

Q22a 星風中を伝播する超新星残骸における宇宙線の逃走過程と最高エネルギー

上島 翔真(東京大学), 大平 豊(東京大学)

$10^{15.5}$ eV 以下のエネルギーを持つ宇宙線は、標準的には、銀河系内の超新星残骸において衝撃波統計加速で加速されると考えられている。衝撃波統計加速の加速時間は、磁場と衝撃波法線の角度によって変化し、磁場と衝撃波法線が垂直な垂直衝撃波は、磁場と衝撃波法線が平行な平行衝撃波よりも短時間で粒子を加速することが期待されている (Jokipii 1987)。しかし、平行衝撃波と垂直衝撃波のどちらが $10^{15.5}$ eV の宇宙線を供給するのか不明である。また、どの種類の超新星爆発で生じた超新星残骸が、 $10^{15.5}$ eV の宇宙線を供給するのか不明である。

宇宙線の最高エネルギーの決定には、宇宙線の逃走が重要である (Ohira et al. 2010)。これまでの宇宙線の逃走は、拡散近似下で議論されてきた。しかし、拡散近似では、垂直衝撃波での効率的な加速で重要なジャイロ運動を取り扱うことができないため、垂直衝撃波からの逃走過程は不明である。

Kamijima & Ohira 2021 では、星間空間中を伝播する Ia 型超新星残骸を対象とし、超新星残骸全体の大局的な系で、ジャイロ運動を正確に解きつつ、宇宙線の逃走過程と最高エネルギーをテスト粒子計算によって調べた。これにより、上流の磁場増幅が無視できる場合には、最高エネルギーとして約 10 TeV までしか加速出来ないことを明らかにした。本研究では重力崩壊型超新星爆発による超新星残骸を対象とし、衝撃波面の形状、超新星残骸周辺の磁場構造、電流シートの構造を取り入れ、ジャイロ運動を正確に解きつつ、宇宙線の逃走過程と最高エネルギーを調べた。これにより、逃走で決まる最高エネルギーとして、注入位置から赤道面または極域までのドリフト運動で獲得するエネルギーと、電流シートの構造で決まるエネルギーの 2 種類実現し得ることを明らかにした。本発表では、宇宙線の逃走過程と逃走で決まる最高エネルギーについて議論する。