

ダスト・温度共進化による急速な岩石微惑星形成とその円盤パラメータ依存性

○加藤 遼¹ 植田 高啓² 奥住 聡¹ (1.東京科学大学 2.国立天文台)

太陽系内側には4つの地球型惑星が存在し、太陽系外には、恒星近くを公転するスーパーアースが数多く存在する。これらの材料となる微惑星が、原始惑星系円盤の内側領域においていつどのように形成されるのかを調査することは重要である。我々は、最近の研究において、粘性加熱円盤の内側領域におけるダストと温度の共進化がダスト濃集を引き起こし、微惑星が形成されうること示した (Kato, Ueda, & Okuzumi, under revision; arXiv:2604.27581)。この形成機構は、温度1000 K付近における磁気回転不安定性 (MRI) の活性化に起因する熱的不安定性と、ダスト・円盤温度の共進化によって制御される。しかし、その機構の円盤パラメータ依存性については、定量的な評価がなされていなかった。

本講演では、円盤の乱流強度およびダスト粒子の臨界破壊速度を変化させて計算を行い、これらのパラメータが微惑星形成領域の位置や幅、形成効率に与える影響を定量的に評価する。パラメータの組み合わせについては、ダスト・温度共進化がダスト濃集を引き起こす条件 (Kato et al. 2025) を満たすものを用いた。

計算の結果、以下のことが示された。(1) ガス降着率 $10^{-8} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ の場合、Kato et al. (2025) のダスト濃集条件を満たす範囲内であれば、微惑星は1 au 付近の領域に形成される。(2) MRI非活性時の乱流強度と臨界破壊速度が小さい場合、円盤面密度の上昇とダストのドリフト速度の低下により、形成領域の幅および形成効率が大きくなる。(3) 微惑星の形成率は、パラメータセットに応じて $0.3\text{--}4 M_{\oplus} \text{ kyr}^{-1}$ 程度となる。

本研究の結果は、本機構の発動条件が円盤進化時間に比べてごく短い期間であっても満たされれば、その間に微惑星形成が急速に進み、太陽系地球型惑星やスーパーアース系の形成に必要な微惑星質量が供給されうること示唆する。本講演では、円盤降着率の高い円盤進化初期段階や、低降着率の後期段階を模擬した追加計算の結果も紹介し、円盤進化のどの段階で本研究の微惑星形成機構が働きうるかについても議論を行う。