

## 地球磁気圏内における月周辺プラズマの観測

# 齋藤 義文 [1]; 横田 勝一郎 [1]; 西野 真木 [2]; 山本 忠輝 [3]; 上村 洸太 [4]; 綱川 秀夫 [5]  
[1] 宇宙研; [2] 宇宙研; [3] 総研大; [4] 東大・理・地惑; [5] 東工大・理・地惑

### Lunar plasma in the Earth's magnetosphere

# Yoshifumi Saito[1]; Shoichiro Yokota[1]; Masaki N Nishino[2]; Tadateru Yamamoto[3]; Kota Uemura[4]; Hideo Tsunakawa[5]

[1] ISAS; [2] ISAS/JAXA; [3] Sokendai; [4] Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ.; [5] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH

The Moon stays in the Earth's magnetosphere for 3 - 4 days every month. The hot plasma sheet plasmas in the Earth's magnetosphere can directly impact the lunar surface since the Moon has neither global intrinsic magnetic field nor thick atmosphere. The interaction between the Earth's magnetosphere and the Moon has been investigated in terms of the lunar surface charging. Recently, low energy ion data have also become available by lunar orbiters, Kaguya, Chandrayaan-1 and Chang'E-1. Magnetic field and Plasma experiment - Plasma energy Angle and Composition Experiment (MAP-PACE) on Kaguya (SELENE) measured lunar plasmas in polar orbit with altitude of 100km, 50km, and in an elliptical orbit with perilune altitude as low as 10km for nearly 1.5 years. Although the plasma density in the Earth's magnetosphere around the Moon orbit (at about 60Re) was quite low, MAP-PACE sensors succeeded in measuring characteristic ion / electron distributions in the Earth's magnetosphere including lobe cold ions, fast flowing ions associated with plasmoids, and cold ion acceleration in the plasma sheet / lobe boundaries.

The ions originating from the Moon surface / exosphere were observed both in the solar wind and in the Earth's magnetosphere. The mass profile of these ions showed heavy-ion peaks including C+, O+, Na+, K+, and Ar+ that indicated that these ions were the Moon origin. In the Earth's magnetosphere, these ions were clearly observed on the dayside of the Moon in the lobe especially when the solar zenith angle was below 40deg. Since the convection electric field in the lobe region was much weaker than in the solar wind, the ions originating from the Moon surface / exosphere were possibly accelerated by the potential difference between the lunar surface and Kaguya. These ions often showed characteristic variation of the flux and energy that presumably correlated with the lunar surface structure or composition. If these ions were accelerated by the potential difference between the lunar surface and Kaguya, the energy variation reflected the surface potential distribution on the lunar surface.

In the Earth's magnetotail, Kaguya encountered the plasmoid / plasma sheet many times. The encounter was characterized by the lobe cold ions, cold ion acceleration in the plasma sheet / lobe boundaries, and hot plasma sheet ions or fast flowing ions associated with plasmoids. Different from the previous measurements made in the magnetotail, the ions were affected by the existence of the Moon. On the dayside of the Moon, tailward flowing cold ions and their acceleration were observed (as usual in the magnetotail). However, on the night side, tailward flowing cold ions could not be observed since the Moon blocked them. In stead, ion acceleration by the spacecraft potential and the electron beam accelerated by the potential difference between lunar surface and spacecraft were simultaneously observed. These data enabled us to determine the night side lunar surface potential and spacecraft potential from the observed data for the first time.

The plasmas around the Moon observed in the Earth's magnetosphere are gradually unveiling their characteristics. The newly obtained knowledge about the lunar plasma environment by Kaguya must contribute to the understanding of the plasma environment around non-magnetized solar system objects.

地球磁気圏内において月周辺プラズマを観測したところ、2つの新しい結果が得られたので報告する。一つ目は、月表面 / 月表面近傍月大気起源のイオンについてであり、もう一つは、月昼間側と夜側で異なるプラズマシートローブ遷移領域の観測結果についてである。月は1ヶ月に3-4日の間地球磁気圏内に滞在する。月にはグローバルな固有磁場も濃い大気もないことから、プラズマシートの暖かいプラズマは月表面に直接衝突することができ、一方で月面付近で生成されたプラズマが月周回軌道を飛行する衛星まで到達することができる。かぐや衛星搭載 MAP-PACE は、月周辺プラズマの観測を 100 km 高度、50 km 高度の極軌道、近月点高度 10 km 程度の楕円軌道で行った。月の存在する約 60Re の地球磁気圏尾部領域のプラズマは非常に希薄であるが、MAP-PACE は、ローブのコールドイオン、プラズモイドに伴うイオンの高速流、プラズマシートローブ境界におけるコールドイオンの加速など、地球磁気圏尾部における電子 / イオンの特徴的な分布を観測することができた。

月表面あるいは月面近傍の月大気起源のイオンについては、月が太陽風中にある場合と地球磁気圏内にある場合の両方で観測される。これらのイオンの質量分析結果を見ると、C+, O+, Na+, K+, や Ar+ などの重いイオンのピークが観測されるため、イオンが月起源であることがわかる。地球磁気圏内では特に月がローブ領域にあって、太陽角が 40 度以下の月昼間側で観測される。ローブ領域で観測されるこれらのイオンは衛星直下の月面位置に依存すると思われる特徴的なエネルギーおよびフラックスの時間変化を示すことがわかった。地球磁気圏内では太陽風中と違ってコンベクションによる電場は弱いはずであり、これらのイオンは衛星と月表面との電位差である程度加速されるものと考えられる。もしこれらのイオンが衛星と月面の電位差で加速されているとすると、このエネルギー / 時間変化は月面の電位分布を反映しているのかもしれない。

地球磁気圏中でかぐやはプラズマシートやプラズモイドに何度も遭遇した。これらに伴うプラズマシート、ローブの遷移領域では、ローブのコールドイオンや、プラズマシートローブ境界におけるコールドイオンの加速、プラズマシートの暖かいイオン、プラズモイドに伴うプラズマ流などが観測された。しかしこれらの月周辺プラズマの観測デー

夕は過去に地球磁気圏尾部で得られた観測データと異なり、月の存在によって影響を受けることが明らかとなった。月の昼間側では、磁気圏尾部方向に流れるコールドイオンやそれらの加速が観測されるが、夜側では、これらのコールドイオンは月に遮蔽されて観測されない。そのかわり、衛星ポテンシャルによって加速されたイオンと、衛星と月面の間のポテンシャル差によって加速された電子が同時に観測される。これらのデータを用いれば、観測データのみで衛星ポテンシャルと、月面ポテンシャルの両方を初めて決定する事ができるものと考えられる。