

R009-08

B会場：11/6 AM2 (10:45-12:30)

11:00~11:15

## 月面の凹凸に起因する非従来型帯電現象に関するプラズマ粒子シミュレーション

#中園 仁<sup>1)</sup>, 三宅 洋平<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup> 神戸大学, (<sup>2)</sup> 神戸大学

## Plasma Particle Simulations on the Unconventional Surface Charging Associated with Lunar Surface Irregularities

#JIn Nakazono<sup>1)</sup>, Yohei Miyake<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup> Kobe Univ., (<sup>2)</sup> Kobe Univ.

On the surface of a solid celestial body with a thin atmosphere, such as the Moon, space plasma such as solar wind and sunlight fall directly on the surface, creating an electrostatic environment near the surface along with the accumulation of electric charge on the celestial body surface due to colliding plasma and the generation of photoelectrons by the photoelectric effect. Orbital observations by lunar explorers have suggested that the lunar diurnal surface is positively charged. In general, space plasma has the ability to negatively charge solid surfaces, and it has been believed that electron emission processes such as the photoelectric effect are essential to maintain the lunar surface at a positive floating potential. On the other hand, the lunar surface has various spatial-scale irregularities ranging from topographic features such as craters, vertical holes, and boulders to rock and regolith layers. Several simulation results have shown that these irregularities limit free plasma motion in space and create a specific electrostatic environment depending on the surface topography. Similar to these topographic-scale surface features, microcavities formed by rocks and regolith particles at smaller scales are also interesting targets in terms of mass transport by electrostatic energy. At such spatial scales, the inadequate ability of Debye shielding generates a stronger electrostatic field, which is considered to be one of the key factors in the mobilization and suspension of charged regolith particles.

In this study, a simulation was conducted assuming a situation in which solar wind plasma pours down from the sky onto the lunar surface, which has a cavity of equal or smaller size than the Debye length, and the effects of the stenosis and expansion of the cavity interior on the electrostatic environment, including variations in the electric potential distribution and charged particle flux distribution, were analyzed. As a result, it was found that the solar wind plasma flow forms a positive potential in a simple rectangular cavity and can positively charge the cavity up to several hundred volts, which is equivalent to the kinetic energy of ion particles, as the width-depth ratio of the cavity increases. The present study was conducted to quantitatively evaluate the effect of a more detailed cavity geometry that takes into account the curvature of the cavity interior on the charging process.

In this presentation, we will mainly report on the changes in the electrostatic environment due to the cavity interior geometry and the formation of a current path for the relaxation of the cavity interior potential by photoelectrons generated by the photoelectric effect, which were obtained from the above simulation results. After that, we will report on the future prospects of this study, including the applicability of the results of this study to a small spatial scale model of the Moon and the numerical method that we are currently working on in order to perform simulation analysis for the small model.

月を始めとする大気が希薄な固体天体表面では、太陽風などの宇宙プラズマや太陽光が直接降り注ぎ、衝突プラズマによる天体表面への電荷の蓄積や光電効果による光電子の発生とともに表面近傍での静電気環境を形成する。月探査機による軌道上観測では月昼側表面は正に帯電していることが示唆されてきた。一般に宇宙プラズマは固体表面を負に帯電させる能力を持っており、月面を正の浮遊電位に保つためには光電効果などの電子放出過程が不可欠であると考えられてきた。一方、月面はクレーターや縦孔、ボルダーなどの地形から岩石・レゴリス層にいたるまで様々な空間スケールの凹凸を持つ。こうした凹凸は宇宙空間中の自由なプラズマ運動を制限し、表面形状により特有の静電気環境を作り出すことがいくつかのシミュレーション結果によって明らかにされている。こうした地形スケールの表面形状と同様に、より小さいスケールの岩石やレゴリス粒子により形成される微小空洞も静電エネルギーによる物質輸送の観点において興味深い対象である。このような空間スケールでは、デバイ遮蔽の能力が不十分なためより強い静電場が発生し、これが荷電したレゴリス粒子の動員と浮遊の重要な要因の一つであると考えられている。

本研究では、デバイ長と同等かそれより小さい空洞を有する月面に対し、上空から太陽風プラズマが降り注ぐ状況を想定しシミュレーションを実施し、空洞内部の窄み・広がり電位や荷電粒子フラックス分布の変動などを含む静電気環境へもたらす影響についての解析を行った。その結果、太陽風プラズマ流は単純な直方体空洞内に正電位を形成し、空洞の幅深さ比の増大に伴いイオン粒子の運動エネルギーと同程度の数 100V まで正に帯電させ得ることが判明した。また、空洞内部の窄み・広がりを考慮したより詳細な空洞形状を持つ帯電過程への影響を定量的に評価することを目的とし解析を行った。

本発表では、主に上述のシミュレーション結果から得られた空洞内部形状による静電気環境の変化及び光電効果により発生する光電子による空洞内部電位の緩和電流路の形成について報告する。その後、本研究結果の月面の微小な空間スケールモデルへの適用可能性と微小モデルを対象とするシミュレーション解析を実行するため現在取り組んでいる数値計算手法を含む、本研究の今後の展望について報告する。