

## Z220b 無衝突衝撃波における宇宙線駆動乱流の数値シミュレーション

天野孝伸 (東京大学)

現在では超新星残骸衝撃波は銀河宇宙線加速の最も有力な候補として広く受け入れられている。衝撃波における粒子加速の標準理論であるフェルミ加速では、被加速粒子が衝撃波近傍の磁気流体波動(乱流)による散乱を受け、効率の良い閉じ込めが達成されると考える。そのため、乱流強度は宇宙線の加速効率を直接支配する重要な要素の一つとなっている。衝撃波の上流では加速された宇宙線粒子が拡散し、宇宙線圧力の勾配を作る。この圧力勾配を自由エネルギーとし、様々な不安定性によって乱流が駆動されている。この宇宙線が駆動する乱流は観測が示唆する磁場増幅を説明する候補の1つともなっており、超新星残骸衝撃波のダイナミクスを理解する上で鍵となる重要な素過程である。

宇宙線が励起する不安定性の最も基本的なものとして、宇宙線と背景プラズマ間の相対速度によって励起されるビーム不安定性が挙げられる。古典的には宇宙線成分のサイクロトロン共鳴によって励起される共鳴型不安定性が良く知られているが、近年では非共鳴型不安定性が磁場増幅に渡す役割の重要性も指摘されている。一方で、多次元における不安定性の性質や非線形発展については必ずしもよく分かっていない点も多い。本研究では2次元および3次元の数値シミュレーションによって共鳴型および非共鳴型不安定性の両者の非線形発展を議論する。シミュレーション手法としては、電子を流体とし、熱的イオン、宇宙線を運動論的に扱うハイブリッドシミュレーションと、電子および熱的イオンを流体とし、宇宙線のみを運動論的に扱う宇宙線ハイブリッドシミュレーションを相補的に用い、特に不安定性の飽和レベルや飽和メカニズムについて議論する。