

Q40a 電荷交換由来のイオンビームによる磁場増幅

大平豊 (大阪大)、高原文郎 (大阪大)、Brian Reville (MPI)、John Kirk (MPI)

X線観測により、超新星残骸では、100TeVにおよぶ非熱的電子と数keVの熱的電子の存在が明らかになっている。また、X線の空間分布や時間変動より、衝撃波面近傍で磁場が増幅されていることが示唆されている。その値は、典型的な $3\mu\text{G}$ を衝撃波圧縮した程度では説明が出来ない約 $100\mu\text{G}$ 以上とされている。磁場の値、みだれ具合は粒子加速に重要である。しかし、磁場増幅機構の詳細な物理は明らかになっていない。

Bell (2004)では、無衝突衝撃波で加速された宇宙線が、衝撃波上流で磁場の波を励起し、磁場が増幅することを線形解析により示した。また線形解析の考察から、この機構によって増幅できる磁場の最大エネルギー密度 U_B は、宇宙線のエネルギー密度 U_{CR} の V_{sh}/c 倍と主張した。

本発表では、宇宙線が磁場を増幅するのは、宇宙線と上流プラズマとの間に相対速度があることに着目し、宇宙線で磁場を増幅する場合の磁場の最大エネルギー密度は、 $U_B \sim (V_{sh}/c)^2 U_{CR}$ となり、X線観測から期待される磁場を作れないことを報告する。

また、本発表では宇宙線を使わない、全く新しい磁場の増幅機構を報告する。H α の観測により、衝撃波上流には一部中性水素が存在する。この中性水素が衝撃波下流で電荷交換を行うことにより、温度が低く、下流プラズマ速度よりも速いイオンビームが形成される。このような状況下では、イオン音波不安定性やイオンWeibel不安定性が生じることを明らかにした。10パーセントの中性水素が存在すれば、Weibel不安定性により期待される最大磁場は、約 $100\mu\text{G}$ 程度になり観測を説明できる。また、粒子加速に必要な「下流」の磁場の乱れを作る。