

変成衝撃波による衝撃波統計加速のテスト粒子シミュレーション

安倍 元彦 [1]; 羽田 亨 [2]; 松清 修一 [3]
[1] 九大・総・大; [2] 九大総理工; [3] 九大・総理工

Test particle simulation of diffusive shock acceleration process in a cosmic ray mediated shock

Motohiko Abe[1]; Tohru Hada[2]; Shuichi Matsukiyo[3]
[1] Earth System Science & Technology,
Kyushu University; [2] ESST, Kyushu Univ; [3] ESST Kyushu Univ.

Fermi acceleration is one of the most important processes to generate cosmic rays (energetic particles). The particles gain energy as they are scattered by turbulence upstream and downstream and travel across the shock repeatedly.

We focus our attention in this presentation on the so-called cosmic ray mediated shock, in which the energy density of the accelerated particles is so much enhanced that the shock structure is modified, and the upstream flow is decelerated over a wide region upstream before it reaches the shock front. This is in strong contrast to the conventional shocks where the flow speed is suddenly decreased to (shocked to) the downstream flow speed. As it is well known, the Fermi acceleration in the cosmic ray mediated shock leads to the curved flux spectrum, since the larger the particle energy is, the more energy can they gain by travelling long distance along the velocity gradient, and can experience large velocity difference. Moreover, since the probability that the particles encounter the shock is much larger for the cosmic ray mediated shock due to the presence of the extended upstream precursor, acceleration time scales is expected to be significantly shorter. Results of test particle simulations on these points will be presented.

高エネルギー粒子が生成されるメカニズムには多くの種類があるが、特に重要なものの一つは無衝突衝撃波によるフェルミ加速である。これは衝撃波の上流と下流に存在する乱流により高エネルギー粒子が散乱され、統計的に粒子が加速されるプロセスである。

フェルミ加速についてはこれまでに非常に多くの議論がなされてきている。ここでは、加速された高エネルギー粒子により衝撃波が影響を受け、衝撃波上流域の拡大された領域で上流のプラズマ流速が減速される、いわゆる変成衝撃波をとりあげ、テスト粒子シミュレーションにより加速される粒子のエネルギー分布関数の詳細および加速時間スケールについての考察を行う。良く知られているように、変成衝撃波ではエネルギーの高い粒子ほど大きな速度差を利用したフェルミ加速ができるため、分布関数の低エネルギー側ではソフト、高エネルギー側ではハードなスペクトルとなり、結果として下に凸なスペクトルが得られる。また、粒子が速度差のある領域を往復する確率は、薄い衝撃波の場合よりも大空間スケールの減速領域が存在する場合のほうが大きいいため、変成衝撃波では加速時間スケールが小さくなるはずである。相対論的テスト粒子シミュレーションの結果を紹介する。