

P14a 原始星円盤の形成：温度変化依存

西合一矢、花輪知幸（名大理）、松本倫明（法政大）

原始星は星間ガスの自己重力収縮により形成される。収縮過程で原始星のまわりに回転平衡な原始星円盤が形成され、これにエンベロープからの質量降着が起っていることが観測的に示唆されている。原始星円盤とエンベロープの密度速度分布は、円盤の安定性や惑星形成に大きな影響を与えるため重要である。原始星円盤の形成と構造は、これまで主に等温ガス近似のもとで理解されてきた。等温は良い近似であるが、密度が何桁も上昇する段階で温度もいくらか変化すると期待される。本研究では、ガスの収縮に伴って温度が変化する場合の原始星円盤とエンベロープを数値シミュレーションで調べた。状態方程式はポリトロップ ($P \propto \rho^\gamma$) を仮定し、温度変化をパラメータ γ でモデル化した ($\gamma = 0.8 \sim 1.2$)。数値シミュレーションでは円筒座標 (r, z) を用い、 z 軸について回転対称性を仮定した。初期状態には回転するフィラメント状ガス雲を考え、これに速度ゆらぎを与え分裂・収縮を追跡した。

パラメータ γ によらず、分裂片は動的に収縮するガス円盤となった。動的に収縮するガス円盤の中心密度は時刻 t の逆自乗に比例して増大する。ガス円盤は密度や角速度がほぼ一定の中心核とそれに続く尾部 (envelope) に分かれる。ガス円盤の尾部の密度速度分布は巾関数でよく近似できるが、その巾指数は γ によって異なる。尾部の面密度は中心軸からの距離 r の $-\gamma/(2 - \gamma)$ に比例する。収縮によって温度が上昇する ($\gamma > 1$) 場合ガス円盤の扁平度はほぼ一定であるが、温度が下降する ($\gamma < 1$) 場合ガス円盤は急激に薄くなる。Toomre の条件によれば、 $\gamma < 1$ の場合に形成されるガス円盤は不安定で、 $\gamma > 1$ のガス円盤は安定である。

パラメータ $\gamma > 1$ の場合は暴走的収縮から質量降着期に転じる様子も追跡することができた。パラメータ γ が大きいほど暴走的収縮の最後での中心密度が低い。等温の場合と同様に、質量降着期 (Inside-out Collapse) では主に回転によって支えられた原始星円盤が成長してゆく。原始星円盤の半径 (Infalling Envelope との境界) はほぼ一定 (\sim 音速) の割合で増加する。原始星円盤の回転速度 v_ϕ は音速の数倍で空間的にほぼ一定である。半径 r での角運動量 ($j = rv_\phi$) と、それより内側の円盤の質量 M_r との比 (j/M_r) は原始星円盤の中でほぼ一定である。またその比を重力定数 G と (ガス円盤形成時の) 音速 c_s で無次元化した量は、 γ にほとんど依存しない。