

Z215a 超新星残骸衝撃波における粒子加速と注入・伝播の時間発展計算

小橋亮介, 霜田治朗, 浅野勝晃 (東大宇宙線研)

銀河宇宙線の起源は、高エネルギーの天体である超新星残骸が有力視されてきた。標準理論である拡散衝撃波加速理論では、観測されている宇宙線スペクトルの冪乗を説明できる一方で、観測最高エネルギー（ペタ電子ボルト; PeV）に関して超新星残骸での標準的な加速限界（理論最高エネルギー）では説明できていない。実際の理論最高エネルギーは衝撃波速度に依存しており、また加速機構への注入の仕方にも依存している。観測面で、高エネルギー粒子の手がかりとなるガンマ線についても観測されたスペクトルと各天体の年齢から独特の進化経路をたどることが提唱されている。さらに、昨今の LHAASO などのガンマ線観測で周囲の空間まで含めたスペクトルによると PeV に迫る高エネルギー粒子が加速されていたことが確認されてきた。加速粒子の時間進化を考える上で、超新星残骸で粒子がどのように注入され、いつ PeV 粒子が加速してどのように空間拡散・逃走してきたかという歴史を追跡することが必要不可欠である。理論最高エネルギーや、ガンマ線の進化経路の特徴を知るためには、このことを踏まえて超新星残骸の時間進化を追った計算を行う必要がある。

本研究では、流体進化・流体分布に関して解析的な設定を与えた上で、粒子の加速と輸送を扱う移流拡散方程式を解くコードを開発してこの課題を解決することを試みる。本コードでは、減速していく衝撃波速度に依存した粒子加速の時間発展を解くことができる。本講演では、宇宙線の加速と脱出を追跡し、注入効率の進化が、超新星残骸ガンマ線放射の時間進化経路にどのように影響するか、および拡散の仕方による分布の違いについても議論する。