

## 太陽風と火星起源イオンのフォボス表面への衝突の数値実験

# 田邊 正樹 [1]; 寺田 直樹 [2]; 三宅 洋平 [3]; 白井 英之 [4]

[1] 東北大・理・宇宙地球物理; [2] 東北大・理・地物; [3] 神戸大学; [4] 神戸大・システム情報

## Numerical simulations of the solar wind and ions of martian origin precipitating onto the surface of Phobos

# Masaki Tanabe[1]; Naoki Terada[2]; Yohei Miyake[3]; Hideyuki Usui[4]

[1] Dep. Geophysics, Tohoku Univ.; [2] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.; [3] Kobe Univ.; [4] System informatics, Kobe Univ

<http://pat.gp.tohoku.ac.jp/>

We investigate the trajectories and precipitations of the solar wind plasma and ions of martian origin onto the surface of Phobos using electrostatic particle-in-cell (PIC) and test particle simulations. While the origin of Phobos is still unclear, the two hypotheses, captured origin or giant impact origin, have been proposed. The captured scenario is based on the fact that Phobos has reflection spectra resembling D-type asteroids. But this scenario has difficulty in explaining Phobos orbit (nearly circle and small inclination). On the other hand, giant impact scenario relatively naturally explains the characteristics of the orbit. However, it is unclear whether the mixture of martian mantle and impact asteroid materials have reflection spectra similar to those of Phobos. To elucidate the giant impact scenario, we have to reveal the alternations of the surface materials and spectra by space weathering and/or the impact of small dusts. For revealing the effects of space weathering processes by the solar wind plasma and ions of martian origin, we examine the distribution of ions precipitating onto the surface of Phobos.

The orbits of ions originating from the atmosphere of Mars are affected by electromagnetic fields generated by the solar wind-Phobos interaction. For this reason, we need to evaluate the electric potential around Phobos to track these ions. We calculate a quasi-steady state solution of the electric potential around Phobos in the solar wind using a self-consistent PIC simulation. Though Phobos mean size is about 11 km, we changed it to 1 km in simulation to save computational resources. We used the approximately the real ratios of the solar wind bulk to thermal velocities and Phobos size to ion gyro radius. 2-D electrostatic PIC simulations were performed under a southward interplanetary magnetic field condition. We found that the night side of Phobos is negatively charged and it decreases in the deep inside the wake region. The surface charging was stronger around the pole. Then, we calculated the orbits of ions of martian origin to estimate the amount of incident ions to the Phobos surface using a test particle simulation. In this presentation, we show the electric potential around Phobos and the distribution of incident ions for each species of ions originating from Mars.

私たちは太陽風プラズマと火星大気から流出するイオンの追跡を行い、それらが火星の衛星フォボスの表面に衝突する過程の数値シミュレーションを行った。フォボスの起源は、始原小惑星の捕獲説と巨大衝突説が有力視されているが未決着である。捕獲説は、フォボスがD型小惑星に似た反射スペクトルを持つことに依るが、衛星軌道(真円に近く、赤道面に沿った軌道)の説明は困難である。巨大衝突説は、衛星軌道の特徴を比較的自然的に説明するが、火星マントル物質と衝突天体物質の混合物が、フォボスと同様の反射スペクトルを持つかは不明である。巨大衝突説を立証するためには、宇宙風化作用や微小天体衝突によるフォボス表層物質の変成と反射スペクトルの変化を明らかにする必要がある。そこで本研究は、太陽風プラズマのみならず、火星大気から流出するイオンの影響も含めた宇宙風化作用を明らかにすべく、これらのイオンのフォボス表面への衝突分布を調査した。

火星大気起源のイオンは、太陽風相互作用によりフォボス周辺に作られた電磁場によって軌道が曲げられて表面に衝突するため、追跡を行うためにはフォボス周辺の静電ポテンシャル分布を見積もる必要がある。そこで私たちは表面の静電ポテンシャル分布を自己無撞着に解けるPICコードを用いて、太陽風条件下における準定常状態のフォボス周辺ポテンシャル分布を計算した。フォボスのサイズは現実の1/11サイズである1 kmとし、太陽風速度とイオン・電子それぞれの熱速度の比、さらにフォボスサイズに対するイオンのジャイロ半径の比を現実と揃え、南向き磁場の下で2次元の静電プラズマ粒子シミュレーションを行った。その結果フォボス夜側において負の帯電がみられた。また、夜側の中央付近では負の帯電が多少弱められているという結果が得られた。また帯電による電場は夜側において極に近づくほど強く発生していることもわかった。そしてここで得られた電磁場環境の元でテスト粒子シミュレーションを行い、火星大気起源イオンの軌道を追った。本発表では計算資源の都合上スケールダウンを行って計算した静電プラズマ粒子シミュレーションの結果を示した後、火星起源イオンについてイオン種ごとの軌道を示してフォボス表面にアクセスするイオンの衝突分布を議論する。