

火星周辺における太陽風プロトンの分布の太陽風対流電場依存性について

金尾 美穂 [1]; 二穴 喜文 [2]; 山崎 敦 [3]; 阿部 琢美 [4]; 中村 正人 [5]; ASPERA-3 team Stas Barabash[6]
[1] 東大・理・地球惑星; [2] IRF; [3] 宇宙科学研究本部; [4] 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部
; [5] 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部; [6] -

The Effect of the motional electric field on the asymmetries of the proton density distribution and the convection flow at Mars

Miho Kanao[1]; Yoshifumi Futaana[2]; Atsushi Yamazaki[3]; Takumi Abe[4]; Masato Nakamura[5]; Stas Barabash ASPERA-3 team[6]

[1] Earth and Planetary Sci.Tokyo Univ.; [2] IRF; [3] ISAS/JAXA; [4] ISAS/JAXA; [5] ISAS/JAXA; [6] -

The Martian planetary plasma interacts directly with the solar wind plasma because of the absence the strong intrinsic dipole magnetic field. The purpose of this study is to reveal physical mechanisms at the interaction region, which plays an important role for the planetary atmosphere escape processes. Due to the weak magnetic field in the interaction region, a typical Larmor radius of oxygen is 3000~4000 km, which is comparable to the spatial scale of the interaction region. This means that the ion particle motions are important to understand the physical mechanism at the interaction region. The particle motion is asymmetric to the convection electric field. Here we discuss physical mechanisms at the interaction region considering the direction of the motional electric field by using plasma moment data recorded by Mars Express/ASPERA-3 experiment.

The spatial distribution of the plasma number density was statistically plotted in the induced electric field reference frame. The altitude of the solar wind induced boundary is 800 km higher in the dayside upward electric field hemisphere (UEFH), where E_m is upward from Sun-Mars line, than that in the opposite hemisphere. The altitude depends on the angle between the E_m orientation and the positional vector of the observation point. In the nightside, the boundary width in the UEFH is broad, where the solar wind number density changes gradually. In the opposite hemisphere, there exists a sharp boundary layer where the density quickly changes as the spacecraft goes close to the Mars-Sun line. It is also found that the position of the penetration boundary depends on the energy of the solar wind proton. In the nightside UEFH, the solar wind proton with lower energy (less than 1keV) can penetrate closer to the Sun-Mars line than that with higher energy.

It is evident from this analysis that the structure of the boundary region is asymmetric depending on the induced electric field. This result is consistent with many previous simulation studies which clearly show that momentum exchange occurs between the solar wind and the ionospheric plasma. Based on the result of our analysis, it is studied how plasma mechanisms is affected by the particle motion taking attention on the momentum exchange.

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。本研究は、惑星大気散逸過程の理解に繋がるこの相互作用領域におけるプラズマ物理過程の解明を目的とする。火星電離圏においては磁場が弱いために電離圏酸素イオンのラーマー半径は 3000km~4000km と境界領域の空間スケールに匹敵するほど大きい。このため、相互作用領域における物理過程には、イオンの粒子運動が重要な役割を果たしていると考えられる。このイオン粒子運動は、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。ここでは太陽風対流電場に着目し火星電離圏周辺で取得されたプラズマ密度データを用いて、イオンの粒子運動を含めた相互作用領域における物理過程を考察する。

観測されたイオンの3次元速度分布から推定されたプラズマ密度データを統計処理し、太陽風対流電場をパラメータとして、プラズマ密度の空間分布プロットを作成した。使用したデータは Mars Express のプラズマ観測パッケージ ASPERA-3 のイオン質量分析器による太陽風プロトンの密度と速度である。その結果、昼間側においては DEFH(電場が惑星方向の法線成分を持つ)の領域では UEFH(電場が反惑星方向の法線成分を持つ)の領域よりも太陽風プロトンの侵入境界高度は 800km 程度低く、さらに境界高度は電場とのなす角に依存することが明らかになった。一方、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ことが明らかになった。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、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。一方で、太陽風プロトンと惑星電離圏プラズマは境界領域でモーメント交換することが過去の観測・シミュレーション研究から明らかにされてきた。本講演では、観測データの解析結果を踏まえモーメント交換という過程に注目しイオンの粒子運動の影響でどのように物理過程が太陽風対流電場方向によって変化し、境界領域の厚みや密度変化の違いを生じるのかを考察する。