

SELENE 搭載用プラズマ観測器を用いた室内実験による月面からのスパッタリングイオンの生成に関する研究

Experimental study of the sputtered secondary ion yields from the lunar surface

田中 孝明 [1]; 斎藤 義文 [2]; 横田 勝一郎 [3]

Takaaki Tanaka[1]; Yoshifumi Saito[2]; Shoichiro Yokota[3]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] 宇宙研; [3] なし

[1] Dept. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ.; [2] ISAS; [3] JAXA

地上観測から明らかになっているように月では希薄な Na、K の中性大気が存在している。これらのアルカリ大気の生成過程としては、(1) 太陽風中のイオンによるスパッタリング、(2) 太陽光(紫外線)による光脱離、(3) 微小隕石の衝突による気化、といった過程が主要な生成プロセスとして考えられてきている。以上の物理過程によって、中性大気と同様に生成されると考えられている Na^+ や K^+ などの月面由来の重イオンはその存在を強く示唆されながらも、in-situ 観測によって継続的に測定された例は無い。月面で生成されたイオンは惑星間空間磁場 (IMF: Interplanetary Magnetic Field) と太陽風との相対速度によって作られる電場 ($E_{sw} = v \times B_{sw}$) によって輸送される、こうして輸送された重イオンは月半径に比べて十分大きなラーマー半径を持つので、その殆どが月軌道から離脱していく。

こうした重イオンを測定するためには、これまで地球磁気圏観測に用いられてきたスペースプラズマの観測器にはない高い質量分解能が必要となってくる。2007年打ち上げ予定である月周回衛星 SELENE 搭載用のイオンエネルギー質量分析器 (IMA: Ion Mass Analyzer) ではこうした太陽風によって輸送される固体表面由来の重イオンを月軌道上で継続的に観測を行う。

太陽風と月面との相互作用によって、月レゴリスから直接粒子が放出される上述の(2)の過程、太陽風によるスパッタリングにおいて、放出されるスパッタリング粒子はその大部分が中性粒子であるが、その中にわずかに正イオン及び負イオンが混在している。月レゴリスからスパッタリングによって放出される正イオンの生成率は、IMAによって月軌道上で実際に観測されるイオンのフラックスを規定することになるため、非常に重要なパラメータの一つである。

しかしこれらイオンの生成率の実験的な見積りは、Elphic et al.[1991]における二次イオン質量分析計 (SIMS) による結果が唯一のものであり、その後実験的な見積もりはなされていない。

本研究の目的は、太陽風を模擬した H^+ イオンや He^+ イオンのイオンビームを月レゴリスを模擬したサンプルに照射し、スパッタリングによって放出される二次イオンを、IMAのプロトモデル (PM-IMA) と SIMS によってそれぞれ測定し、比較する事で、二次イオンの生成率を見積もることである。イオンビームのエネルギーなどを変化させながら、二次イオンの生成率とターゲット元素の組成比の比較を行えるデータを取得する。

今回、スパッタリングイオンを PM-IMA、SIMS それぞれによって測定した実験結果を用いて、太陽風による月スパッタリングイオンの生成率および、月軌道での IMA による質量分析について議論を行う。