

P219a 磁気降着円盤における岩石惑星への水輸送：ダスト・温度共進化の影響

近藤克 (東京工業大学), 奥住聡 (東京工業大学), 森昇志 (清華大学)

太陽系の岩石惑星は水に欠乏しているため、水氷が昇華する境界軌道であるスノーラインよりも内側で形成したと考えられている。地球のような水に枯渇した惑星の形成過程を理解するためには、スノーラインが惑星軌道を通じた後に岩石惑星がどれだけの水氷ダストを捕獲したかが重要である。Kondo et al. (2023) では、磁場とガスの相互作用によって降着が駆動する原始惑星系円盤 (磁気降着円盤) において、ダスト成長が円盤の温度進化とスノーライン移動に与える影響を調べた。その結果、ジュール加熱で決まる温度構造は、ダストのサイズ・空間分布に依存して非単調に変化することがわかった。しかし、この研究ではダストのサイズ・空間分布をフリーパラメータを用いて決定していたため、ダストの時間進化に伴う温度構造の変化や、スノーラインが惑星軌道を通じた後に地球型惑星形成領域に輸送される水氷ダストの量を評価できていなかった。

本研究では、磁気降着円盤における岩石惑星への水輸送を、ダスト・温度時間進化を数値的に解くことによって明らかにする。ダスト進化はダスト粒子の成長と破壊・動径方向の拡散と移流を考慮した。円盤温度はダスト依存性を考慮したジュール加熱と放射冷却の平衡から決定した。ダストの臨界破壊速度と岩石惑星軌道をフリーパラメータとし、惑星に降着する水氷ダストフラックスから最終的な惑星の水量を計算した。計算の結果、円盤内のダストが枯渇し始めると放射冷却が効率的になり、スノーラインは急速に内向きへと移動することがわかった。ダストの臨界破壊速度が小さいほどダストが枯渇する時間スケールは長くなり、結果としてスノーラインの到達時刻スケールも長くなる。岩石惑星が水に枯渇した惑星に成長するためには、より太陽に近い軌道 (< 0.7 au) で、ダストの臨界破壊速度が小さい ($< 1\text{ms}^{-1}$) 条件が好ましいこともわかった。