

U07a ビッグバン元素合成を用いて探る初期宇宙のクォーク質量変化

森寛治 (東京大学)、日下部元彦 (北京航空航天大学)

現在のビッグバン理論の枠組みでは、宇宙誕生後数分から約 20 分の間に水素・ヘリウム・リチウムが合成されたと考えられている。この予言は天文学的観測および宇宙マイクロ波背景放射の観測と定量的に比較され、リチウム 7 の存在量を除いて整合的な結果が得られている。

近年の天文学的・宇宙論的観測によって、ビッグバン元素合成によって作られた元素の原始存在量や、宇宙論的バリオン・光子比が精密に見積もられるようになった。こうした結果と理論的予言を比較することで、初期宇宙における標準模型を超えた物理を検証することが可能である。特に、もし初期宇宙においてクォークの質量が現在と異なった値を持っていた場合、元素の原始存在量に痕跡を残すはずである。本研究では、上記のような観測と理論の比較によって、クォーク質量の変化に制限を与えた。

クォーク質量変化とビッグバン元素合成の関連については先行研究でも調べられてきた。ところが、それらの研究では ${}^7\text{Be}(n, p){}^7\text{Li}$ 反応の共鳴エネルギーの移動の効果が無視されている。今回の研究では、特にクォーク質量の変化が負のとき、共鳴の効果によって反応率が有意に増大し、リチウム 7 の存在量を減少させることを明らかにした。