

U04a 強い相互作用をする長寿命粒子へのビッグバン元素合成からの制限

日下部元彦 (東京大学)、梶野敏貴 (国立天文台)、吉田敬 (東京大学)、G. J. Mathews (U. Notre Dame)

標準模型を超える理論の中で長寿命の色を持つ重粒子の存在が考えられている。これらは宇宙が膨張して色が閉じ込められると強い相互作用をする重粒子 (SIMP, X 粒子) を形成し、宇宙での X 粒子の最終組成はバリオン数密度の 10^{-8} 倍程度になる。この X 粒子はビッグバン元素合成の時代を生き延びるとき、背景にある原子核と核反応を起こすと考えられる。そこで核子と同様の相互作用をするような重い X 粒子が元素合成の時代に存在し、その後崩壊が完了したと仮定して、強い相互作用をする重粒子が元素合成に与える影響を調べた。

X 粒子と原子核との束縛状態 (X 核) の束縛エネルギーと波動関数を計算した。そして X 粒子と X 核が関連する核反応と β 崩壊の反応率を見積もった。普通の原子核に仮想的な X 核を加えた系に対して反応ネットワークを作成し、元素合成の計算を行った。

その結果、 X 粒子は元素合成の時代の極初期に原子核との束縛状態 (X 核) を形成し、核反応により重い X 核 (炭素まで) に変換されることが分かった。計算結果を軽元素の始原組成に対する観測的制限と比較し、元素合成の時代の X 粒子の組成に制限を与えた。 X 粒子の宇宙での最終組成がバリオン数密度の 10^{-8} 倍であることを考慮したとき、200 秒よりも長い寿命の色を持つ粒子の存在が棄却されることが分かった。