

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： クラスタ衛星観測とテスト粒子計算の比較

大塚 史子 [1]; 中西 健斗 [2]; 松清 修一 [3]; 羽田 亨 [1]
[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: Comparison between observation and test particle simulation

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

Cluster observation determined an effective mean free path of energetic upstream ions at Earth's quasi-parallel bow shock with high accuracy (Kis et al., 2004). The resulting mean free path in the particle energy between 10 to 32 keV was only a few times larger than their gyroradii, representing that the MHD waves in the foreshock region efficiently scatter the upstream ions than estimated before. In order to understand these observational facts, we perform test particle simulation. In the above event, the observed upstream magnetic field has a power-law spectrum with additional intense peak corresponding to the waves generated by the field-aligned beam (FAB) ions. We investigate the effect of the waves excited by the FAB ions on the mean free path of the energetic upstream ions. We will also discuss the effect of the spatial variation of the wave intensity depending on the distance from the shock.

複数の衛星が編隊飛行するクラスタ衛星では、ある瞬間の時刻の粒子密度の空間勾配を評価することができる。Kis et al. (2004) では、地球バウショック上流域において、近接するふたつの衛星が観測する高エネルギー粒子の密度差から、密度勾配の空間分布を評価した。ふたつの衛星はほぼ磁力線沿いに並んでおり、磁力線沿いの空間勾配を単一衛星観測よりも正確に計測可能である。この計測によって、10keV から 32keV のエネルギー帯の粒子の磁力線方向の平均自由行程は、粒子のラーマ半径の 2、3 倍程度になるという結果が得られた。通常、荷電粒子は磁力線沿いには自由に運動できるため、磁力線方向の平均自由行程はラーマ半径よりもずっと大きい。よって本観測結果は、衝撃波上流域の MHD 波動が荷電粒子を効率よく散乱している事を示す。

これらの観測事実を説明するため、本研究ではテスト粒子解析を行う。上記のイベントで観測された衝撃波上流域の MHD 波動は、ベキ乗のエネルギースペクトルに加え、磁力線沿いのイオンビームにより励起された波動に対応する周波数帯に強いピークを持つ。本研究では、波動の伝搬角は平均磁場方向とし、さらに波動の伝搬速度も無視した、いわゆる 1次元のスラブモデルを用いた。そして、1次元スラブモデルにおいて、単純なベキ乗スペクトルを持つ場合と、沿磁力線ビームによって励起された波動を含む場合のふたつを考えた。その結果、沿磁力線ビームによる波動の効果によって、粒子の散乱が助長される傾向にあることがわかった。さらに、衝撃波上流域で観測された MHD 波動統計（強度、スペクトル指数、伝搬角など）を詳細に調べ、粒子拡散過程との関連を議論する。