

## 月地殻磁場によるプラズマシート電子の非断熱的な散乱

# 原田 裕己 [1]; 町田 忍 [2]; 齋藤 義文 [3]; 横田 勝一郎 [3]; 浅村 和史 [4]; 西野 真木 [4]; 綱川 秀夫 [5]; 渋谷 秀敏 [6]; 高橋 太 [7]; 松島 政貴 [8]; 清水 久芳 [9]  
[1] 京大・理・地球惑星; [2] 京大・理・地惑; [3] 宇宙研; [4] 宇宙研; [5] 東工大・理・地惑; [6] 熊大・自然・地球; [7] 東工大・理・地惑; [8] 東工大・地惑; [9] 東大・地震研

### Non-adiabatic scattering of plasma sheet electrons by lunar crustal magnetic fields

# Yuki Harada[1]; Shinobu Machida[2]; Yoshifumi Saito[3]; Shoichiro Yokota[3]; Kazushi Asamura[4]; Masaki N Nishino[4]; Hideo Tsunakawa[5]; Hidetoshi Shibuya[6]; Futoshi Takahashi[7]; Masaki Matsushima[8]; Hisayoshi Shimizu[9]  
[1] Dept. of Geophys., Kyoto Univ.; [2] Division of Earth and Planetary Sciences, Kyoto Univ.; [3] ISAS; [4] ISAS/JAXA; [5] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH; [6] Dep't Earth & Env., Kumamoto Univ.; [7] TITech; [8] Dept Earth & Planetary Sciences, Tokyo Tech; [9] ERI, University of Tokyo

Though the Moon does not have an intrinsic magnetic field nor a thick atmosphere at present, there exist remanent crustal magnetic fields on the lunar surface. The lunar crustal fields have been directly detected by magnetometers as well as indirectly inferred by electron reflectometry (ER). The ER technique is based on the magnetic mirror effect; electrons moving along the field lines in helical trajectories are reflected if they encounter strong magnetic fields. Assuming the adiabatic behavior, which means that the field variations encountered by particles within a single gyration orbit is small compared with the initial field, the electron mirror motion can be easily treated. If this condition is satisfied, the first adiabatic invariant remains constant. Therefore, simultaneous observations of an electron velocity distribution and a magnetic field at the spacecraft enable us to estimate the minimum value of the surface magnetic field strength at the footpoint of the field line. On the other hand, when the Moon was located in the terrestrial plasma sheet, the electron sensor looking toward the Moon on Kaguya sometimes detected hot electrons with energies over 1 keV. Some of these upward-going electrons reach the lunar surface within one gyromotion from our reversed particle trace calculations. This suggests that these electrons were reflected by near-surface electric fields associated with large negative potentials or were non-adiabatically scattered by local crustal magnetic fields. In this study, we analyze the high-angular resolution data of electrons obtained by Kaguya in the terrestrial plasma sheet and conduct particle trace calculation utilizing the model of lunar crustal magnetic fields in order to understand the electron behavior in the vicinity of the crustal fields with spatial wavelengths small in comparison to electron gyroradii. We report mainly on the results regarding the south pole region, where Kaguya conducted observations at low altitudes and often detected the electrons which seem to travel from the lunar surface within a single gyration.

月は固有磁場および厚い大気をもたないが、月面には地殻由来の残留磁場が点在している。月地殻磁場は磁力計による直接観測に加えて、電子の磁気ミラー効果を利用した電子反射法を用いて計測が行われてきた。電子反射法とは、磁力線沿いにらせん運動をする電子が磁場の強い場所で反射することを利用して、探査機で計測された磁場および電子分布から、月面での磁場強度を推定する手法である。この方法では、電子の断熱的な振る舞い、すなわち電子が一周旋回する間に経験する磁場の変化が初期磁場に比べて十分小さいという条件を仮定することで、第一断熱不変量を用いて電子のミラー運動を非常に簡単に扱うことができる。他方、月が地球のプラズマシート内に位置する時に、かぐや衛星の月面側を向いた電子センサによって、1 keV以上の比較的エネルギーの高い電子が観測された。その電子の中には、一樣磁場を仮定した場合の粒子の逆軌道計算では1ジャイロ周期以内に月面に到達してしまうものがある。これは、大きく負に帯電した月面付近の電場によって電子が反射されたこと、もしくは月面の局所的な地殻磁場によって電子が非断熱に散乱されたことを示唆している。本研究では、月が地球のプラズマシート内に位置する時にかぐや衛星で取得された、電子の高角度分解能・速度分布関数を解析する。そして、その結果を月地殻磁場モデルを用いた粒子の軌道計算の結果と比較することによって、空間スケールが電子ジャイロ半径に比べて小さな地殻磁場付近での電子の振る舞いを解明し、さらに月地殻磁場に関する新たな情報を得ることを目指す。かぐや衛星が低高度で観測を行い、月面から1ジャイロ周期以内にセンサに到達する電子を計測する機会の多かった、月の南極付近の地域での解析結果を中心に紹介する。