

宇宙項をもつ Brans-Dicke モデルによる ビッグバン元素合成

中村理央、橋本正章 (九大院 理)、荒井賢三 (熊本大 理)

宇宙に存在するバリオン数密度は、ビッグバン元素合成 (BBN) と宇宙背景放射 (CMB) からそれぞれ独立に予言することができる。2003 年に発表された WMAP による CMB の観測結果から得られたバリオン数密度は、BBN から予言される値と優位のずれがあることが指摘されている。本研究では、時間変化する宇宙項をもつ Brans-Dicke (BDA) モデルにおいて BBN 計算を行い、この矛盾の解決を試みた。

BDA モデルにおける宇宙膨張とスカラー場 ϕ の発展方程式はそれぞれ以下の式で書かれる。

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 + \frac{k}{a^2} - \frac{\Lambda}{3} - \frac{\omega}{6} \left(\frac{\dot{\phi}}{\phi}\right)^2 - \frac{\dot{a}}{a} \frac{\dot{\phi}}{\phi} = \frac{8\pi}{3} \frac{\rho}{\phi}$$
$$\dot{\phi} a^3 = \frac{8\pi\mu}{2\omega + 3} \left(\rho_{b0} t + \int (\rho_e - 3p_e) dt + B \right)$$

ϕ は、BBN 以前における膨張率を増加させる効果があるため (Fig.1)、初期宇宙における軽元素の生成量にも影響がある。

そこで我々は、BDA モデルで予言されるヘリウム、重水素、リチウムの存在量の観測との整合性を、 χ^2 により調べた。Fig.2 は、BDA モデルで生成される軽元素が、観測結果を最もよく説明できた結果である。ヘリウムと重水素はそれぞれの観測値及び WMAP が得たバリオン数密度とよい一致を示している。一方、リチウムに関しては核反応率の不定性を考慮すると、かろうじて観測結果と重なった。

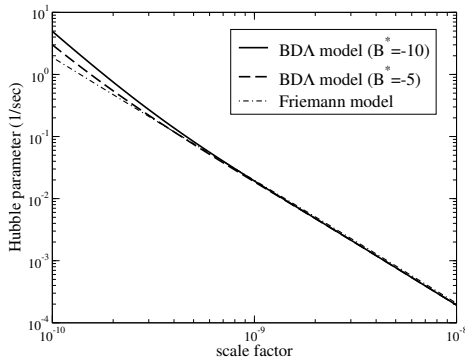


Fig. 1: BDA モデルにおける宇宙膨張率の変化.

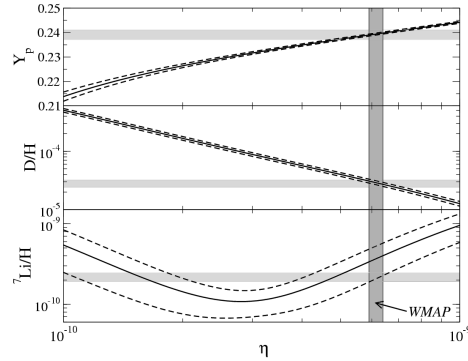


Fig. 2: BDA モデルにおける軽元素の組成比の一例.