

原始惑星系円盤の熱的不安定について

Thermal instability of irradiation-dominated protoplanetary disks

渡邊 誠一郎 [1]

Sei-ichiro Watanabe[1]

[1] 名大・環境学・地球環境科学

[1] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

原始惑星系円盤は主に中心星からの放射によって暖められることで、光学表面が未広がりをした構造を取る受動円盤モデルが広く使われている。中心星からの加熱は円盤の構造によって敏感に変化するので、従来求められている受動円盤の定常状態に不安定が存在する可能性がある。D'Alessio et al. (1999) は、中心星放射を吸収する高さが円盤の密度スケールハイトに比例すると仮定して、線形安定論および有限振幅摂動に対して、定常状態が安定であることを示した。しかし、その仮定の妥当性には問題が残る。

われわれは、中心星放射に対する光学表面を直接積分によって決めることで、中心星に加熱された円盤の準静的な熱進化を計算した。鉛直構造は単純化のため、2温度モデル (Chiang and Goldreich 1997) を採用した。吸光係数については、単純に一定値とした場合と現実的なものを採用した場合で計算を行った。円盤の面密度分布は最小質量モデルを採用した。乱流加熱は定常降着円盤モデルで与え、質量降着率を変化させて結果を比較した。

単純な一定吸光係数の計算の結果、質量降着率が $10^{-8} M_{sun} yr^{-1}$ 以下の場合、初期分布は不安定化し、周囲に比べて温度の高い部分が波として中心星方向に伝搬することが分かった。波の移動の典型的なタイムスケールは熱拡散時間程度で、100AU 付近で生じ、1AU 付近まで達すると減衰する。1つの波が落とす影の外側境界付近で、次の波が励起される。その結果、次々と波は励起されては内側に伝わって減衰することを繰り返す準周期的解が実現される。常時2つ程度の波が内側と外側に存在する。

質量降着率が $10^{-7} M_{sun} yr^{-1}$ となると、円盤は安定化される。こうした不安定の存在は、吸光係数を現実的なものにしても変わらない。講演では、こうした不安定が星・惑星形成に及ぼす影響や円盤のスペクトルについても議論する。