

## 火星電離層の tail 構造と大気イオン流出：太陽風磁場がある場合とない場合の比較

# 久保田 康文 [1]; 前澤 洌 [1]; 陣 英克 [2]  
[1] JAXA宇宙研; [2] 情通研

## The tail formation and ion escape processes for the Martian ionosphere: The comparison of no IMF case and finite IMF case

# Yasubumi Kubota[1]; Kiyoshi Maezawa[1]; Hidekatsu Jin[2]  
[1] ISAS/JAXA; [2] NICT

Mars does not possess a significant global intrinsic magnetic field, and hence the solar wind directly interacts with the Martian ionosphere. The Phobos-2 and recent Mars Express spacecraft observed the Martian tail and estimated ion escape flux. The observations indicate that heavy ions consisting of  $O^+$ ,  $O_2^+$  and  $CO_2^+$  escape from Mars and form a complex tail having rays. Because the heavy ions such as  $O_2^+$  and  $CO_2^+$  are produced at the low-altitude region of the ionosphere, the escape mechanisms are required. We treat the following problems by using a 3-D MHD numerical code including the realistic Martian ionosphere. (1) We clarify the global night-side structure extending from the terminator to the tail region. (2) We investigate the ion escape flux and escape path. To especially investigate the effect of IMF, we compared the results of no IMF case and finite IMF cases.

火星は磁気双極子モーメントが非常に小さく、全球的な固有磁場がほとんどない。そのため、太陽風は火星電離層と直接相互作用する。火星探査衛星 Mars Express のイオン観測によると、火星夜側  $1R_M$  高度で  $O^+$ ,  $O_2^+$ ,  $CO_2^+$  などの電離層起源と考えられる重イオンが観測され、テールを形成している。流出量はどのイオンも  $10^{23}$  /s 程度である。 $O^+$  は火星から太陽風領域まで広がっているコロナのピックアップとして流出量を説明できるが、 $O_2^+$ ,  $CO_2^+$  は電離層下層で生成するため電離層内部から流出する必要がある。しかし、その流出過程は明らかにされていない。

このような背景から、本研究では詳細な電離層を考慮した3次元MHDシミュレーションを用いて、火星の電離層から tail の構造と  $O^+$ ,  $O_2^+$ ,  $CO_2^+$  の流出過程について、特に太陽風磁場がどのように影響を与えるかを調べるため、火星周辺での平均的な太陽風パラメータで太陽風磁場がある場合と太陽風磁場がない場合を準定常状態まで計算し結果を比較した。

Tail の構造について：太陽風磁場がない計算では、tail の構造は渦構造であるが、太陽風磁場がある場合は wake の中央にレイ構造を形成した。太陽風磁場がない場合は昼側から夜側に運ばれたイオンは wake の中央では惑星側に戻っていき、渦構造を形成する。太陽風磁場がある場合は磁場の張力によって、電離層のイオンが昼側から掻き集められ、磁力線が大きく曲げられる領域（張力が効く）で夜側に運ばれ、wake でレイ構造を形成することがわかった。

流出について：人工的な拡散のために流出するイオンを取り除くため、夜側の無限縁へ向かう流線上でイオンの生成・消滅量を積分し流出量を見積もった。その結果、太陽風磁場がない場合では、 $O^+$  は観測と同程度流出したが、 $O_2^+$ ,  $CO_2^+$  はほとんど流出しなかった。 $O_2^+$ ,  $CO_2^+$  の生成領域は高度 200km 程度にあるが、夜側の無限縁へ向かう流線が高度 400km 程度にあるため、ほとんど流出しない。太陽風磁場がある場合では、 $O^+$ ,  $O_2^+$ ,  $CO_2^+$  は観測と同程度流出した。夜側の無限縁へ向かう流線が高度 200km 程度にあり、 $O_2^+$ ,  $CO_2^+$  の生成領域の高度と同領域にあるため、流出することがわかった。

太陽風磁場がある場合の tail の構造と流出量は観測と一致し、太陽風磁場の影響が電離層起源の重イオンの流出にとって重要だと示唆している。