

準垂直衝撃波における反射イオン

Reflected ions at the quasi-perpendicular shock

岡 光夫[1], 寺沢 敏夫[1], 野田 寛大[1], 斎藤 義文[2], 向井 利典[2]

Mitsuo Oka[1], Toshio Terasawa[2], Hiroto Noda[3], Yoshifumi Saito[4], Toshifumi Mukai[4]

[1] 東大・理・地球惑星, [2] 宇宙研

[1] Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ, [2] Dept. Earth Planetary Sci., Univ. of Tokyo, [3] Earth and Planetary Phys., Univ. of Tokyo, [4] ISAS

地球前面衝撃波の dusk 側においては, その法線方向が平均的な惑星間空間磁場配位と直角に近い角度を成すことが多い. このような「準垂直衝撃波」では臨界マッハ数を超えた場合, イオンが衝撃波面で鏡面反射され, ドリフト加速されることによって付加的なエネルギー

ギー散逸が可能となることが知られている. GEOTAIL 衛星は, そのような鏡面反射した主成分のイオン (陽子) よりさらに上流へ伸びたわずかな割合のイオンを観測した. 著者らはテスト粒子シミュレーションによる結果を参照しつつ, このハロー成分が重元素イオン

(α , He⁺)であることを示すとともに, その反射機構や衝撃波に与える影響などについて考察した結果を報告する.

地球前面における衝撃波はおおむね定常的であり, 距離にして地球半径の 10 倍程度の位置で観測され, とくに dusk 側ではその法線方向が平均的な惑星間空間磁場配位と直角に近い角度を成すことが多い. このような「準垂直衝撃波」では臨界マッハ数を超えた場合, イオンが衝撃波面で鏡面反射され, ドリフト加速されることによって付加的なエネルギー散逸が可能となることが知られている (例えば Leroy et al., 1981). それらのイオンのほとんどは電場で加速されつつもジャイロ運動に従った軌道を描くが, 過去の ISEE による観測によると, 非鏡面反射によるものと思われるわずかな割合のイオンの存在が確認されていた (例えば Sckopke et al., 1983).

著者らは同様に薄く上流まで延びたイオンを GEOTAIL が観測した事例について解析した. 1999 年 7 月 1 日に GSE 座標(8,19,0)Re にいた GEOTAIL は 3 回衝撃波を通過した. それらの密度が低いハロー成分の観測時間は, いずれの通過でも非鏡面反射の考え方で予測されるものよりずっと長く, 主成分のイオンが戻った距離の 2 倍以上も延びていた.

衝撃波のさらに上流におけるプラズマ速度分布関数を調べた結果, 太陽風プロトン速度を中心に, 半径がやはり太陽風プロトン速度程度の球殻状イオン分布が見られた. このような分布はピックアップヘリウムと呼ばれる星間空間起源の中性ヘリウムを考慮すると説明

できることが知られている.

著者らは, 衝撃波で観測されたハロー成分がこのピックアップヘリウムであると考え, 検証のために電場と磁場をデータからモデル化してテスト粒子シミュレーションを行った. ピックアップヘリウムは質量, 従って運動エネルギーが大きいので衝撃波の電場を乗り越えてしまう一方で, 磁場による磁気ミラー効果によって反射していた. 反射して上流へ戻る距離が大きいのは質量が大きいためジャイロ半径も大きくなるためである. 従来衝撃波を構成すると考えられていた太陽風プラズマに加えて, ピックアップヘリウムが見つかったことは, 衝撃波の性質を修正すると考えられる.