

国立天文台天文シミュレーションプロジェクト成果報告書

Self-Interacting Dark Matterモデルが衛星銀河の軌道に与える影響

田中雅大(北海道大学 理学院 宇宙理学専攻 卒業)

利用カテゴリ XC-Trial

標準的な構造形成シナリオでは宇宙初期のわずかなダークマター密度のゆらぎが自己重力不安定性によって成長しダークマターハローが形成される。そしてダークマターハロー内でガスが冷えることで中心に銀河が形成される。またダークマターハロー同士が合体すると小さなハローはサブハローと呼ばれる構造として合体でできた新しいハロー内で生き残る。この、サブハローに含まれる銀河が衛星銀河である。現在、宇宙の大規模構造のような大きなスケールでの観測事実はCold Dark Matter (CDM) モデルの予言とよく一致している。しかし、衛星銀河程度の小さなスケールについてはいくつか観測との矛盾が指摘されている。例えば、シミュレーションによって得られるダークマターハローの密度プロファイルが観測によって得られるものよりも中心付近で大きな勾配を持つ core/cusp 問題や銀河系が持つ衛星銀河の数がシミュレーションで予測されるものより観測で得られたものの方が少ないという missing satellite 問題である。

これらCDMモデルの問題を解決するためにSelf-Interacting Dark Matter (SIDM) モデルが考案された。このモデルは重力相互作用の他にダークマター同士の衝突による相互作用の効果を考えるモデルである。SIDMモデルの場合、衝突確率はダークマター密度の2乗に比例するのでダークマターハローの中心やサブハローの中心付近では衝突確率が高くなる。衝突によるエネルギー輸送によってダークマターハローの中心付近に存在する粒子がエネルギーを得ることによりCDMモデルに比べて中心付近のダークマターの密度は減少する。

CDMモデルとSIDMモデルでサブハローの軌道分布に違いがあるかを見るためにN体シミュレーションを用いて調べる。数値計算コードとしてはSPH code GIZMOを改造しSIDMモデルを導入したものを使用する。SIDMの方がより潮汐破壊されやすいため、軌道離心率の小さい衛星銀河の割合が多くなると考えられる。

今回XC-Trialを利用して、GIZMOのコードにSIDMを実装したもののテスト計算とデバッグを行った。