

Q12a Sub-PeV ガンマ線超新星残骸 W51C に付随する星間陽子

後藤優祈, 石倉丈裕, 井上陽登, 浅野裕也, 柘植紀節, 村瀬建, 佐野栄俊 (岐阜大学), 山田麟 (NAOJ/岐阜大学), 立原研悟, 福井康雄 (名古屋大学)

銀河宇宙線 ($E < 3$ PeV) の起源解明は, 現代天文学の最重要課題のひとつである. 超新星残骸 (SNR) の衝撃波が宇宙線陽子の加速現場として有望視され, 宇宙線陽子-星間陽子衝突によるガンマ線が捉えられつつある. 一方, その被加速宇宙線陽子の最高エネルギーについては議論が続いている. W51C は, 年齢 $\sim 30,000$ 年, 距離 ~ 5.5 kpc に位置する middle-aged SNR である. 最近, LHAASO によって sub-PeV ガンマ線が捉えられ, $\sim 200\text{--}400$ TeV に spectral cutoff がみられたことから, 銀河宇宙線の最高エネルギーに肉薄する加速現場として注目されている (LHAASO Collaboration 2024). 一方で, 宇宙線陽子のターゲットとなる星間陽子 (分子雲+原子ガス) の特定は, SNR シェルとの空間分布比較のみに留まっており不十分であった (e.g., Koo et al. 1997). 今回我々は, 野辺山 45-m 電波望遠鏡で取得された $^{12}\text{CO}(J=1-0)$ 輝線データ (分解能 $\sim 20''$ または ~ 0.5 pc, Umemoto et al. 2017) と, VLA による H I 観測データ ($\sim 60''$ または ~ 1.6 pc, Stil et al. 2006) を再解析したので報告する. 結果として, CO の位置-速度図上の $V_{\text{LSR}} = 60\text{--}75$ km s $^{-1}$ にて, 空洞分布を新たに特定した. SNR X 線シェルとほぼ同じ空間的広がりを持つことから, SNR 母天体からの恒星風, 紫外線, および衝撃波によって形成された膨張シェルとみられる. 当該速度域の分子雲は, 主に SNR 北西領域において X 線シェルを取り囲むように淡く分布している. 当該領域の星間陽子柱密度を計算すると, 分子成分 $N_{\text{p}}(\text{H}_2) \sim 1\text{--}2 \times 10^{22}$ cm $^{-2}$ の方が, 原子成分 $N_{\text{p}}(\text{H I}) \sim 0.1 \times 10^{22}$ cm $^{-2}$ より一桁大きい. 典型的な数密度は $n_{\text{p}} \sim 200$ cm $^{-3}$ と求まり, 被加速宇宙線陽子エネルギー $W_{\text{p}} \sim 7 \times 10^{49}$ erg と推定できた. 以上を踏まえ本講演では, W51C に付随する星間陽子とガンマ線放射の起源について論じる.