

R008-03

Zoom meeting D : 11/3 AM2 (10:45-12:30)

11:15~11:30

太陽風プラズマによる月面帯電現象の表面形状への依存性

#中園 仁¹⁾, 三宅 洋平²⁾, 白井 英之³⁾

(¹⁾ 神戸大, (²⁾ 神戸大学, (³⁾ 神戸大・システム情報

Effects of Surface Topography on Lunar Surface Charging Processes in the Solar Wind Plasma

#JIn Nakazono¹⁾, Yohei Miyake²⁾, Hideyuki Usui³⁾

(¹⁾Kobe Univ., (²⁾Kobe Univ., (³⁾System informatics, Kobe Univ

Since the Moon has neither atmosphere nor intrinsic magnetic field, solar wind plasma precipitates directly onto the lunar surface and forms a complex electrostatic environment. The formation of the electrostatic environment is known to be strongly dependent on the topology and sunlight conditions of the lunar surface. The Moon has a wide range of topographic features, from craters and boulders to surface rocks and regolith layers. In recent years, unique topographic features such as vertical holes have been also identified. The investigation of the unique surface charging properties caused by these irregularities is very important to quantitatively understand the lunar surface environment, which will be a critical issue in future lunar explorations. To address this issue, we study the plasma and electrical environments of lunar cavities by performing particle simulations with different solar wind irradiation angles.

We set up a lunar surface with a cavity in the simulation space, and simulated the solar wind plasma flow and the photoelectron emission from the surface. The simulation results show that the surface charging within the cavity can be understood in terms of additive effects of the solar wind plasma and the photoelectron currents. The solar wind electrons collide with the cavity wall at relatively shallow positions due to their greater thermal motions than ions. Therefore, the proportion of solar wind electrons that approach the bottom of the cavity is small, and the deepest part of the cavity surface will be charged positively. This effect will be moderated as the cavity aperture becomes greater, because it leads to the larger number of solar wind electrons approaching the bottom of the cavity. The photoelectron current basically contributes to the positive charging at the photoelectron release point, which is the well-known behavior. On the cavity wall, however, the emitted photoelectrons substantially transported negative charge to the deepest part of the cavity, modifying the current balance condition with solar wind ions inside the cavity. Actual charging properties inside the cavity will be determined by the combination of the solar wind plasma and photoelectron charge transport effects, which are strongly affected by the lunar topology and solar irradiation angle

月にはほとんど大気が存在せず固有の磁場を持たないため、月面には太陽風プラズマが直接降り注ぎ日照の照射により発生する光電子や月面に蓄積された電荷とともに月表面近傍の静電気環境を形成する。形成される静電気環境は月面の日照条件や表面トポロジーに強く依存していることが知られている。月面はクレーターやボルダーなどの地形から、表面の岩石からレゴリス層に至るまで幅広い空間スケールにわたる凹凸が存在する。近年では数 10 m スケールの縦孔などの特異な地形も発見されている。これらの凹凸に起因する特異な表面帯電特性を調査することは、将来の月面探査の成否を左右する月面環境を定量的に理解する上で極めて重要である。本研究では、粒子シミュレーションを用い太陽風の照射角を変化させた場合の各形状の月面の孔やくぼみのプラズマ・電氣的環境を比較し、複雑な形状を有する月面の帯電特性を明らかにする。

本研究ではシミュレーション空間に空洞を開けた月面を設置し、それに対し太陽風プラズマフローと日光照射及びそれに付随する表面からの光電子電流を設定し、シミュレーションを行った。太陽風プラズマによる表面帯電では、太陽風電子とイオン間の熱速度差から、電子はイオンより比較的浅い位置で空洞壁面に衝突し吸収されるため深部まで到達する太陽風電子数は少ない。この結果、空洞が深くなるほど空洞内部電位は高電位となることがわかった。この効果は空洞の口径が小さいほど顕著である。なぜなら空洞口径が大きいと、太陽風電子の壁面衝突が壁面に形成されるシース電場により抑制されるためである。光電子による表面帯電では、基本的に光電子は発生した位置に正電荷を蓄積することから正帯電への寄与を示したが、空洞壁面では放出された光電子による空洞深部への実質的な負電荷輸送が行なわれ、空洞内部での太陽風イオンとの電流バランス条件への寄与を示した。実際の空洞内部の帯電状況は、以上の太陽風プラズマと光電子による電荷輸送効果の組み合わせで理解することが可能であり、これらは月面トポロジーや太陽照射角に強く影響される。