

Q14a 衝撃波粒子加速の injection モデル

加藤恒彦 (都立大理)、高原文郎 (阪大理)

宇宙線がどのようにして高エネルギーにまで加速されるのかについては昔から多くの研究がなされており、その一つの候補として、プラズマ中に衝撃波が発生したときに駆動される衝撃波粒子加速と呼ばれるメカニズムが考えられている。これは、粒子が衝撃波の上流と下流で磁場の乱れにより弾性的に散乱される事を何度も繰り返すうちにエネルギーを得ていくというメカニズムである。現在では、特に 10^{15} eV 以下のエネルギーの宇宙線については超新星残骸の衝撃波によって加速されていると考えられている。最近の観測により、超新星残骸の衝撃波の部分で高エネルギーに加速された電子によるものと思われる非熱的なX線が観測され、これは衝撃波粒子加速の直接的な証拠と考えられている。しかし、このメカニズムは粒子を加速することは説明するが、宇宙線の元となる粒子がどこから、どのような過程で、どれだけの量供給されるのかということに対しては何の説明も与えない。供給源については、衝撃波自体を構成しているプラズマの熱的粒子の一部が供給されていると考えられているが、その具体的な供給のプロセスについては、現在のところあまり良くわかっていない。この問題は injection の問題と呼ばれ、衝撃波粒子加速で作られる宇宙線の量を実際に見積もるためには何らかの injection メカニズムを仮定する必要がある。

今回、我々は injection のメカニズムに対して、衝撃波によって加熱された下流のプラズマ粒子のうち上流に戻る速度を持った粒子が宇宙線の種として加速のメカニズムに取り込まれるというモデルを考え、これについてモンテカルロ法を用いて衝撃波粒子加速のシミュレーションを行い、宇宙線の分布関数を計算した。そして、それにより、宇宙線の生成量をはじめ、空間分布、エネルギー分布、角度分布を計算した。その結果、作られる宇宙線の量は、背景磁場の向きが衝撃波面の法線に平行の場合に最も多く、角度が大きくなるにつれて指数関数的に減少するという結果を得た。また、下流のプラズマ粒子の分布関数の形がマクスウェル分布になっていないことも十分考えられるため、衝撃波前後での保存則を満たす範囲で様々な分布関数を考えて同様なシミュレーションを行い、結果の比較を行った。