれるものである。VSIは円盤内の角速度の鉛直勾配が引き起こす不安定性 (Urpin & Brandenburg 1998) であり、ダストを強く巻き上げるような乱流を駆動する (Flock et al. 2017, 2020)。この不安定性は特に円盤の外側の領域に現れやすく、ALMAなどによる円盤ダストの撮像観測の解釈 (e.g. Pinte et al. 2016) において重要となることが期待される。

本研究では、VSIに対してダストが与える役割に注目し、ダストとVSIがどのように共進化しうるかを調べた。VSIが不安定化するには、冷却の時間スケールが円盤の回転周期に比べて短いことが必要である。円盤の冷却は主にダストが担い、ダスト密度やオパシティの低下は冷却時間の増加を引き起こす。そこで我々は、円盤の冷却時間をダストの最大サイズとダストの鉛直分布を決めるガスの鉛直拡散係数をパラメータとして計算した。その後、冷却時間と円盤の回転周期を比較することで、ダストの成長・沈殿に応じてVSIの発生領域がどのように変化するかを線形解析 (Nelson et al. 2013) に基づいて推定した。これによって、ダストの成長・沈殿が進行すると、円盤の表面に近い領域での冷却時間が円盤の回転周期を超え、その領域でVSIが安定化することを明らかにした。一般に乱流がダストの合体成長の障害要因であることを踏まえると、ダストと乱流の共進化はダストの成長を促進する方向に作用すると考えられる。また、ダストの沈殿とVSIの安定化の間に正のフィードバックサイクルが存在することが示唆される。