

かぐや (SELENE) 衛星観測に基づくプラズマシート電子と月面の相互作用の研究

原田 裕己 [1]; 町田 忍 [2]; 斎藤 義文 [3]; 横田 勝一郎 [4]; 浅村 和史 [5]; 西野 真木 [6]; 田中 孝明 [7]; 綱川 秀夫 [8]; 渋谷 秀敏 [9]; 高橋 太 [10]; 松島 政貴 [11]; 清水 久芳 [12]

[1] 京大・理・地物; [2] 京大・理・地球惑星; [3] 宇宙研; [4] 宇宙機構; [5] 宇宙研; [6] 宇宙機構・科学本部; [7] 東大・理・地球惑星; [8] 東工大・理・地惑; [9] 熊大・自然; [10] Tokyo Tech; [11] 東工大・地惑; [12] 東大・地震研

Interaction between terrestrial plasma sheet electrons and the lunar surface: Kaguya (SELENE) observations

Yuki Harada[1]; Shinobu Machida[2]; Yoshifumi Saito[3]; Shoichiro Yokota[4]; Kazushi Asamura[5]; Masaki N Nishino[6]; Takaaki Tanaka[7]; Hideo Tsunakawa[8]; Hidetoshi Shibuya[9]; Futoshi Takahashi[10]; Masaki Matsushima[11]; Hisayoshi Shimizu[12]

[1] Dept. of Geophys., Kyoto Univ.; [2] Dept. of Geophys., Kyoto Univ.; [3] ISAS; [4] ISAS/JAXA; [5] ISAS/JAXA; [6] ISAS/JAXA; [7] Dept. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ.; [8] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH; [9] Dep't Earth Sci., Kumamoto Univ.; [10] Tokyo Tech; [11] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo Tech; [12] ERI, Univ. of Tokyo

The moon stays in the Earth's magnetosphere for several days around the full moon period. The plasma in the magnetosphere has different properties from the solar wind such as in density or energy, and interacts with the lunar surface. We found an interesting phenomenon concerning the lunar plasma environment when the moon is in the magnetosphere, analysing the data obtained by MAP-PACE and MAP-LMAG onboard Kaguya (SELENE).

Most electrons in the magnetosphere gyrate around the magnetic field line with smaller Larmor radius than Kaguya's orbital height (nominal value: 100 km). However, some of the electrons in the central plasma sheet have the Larmor radii greater than or equal to 100 km (1 keV electron has about 100 km Larmor radius in the 1 nT magnetic field). When the magnetic field is parallel to the lunar surface, these relatively high-energy electrons hit the lunar surface and are absorbed. This can be observed as an empty region in the electron distribution function, which is originally isotropic in the terrestrial plasma sheet.

We have examined the data obtained by Kaguya and found characteristic electron distributions as we expected. However, we also found that the empty region in the observed phase space tends to be smaller than the theoretically derived forbidden region. One of the possible reasons for this is the presence of the electric field perpendicular to the magnetic field, and we can fit the forbidden region with the observed one if we suppose the perpendicular electric field to be 0.8 mV/m. Another reason is that the plasma is diffused in the phase space to make the empty region smaller by unstable waves. Although those reasons should be examined carefully, the partial loss in the distribution function due to the absorption of gyrating particles by lunar surface may be a general phenomenon when plasma and a solid surface interact.

月は多くの期間太陽風に曝されているが、満月の前後の時期は地球の磁気圏内に入る。磁気圏内には太陽風中とは異なる密度、エネルギーを持ったプラズマが存在し、月面と相互作用を行っていると考えられる。今回、月周回衛星かぐや (SELENE) 搭載のプラズマ観測器 MAP-PACE 及び磁力計 MAP-LMAG による磁気圏内の月周辺プラズマ環境の観測から、興味深い現象が見つかったので報告する。

磁気圏内の月軌道付近の電子は通常かぐやの高度 (ノミナル値: 100 km) よりも小さいジャイロ半径で磁力線の周りを回転しているが、プラズマシート中央部になると 100 km と同程度あるいはそれ以上の大きなジャイロ半径を持つ電子が存在する (磁場強度 1 nT での 1 keV の電子のジャイロ半径が約 100 km である)。このような比較的エネルギーの高い電子の中には、磁場が月面に平行な時、その大きなジャイロ半径のために月面に衝突し吸収されてしまって、かぐやで観測されなくなるものが出現することが考えられる。そのため、プラズマシート内では本来等方的である電子の分布関数に、月面に吸収される禁制領域が現れることが予想される。

実際にかぐやがプラズマシート内にいる時の観測データを調べてみると、上で予測される様な特徴的な電子分布が見つかった。しかしながら、観測データの位相空間における分布が「欠けた」部分は、理論的な禁制領域よりも小さいことが見出された。その原因として、まず磁場に垂直な電場の存在が考えられ、8 mV/m 程度の電場を仮定すると実際の観測に理論的な禁制領域を合わせることができた。また、もうひとつの原因として、プラズマが不安定波動を励起し、位相空間上での喪失を埋めるように拡散することが考えられる。実際の観測の禁制領域が理論的なものよりも小さいことについての原因は慎重に検討しなければならないが、ジャイロ運動する粒子が月面に吸収されることによって分布関数の一部が失われる現象は、一般のプラズマと固体表面でも起こり得る普遍的な現象であると考えられる。