

Q27a 初期の重力崩壊超新星から生じる高エネルギーガンマ線のCTAによる観測可能性の検討

西川智隆（名古屋大学），井上剛志（甲南大学）

宇宙線は、宇宙から地球に飛来する高エネルギーの荷電粒子である。knee energy と呼ばれる $10^{15.5}$ eV 以下の宇宙線は、超新星残骸 (SNR) において「Fermi 加速」と呼ばれる加速機構により加速されると考えられている。しかし、この機構だけでは、SNR の典型的な量を用いても knee energy まで到達出来ないという問題や、PeV 領域の宇宙線が自由膨張後期からセドフ初期の残骸では観測されなかったという問題が残っている。近年、Inoue et al. (2021) では磁気流体シミュレーションにより、爆発後十数日以内に宇宙線が 3 PeV まで加速できる可能性が示された。この PeV までの加速には、近年の II 型超新星の光度曲線の研究から示唆された、質量損失率が $\sim 10^{-3} M_{\odot}/\text{yr}$ の赤色超巨星 (RSG) の星風が作る、高密度の星間物質の領域が必要だと主張されている。一方、これまでの宇宙線由来のガンマ線を観測予測する研究では、ガンマ線は 2 光子対消滅過程により、高感度のガンマ線望遠鏡 Cherenkov Telescope Array (CTA) を用いても、若い SNR から放出されるガンマ線を検出することは非常に困難であると結論づけられた。この結果は従来の RSG の質量欠損率 $\sim 10^{-5} M_{\odot}/\text{yr}$ を仮定したためだと考えられる。本計算では、Inoue et al. (2021) で議論された宇宙線のエネルギースペクトルと、近年観測された CSM の密度分布を用いて、ハドロンガンマ線のフラックスの時間発展を計算する。また、ガンマ線光子と超新星光球や宇宙背景放射から放出される軟光子との相互作用取り入れる。この結果、爆発の数年から数十年前から、2 桁増強される星風を考慮すると、ガンマ線フラックスが先行研究より 3 桁程度も増光されることを発見した。CTA 1.3 時間観測により、5.6 年に 1 度の頻度で銀河系外の事象も検出できる可能性を示した。