P30a　ヴィリアル質量と星形成

中野 武宣（国立天文台・野辺山）

ヴィリアル質量とは、ある系が観測された空間的広がりと速度分散のもとで力学平衡状態にあるための質量である。そのため、実際の質量がヴィリアル質量 $M_{\rm vir}$ よりも大きいことが、その系が重力収縮するための必要条件と、普通考えられている。しかし、河村ら（1997 年秋期年会 P02a）によると、$M_{\rm vir}$ と LTE 質量（分子線強度、すなわち分子の存在量から推定した質量）$M_{\rm lte}$ の比は、星を伴う分子雲コアよりも星を伴わないコアで大きい傾向があり、これら 2 種類のコアの大まかな境界は $M_{\rm vir}/M_{\rm lte}\sim 2$ にある。これは私が最近提唱している星形成の新しい描像（1996 年秋期年会 P31a； Ap.J. **494**, No.2, in press）に基づいて、次のように説明できる。

分子雲コアは magnetically supercritical（磁場はそれだけでコアを力学平衡状態に保てるほど強くない）であり、力学平衡はガス圧、乱流等によって維持される。コアは分子雲中にあるため、ある外圧が加わっている。このようなコアには臨界外圧 $P_{\rm s}^{\rm cr}$ があり、コアの表面に加わる外圧 $P_{\rm s}$ が $P_{\rm s}^{\rm cr}$ よりも高いと、コアは力学平衡にあり得ず、収縮する。臨界外圧は実効音速（乱流を加えた全速度分散）$C_{\rm eff}$ に非常に敏感である（$P_{\rm s}^{\rm cr}\propto C_{\rm eff}^8$；上記 Nakano 論文)。乱流の散逸によって臨界外圧が減少し、実際に加わっている外圧よりも低くなると、コアは収縮を始め、星が生まれる。質量 M、半長短軸 R、Z を持ち、外圧 $P_{\rm s}$ のもとにあるコアは、力学平衡状態でヴィリアル方程式　$3C_{\rm eff}^2M-aGM^2/R-4\pi R^2ZP_{\rm s}=0$ を満たす。ここで G は重力定数、$a\approx 1$ は重力エネルギーの係数である。磁場の効果は重力に比べて小さいとした。ヴィリアル質量はこの式で $P_{\rm s}=0$ として、$M_{\rm vir}=3C_{\rm eff}^2R/aG$ で与えられる。また、実際の質量は上式より、$M=3C_{\rm eff}^2R(1-\rho_{\rm s}/\rho)/aG$ と書ける。ここで $\rho=3M/4\pi R^2Z$ はコアの平均密度、$\rho_{\rm s}=P_{\rm s}/C_{\rm eff}^2$ はコア表面での密度である。従って、$M_{\rm vir}/M=(1-\rho_{\rm s}/\rho)^{-1}$ となる。乱流の散逸によって $M_{\rm vir}$ と $P_{\rm s}^{\rm cr}$ が減少し、$P_{\rm s}^{\rm cr}=P_{\rm s}$ となると、動的収縮が始まる。この時の密度比は、ヴィリアル定理によると $\rho/\rho_{\rm s}=4$（上記 Nakano 論文）であり、従って、$M_{\rm vir}/M=1.33$ である。構造を正確に解いた Bonnor-Ebert の等温ガス球も同じ性質を持ち、$\rho/\rho_{\rm s}=2.46$、従って $M_{\rm vir}/M=1.68$ の時に動的収縮が始まる。このように、河村らが発見した傾向はこの新しい星形成の描像で自然に説明できる。