

U21a 有限質量をもつ娘粒子へ崩壊する暗黒物質モデルとその観測的制限

青山尚平、市來淨與、新田大輔、杉山直

崩壊しない安定な冷たい暗黒物質 (CDM) と宇宙を加速膨張させる暗黒エネルギーを含めた宇宙論モデルである Λ -CDM 模型は宇宙の大規模構造形成や弱い重力レンズ効果を非常にうまく説明できる。しかし、 Λ -CDM 模型では銀河系など小さなスケールに注目すると銀河の副構造の数を観測より多く見積もりすぎるなど観測事実を十分に説明できないという指摘がある。暗黒物質の崩壊現象を考慮することでその問題を解決できる可能性がある。

我々が研究したのは冷たい暗黒物質 (親粒子) が有限の質量の粒子 (娘粒子) に崩壊する暗黒物質モデルである。私たちは暗黒物質の崩壊現象をボルツマン方程式を用いて記述し、娘粒子の運動量分布関数を求めた。そして様々な暗黒物質の寿命と親粒子・娘粒子の質量比の値に関して娘粒子のエネルギー密度を計算し、宇宙の膨張の歴史を数値計算で求めた。暗黒物質が崩壊すると宇宙のエネルギー密度が変わるため、宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) の最終散乱面までの距離、バリオン音響振動 (BAO) の位置、そしてハッブル定数が崩壊しない場合と比べて変化する。さらに娘粒子の自由運動が構造を壊す効果は小スケールの構造形成にも影響を与える。これらの影響を含めた理論計算と観測データを比較することで親粒子と娘粒子の質量比や暗黒物質の寿命に制限を与えた。本発表では一連の研究成果を説明する。