

Q10a 超新星残骸で加速された宇宙線のゆっくりとした脱出

藤田 裕 (大阪大学)、大平 豊 (KEK)、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で加速されたと考えられている。加速そのものについては多くの理論研究がなされているが、本研究では超新星残骸から宇宙線が脱出する過程に注目した。

宇宙線は加速が行われる超新星残骸の衝撃波から星間空間に広がっていく過程で streaming instability を起こし、星間空間の磁場のゆらぎを増幅すると考えられる。磁場のゆらぎは宇宙線を散乱するので、結果として宇宙線が星間空間に広がるスピードは遅くなる。

この過程を調べるために、我々は Monte Carlo simulation を行った。streaming instability で増幅された磁場のゆらぎによる宇宙線の散乱は、磁場のゆらぎから求めた拡散係数を与えることで、3次元のランダムウォークとして取り扱った。超新星残骸の進化、磁場のゆらぎの増幅、宇宙線の拡散は、時間変化を考慮して同時に解いた。

計算の結果、超新星残骸から超新星残骸のスケール程度離れた領域では、増幅された磁場のゆらぎは、元からあった背景磁場の大きさに比べれば遥かに小さいことがわかった。しかし宇宙線を散乱させるのには十分な大きさであり、結果として、超新星残骸の進化の初期（爆発から～1000年）で加速された宇宙線も、長い間（～10000年）超新星残骸付近にとどまることがわかった。

最近 HESS や Fermi により、超新星残骸の周辺で加速された宇宙線からのものと思われるガンマ線が観測されているが、それらの宇宙線がいつ超新星残骸で加速されたかを見積もるためには、この「ゆっくりとした脱出過程」を考慮する必要があるだろう。