

X08a すばる極金属欠乏銀河観測による原始 He 存在比の測定と宇宙論への示唆

柳澤広登 (東京大学), 大内正己 (国立天文台/東京大学), 松本明訓, 川崎雅裕, 村井開 (東京大学), 中島王彦 (金沢大学), 郡和範 (国立天文台), 長峯健太郎 (大阪大学), 菅原悠馬 (早稲田大学), 小野宜昭, 中根美七海 (東京大学), 田中壱 (国立天文台), 矢島秀伸 (筑波大学), EMPRESS 3D チーム

ビッグバン元素合成 (BBN) において生成されるヘリウムの水素に対する質量存在比 Y_p は、初期宇宙の膨張率や中性子数密度に依存しており、宇宙論パラメータの制限において重要な役割を担う。例えば、ニュートリノの有効種族数 N_{eff} が増加すると、初期宇宙の膨張が速くなり、その結果、 Y_p も増加する。また、レプトン非対称性が存在する場合、レプトンの化学ポテンシャルが中性子数密度に影響を与えるため、 Y_p にも変化が生じる。過去の研究では金属量 O/H が低い銀河のヘリウム・水素数密度比 He/H から BBN 時の金属量 $O/H=0$ における He/H を推定することによって Y_p を推定していたが、太陽金属量の 10% よりも金属量が低い極金属欠乏銀河 (extremely metal-poor galaxy; EMPG) の個数が 8 個と少なく、銀河の化学進化による系統誤差が含まれる可能性があった。本研究では、EMPRESS 3D 計画とその追観測により得られた EMPG14 天体を含む全 27 天体の分光データから、光電離モデル YMCMC を用いて各銀河の He/H を求め、 $Y_p = 0.2382^{+0.0034}_{-0.0031}$ という結果を得た。これは過去の多くの測定結果に比べて 1σ 程度小さな値であるが、Matsumoto et al. (2022) による銀河を用いた測定や、最近の Atacama Cosmology Telescope (ACT) による CMB 観測から得られる制限 (Calabrese et al. 2025) でも同様に小さな Y_p の値が報告されている。さらに得られた Y_p から、 $N_{\text{eff}} = 3.10 \pm 0.27$ 、 $\xi_e = 0.05 \pm 0.02$ という結果が得られた。これは $\sim 2\sigma$ でレプトン非対称性を示唆する結果である。 $\xi_e > 0$ を十分な有意性で示すためには、さらなる観測による統計精度の向上・系統誤差の評価を行う必要がある。