

K02a 超新星残骸衝撃波における統計加速への電子注入問題の解明

天野 孝伸、星野 真弘 (東京大学)

超新星残骸の衝撃波は銀河宇宙線の起源として古くから考えられきたが、衝撃波での宇宙線の加速機構の詳細は未解明のままであった。衝撃波粒子加速の標準理論として現在考えられているのはいわゆる統計加速、diffusive shock acceleration (DSA) 理論である。この理論は観測される宇宙線のスペクトルを良く説明できる一方で、いくつかの理論的な困難を残している。その中でも電子の注入問題 (injection problem) は最も重要な問題である。熱的な電子はラーモア半径がイオンに比べて小さいため、散乱体である Alfvén 波と共鳴することができない。従って電子を DSA によって効率的に加速するためには、あらかじめ他のメカニズムで加速してやる必要がある。

本講演では粒子シミュレーションの結果に基づき、電子の注入メカニズムを議論する。我々はシミュレーション結果から準垂直衝撃波において、高エネルギー電子がサーフィン加速とドリフト加速と呼ばれる二つの加速メカニズムによって衝撃波遷移層で非常に効率的に生成されることを発見し、これにより注入問題が解決可能であることを示す。このメカニズムによって加速された電子は選択的に上流に反射されることから、反射電子を DSA 過程の種と考えることができる。従って我々はこの加速メカニズムをモデル化することにより、超新星残骸の衝撃波での注入効率 (injection efficiency) を見積もった。モデルによって得られた値は Chandra 衛星の観測から見積もられた SN 1006 での値をほぼ説明可能である (e.g. Bamba et al. 2003)。またモデルの注入効率は衝撃波角が 80 度付近でピークとなり、観測から得られる衝撃波角の制限を説明し得る結果が得られた (Bamba et al. 2003, Yamazaki et al. 2004)。これに加えて、我々のモデルは典型的な超新星残骸衝撃波のマッハ数においては反射電子による上流の散乱体の自己励起問題をも解決し得ることを示唆する。