

R008-06

C会場 : 9/25 PM1 (13:45-15:30)

15:00~15:15

月局所磁化領域周辺の静電プラズマ環境に関する粒子シミュレーション

#早稲田 卓¹⁾, 三宅 洋平²⁾, 中園 仁³⁾

(¹⁾ 神戸大学, (²⁾ 神戸大学, (³⁾ 神戸大学

Plasma Particle Simulations on Electrostatic Environment near Lunar Local Magnetization Regions

#Suguru Waseda¹⁾, Yohei Miyake²⁾, Jin Nakazono³⁾

(¹⁾ Graduate School of System Informatics, Kobe University, (²⁾ Graduate School of System Informatics, Kobe University, (³⁾ Graduate School of System Informatics, Kobe University

In airless planetary bodies such as the Moon, the solar wind plasma precipitates directly onto the surface. The plasma charge deposition on the surface and the photo-emitted electron current determine the dayside, near-surface electrostatic environment. In general, orbital observations by a number of lunar exploration satellites suggest that the day side of the Moon is positively charged. Although the Moon has no global intrinsic magnetic field like the Earth, it is widely known that there are locally magnetized crusts (magnetic anomaly). The influence of these magnetic anomalies on the plasma and wave environment above has been intensively discussed for many years, whereas the near-surface electrostatic environment, including the contribution of photoelectrons, inside and directly below the magnetized regions, has not been fully addressed.

For large magnetic anomalies with a spatial scale comparable to the ion inertia lengths, it is not practical to perform three-dimensional simulations of the electrostatic environment taking into account the photoemission effect. This study focuses on a small-scale magnetization region on the Moon to elucidate its electrostatic environment as well as the contributions of photo-emitted electrons to the environment.

Our preliminary simulation results have identified a pronounced charge separation effect resulting from the difference in electron and ion inertia, as previously reported. This leads to a higher surface potential, e.g. 60 V, below the mini-magnetosphere than that predicted for the outside. The simulations also suggest the effect of photoelectrons of moderating the intense positive charge below the mini-magnetosphere, which differs from the conventional view on the photoelectron effect as a major source of positive surface charging.

月を始めとする大気が希薄な固体天体では、太陽風などの宇宙プラズマが直接表面に降り注ぐ。プラズマの降り込みによる天体表面への電荷蓄積や、光電効果による光電子電流が表面近傍での静電気環境を決定づける。一般に月探査機による軌道上観測では月昼側は正に帯電していることが示唆されている。月には地球のような固有磁場は存在しないが、これまでの観測により局所的に磁化された地殻(磁気異常)が存在することも明らかとなっている。この磁気異常が上空のプラズマ・波動環境に及ぼす影響は長年活発に議論されてきたが、磁化領域の周囲、内部、および直下の光電子の寄与を含む月面帯電環境の検討は、シミュレーションを活用した数値アプローチを含め、十分に検討されてきたとは言い難い。

軌道上から観測可能なイオン慣性長程度の空間サイズの磁気異常に対し、表層の光電子環境を考慮した3次元シミュレーションを実施するのは計算コスト面から現実的ではない。そこで本研究では、地中に小規模な双極子磁場を持つ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たシミュレーションを実施し、磁化領域の月面付近の静電気環境、および光電子放出の寄与についての解析を行い、局所磁化領域での帯電環境の定性的な理解を目的とした。

その結果、小規模磁化領域においても先行研究で示されているようなイオンと電子の質量比による荷電分離を確認でき、月面電位は60Vほどと非磁化領域に比べて、高い電位を有することが判明した。また、従来は月面の正帯電の原因そのものであるとされていた光電子電流が、当該状況においては逆に局所磁化領域の顕著な正帯電を緩和する働きを行う可能性があることが分かった。