

太陽風プラズマと月面磁気異常の相互作用に関する3次元全粒子シミュレーション

梅澤 美佐子 [1]; 臼井 英之 [2]; 三宅 洋平 [3]; 西野 真木 [4]

[1] 神戸大・システム情報; [2] 神戸大・システム情報; [3] 神戸大学; [4] 名大 STE 研

Full Particle-In-Cell 3D simulation on the interactions between the solar wind and a lunar magnetic anomaly

Misako Umezawa[1]; Hideyuki Usui[2]; Yohei Miyake[3]; Masaki N Nishino[4]

[1] System Informatics, Kobe Univ.; [2] System informatics, Kobe Univ.; [3] Kobe Univ.; [4] STEL, Nagoya University

<http://www.lab.kobe-u.ac.jp/csi-usui/index.html>

The objective of this research is to explain the response of solar wind plasma to magnetic anomalies which is found on the lunar surface. We used the Full Particle-In-Cell simulation that treats both electrons and ions as particles. We will discuss the case of magnetic anomaly found in Reiner Gamma with the 3D plasma particle simulations.

What we found by previous 2D plasma simulations is that some of solar wind ions do not reach the lunar surface because of reflection by the local magnetic field. To simulate more realistic situation, we performed 3D plasma particle simulations using plasma simulation code EMSES.

The magnetic anomaly we focus on consists of one magnetic dipole. We define the size of magnetic anomaly L as the distance between the dipole center and a position where the solar wind pressure balance the magnetic pressure. In the lunar magnetic anomaly is that L is much larger than electron Larmor radius and smaller than that of ions. In such a meso-scale dipole field, solar wind ions and electrons react to magnetic field differently because of the finite Larmor radius effect. As a result, charge separations occurs and electrostatic field is locally created. Ions which can be assumed unmagnetized in this scale are also influenced by this electrostatic field. We focus on the dependence of the formation of a magnetosphere on L in terms of the distribution of plasma particle density, the velocity distribution and the current structure. Moreover, we will discuss the interactions between magnetic dipole and solar wind with and without the lunar surface.

本研究の目的は、月面で発見された磁気異常に対する太陽風プラズマ応答を運動論的観点から解明することである。本研究では、電子、イオンとともに粒子として扱う全粒子モデルを用い、月面の Reiner Gamma 領域での磁気異常と太陽風との相互作用に関する3次元シミュレーションを実行した。

これまで取り組んできた2次元プラズマ粒子シミュレーションによる研究では、イオンジャイロ半径がダイポール磁場領域よりも大きいにも関わらず、磁気異常に入射した太陽風が局所磁場によって反射され、月面に到達できない現象を確認することができた。一方で、観測データと比較検討するには、2次元から3次元にモデルを拡張する必要性があり、本研究では、3次元プラズマ粒子シミュレーションコード EMSES を用いた解析を行った。

我々が対象としている磁気異常は、基本、1つの磁気ダイポールからなり、その中心から磁気圧と太陽風圧力がバランスする点までの距離を磁気異常の代表長とする。月面磁気異常の特徴の1つとして、その代表長が電子のジャイロ半径よりも十分大きく、一方でイオンのジャイロ半径よりは小さいことが挙げられる。このメソスケール磁場の場合、有限ラーマ半径効果の違いにより、太陽風電子とイオンの磁場に対する応答が違ふ。このため、局所的に電荷分離を起こし、静電界が発生すると考えられる。メソスケール磁場中では、イオンの磁化が弱いにも関わらず、この静電場によって、イオンの挙動は影響を受けると考えられる。本研究では、ダイポール磁場代表長に対するイオンジャイロ半径の大きさが、磁気圏形成において、どのように影響するかという点に着目し、プラズマ粒子の密度分布や、速度分布、電流構造についての解析を行った。また、月面の有無によって、ダイポール磁場への太陽風応答がどのように変化するかについても議論する。