

Q18a ガンマ超新星残骸 (SNR) における宇宙線の起源

福井康雄¹, 佐野栄俊², 有賀麻貴¹, 早川貴敬¹, 井上剛志³, 立原研悟¹, Gavin Rowell⁴, Sabrina Einecke⁴ (1:名古屋大学, 2:岐阜大学, 3:甲南大学, 4:アデレード大学)

超新星残骸 (SNR) において陽子起源ガンマ線を定量することは、宇宙線の SNR 起源を立証するために必須である。我々は RX J1713.7-3946 についてこの課題を初めて達成し (Fukui et al. 2021), 2 例目の RX J0852.0-4622 についても陽子起源ガンマ線の定量を実現した (有賀他, 本年会)。この成果は [ガンマ線強度 N_g], [非熱的 X 線強度 N_x], および [星間陽子柱密度 N_p] の 3 パラメータ空間で、 N_g を 3 次元平面で表現する手法により可能となった。 N_x は逆コンプトン過程項を与え、 N_p は pp 反応項を与える。両 SNR の解析結果は、電子・陽子起源ガンマ線がほぼ 1:1 で発生していることを示して宇宙線の SNR 起源を立証した。ポイントは以下の 2 点に要約される。

- 宇宙線陽子全エネルギー W_p は N_p を用いることによって初めて定量可能となり、その下限値は各 SNR においてほぼ 3×10^{47} erg である。宇宙線 (>1 TeV) エネルギー密度はほぼ 10^{-12} erg cm⁻³ であり、SNR シェル部では数 10% 増加する傾向を示す。宇宙線電子エネルギーは理論モデルの示すとおり W_p よりも 2 桁程度低い値になるが、磁場の寄与のために不定性は大きい。
- 従来、SNR1 個の供給する宇宙線の総エネルギーは 10^{50} erg 程度と見積もられていたが、上の値はそれより小さい。この差は、星間陽子が粒状に分布するため陽子の一部しかガンマ線発生に寄与しないこと、さらに SNR から逃亡する宇宙線成分によるとみられる。また、電子起源ガンマ線は陽子起源ガンマ線とほぼ同程度発生しているため、ガンマ線全てを陽子起源と仮定した場合よりも W_p は小さく見積もられる。

講演では、上記を踏まえて SNR における宇宙線の全体像を論じる。