

周回機搭載質量分析器による遠隔での天体表面組成分析手法の開発

横田 勝一郎 [1]; 寺田 健太郎 [2]; 齋藤 義文 [3]; 加藤 大羽 [4]; 西野 真木 [5]; 綱川 秀夫 [6]
[1] 阪大; [2] 広大・理・地惑システム; [3] 宇宙研; [4] 東大・理・地惑; [5] 名大 ISEE; [6] 東工大・理・地惑

Development of a remote analysis of small bodies' surface by a mass spectrometer on orbiters

Shoichiro Yokota[1]; Kentaro Terada[2]; Yoshifumi Saito[3]; Daiba Kato[4]; Masaki N Nishino[5]; Hideo Tsunakawa[6]
[1] Osaka Univ.; [2] Isotope geochemistry, Hiroshima Univ.; [3] ISAS; [4] EPS, Univ. of Tokyo; [5] ISEE, Nagoya University;
[6] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH

Lander and rover explorations which have considerably succeeded in measuring the planetary surface materials need large costs and risks in their developments and operations, compared to orbiter missions. We aim at developing an isotope mass analysis method of small bodies' surface by measuring secondary ions emitted by the solar wind bombardment. The analysis technique can be used for previous observations before landing.

In Japan, a number of spaceborne mass spectrometers and orbiters have been developed and observed planetary particles while lander and rover explorations have just started. For example, Kaguya, a lunar orbiter, succeeded in measuring secondary ions emitted from the lunar surface. This means that the remote analysis of small bodies' surface by orbiters might be possible. We estimated secondary ion fluxes by using the Kaguya observation data of 1.5 years to develop the analysis technique. Comparing the laboratory experiment data using ion beam and a numerical model of SDTrimSP, we have investigated the mechanism of the secondary ion emission by the solar wind. The results of this study will be utilized for future planetary exploration missions such as MMX(Martian Moons eXploration).

着陸機探査によって天体表面組成分析において著しい成果が出されているが、着陸機探査は周回機探査に比べると開発や観測運用においてコストとリスクが大きくなる。我々は、太陽風照射によって発生する天体起源二次イオンの計測により周回軌道上から遠隔で天体表面の質量同位体分析を行う手法の確立を目指している。これは着陸探査に対して事前の補完的な観測手法にも成りうる。

日本の着陸機探査は始まったばかりであるが、周回探査機による科学観測では日本でも多くの実績があり、その中で宇宙(惑星磁気圏)プラズマ物理研究を目指した宇宙機用プラズマ観測器はいくつも開発されている。例えば、月周回探査「かぐや」搭載の質量分析器では月の表面から発生したイオンが観測された。月のように大規模な大気・固有磁場を持たない小型天体では、太陽風の直接照射によって表面から二次イオンが発生すること(スパッタリング)が室内実験等で知られている。「かぐや」による月起源イオン観測は、実績有る技術だけで小型天体表面物質の遠隔同位体質量分析が可能であることを示している。

太陽風による二次イオン放出の特性を検証して汎用的な表面物質情報を得る解析手法を確立することを目指し、「かぐや」のプラズマ観測データを利用して太陽風によって発生する天体表面起源二次イオンフラックスの評価を行った。「かぐや」では太陽風やUVの直接照射を受ける月周辺のプラズマ環境が1.5年観測されている。質量分解能 $M/\Delta m \approx 61508$; $M \sim 20$ は重イオンの分別に十分ではないが、月面物質を構成する金属イオン相当のカウントは得られている。観測データから太陽風パラメータに対応した二次イオン放出率を求めて、周回軌道上でのイオン観測から月面組成比を導出する手法について考察する。スパッタリング現象として見る場合、太陽風のエネルギー帯(~ 1 keV)では実験室プラズマで典型的な高エネルギー領域(> 10 keV)と比較してモデル化が遅れている。追加のスパッタリング実験や、最近のスパッタリングモデル(SDTrimSP)を利用して、太陽風による天体表面での二次イオン放出のモデル化に迫る。本発表では、「かぐや」観測データから得られた月面組成を紹介し、二次イオンを用いた月表面の「天然」SIMS分析について評価する。本研究成果は火星衛星探査計画MMX等の将来月惑星探査への展開を考えている。