

P09a 原始銀河雲における星形成: H_2 冷却による円筒状ガス雲の動的収縮と分裂

中村文隆、梅村雅之 (筑波大学 計算物理学研究センター)

星間ガスの冷却過程は重元素量 (ダスト) と密接な関係があるため、重元素がほとんどない銀河形成初期と形成後では、星間ガスの冷却過程は全く異なっていたと考えられる。我々の銀河系の星形成領域では、ダストによる放射冷却によりガスの温度は 10K 程度まで冷却される。それに対し原始ガス雲では、水素分子による放射冷却が支配的であるが、ガスの温度を 100K 以下にすることは難しい。このような冷却過程の違いを考慮すると、両者では形成される星の質量分布も違っていたと予想される。

我々は、原始ガス雲で形成される星の質量を見積もるために、原始ガスの熱的進化、力学的進化、化学進化を同時に考慮した 1 次元の流体計算を行った。計算では、化学反応方程式を implicit 法を使って解き、その反応による加熱・冷却率を求め、その結果を用いて流体力学方程式を解いた。簡単のため、原始ガス雲は円筒形状をしており、ガスは水素とヘリウムからなるとした。

原始ガス雲の収縮過程は、初期条件 (密度・温度・化学組成など) にあまりよらないことがわかった。収縮初期には、2 体反応によって形成された H_2 の放射冷却により、ガス雲は 500 K 程度に冷やされる。その後ガス雲は、動径方向に圧力勾配と重力の釣り合いを保ちながら、等温で自己相似的に動的収縮を続ける (e.g., $\rho \propto r^{-2}$)。この収縮過程では、動径方向の収縮時間が長軸方向に分裂する時間よりも短いので、分裂はしにくい。さらに収縮が続き、ガス密度が 10^{9-10}cm^{-3} を越えると、3 体反応によって水素ガスのほとんどが分子に変換される。そのため、ガス雲は光学的に厚くなり、収縮が止められる。この段階になると、長軸方向に分裂する時間が動径方向の収縮時間よりも短くなり、容易に分裂できる。この時の分裂片の質量は $0.5M_{\odot}$ 程度と見積もられる。この質量が現在の星形成で予想される光学的に厚い分裂片の質量よりも大きいこと ($\sim 0.01M_{\odot}$) と、中心のコアへのガスの動的降着率が現在の値より約 100 倍も大きいことを考慮すると、原始ガス雲内で形成される星は大質量星が多かったと予想される。