

火星マグネトスフェア周辺のイオンダイナミクスに太陽風対流電場が及ぼす影響について

The effect of the motional electric field on the ion dynamics around the Martian magnetosphere

金尾 美穂^{1*}, 二穴喜文², 山崎 敦¹, 阿部 琢美¹, 中村 正人¹

Miho Kanao^{1*}, Yoshifumi Futaana², Atsushi Yamazaki¹, Takumi Abe¹, Masato Nakamura¹

¹宇宙科学研究本部, ²IRF

¹ISAS, ²IRF

強いダイポール磁場の存在しない火星では惑星電離圏プラズマと太陽風プラズマが直接相互作用している。特に、magnetic pileup boundary (MPB)と呼ばれる境界領域は太陽風プロトン領域と惑星重イオン領域の境界であることが過去の観測で明らかにされてきた。この周辺の酸素イオンのラーマー半径は3000km~4000kmと非常に長く、境界領域の空間スケールに匹敵する。相互作用領域での物理過程にはジャイロ運動が重要な役割を果たすと考えられる。イオンジャイロ運動は火星プラズマ領域に印加される太陽風対流電場によって非対称となることが予想される。本研究は、惑星大気散逸過程の理解に繋がる相互作用領域でのプラズマ物理過程における太陽風対流電場の役割の解明を目的とする。

Mars Expressに搭載されたプラズマ観測パッケージASPERA-3のイオン質量分析器は、火星MPB周辺で数百eVから数keVとエネルギーの高い酸素イオンを観測した。2004年3月から2006年3月までの期間に観測されたこの観測イベントはUEFH(電場が反感星方向の法線成分を持つ)の領域に多く分布している。惑星由来の重イオンはMPB付近で太陽風プロトンから運動量を得ることが示唆されているがそのメカニズムは明らかにされていない。

観測されたプロトンの統計的な密度分布を示し、高エネルギーの酸素イオンの観測イベントと比較し、相互作用領域における物理過程を考察する。昼間側のDEFH(電場が惑星方向の法線成分を持つ)の領域ではUEFHの領域より太陽風プロトンの侵入境界高度は800km程度低く、境界高度は電場とのなす角に依存する。夜側のUEFHの領域では密度勾配が緩やかな広い境界領域があるのに対し、DEFHの領域では急な密度勾配がみられ、明確な太陽風プロトンの侵入境界が存在する。さらに、空間分布のプロトンエネルギー依存を調べたところ、低エネルギーの太陽風プロトンは高エネルギーの太陽風プロトンよりもUEFHの領域ではよりSun-Mars lineに近い領域にまで侵入していることがわかった。

以上の結果から、太陽風プロトンと電離圏重イオンで形成される境界領域の構造が電場の方向によって非対称なことは明らかである。本講演では、観測データの解析結果を踏まえ、太陽風プロトンから電離圏重イオンへのモーメント輸送においてイオンの粒子運動を通して対流電場が担う役割を、電場方向によって変化する境界領域の厚みや密度変化の違いから考察する。

キーワード:火星,電離圏,電場,太陽風

Keywords: Mars, ionosphere, electric field, solar wind