

太陽風プロトン月面散乱における散乱角依存性の研究 Angular dependence of the solar wind protons scattered at the lunar surface

上村 洸太^{1*}, 斎藤 義文², 西野 真木², 横田 勝一郎², 浅村 和史², 綱川 秀夫³

UEMURA, Kota^{1*}, SAITO, Yoshifumi², NISHINO, Masaki N.², YOKOTA, Shoichiro², ASAMURA, Kazushi², TSUNAKAWA, Hideo³

¹ 東大・理・地球惑星, ² 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, ³ 東工大・理・地惑

¹Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ., ²ISAS/JAXA, ³Earth Planet. Sci., Tokyo TECH

月は地球のようなグローバルな磁場や濃密な大気を持たない為、太陽風は月面に直接入射する。月周辺の低エネルギー電子分布に関しては過去にアポロ計画、ルナブロスペクターに代表される衛星による観測が行われており比較的よく理解されている。しかし月周辺の低エネルギーイオンに関する観測は過去殆ど行われていない。その為、月面衝突後の太陽風イオンの振る舞いは観測に基づいた理解はされていない。月面と太陽風イオンとの相互作用を議論するときは、室内実験等の知見から太陽風イオンは月面に殆ど吸収されるとして月面衝突後の振る舞いは十分議論されてこなかった。

これまでの「かぐや」衛星搭載 MAP-PACE-IMA の観測により、新たに月面で散乱された太陽風イオンが観測された。観測された散乱イオンは質量分析の結果殆どがプロトンであり、太陽風フラックスの 0.1% ~ 1% が衛星高度まで到達する。また散乱プロトンは、月面での相互作用を介して太陽風プロトンの 50% 程度のエネルギーを持つことが明かとなった。先行研究によって衛星高度での月面散乱イオンの特徴は判明したものの、月面における散乱角などの散乱特性に関する理解はされていない。

本研究では、月面における太陽風の散乱特性を理解するため、MAP-PACE-IMA が高角度分解能モードで運用されていたときの観測データを利用し、太陽風の月面への入射角と散乱プロトンの月面からの出射角との関係、及び入射角ごとの出射角とエネルギーとの関係を調べた。その結果、散乱プロトンは全入射角において月面への太陽風の入射ベクトルに対して 180 度反対方向に出射し、その方向を中心軸としてコーン状に散乱していることが分かった。散乱プロトンの持つエネルギーは、中心軸にエネルギーの下限値の最小があり、コーンの縁に近づくほど下限値が大きくなっていることが分かった。この散乱特性は過去の室内実験等から予想されるものとは全く異なるものである。そこで散乱特性解明のためモデル数値計算を行った。モデル数値計算の結果から月面の微視的なレゴリス面を考慮すれば太陽風プロトンの月面散乱現象は理解可能であることを示した。

キーワード: 太陽風, 月面, 散乱

Keywords: solar wind, lunar surface, scattering