

P201a 原始惑星系円盤の温度進化計算のための大局2層モデルの開発

奥住聡 (東京工業大学), 植田高啓 (国立天文台), Neal J. Turner (NASA/JPL)

原始惑星系円盤の温度構造の正確な理解は、惑星形成の解明や円盤観測の解釈のために必須である。惑星形成の理論研究では、中心星の放射を主な加熱源とする円盤の温度構造の計算に対して、「2層モデル」と呼ばれる簡便な輻射輸送モデル (e.g., Chiang & Goldreich 1997) がしばしば用いられてきた。これは、まず円盤表面が中心星の放射光を吸収し、次に円盤表面の熱放射 (赤外再放射) が直下の円盤内部を加熱すると仮定して、円盤内部温度を求めるものである。この2層モデルは簡便であるという利点を持つ一方、中心星の光が当たらない表面領域 (いわゆる影領域) の直下の温度を計算することができないという欠点を持つ。影領域は円盤中でのダストの成長や移動によって容易に形成されるため (e.g., Ueda, Okuzumi, & Flock 2019)、2層モデルは円盤ダスト進化に応じた円盤温度分布の進化を求めるには不向きである。さらに、熱波不安定性と呼ばれる、影領域の形成を伴う円盤不安定性 (Watanabe & Lin 2008) を取り扱うことも不可能である。

本研究は、従来の2層モデルを修正した新しい円盤輻射輸送モデル「大局2層モデル」を提案する。このモデルは、円盤の軸対称性を仮定する代わりに、赤外再放射光が鉛直方向・動径方向の両方に輸送される過程を解析的に計算するものである。この手法のもとでは、影領域の直下の円盤内部温度を計算することが可能である。我々は、この大局2層モデルと非定常エネルギー方程式を用いて、円盤温度分布の非定常な進化を追跡するシミュレーションコードを開発した。このコードは、オパシティ源であるダストの成長や動径輸送も実装しており、円盤のダストと温度構造の同時進化を追跡することも可能である。本発表では、モンテカルロ輻射輸送計算との比較による大局2層モデルの検証と、大局2層モデルを用いた熱波不安定性のシミュレーションの結果を紹介する。