

Q19a 加速された宇宙線の超新星残骸からの脱出について

藤田 裕、高原文郎（大阪大学）

銀河系内の宇宙線の多くは超新星残骸に起源があると考えられている。近年 H.E.S.S. や Fermi による観測から、超新星残骸周辺で、超新星残骸から脱出した宇宙線によるガンマ線が検出されている。このような観測データから超新星残骸での宇宙線加速過程を推定するためには、宇宙線が超新星残骸から離れるまでどのくらい時間がかかるか、離れるとともにスペクトルがどのように変化するかという宇宙線の脱出過程を明らかにする必要がある。また地球で観測される宇宙線から超新星残骸での宇宙線加速過程を推定するときも同様に脱出過程の考察が必要である。

2010 年秋季学会で、我々は宇宙線粒子の加速そのものはパラメーターとして与える一方、加速領域から離れ、星間空間に脱出しつつある宇宙線の進化に焦点を当てたモデルを紹介した。しかし本来衝撃波での粒子加速と、星間空間への脱出は、どちらも粒子拡散によるものであり、分けて考えるべきものではない。そこで今回我々は、両者を同時に取り扱えるようなモデルを構築した。

このモデルは超新星残骸、およびその周辺の流体、宇宙線の時間進化を計算し、粒子加速から脱出までの、9 ケタに及ぶ空間スケールを取り扱うものである。また宇宙線が星間空間に流れ出るときに発生するプラズマ不安定で磁場のゆらぎが増幅し、ゆらぎによる散乱で宇宙線の拡散速度が低下する効果も考慮した。

計算の結果、磁場のゆらぎは有意に増幅し、宇宙線が星間空間に流れ出る時間を大きく伸ばすことが明らかになった。このことは超新星残骸周辺でガンマ線を発している宇宙線は、超新星残骸の進化の初期段階で加速された可能性を示している。