

R20b 水素再結合輝線強度比異常が示唆する超高光度赤外線銀河の高密度星形成

矢野健一 (東京大学, ISAS/JAXA), 中川貴雄 (ISAS/JAXA), Matthew Malkan (UCLA), 磯部直樹 (東京工業大学), 白旗麻衣 (株式会社ジェネシア), 馬場俊介, 道井亮介 (東京大学, ISAS/JAXA), Vanshree Bhalotia (UCLA)

水素再結合輝線は、その強度比が理論的に求まり、電離光子の良い指標となるため、銀河の星形成活動を調べるため広く用いられている。今回我々は「あかり」の観測から、爆発的星形成を行う超高光度赤外線銀河 ($L_{\text{IR}} \geq 10^{12} L_{\odot}$) において、赤外線 $\text{Br}\alpha$ ($4.05 \mu\text{m}$)、 $\text{Br}\beta$ ($2.63 \mu\text{m}$) の輝線強度比が、通常星形成領域とは全く異なる例があることを発見した。このことは、これらの銀河の星形成環境が特異な物理状態にあることを示唆する。

49 天体の $2.5\text{--}5.0 \mu\text{m}$ 近赤外線スペクトルの解析から、29 天体で $\text{Br}\alpha$ 、 $\text{Br}\beta$ 輝線を検出し、その強度比を求めた。このうち 3 天体で、 $\text{Br}\beta/\text{Br}\alpha$ 輝線強度比が、通常用いられる case B における理論値 (0.565) に比べ有意に高く (最も高い天体で 1.03 ± 0.04) なっていた。塵による減光では短波長の $\text{Br}\beta$ 輝線がより強く減光され、 $\text{Br}\beta/\text{Br}\alpha$ 強度比は減少する。このため、観測された輝線強度比は case B と塵による減光では説明することができない。

我々はまず、この異常が他の輝線の混入などでは説明できないことを明らかにした。次に、水素を励起する機構として再結合、衝突励起、共鳴励起の 3 つを考え、強度比異常の原因を考察した。この結果、高密度環境において再結合効率が上がり、電離領域内の中性水素の量が増えることで $\text{Br}\alpha$ 輝線が optically thick になる場合、強度比異常が起こり得ることを見出した。また、Cloudy によるシミュレーションを用いて、ガス密度が $n = 10^8 \text{ cm}^{-3}$ の場合に、観測された強度比異常が説明できることを明らかにした。この結果は、これらの銀河では $n = 10^8 \text{ cm}^{-3}$ の高密度環境において星形成が行われており、莫大な赤外線光度を生み出す一因となっている可能性を示している。