

Q07a X線観測で探る超新星残骸衝撃波面での加速電子最高エネルギー決定機構

馬場 彩 (青学大), 佐藤寿紀 (首都大), 山崎 了 (青学大), 大平 豊 (青学大), 勝田 哲 (宇宙研)

超新星残骸衝撃波面は、効率の良い宇宙線加速現場として広く認識されている。一方、超新星残骸で加速する粒子の最高エネルギーはどの程度なのか、最高エネルギーがどのように決まっているのか、まだよくわかっておらず、解決すべき問題である。

加速された電子は磁場中でシンクロトロン放射をする。電子のスペクトルはべき乗で加速された最高エネルギー付近で折れ曲がるため、電子からのシンクロトロン放射も折れ曲がりを持つ。放射スペクトルの折れ曲がりエネルギー (roll-off energy) は磁場と電子エネルギーの2乗に比例し、電子のエネルギーが典型的に数十 TeV 程度の時は X 線帯域になる。したがって、X 線を用いた加速現場観測により、我々は磁場環境や最高エネルギーの情報を得ることができる。

我々は、現在までにシンクロトロン X 線の折れ曲がり検出されている若い超新星残骸 6 天体について、roll-off energy と衝撃波速度の関係を調べた結果、衝撃波速度が早いほど roll-off energy が大きい傾向を発見した。衝撃波速度と超新星残骸の進化・磁場強度の関係を、さまざまなケースについて比較結果、(a) 磁場が増幅されておらず最高エネルギーは超新星残骸の年齢で決まっている、(b) 磁場は非常に増幅されていて最高エネルギーはシンクロトロン冷却で決まっている、のどちらかで、観測結果を説明できることを発見した。磁場が増幅されていて最高エネルギーが超新星残骸の年齢や電子の逃亡で決定されているケースは棄却された。特に (b) の場合は、いずれの超新星残骸でも加速効率は高く、磁場と磁場揺らぎが同程度の Bohm limit であると考えて無矛盾である。