

U01a 宇宙論的 VLASOV シミュレーションで探るニュートリノの性質: N -body シミュレーションとの比較

田中賢 (京都大学), 吉川耕司 (筑波大学), 吉田直紀 (Kavli IPMU/東京大学), 斎藤俊 (ミズーリ工科大学)

ニュートリノの振動の発見により、ニュートリノには微小ながらも質量があることがわかっているがその絶対質量や各世代の質量階層構造は未だに解明されていない。一方、宇宙初期のビッグバンにおいて光子に匹敵する量のニュートリノが生成されており、質量を持ったニュートリノは大規模構造形成の重力相互作用に寄与することが考えられている。コールドダークマターとニュートリノの非線形効果を考慮した構造形成を計算するためには数値シミュレーションが必須であるが、質量が小さく速度分散が大きいニュートリノを正確に取り扱うには一般的に用いられている N -body シミュレーションではショットノイズなどの影響が無視できないという問題がある。そこで我々のグループは6次元位相空間上の分布関数を Vlasov(無衝突 Boltzmann) 方程式で数値的に計算するコードを開発し、ショットノイズの影響なしにニュートリノの運動を解くことを可能とした。

本講演では計算精度や解像度を変えた Vlasov シミュレーションと粒子数を変えた N -body シミュレーションを同じ初期条件のもとで大規模構造形成シミュレーションを行い、それぞれの手法が結果に与える影響を詳細に調べた。冷たい成分であるコールドダークマターが大部分を占めるトータルマターの密度のゆらぎのパワースペクトルでは手法に依らずほぼ違いは見られなかったが、熱い成分であるニュートリノに注目するとショットノイズの影響が大きく、手法による違いが大きく現れた。Vlasov シミュレーションでないとノイズに埋もれてわからなかったニュートリノの非線形領域での物理的な性質を紹介する。