

Q10b 若い超新星残骸における粒子加速

吉田 龍生、柳田昭平 (茨城大理)

超新星残骸 SN1006 から、ASCA によって非熱的な X 線の存在が明らかにされ、CANGAROO によって超高エネルギーガンマ線が検出されたことにより、100TeV 付近まで電子が加速されていることが明らかになった。一方で、宇宙線の主成分である陽子などの原子核成分が、超新星残骸で加速されているという直接的な証拠は、まだない。最近、メタリシティーの低いハロー星の観測から、Be と Fe の組成比が一定であることがわかってきた。これは、大質量星の超新星爆発による鉄の生成量を一定とするならば、一回の超新星爆発で Be が一定量作られたことを示唆しており、宇宙線は超新星の放出物質 (ejecta) から加速されたという説を支持する (Ramaty et al., 1997)。また、超新星爆発時の元素合成のモデルから、宇宙線の組成は、Ia 型と II 型の超新星の ejecta が混合したものと解釈できることも示されている (Yanagita and Nomoto, 1999)。

宇宙線の起源が ejecta であるという説を検討する上で重要なのが、逆行衝撃波 (reverse shock wave) による粒子加速の役割である。Sedov phase に入る前の若い超新星残骸では、星間物質を掃く blast shock wave だけではなく、ejecta に入っていく reverse shock が存在している。このような二つの衝撃波が存在している場合の粒子加速は、球対称の場合でさえ宇宙線の輸送方程式を解くのが困難なこともあり、まだ議論が尽くされていない。

ここでは、McKee and Truelove(1999) によって見いだされた二つの衝撃波の膨張則と速度を使って、それぞれの衝撃波によって加速される粒子の最高エネルギーを、初期の phase から Sedov phase までの時間の関数として求めた。次に、最高エネルギーの粒子が二つの衝撃波に挟まれた shell の領域を拡散する時間スケールを求めた。これを超新星残骸の年齢と比較することで、両方の衝撃波で粒子が加速される条件を得ることができる。その結果、ejecta も星間物質も一樣な場合、初期の phase で、二つの衝撃波で加速される可能性があることがわかった。年会では、さらに星間物質の密度分布が r^{-2} に従っている場合の結果と比較することによって、ejecta から宇宙線が生成される条件について議論する。