

P04a 等温分子雲コアにおける星形成効率

中野 武宣 (京大理：非常勤) 長谷川 哲夫 (国立天文台)

生まれる星の質量 M_* 、あるいは星形成効率 (M_* と分子雲コアの質量 M の比) を決める機構については Nakano, Hasegawa, & Norman (1995, Ap.J. 450, 183) の理論がある。ここでは単独星や連星系を産み出す星形成の最小の単位を分子雲コアと呼ぶことにする。彼らの理論によると、分子雲コアの中で生まれた原始星からの mass outflow によってコア物質の一部が吹き飛ばされると、残りのコア物質はもはや重力的束縛状態になく、散り散りになるため、原始星の成長が止り、生まれる星の質量が決まる。彼らは分子雲コアを一様密度の球と見なし、その中で outflow によって圧縮された層の運動を解くことにより、星の質量と星形成効率を求めた。ここでは、より現実に近い臨界状態の等温 (速度分散一定) 球内での圧縮層の運動を追跡し、より信頼度の高い星形成効率を求める。

原始星への質量流入率は $\dot{M}_I = f_I C_{\text{eff}}^3 / G$ で与えられる。ここで C_{eff} は有効的音速 (乱流等の効果を含む)、 G は重力定数である。計算機シミュレーションによると、収縮の初期では f_I は Shu (1977) の相似解での値 ≈ 1.0 よりもかなり大きい。後述するように星形成効率はかなり低いので、収縮の初期だけを考えればよい。outflow による質量放出率は $\dot{M}_O = f_O \dot{M}_I$ で与えられ、 $f_O \sim 0.1$ は一定とする。outflow は星 (の近傍) から速度 V_O で吹き出し、一定の立体角 Ω_O で広がり、この中のコア物質を放射状に押し出していくとする。圧縮層が分子雲コアの表面に達するまでに原始星がどれだけ成長するかを計算した結果、星の質量、あるいは星形成効率として次式を得た。

$$\frac{M_*}{M} \approx 0.094 \frac{1 - f_O}{0.9} \left(\frac{f_I 0.1 \Omega_O / 4\pi}{5 f_O} \frac{200 \text{ km s}^{-1}}{0.3 V_O} \right)^{1/2} \left(\frac{M}{10 M_\odot} \right)^{1/6} \left(\frac{\bar{n}}{10^5 \text{ cm}^{-3}} \right)^{1/12} + \frac{M_{*0}}{M}$$

ここで \bar{n} は水素原子核数で表した分子雲コアの平均密度、 M_{*0} は outflow を吹き始めた時の原始星の質量で、 $M_{*0} \ll 1 M_\odot$ である。星形成効率は、数係数を除くと Nakano et al. (1995) と同じで、コアの質量 M と密度 \bar{n} にほとんど依存せず、 $M_* \gg M_{*0}$ では約 10% である。これは一様密度とした場合の約 2 倍である。