

U13a すばる望遠鏡の原始 He 量測定で検証する宇宙論モデルと反レプトン存在比

松本明訓 (東京大学), 大内正己, 中島王彦, 本原顕太郎, (国立天文台/東京大学), 播金優一, 磯部優樹, 川崎雅裕, 村井開, 小西真広, 小山舜平, 高橋英則 (東京大学), EMPRESS 3D Team

宇宙論において、軽元素の合成は主にビッグバン元素合成 (BBN) において行われたと考えられている。この原始元素組比の観測結果は、CMB の観測の結果と共にバリオン光子比 $\eta \simeq 6.13 \times 10^{10}$ という値で概ね説明できているため、BBN は標準的な宇宙論モデルで良く理解されていると考えられている。このような議論ではニュートリノの有効種族数 N_{eff} として 3.046 が得られ、レプトン-反レプトンの存在比に対応する ξ_e は 0 である。原始元素組比を高い精度で測定できれば宇宙・素粒子物理学で重要になる N_{eff} と ξ_e に制限が加えられ、標準的なモデルを検証できる。しかし現状の観測では、原始 He の質量比 Y_P の決定精度が $\Delta Y_P \simeq 0.0040$ と低いため、 N_{eff} の精度は $\Delta N_{\text{eff}} \simeq 0.25$ 程、 ξ_e では全く制限を加えられておらず、標準理論の予言を確かめるには至っていない。そこで、我々は 2021 年春よりすばる望遠鏡の可視・近赤外線分光探査 EMPRESS 3D を開始した。これは従来の 5 倍にあたる 30 個の極金属欠乏銀河を観測するもので、 Y_P 決定の統計誤差を従来の半分程に減らす見込みである。さらに近赤外域にある HeI $\lambda 10830$ 輝線を用いることで電子密度を正確に決定し、 Y_P に含まれる 1% 程の系統誤差も除く。最終的には、統計誤差と系統誤差を合わせて、 Y_P を $\Delta Y_P \simeq 0.0022$ の精度で求め、 $\Delta N_{\text{eff}} \simeq 0.12$ を達成する計画である。既に、7 個の極金属欠乏銀河に対し MOIRCS, IRCS, SWIMS による近赤外線分光観測を行い、得られたデータを過去の研究のデータと合わせたところ $Y_P = 0.2379^{+0.0037}_{-0.0037}$ となり、 $N_{\text{eff}} = 2.37^{+0.27}_{-0.20}$ や $\xi_e = 0.04^{+0.017}_{-0.015}$ が得られた。現状のデータからは、 N_{eff} が宇宙論の標準理論と誤差の範囲で一致しているものの、 2.5σ の有意性で測定値が小さい可能性、もしくは 2.7σ の有意性で ξ_e が 0 ではない可能性が示唆されている。