

月面磁気異常上空の太陽風電子ダイナミクスの3次元シミュレーション解析

松原 琢磨 [1]; 臼井 英之 [2]; 沼波 政倫 [3]; 松本 正晴 [4]; 西野 真木 [5]; 三宅 洋平 [6]

[1] 神戸大・システム情報; [2] 神戸大・システム情報; [3] 核融合研; [4] 東大・情基セ; [5] 名大 STE 研; [6] 神戸大学

Three-dimensional analysis on the solar wind electron dynamics above a lunar crustal magnetic anomaly

Takuma Matsubara[1]; Hideyuki Usui[2]; Masanori Nunami[3]; Masaharu Matsumoto[4]; Masaki N Nishino[5]; Yohei Miyake[6]

[1] System Informatics, Kobe Univ.; [2] System informatics, Kobe Univ.; [3] NIFS; [4] ITC, UTokyo; [5] STEL, Nagoya University; [6] Kobe Univ.

The objective of this research is to study the response of solar wind plasma to a lunar crustal magnetic anomaly, particularly the three-dimensional behavior of the solar wind electrons above the magnetic anomaly. We will examine the electron responses to a magnetic anomaly called Reiner Gamma by performing three-dimensional full particle-in-cell simulations.

In the simulation domain, we set one magnetic dipole under the lunar surface as the Reiner Gamma magnetic anomaly. We define the size of the magnetic anomaly L as the distance between the dipole center and a position where the solar wind dynamic pressure balances the magnetic pressure. At the location of L above the magnetic anomaly, the Larmor radius of electrons is much smaller than L and that of ions is larger than L . In the previous works, it is reported that a mini-magnetosphere was formed in this situation and that intense electric field induced by the difference of dynamics between the solar wind electrons and ions above the magnetic anomaly plays an important role in the formation of the mini-magnetosphere. In the simulations, we observed strong current around the boundary layer of the magnetosphere. The boundary current mainly consists of electrons flow. In the low latitude region, electrons make a drift motion in the dawn-to-dusk direction. In the mid- and high- latitude regions, on the other hand, the electron drift direction is reversed. In the aspect of the electron current path, it seems that the current path is closed between the low latitude and the high latitude, forming a kind of current loop in the dayside region of the mini-magnetosphere both in the Southern and Northern hemisphere. In this study, we will report the detail of the three-dimensional behavior of the solar wind electrons in the boundary layer region of the mini-magnetosphere.

本研究の目的は、月面磁気異常に対する太陽風プラズマ応答、特に小型磁気圏境界層領域の電子ダイナミクスに着目し、それを運動論的観点から3次元プラズマ粒子シミュレーションにより解明することである。シミュレーションでは、磁気異常における特に磁場密度の高い領域での空間解像度を上げるために適合格子細分化法 (AMR) を導入した。

我々は月面磁気異常の一例として Reiner Gamma をモデルとして採用し、月面下に中心を持つ1つの磁気ダイポールを Reiner Gamma 磁気異常としてシミュレーション領域内に設定する。ダイポール中心から磁気圧と太陽風動圧が釣り合う点までの距離を磁気異常の代表長 L とすると、磁気異常ではその代表長 L が太陽風電子のジャイロ半径よりも十分大きく、イオンのジャイロ半径より小さい。このような状況において、磁気異常上空において小型磁気圏が形成されることはこれまでの研究において明らかにされており、磁気圏境界層における太陽風電子とイオンの磁場に対する応答差に起因する静電界が磁気圏形成に重要な役割を果たしていることも知られている。磁気圏境界層では、強い電流が観測されており、本研究では特にこの境界層における太陽風プラズマ、特に電子の3次元的挙動に着目する。境界層低緯度領域においては朝側から夕方側に向かう電子ドリフト運動が顕著であるが、中高緯度領域においては逆に夕方側から朝側に向かう電子の流れが主に見えた。このような二層の電子ドリフト運動の構造により磁気圏層間側、すなわち磁気異常上空の南北両半球において電子電流の渦的構造が見られた。地球磁気圏における Chapman Ferraro 境界層電流に相当するが、磁気異常による小型磁気圏の場合、月面があるため磁気異常上空で閉じた電流構造となっている。本講演ではシミュレーション結果を用いてこれらの電流構造の詳細を議論する。