

バウショック上流での荷電粒子の拡散における沿磁力線ビームの役割：テスト粒子計算

中西 健斗 [1]; 大塚 史子 [2]; 松清 修一 [3]; 羽田 亨 [2]
[1] 九大・総理工; [2] 九大総理工; [3] 九大・総理工

Effect of the FAB on the diffusive process upstream of the bow shock: Test particle simulation

Kento Nakanishi[1]; Fumiko Otsuka[2]; Shuichi Matsukiyo[3]; Tohru Hada[2]
[1] ESST, Kyushu Univ; [2] ESST, Kyushu Univ; [3] ESST Kyushu Univ.

Diffusive shock acceleration (DSA) is one of the most efficient acceleration mechanisms for producing energetic particles. In the DSA, particles statistically gain energy through the so-called Fermi acceleration mechanism, as they travel back and forth upstream and downstream of a collisionless shock. It is known that the density of the accelerated particles upstream exponentially decreases as increasing distance from the shock front. Kis et al. [2004] examined the density gradients of energetic ions upstream of the bow shock with high accuracy by using Cluster data. They estimated the e-folding distances of the density decrease for various ion energies, and showed that the e-folding distances are significantly less than those estimated in the past statistical study. This implies that particle acceleration at the bow shock is more efficient than considered before.

Here, we focus on the effect of the field-aligned-beam (FAB), almost always observed upstream of the bow shock (foreshock), and examine how the FABs affect the efficiency of acceleration/diffusion of the energetic ions by performing test particle simulations. The upstream turbulence is given by the superposition of Alfvénic electromagnetic fields having power-law energy spectrum with random phase approximation. In the spectrum we further include a peak corresponding to the waves resonantly generated by the FAB. The dependence of the e-folding distance on the presence of the FAB will be discussed. We will also report the results of parameter survey with changing total energy of the turbulence, its power-law index, and intensity of the resonant waves, etc.

荷電粒子を高エネルギーにまで加速するための物理機構の一つとして衝撃波統計加速がある。これは粒子が衝撃波面を何度も往復する間に、上下流の速度差により圧縮されエネルギーを得るフェルミ加速によるものである。加速された荷電粒子は、そのエネルギーに応じて拡散しつつ上流側に浸み出すが、一般に被加速粒子の密度は衝撃波からの距離に対して指数関数的に減少することが知られている。Kisら [2004] は、Cluster 衛星による高精度のデータ解析によって被加速粒子の密度分布を詳細に調べ、衝撃波位置からの e-folding distance を見積もった。その結果は、従来の統計解析の結果よりも e-folding distance が有意に小さいことを示しており、バウショックでこれまで考えられていたよりも効率的な粒子加速が起きている可能性を示唆している。

本研究では、バウショック上流（フォアショック）で定常的に観測される Field-Aligned-Beam (FAB) に注目し、これが上流で励起する波動が高エネルギー粒子の加速（拡散）効率にどのように寄与するかをテスト粒子計算によって調べる。上流の乱流場を、ランダム位相を仮定したべき型のエネルギースペクトルで与え、さらに FAB が共鳴的に波動を励起する周波数域にスペクトルのピークを与えた場合とそうでない場合で、高エネルギー粒子の e-folding distance を求める。スペクトルのべき指数や乱流場の全エネルギー、共鳴波動の強度などをさまざまに変えた計算の結果を報告する。