

P36a 軸対称ポリトロープガスの収縮における自己相似解

河内毅、花輪知幸（名大理）

星形成領域には多くの細長く伸びたフィラメント状の分子雲が見られる。数値シミュレーションでも、ガス雲が分裂収縮すると、細長く伸びたフィラメント状雲が形成されやすいことが確かめられている。しかし、数値シミュレーションでは空間分解能の限界のために、ガス雲が細くなっていく様子を追跡することが困難である。そこで本研究では、相似解を用いてフィラメント状分子雲の形成と収縮過程を記述することを考える。相似解は球状や円盤状のガス雲の重力収縮を記述するのに有効であったので、フィラメント状分子雲の重力収縮の記述にも役立つと考えられる。

簡単のためにフィラメント状分子雲は軸対称で、軸方向には完全に一様であると仮定した。またガスの状態方程式はポリトロープ ($P \propto \rho^\gamma$) で近似した。相似解は状態方程式のべき指数 (γ) が1より小さい場合に存在する。

相似解ではガス雲が2段階の収縮をする。第1段階では中心密度が上昇しながらフィラメント状分子雲の半径が縮む。第1段階の最後で軸上の密度は(事実上)発散し、極細の雲が形成される。それに続く第2段階では中心軸上の極細の雲にガスがアクリーションする。第2段階は星形成の inside-out collapse と良く似ている。

得られた相似解は以下の様な性質をもっていることがわかった。収縮の第1段階において、中心付近で密度は $\rho \sim \rho_0$ でほぼ一定値であり、半径方向の速度は r に比例する。遠方で $\rho \propto r^{2/(\gamma-2)}$ 、 $v_r \propto r^{(\gamma-1)/(\gamma-2)}$ となり、第2段階へと滑らかにつながる。アクリーションが始まる第2段階において、遠方では密度、速度共に第1段階の遠方での進化と一致する。中心付近では $\rho \propto 1/r$ 、 v_r は $|\ln r|^{-(\gamma-2)/2}$ で進化し、半径 r 内の質量は $m \sim m_c$ とほぼ一定値に近づく。この m_c は第2段階で中心に形成される極細の雲の質量と考えられる。また、第1段階の終りの進化は球対称ポリトロープガスの場合 (Bouquet et.al 1985) と同じであり、 γ が1に近いところでは、 $\rho \propto r^{-2}$ 、 $v_r = \text{const}$ となる。 $\gamma \sim 1$ で第2段階の中心付近での速度は、ほぼ $|\ln r|^{1/2}$ で進化する。これはガスの圧力勾配による外向きの力がほとんど効かず、ガスが自由落下していると考えられる。

本研究においては $0.9 \leq \gamma < 1$ のいくつかの γ の値に対して相似解を求め、軸対称ポリトロープガスの自己相似解についてまとめた。