

U07a ケーサー吸収線を使用した $z = 0.89$ における宇宙マイクロ波背景放射温度の計測 (III)

小谷竜也, 岡 朋治, 柳原一輝, 金子美由起, 有山諒 (慶應義塾大学), 榎谷玲依 (九州産業大学)

膨張宇宙論によれば、宇宙マイクロ波背景放射 (CMBR) の温度は宇宙年齢と共に変化し、標準宇宙モデルでは現在値 $T_0 = 2.73$ K を用いて $T_{\text{CMBR}}(z) = T_0(1+z)$ と表される。このことは、遠方銀河での T_{CMBR} 測定によって宇宙モデルが検証できることを示している。PKS1830–211 は、前景にある $z=0.89$ の渦巻銀河により、そのスペクトル中に吸収線群を呈する。私たちは、ALMA で観測された PKS1830–211 のミリ波帯データから HCN $J=2\leftarrow 1$ 、 $J=3\leftarrow 2$ 、 $J=4\leftarrow 3$ 、 $J=5\leftarrow 4$ 回転遷移の吸収スペクトルを取得した。HCN 回転遷移の臨界密度は 10^{6-7} cm^{-3} と非常に高いため、回転準位の励起温度は CMBR 温度に等しいと考えられる。これから、吸収雲による遮蔽率を $f_c = 0.94$ ($J=2\leftarrow 1$), 1.00 (その他) に固定して $T_{\text{CMBR}}(z=0.89) \simeq 5.54$ K と概算した (2024 年 秋季年会 U04a)。

今回我々は、CMBR 温度評価の精度を改善するため、遮蔽率 f_c について精密な検討を行った。この値は吸収スペクトルだけからは一意に定まらず、未だ広く公認された値が存在しない。先行研究では $f_c = 0.91-1.00$ の値が採用されているが、この値は光学的厚みの評価に影響し、それが励起温度に不定性を生じる主要因となっている。そこで、様々な f_c を仮定して我々の得た HCN 吸収スペクトルから励起温度の速度プロファイルを計算し、依存性を調査した。その結果、 $V_{\text{rad}} = 0.51-2.21 \text{ km s}^{-1}$ において励起温度の f_c 依存性が極めて低い事が分かった。このことは、この速度チャンネルでの励起温度は f_c の不定性に影響されず、正しく CMBR 温度を反映していることを示唆している。このことにより、 $T_{\text{CMBR}}(z=0.89) = 5.17 \pm 0.04$ K と決定した。本講演では、B0218+357 における $z=0.68$ 吸収線系についても同様の解析結果を紹介し、宇宙モデルに与える制限について議論する。