

U16a CDM 初期密度揺らぎからのパンケーキ崩壊とその分裂

細川 環、横沢 正芳 (茨城大学)

初期宇宙に存在する原始密度揺らぎは完全な球対称ではないため、初めに一軸方向に重力的に潰れてシート状になると考えられる。さらに、そのシートは重力不安定により多くの塊に分裂していくと考えられる。我々はこのような描像に立ち、Cold Dark Matter (CDM) パワースペクトルの揺らぎを初期条件としたさまざまなスケールの揺らぎがパンケーキ崩壊をするという仮定のもとで、1次元の流体 + DM のシミュレーションを行った。Einstein - de Sitter 宇宙を仮定した ($\Omega_{DM} = 0.9$)。原始組成ガスに対しては放射冷却も考慮した。

その結果、共動波長 ~ 1 Mpc 以上の揺らぎから形成されたガス成分のシート構造は、中心部で温度が 10^4 K を超えるために放射冷却をし、その結果、低温で高密度の領域を形成することが分かった。この領域が銀河などの構造形成に繋がると考えられる。さらに我々は、DM のシート及びガスの低温・高密度のシートに対して、シートに平行な方向の重力不安定性をエネルギーの議論により解析した。なお、シートは円板状に分裂するとした。この結果、DM のシートは揺らぎのスケールが大きいほど大きな分裂片をつくるという自己相似性が見られた。また分裂の時期も、全ての初期揺らぎスケールに対して $z_f \simeq (1 + z_c)/1.1 - 1$ (z_c は caustic redshift) となり、スケールによらない結果が得られた。これに対して、ガスシートは放射冷却の影響を受けるため、揺らぎスケールにあまり依存せずに、特徴的なサイズ (円盤の質量 $10^{8-9} M_\odot$ 、直径 $0.1 - 0.3$ Mpc) の塊に分裂することが分かった。また、小さい揺らぎスケールほど分裂時期の指標、 $(1 + z_f)/(1 + z_c)$ 、の値が大きいため、特に 1 Mpc の揺らぎスケールではガスシートそれ自身での重力による分裂が $z = 0$ までに生じないことも分かった。このような性質のために、重力的に結合したガス塊の形成が $z \sim 3$ 付近で活発になるという描像が得られた。

また、分裂時には $\sigma/d_{b,MGR} \simeq \Sigma/d_{DM,MGR} \simeq \rho_{crit}$ という関係が満たされることが分かった。ここで σ と Σ はそれぞれガスと DM シートの面密度、 d_{MGR} は最大成長率を持つような円盤の直径である。この関係は、シートの円板状分裂における必要条件であると考えられる。