

U12b ^4He 光分解の新データを用いたビッグバン元素合成時期の長寿命粒子放射性崩壊への新しい制限と ^6Li 問題の解

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)、嶋達志、永井泰樹 (大阪大学)、紀井俊輝 (京都大学)

金属欠乏ハロー星の分光観測により、星表面の ^7Li と ^6Li の組成が測られている。 ^7Li の組成は WMAP の観測から推定されるバリオン-光子数比に対して標準ビッグバン元素合成が预言する組成よりも 2-4 倍小さく、 ^6Li の組成は预言値よりも約 1000 倍大きい。 ^6Li 問題の解決策として宇宙初期に存在した長寿命不安定粒子の放射性崩壊があり、崩壊が引き起こす過程で ^6Li を観測値の約 10 倍まで合成することが可能である。

放射性崩壊が引き起こす重要な過程である ^4He 光分解について最近レーザーコンプトン光ビームを用いた新しい実験で断面積が測定され、励起エネルギー 30MeV 以下で従来の実験値よりも小さな結果が得られている。この実験結果を踏まえて光分解断面積の新しい fit を求め、放射性崩壊が引き起こす元素合成の計算を行い、崩壊への新しい制限を求めた。また、 ^4He 光分解反応に関連する和則から、励起エネルギー 30MeV 以上の領域での反応断面積の上限を推定し、この反応の断面積の不確実性が元素組成の最終結果に与える不確実性を導いた。

^4He の光分解断面積の低エネルギー領域での変化は D、 ^3He 、 ^4He の非熱的合成量に影響を与え、放射性崩壊で放出されるエネルギーへの制限は $10^6 - 10^{10}$ 秒の寿命域で約 300 - 30% 大きいエネルギーへ移動した。一方、 ^6Li の合成は 50MeV 以上の高エネルギー光子が引き起こすため、 ^4He 光分解断面積の低エネルギー領域での変化に影響されない。高エネルギー領域の断面積の不確実性により生じる ^6Li 合成量の不確実性はファクター 3 程度であることが分かった。