

S001-19

A 会場 : 11/5 AM1 (9:00-10:30)

09:55~10:10

## パーカースパイラル磁場を持つ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

#上島 翔真<sup>1</sup>, 大平 豊<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東大

## Cosmic-ray Escape from Supernova Remnants in Circumstellar Media with Parker-spiral Magnetic Field

#Shoma Kamijima<sup>1</sup>, Yutaka Ohira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>U. Tokyo

It is believed that cosmic rays (CRs) below 3 PeV are accelerated by the diffusive shock acceleration (DSA) in supernova remnants (SNRs). In the DSA, the acceleration time depends on the angle between the shock normal direction and the magnetic field. It is suggested that perpendicular shocks rapidly accelerate CRs to PeV without upstream magnetic field amplification. In addition to acceleration, CR escape is important to determine the maximum energy and energy spectra of CRs. Previous studies about CR escape applied the diffusion approximation. Under the diffusion approximation, we cannot solve the gyration, which is important for the rapid perpendicular shock acceleration. Therefore, the escape process from perpendicular shocks is still unknown.

In this study, we performed test particle simulations to investigate the escape process from core-collapse SNRs in circumstellar media with Parker-spiral magnetic field. As for the upstream region of core-collapse SNRs, we consider the Parker-spiral magnetic field and the current sheet. The shape of the current sheet depends on which the rotation axis and the magnetic axis of progenitors are aligned or misaligned. We showed that injected particles concentrate on the equator or poles while drifting on the shock surface, and escape to the far upstream region along the equator or poles. Furthermore, we showed that there are two types of maximum energy. One is given by the characteristic length scale of the wavy current sheet. The other is given by the drift on the shock surface between the equator and pole. We revealed that the maximum energy becomes about 10-100 TeV. We will report the escape process from SNRs in the circumstellar medium and the escape-limited maximum energy.

3PeV 以下の宇宙線は、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なす角に依存し、磁場と衝撃波法線が垂直な垂直衝撃波は、上流の磁場増幅なしで宇宙線を PeV スケールまで加速することが期待されている。加速過程に加え、宇宙線の逃走過程が宇宙線の最高エネルギーやエネルギースペクトルの決定に重要である。宇宙線の逃走過程の先行研究では宇宙線の運動を拡散運動と仮定する拡散近似が用いられてきた。しかし、垂直衝撃波ではジャイロ運動が加速に重要な場合があり、拡散近似下ではジャイロ運動を正確に解くことができない。そのため、垂直衝撃波領域からの宇宙線の逃走過程は未解明である。

本研究では、パーカースパイラル磁場を持つ星風中を伝播する超新星残骸からの宇宙線の逃走過程を調べるためにテスト粒子計算を実行した。衝撃波上流領域では、パーカースパイラル磁場と電流シートを考慮する。電流シートの形状は、爆発前の親星の磁軸と回転軸が揃っているか傾いているかで変化する。テスト粒子計算から、注入された粒子は赤道面または極域に向かってドリフト運動し、赤道面または極域に沿って衝撃波上流遠方に逃走することが明らかにした。最高エネルギーは逃走過程により決まり、親星の磁軸と回転軸が傾いている場合では、超新星残骸の年齢に応じて2種類の最高エネルギーが実現することを明らかにした。電流シートの典型的な空間スケールとジャイロ半径の釣り合いで最高エネルギーが決まる場合と極域と赤道面の間のポテンシャル差で決まる場合の2種類である。超新星残骸のほとんどの年齢における最高エネルギーは、約 10TeV から 100TeV であることを明らかにした。本発表では、星風中を伝播する超新星残骸からの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報告する。