

Q47b SNRのシンクロトロン電波偏光遷移：効率的宇宙線加速の証拠か？

霜田治朗、井上剛志、山崎了(青山学院大学)、大平豊(学振PD)

粒子加速の現場である若い超新星残骸では磁場が動径方向を向いていることが、電波シンクロトロン放射の偏光観測によって確認されている (e.g., Reynoso et al. 2013 for SN1006)。しかしながら、放射の偏光度は 20-30% 程度と低いために、乱流状態でありながら動径方向にバイアスされた磁場構造が必要であると考えられている。

最近の理論的研究の進展から、非一様な媒質中を伝搬する衝撃波の下流は強い磁気乱流状態となることが知られている (Giacalone & Jokipii 2007, Inoue et al. 2009)。我々はそのような超新星残骸形成のシミュレーションデータが実際の偏光観測を再現することを、擬似的な電波シンクロトロン放射の偏光観測によって明らかにした。

この乱流生成機構は、衝撃波が非一様な媒質中を伝搬する際に、上流の密度の揺らぎから伝搬速度に差が生まれ、下流に衝撃波進行方向に対して非等方な乱流が駆動することによる。これによって衝撃波進行方向に磁場が選択的に増幅され、磁場は動径方向を向くことができる。

特に垂直衝撃波において、磁場が下流で動径方向に遷移するまでの遷移長は、ISM 乱流を仮定した場合、現在の観測と同程度か少し長いくらいである。将来、ALMA などの高分解能電波観測によってさらに短いスケールでの磁場の遷移を確認することが出来れば、上流の密度揺らぎの起源として ISM 乱流を排除できる。代わりに Drury Instability や非線形段階の Cosmic-Ray Streaming Instability といった、宇宙線が効率的に加速される際に発生する不安定性を起源とする密度ゆらぎが起源だと考えることができ、若い超新星残骸における効率的な宇宙線加速の新しい証拠になり得る。