

X15a すばるによる極金属欠乏銀河観測：He量から探る初期宇宙の熱史と新素粒子

松本明訓 (東京大学), 大内正己, 中島王彦 (国立天文台/東京大学), 播金優一, 磯部優樹, 川崎雅裕, 村井開 (東京大学), EMPRESS 3D Team

ビッグバン元素合成で作られる全バリオンに対する He の質量比 Y_p は、ニュートリノの有効種族数 N_{eff} に依存し、初期宇宙の熱史や素粒子を探る上で重要な観測量である。標準理論によれば $N_{\text{eff}} = 3.04$ となるが、仮に $N_{\text{eff}} < 3.04$ ならば熱いビッグバンモデルに修正を迫る事となり、 $N_{\text{eff}} > 3.04$ であればステライルニュートリノ等の新粒子の存在の証拠となる。これまで Planck 衛星による CMB の観測や可視光望遠鏡による極金属欠乏銀河 (EMPG) などの探査からはそれぞれ $N_{\text{eff}} = 2.92^{+0.36}_{-0.37}$ と $2.85^{+0.28}_{-0.25}$ という制限が得られているが、 3σ 程度で $N_{\text{eff}} = 2$ や 4 と見分けられないほど精度が低く、標準理論の予言を確かめるに至っていない。EMPG 探査による N_{eff} への制限は CMB からの制限より強いとは言え、 Y_p の測定精度が不十分であることが N_{eff} の決定精度向上の足かせとなっている。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 EMPG を観測するもので、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 λ 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 $\Delta Y_p = 0.0022$ の精度で求め、 $\Delta N_{\text{eff}} = 0.12$ を達成する計画である。既に、IRCS による近赤外線分光観測が 3 天体について行われ、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 $Y_p = 0.2436^{+0.0041}_{-0.0041}$ となり、 $N_{\text{eff}} = 2.85^{+0.25}_{-0.25}$ が得られている。一方この過程で、EMPG の He 組成比から Y_p を求める際の関数フィットの手法の違いにより 2σ 程度結果が変化する可能性があることが分かった。本講演では以上の初期結果に加え、新たに判明した系統誤差とその解決法を議論したい。