

P202a 原始惑星系円盤内側領域のダスト・温度共進化が導く微惑星形成

加藤遼 (東京科学大学), 植田高啓 (CfA), 奥住聡 (東京科学大学)

近年、内側軌道を持つ高密度で岩石主体と推定される系外惑星が数多く発見されている。それらの起源の解明には、原始惑星系円盤内側領域における微惑星形成の理解が必須である。我々は、最近の研究 (Kato et al. 2025) において、以下のことを明らかにした。(1) 粘性加熱によって円盤赤道面が加熱されるような円盤内側では、ダスト密度が何らかの理由で上昇すると、放射冷却効率が低下し、温度極大が生じる。(2) これが圧力極大を生み、微惑星形成を可能とするダスト濃集が起こる。我々はこの機構を「熱駆動ダスト濃集」と呼ぶ。

これを踏まえ本講演では、円盤内側の新しい微惑星形成シミュレーションの結果を紹介する。我々は、ダストの移流・拡散、付着・破壊、それらに伴うオパシティの変化と、円盤温度進化を同時計算し、形成される微惑星の位置、総質量を調査した。温度が 1000 K を超える領域では、磁気回転不安定性 (MRI) による乱流強度上昇を仮定した。赤道面のダスト対ガス密度比が 1 を超えた場所では、ダストの一部が微惑星へ変換されると仮定した。

計算の結果、以下のことが示された。円盤内側で MRI が活性化すると、その領域外縁にダストが捕捉され密度が上昇する。MRI 活性化領域でダストが枯渇して円盤が冷却すると、再び MRI 非活性となる。この際、MRI 活性時のダスト密度上昇を引き金として熱駆動ダスト濃集が起こる。ダストは内側に移動しつつ濃集し、微惑星が外側から内側にかけて形成される。このダスト集団が移動してくることで円盤内側が再び加熱され、MRI が再活性化する。この繰り返しにより、特定の領域に微惑星が段階的に形成される。我々は、数地球質量の微惑星が、1 au の軌道付近に、温度 400–800 K の環境下で形成されることを明らかにした。本講演では、微惑星の形成位置、形成領域の幅、総質量などの円盤パラメータ依存性についても議論を行い、最終的な惑星配置への示唆を与える。