

II 型超新星初期スペクトルの水素バルマー輝線比を用いた星周物質の物理状態の推定

○橋沼 宗慶¹ 田中 雅臣¹ 敏蔭 星治¹ 千葉 公哉¹ (1.東北大学大学院理学研究科天文学専攻)

大質量星は、その進化の最期で超新星爆発を起こすと考えられている。近年、爆発後初期の超新星を捉えた観測により、爆発による放出物質と密度の高い星周物質との相互作用を示唆する例が多数報告されてきた。こうした高密度の星周物質は、超新星爆発直前に前駆星から放出されたと考えられているが、従来の恒星進化や爆発のシナリオでは説明が難しいことから、大質量星の進化に関する大きな謎の一つとなっている。また、超新星爆発直前の前駆星での質量放出率の推定には様々な手法が存在する一方で、同じ天体に対する異なる手法での推定値は大きく異なっているという現状がある。例えば、近傍で発見され集中的に観測された超新星の一つである SN 2023ixf においても、質量放出率の推定値は 10^{-5} Msun/yr から 10^{-1} Msun/yr まで分散しており、一致しているとは言えない。

そこで本研究では、これまでに観測された II 型超新星のうち、爆発後初期のスペクトルに細い水素バルマー輝線が現れているものに着目し、それらの輝線比を解析することで質量放出率の推定を試みた。これらの輝線は、超新星からの初期放射で光電離された星周物質に由来し、星周物質のミクロな物理を反映していると考えられるため、星周物質の密度、すなわち質量放出率の推定に有用であると期待される。爆発直後の詳細なスペクトルが得られている SN 2013fs、SN 2023ixf、SN 2024ggi をはじめとした多数のサンプルを用い、バルマー輝線比 $H\alpha/H\beta$ 、 $H\gamma/H\beta$ を推定した。その結果、II 型超新星の爆発後初期に現れる水素バルマー輝線の比は平均で $H\alpha/H\beta \sim 1.5$ 、 $H\gamma/H\beta \sim 0.5$ となることが分かった。これらの値は、ライマン系列の光子に対して光学的に厚い状態 (Case B) において理論的に予想される値 ($H\alpha/H\beta \sim 2.8$ 、 $H\gamma/H\beta \sim 0.5$) とは異なっている。本発表では、CLOUDY を使用して行った光電離モデル計算との比較を通して、上記のような水素輝線比が観測される物理的描像と、前駆星における質量放出率について議論する。