

R38a UV 輻射場中の銀河形成 II : 銀河分化の起源

梅村雅之、須佐 元 (筑波大計算物理)

「UV 輻射場中の銀河形成 I」において、原始銀河雲のパンケーキ・コラプス後に水素分子冷却が効くか否かを決める分岐は、 $M_{\text{SB}} = 2.2 \times 10^{11} M_{\odot} [(1+z_c)/5]^{-4.2}$ という質量で与えられることが示された。一方で、パンケーキ・コラプス時には冷えなかった雲も、雲の質量が UV 加熱で決るジーンズ質量 ($10^9\text{--}10^{10} M_{\odot}$) より大きく、水素原子冷却が可能な最大質量 ($\sim 10^{12} M_{\odot}$) より小さければ、角運動量バリアーで止るところまでは 2 次的収縮が可能である。原始銀河雲が重力トルクによって獲得する角運動量は、無次元スピンパラメーターで、 $\Lambda_{\text{spin}} \simeq 0.05$ 程度である。このときの角運動量バリアーのサイズは、 $R_{\text{barr}} = 22.7 \text{kpc} (M/10^9 M_{\odot})^{1/3} (1+z)^{-1} (\Lambda_{\text{spin}}/0.05)^2$ となる。このサイズへ 2 次収縮する過程で、面密度の増加により自己遮蔽が効き出せば、水素分子冷却が有効になり、遅れた銀河形成が可能になる。以上のことから、紫外線背景輻射場中の銀河形成プロセスを考えると、質量や最終的コラプス時期 (z_c) によって、以下のような質的違いが生まれることになる。

(a) $z_c \gtrsim 10$, $10^{3-6} M_{\odot}$: 初期に自己遮蔽が効き、小質量天体となる。

(b) $3 \lesssim z_c \lesssim 10$, $M_{\text{SB}} \lesssim M \lesssim 10^{12} M_{\odot}$: パンケーキ・コラプス時に Initial starburst を起し、その後 dissipationless galaxy formation につながる。標準的 CDM 宇宙モデルに従えば、臨界質量 M_{SB} は、ちょうど $2\sigma\text{--}3\sigma$ ゆらぎに対応するため、この銀河形成は銀河密度の高い所で起こることが期待される。また、 z_c が大きいため、単位質量当りの角運動量は小さくなる。最終的に、比較的大質量の Early type 銀河の形成につながると考えられる。

(c) $0 \lesssim z_c \lesssim 4$, $10^{10} M_{\odot} (1+z_c)^{-3/2} \lesssim M \lesssim M_{\text{SB}}$: 2 次的収縮段階で星形成が起こるため、dissipative galaxy formation になる。銀河密度の低い所で起こると期待される。最終的に、Late type 銀河の形成につながる。

(d) $z_c \sim 0$, $10^{10} M_{\odot} (1+z_c)^{-3/2} \lesssim M \lesssim 10^{12} M_{\odot}$: 現在に近い所での Late type の銀河の形成になるが、銀河密度が極端に低い所で起こる非常に稀なイベントとなる。

(e) $z_c \lesssim 10$, $M \lesssim 10^{10} M_{\odot} (1+z_c)^{-3/2}$: UV 加熱により、重力収縮できなくなった膨張雲となる。クエーサー吸収線系と関係する。