

U18a 暗黒物質の運動学的脱結合が物質密度揺らぎの成長に与える影響

鎌田歩樹 (Kavli IPMU), 吉田直紀 (東京大学), 高橋智 (佐賀大学)

宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) に代表される近年の宇宙大規模構造の観測は、宇宙論パラメータを高精度で決定し、 Λ CDM 模型の成功を確認してきた。しかし、大スケールの物質密度揺らぎは等密度時以降の熱史の情報しかもっていない。例えば暗黒物質の素粒子的性質のような高エネルギー物理学、つまり初期宇宙の情報は、小スケールの物質密度揺らぎに残っている。

本講演では、この一例として暗黒物質の運動学的脱結合を取り上げる。暗黒物質が初期宇宙において、周囲の高温プラズマと熱平衡に達していたとする。その後の宇宙膨張に伴って、暗黒物質は周囲の高温プラズマと粒子数及び運動量をやり取りしなくなり、自由流を始める。暗黒物質の粒子数の凍結を化学的脱結合といい、運動量のやり取りがなくなることを運動学的脱結合という。運動学的脱結合以前は暗黒物質と周囲の高温プラズマは一緒に運動しているため、物質密度揺らぎは音響振動して成長する事ができない。一方、運動学的脱結合以後、暗黒物質は自由流を始めるため、通常の冷たい暗黒物質と同様に物質密度揺らぎが成長する。運動学的脱結合は、冷たい暗黒物質の候補として知られる WIMP (Weakly Interacting Massive Particle) の構造形成において、宇宙最小のハローの質量を決定するため極めて重要である。

本講演の予定は以下の通りである。衝突項入りのボルツマン方程式から出発し、運動量のやり取りが十分小さいという近似をしてフォッカー・プランク方程式を導出する。フォッカー・プランク方程式を一様等方成分とその揺らぎに展開し、得られた方程式の物理的意味について論じる。最後に揺らぎの方程式を数値積分し、物質密度揺らぎのパワースペクトルが実際にどのようなようになるかをお見せする。