

月面磁気異常上空のミニ磁気圏境界層における電子電流

白井 英之 [1]; 三宅 洋平 [2]; 西野 真木 [3]
[1] 神戸大・システム情報; [2] 神戸大学; [3] 名大 ISEE

Electron current in the boundary layer of a mini-magnetosphere above a lunar magnetic anomaly

Hideyuki Usui[1]; Yohei Miyake[2]; Masaki N Nishino[3]
[1] System informatics, Kobe Univ; [2] Kobe Univ.; [3] ISEE, Nagoya University

We present a three-dimensional electromagnetic particle-in-cell simulation study of the electron current in the boundary layer of a mini-magnetosphere created above a magnetic anomaly on the lunar surface.

As shown in the previous works, we found that an asymmetric mini-magnetosphere is formed above the magnetic anomaly by the solar wind interaction. We also confirmed that the boundary layer current is dominated by the electron flux perpendicular to the dipole field. As an intense electric field is induced in the boundary layer by the charge separation between electrons and ions, the electrons entering the boundary layer undergo the ExB drift motion in the equator. In the high latitude region, on the other hand, the electron flux turns around and the direction of the electron motion becomes reversed. This causes a turn-around electron current in each hemisphere.

As stated above, the electrons in the boundary layer overall make the ExB drift motion in the equator. At the most inner edge of the boundary layer, however, the averaged electron velocity shows the peak value and it cannot be explained with the local ExB drift velocity. We found that the peak velocity of electrons observed in the most inner edge of the boundary layer is due to the electron cyclotron motion itself rather than the drift motion of the electron guiding center. We also confirmed that the width of the boundary layer is approximately equal to the radius of the local electron cyclotron motion.

本研究では、月面磁気異常と太陽風プラズマの相互作用により形成されるミニ磁気圏の境界層での電子電流に着目し、その構造及び成因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明らかにする。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。本研究では、イオンジャイロ半径が L の4倍になるようにした。このような状況において、磁気異常上空においてミニ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いる。特に磁気圏境界層では、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生じ、これに起因する強い境界層電子電流が見られる。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。また、赤道域境界層での電子流に着目し、そのメカニズムを運動論レベルで調べた。電子密度が急激に減少する境界層内側では、強い外向きの電場によって電子が大きく加速を受け、それによってラーマ半径が大きくなる。このため、境界層の最内側では空間的なフィルタリングにより、ジャイロ運動する電子の中でも dusk 側に向かう電子しか存在しない。その結果、その領域での電子のフラックス量は dusk 方向で最大となる。このことは電子の有限ラーマ半径を考慮しないと理解できないことであり、本研究で得られた知見の中でも最も重要なものである。本講演ではシミュレーション結果を用いてこれらの電子流メカニズムの詳細を議論する。