

P217a 大質量原始星円盤におけるダスト成長: 岩石ダストは付着しやすいか?

山室良太 (東京工業大学), 田中圭 (コロラド大学ボルダー校/国立天文台), 奥住聡 (東京工業大学)

原始惑星系円盤における岩石ダストの合体成長を理解することは、地球をはじめとする岩石惑星の形成を解明するための重要な課題である。岩石ダストが付着合体できる限界の速度には大きな不定性があり、理論モデルや実験によって1桁程度異なる値が示されている (e.g., Dominik & Tielens 1997; Blum & Wurm 2000; Kimura et al. 2015; Steinpilz et al. 2019)。この不定性は、岩石微惑星形成のメカニズム特定の大きな妨げとなっている。

我々は、岩石ダストの付着効率を、大質量原始星周囲の円盤の電波観測から制約するという新しいアイデアを提案する。低質量星まわりの原始惑星系円盤では、既存の電波干渉計で撮像できる領域はほとんどの場合スノーラインの外側に限られるため、氷に覆われていない岩石ダストの成長過程を電波観測から探ることは困難である。これに対し、光度が約 10^3 – $10^5 L_{\odot}$ にも及ぶ大質量星の周囲の円盤であれば、岩石ダストが支配する領域は中心星から ~ 100 – 1000 au の距離にまで広がりうるため、岩石ダストの熱放射を撮像観測することが可能である。

本研究では、降着円盤を持つ大質量原始星の1つである GGD 27-MM1 を例に取り、円盤のミリ波観測とダスト進化計算の比較から岩石ダストの限界付着速度の制約を試みた。この円盤のミリ波放射は円盤短軸に沿った偏光成分を持ち (Girart et al. 2018)、放射を担うダストの最大サイズが $\sim 100 \mu\text{m}$ 程度である (Kataoka et al. 2015) ことを示唆する。我々は、エンベロープから円盤に定常的に流入する岩石ダストの合体・破壊・落下を考慮し、岩石ダストの最大サイズの動径分布をダスト限界付着速度の関数として計算した。その結果、限界付着速度が 1 m s^{-1} 程度のとき、偏光観測から示唆されるダストの最大サイズが再現されることを明らかにした。我々の結果は、岩石ダストが比較的低い付着力を持つ (Dominik & Tielens 1997; Blum & Wurm 2000) ことを支持する。