

Q22a 超新星残骸における磁場生成の Weibel モデル

加藤 恒彦 (国立天文台)

近年の X 線による高解像度な観測により、いくつかの超新星残骸で、幅 0.1 pc 程度の非常に細い非熱的 X 線のフィラメント状の構造が見つかってきている (Bamba et al. 2005 他)。フィラメントの放射は、衝撃波で加速された高エネルギー電子からのシンクロトロン放射と考えられ、衝撃波加速 (フェルミ加速) の理論を用いることでフィラメントの幅とそこでの磁場の強さを関係づけることができる。近年、Völk et al. (2005) は 6 つの超新星残骸について、フィラメントの幅から磁場の強さを推定し、数十から数百 μG の磁場が存在している可能性を示した。これは典型的な星間磁場の値 (数 μG) に比べて一桁から二桁大きいものであり、衝撃波付近で非常に強い磁場が生成されていることを意味する。また、得られた磁場の値を用いると、磁場のエネルギー密度とプラズマの運動エネルギー密度の比は衝撃波の速度にあまりよらず 3.5 % 程度になる。観測および理論の不定性は大きいものの、この見積もりが正しければ、これによって銀河宇宙線の「最大エネルギー問題」も解決される可能性がある。

一方、衝撃波における sub-equipartition の磁場生成は、ガンマ線バーストの外部衝撃波においても考えられてきたことであり、その生成メカニズムの一つの候補として非等方的プラズマ中に発生する Weibel 不安定性が考えられている。本研究では、超新星残骸の衝撃波での Weibel 不安定性による磁場生成について考察した。その結果、衝撃波での陽子の非等方性が、上流下流の速度差と上流の熱速度との比の程度で与えられるとすると、サチュレーション時の磁場は sub-equipartition の強さになり、磁場と運動エネルギーの密度の比は衝撃波の速度にはよらず約 6.6 % 程度の値になることがわかった。この結果は Völk et al. (2005) の結論と consistent である。