

X01a ダークマター・カスプが第一世代天体形成に与える影響

諏訪 多聞、梅村 雅之（筑波大）、須佐 元（甲南大）、他 FIRST プロジェクトチーム

宇宙で最初に生まれた天体（第一世代天体）は重元素を含まないガス雲から生まれる。従来の計算では $\approx 10^6 M_{\odot}$ のダークマターハローに $10^5 M_{\odot}$ 程度のバリオンガスが蓄積された後、重力不安定を起こし、その中に第一世代星が形成されるとされてきた (e.g. Yoshida et al. 2003)。

しかしながら、従来の研究では、ダークマターの小スケールでの振る舞い、特にダークマター・カスプの成長についてはあまり注目されてこなかった。そこで、我々は計算領域の全体を可能な限り高解像度にした数値計算で、ダークマター・カスプの成長を分解できるようにし、第一世代天体の形成と進化を調べることにした。計算には筑波大学の宇宙シミュレータ FIRST を用い、 N 体/流体粒子 (SPH) 法によって第一世代天体形成過程の超高分解能シミュレーションを行った。この計算では、ダークマターと流体粒子をそれぞれ約 1 億体 (512^3 体) 使い、計算領域の全体にわたってバリオンとダークマター質量解像度としてそれぞれ $0.046 M_{\odot}$ と $0.22 M_{\odot}$ を実現した。その結果、第一世代天体の形成に対してダークマター・カスプが影響を与えている可能性があることがわかった。

宇宙初期の密度揺らぎが成長して生まれるダークハローの中心部では、密度が半径の-1.5 乗程度に比例するカスプが形成される。計算分解能が上がるほど、カスプの成長は中心部での重力場を発散に向かわせる。その結果ダークマターハロー中心近くに存在するバリオンガスが強く中心部に引かれることになり、そこで密度が早く上昇する。カスプはダークマターハローの最中心部で密度一定のコア構造に切り替わるため、ガス密度の上昇はカスプとコアの切り替わるスケールに依存することになる。このことから、ダークハロー中心部における小スケールの構造を正しく解くことが第一世代天体形成過程において重要であることが明らかになった。本講演では、ダークマター・カスプの分解と第一世代天体形成の関係について詳細に報告する。