

Q04a young から middle-aged の超新星残骸からの非熱的放射についての統一モデルの構築に向けて

小橋亮介, Shiu-Hang Lee, 安田晴皇 (京都大学)

knee と呼ばれる $10^{15.5}$ eV 以下の宇宙線は銀河系内由来とされている。加速機構の有力候補の1つとして、超新星残骸 (Supernova Remnant; SNR) における拡散衝撃波加速 (Diffusive Shock Acceleration; DSA) 理論が提案されているが、これで説明できるかは未だ解明されていない。加速された宇宙線は、その周りにある分子雲などの相互作用により生じる γ 線の形で観測することができる。DSA 理論を用いた γ 線スペクトルの再現により DSA 理論の妥当性の根拠が得られる。

様々な超新星残骸を γ 線で観測すると、そのスペクトルには年齢に依存した概形が見られ、またそのピークエネルギーも年齢に応じて変動している。この起源については加速機構の不定性も相まって、まだよく分かっていない。この変動を理解するため、我々の研究室では全年代にわたって超新星残骸の進化を一つのモデルで再現できることを目標に数値モデルを構築している。先行研究である Yasuda & Lee 2019 は、異なる星周環境における超新星残骸の衝撃波での拡散衝撃波加速と、 π^0 崩壊や逆コンプトン散乱などの γ 線放射機構を組み合わせることで、超新星爆発後の年代が初期から Sedov 期 ($\sim 5,000$ yr) までの γ 線スペクトルの計算を可能にした。しかし、超新星残骸の時間経過に伴い温度が低くなることで、衝撃波後方のガスで起こる熱伝導や放射冷却といった効果を加味していなかった。そのため、Radiative 期 ($\gtrsim 10,000$ yr) の超新星残骸までは考えられなかった。

そこで、Yasuda & Lee 2019 で開発されたコード (CR-hydro code) に、前述した熱伝導や放射冷却の効果を加えることで、Radiative 期にいたる計算を可能にした。本発表では、研究の進捗とこれからの展望を説明する。