

月起源イオンと月表面環境の相関

加藤 大羽 [1]; 斎藤 義文 [2]; 横田 勝一郎 [2]; 西野 真木 [3]
[1] 東大・理・地惑; [2] 宇宙研; [3] 名大 ISEE

Relation between the Moon originating ions and the lunar surface structure

Daiba Kato[1]; Yoshifumi Saito[2]; Shoichiro Yokota[2]; Masaki N Nishino[3]
[1] EPS, Univ. of Tokyo; [2] ISAS; [3] ISEE, Nagoya University

The solar wind impacts the lunar surface except when the Moon stays in the Earth's magnetosphere. Since the Moon has neither global magnetic field nor thick atmosphere, the solar wind ion bombardment causes the secondary ion emission from the lunar surface. Although the initial energies of such secondary ions are several electron volts, they are accelerated up to several hundred electron volts by the solar wind convection electric field and are detected by ion detectors on the spacecraft. Since the ion composition depends on the lunar surface structure, they are expected to be used for remote sensing of the lunar surface composition. The lunar alkali ions (Na^+ and K^+) are the major Moon originating ion species when the Moon stays in the solar wind, the major generation mechanism of these ions are photon-stimulated desorption. However, the quantitative observation of the non-alkali heavy ions generated by the solar wind sputtering is necessary to understand the relation between the generated secondary ions and the lunar surface composition.

MAP-PACE-IMA on Kaguya performed energy and mass observation of the Moon origin ions. Since Kaguya is a three-axis stabilized spacecraft, IMA is always faces the lunar surface. Therefore, IMA measures ions coming from the Moon. We have compared the secondary ion flux generated by the solar wind ion impact on the lunar surface obtained by IMA and the solar wind ion flux (H^+ and He^{++}).

In order to understand the relation between the secondary ions and the lunar surface composition, we have made secondary ion flux maps for each ion species. H^+ and He^{++} are clearly observed over the lunar magnetic anomalies because the solar wind H^+ and He^{++} are reflected by the strong crustal magnetic field. In contrast, the observed amounts of the secondary ions are decreased over the lunar magnetic anomalies since the strong magnetic field can prevent the solar wind from impacting the lunar surface. We have investigated the ratio of the secondary ions such as Si^+/O^+ and Ar^+/O^+ in order to understand the correspondence between the generated amount of each ion species and the location of the moon surface. We will report the features of the lunar secondary ion distribution for different species. This study can contribute not only to understand the plasma environment around non-magnetized solar system objects, but also to remotely observe the surface materials.

月は地球磁気圏内に存在する時期以外は、太陽風に常時曝されている。このとき月には固有磁場も十分な大気も存在しないため、太陽風イオンが月表面に衝突し二次イオンが放出される。このとき生成された二次イオンは数 eV 程度のエネルギーしか持たないが、太陽風中の電場によって数 100eV 程度まで加速されて衛星高度まで到達し観測することができる。この二次イオンの組成は月表面組成に対応していることから、二次イオン観測は月表面の遠隔探査への応用が期待されている。太陽風中において最も顕著に生成される月起源イオンはアルカリイオン (Na^+ や K^+) であり、これらは主な生成メカニズムは太陽光による脱離である。しかし、二次イオンと月面構造との対応を具体的に理解するためには、太陽風スパッタリングによって生成される非アルカリ重イオンの定量的な観測が必要不可欠である。

月探査衛星「かぐや」に搭載されたイオン観測装置 MAP-PACE-IMA は月起源イオンのエネルギー観測や質量分析を行った。「かぐや」衛星は 3 軸姿勢制御衛星であり、衛星本体のある一面が常に月面を向くようになっている。そのため IMA は常に月面を向いており月方向から飛来するイオンの質量分析を行うことができる。本発表では、IMA の質量分析を用いて太陽風イオンの月面衝突で生成される二次イオンについて解析し、太陽風イオン (H^+ や He^{++}) と二次イオンの比較も行った。

月表面環境と二次イオンの関係を理解するために、IMA の観測データを用いてイオン種毎の分布マップを作成した。 H^+ や He^{++} といった太陽風中に多く存在するイオンは磁気異常上空で強く観測されるのに対し、それ以外の重イオンでは観測フラックスが周囲の非磁気異常領域よりも少なくなる傾向が見つかった。これは、月磁気異常による磁気反射によって月面衝突する太陽風が減少するため、二次イオンの生成量も減少したためと考えられる。また、 Si^+/O^+ 比や Ar^+/O^+ 比のような二次イオン同士の定量比較を行い、各イオン種の生成割合の変化と月表面の位置の対応を調べた。これらにより得られた複数種の二次イオン分布の特徴について報告する。この結果は小型天体の周辺プラズマ環境の理解と同時に、固体表面構造の遠隔探査の可能性について寄与すると言える。