

A20a 超新星残骸での粒子加速における逆行衝撃波の役割

吉田 龍生、柳田昭平 (茨城大理)

超新星残骸の初期の phase では、星間物質を掃く forward shock だけではなく、ejecta に入っていく reverse shock が存在している。これまでに、McKee と Truelove によって見いだされた、初期から Sedov phase まで適用できる二つの衝撃波の膨張則を使って、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、超新星残骸の年齢と比較して、両方の衝撃波で粒子が加速される条件を求めた。

その結果、ejecta の envelope の密度分布が、逆行衝撃波における粒子加速では重要であることがわかった。envelope の密度分布が広がっている場合には、逆行衝撃波は初期に密度の低いところを掃くので、初期から粒子の加速エネルギーが大きくなる。また、逆行衝撃波による加速は、エネルギー的には寄与は大きくないが、Sedov 相に入ってからでも続くことがわかった。また、ejecta の envelope の密度分布によっては、二つの衝撃波の両方で粒子が加速されることもわかった。

今回は、上記の解析結果を踏まえて、二つの衝撃波の両方で粒子が加速される場合の最高エネルギーとその場合のスペクトルを求めるために、数値シミュレーションを行う予定である。宇宙線の輸送方程式の数値積分の方法は、確率微分方程式と particle splitting 法を couple させる方法を用いる。こうすることにより、非常に広いエネルギー領域にわたってエネルギースペクトルを求めることができるので、二つの衝撃波の両方で粒子が加速されよう場合に有効な方法だと考えられる。また、逆行衝撃波の存在が、どのように非熱的な輻射スペクトルや輻射領域の広がりにも影響するかも議論して、超新星残骸の ASCA や CANGAROO 望遠鏡の観測結果と比較する。