

P212b 低付着力氷の集積を考慮した原始地球の水量進化：磁気降着円盤での検討

近藤克 (東京科学大学), 奥住聡 (東京科学大学), 森昇志 (清華大学)

地球のように水に乏しい岩石型惑星の形成過程を理解するには、スノーラインが地球軌道を通過後、原始地球がどれだけ固体の水氷を捕獲したかが重要である。磁場とガスの相互作用で降着が駆動する原始惑星系円盤(磁気降着円盤)では、スノーラインは円盤に氷が残存している早期に1 auを通過するため、原始地球が多量の水氷を獲得して水に富むという問題が指摘されていた(近藤他, 2024 秋季年会)。一方、近年の観測では臨界破壊速度が 1ms^{-1} より小さな低付着力の水ダストが見つかった(e.g., Ueda et al. 2024)、そのようなSt数の小さなダストは惑星が駆動するガス流によって抵抗を受け、著しく集積率が下がることが知られている(Kuwahara et al. 2019)。したがって、先行研究は原始地球が受け取る水量を過大評価している可能性がある。

本研究では、磁気降着円盤において原始地球が受け取る水量を、ダスト・温度時間進化計算が導く水氷ダスト輸送モデルと原始惑星が駆動するガス流を考慮したダスト集積モデルを組み合わせて評価する。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、円盤温度はダストに依存するジュール加熱と放射冷却の平衡から決定することで1 auへ輸送される水氷ダストフラックスを求めた。集積モデルはOkamura & Kobayashi (2021)の3次元数値計算の結果を基にした解析式を用い、1 auにある原始地球の最終的な水量を計算した。計算の結果、ダストの臨界破壊速度が $\lesssim 0.2\text{ms}^{-1}$ の場合には水ダストが0.1地球質量の原始地球にほとんど降着できず、原始地球の水分量は $\sim 1\text{wt}\%$ と岩石質であることがわかった。我々の結果は岩石領域で形成した原始地球は水ダスト降着によっては成長せず、その後岩石質の原始地球同士が衝突を繰り返して現在の地球へ成長したことを示唆している。本講演では、粘性降着円盤と磁気降着円盤で原始地球が獲得する水量についても比較し、議論する。