

太陽風プロトンの月面散乱における方向依存性の研究

上村 洸太 [1]; 齋藤 義文 [2]; 西野 真木 [3]; 横田 勝一郎 [4]; 浅村 和史 [5]; 田中 孝明 [6]; 綱川 秀夫 [7]; 「かぐや」MAP-PACE 班 齋藤 義文 [8]; 「かぐや」MAP-LMAG 班 綱川 秀夫 [8]

[1] 東大・理・地球惑星; [2] 宇宙研; [3] 宇宙機構・科学本部; [4] 宇宙機構; [5] 宇宙研; [6] 東大・理・地球惑星; [7] 東工大・理・地惑; [8] -

The directional characteristics of the solar wind protons backscattered at the lunar surface

Kota Uemura[1]; Yoshifumi Saito[2]; Masaki N Nishino[3]; Shoichiro Yokota[4]; Kazushi Asamura[5]; Takaaki Tanaka[6]; Hideo Tsunakawa[7]; Yoshifumi Saito KAGUYA MAP-PACE Team[8]; TSUNAKAWA, Hideo KAGUYA MAP-LMAG Team[8]

[1] Earth and Planetary Sci., The Univ. of Tokyo; [2] ISAS; [3] ISAS/JAXA; [4] ISAS/JAXA; [5] ISAS/JAXA; [6] Dept. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ.; [7] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH; [8] -

MAP-PACE on KAGUYA (SELENE) completed its ~1.5-year observation of the low energy charged particles around the Moon from 100km-altitude polar orbit. MAP-PACE (MAGnetic field and Plasma experiment - Plasma energy Angle and Composition Experiment) was developed for the comprehensive measurement of the three-dimensional plasma around the Moon. MAP-PACE consists of 4 sensors: ESA (Electron Spectrum Analyzer)-S1, ESA-S2, IMA (Ion Mass Analyzer), and IEA (Ion Energy Analyzer). Since each sensor has hemispherical field of view, two electron sensors and two ion sensors that are installed on the spacecraft panels opposite to each other can make full 3-dimensional measurements of low energy electrons and ions.

One of the MAP-PACE sensors, IMA, that measures the ions from the Moon, observed solar wind protons backscattered at the lunar surface. We have selected events that the solar wind convection electric field was negligible where solar wind magnetic field direction was parallel to the solar wind velocity. The maximum energy of the observed protons was slightly lower than the energy of the solar wind protons and it had no dependence on the spacecraft position. On the other hand, the minimum energy of the backscattered protons has clear dependence on the position (latitude) of the spacecraft. The minimum energy was lowest at latitude 0deg. and it increased when the spacecraft was in the polar region. The minimum energy and the direction of scattered protons strongly reflect the mechanism of the scattering at the Moon surface. Therefore by understanding the scattering mechanism, there is some possibility that the measurement of the backscattered solar wind protons will be a new tool to remotely sense the lunar surface.

We have clarified the directional dependence of the scattered protons by using the IMA data obtained dividing the hemispherical field of view into 16*64 sectors. We have found that protons are scattered to various directions, especially to between 20deg. and 90deg. from the incident solar wind direction.

「かぐや」衛星搭載 MAP-PACE (MAGnetic field and Plasma experiment - Plasma energy Angle and Composition Experiment) は、高度 100 km の月周回軌道で低エネルギーイオンの連続観測をおよそ 1 年半行った。MAP-PACE は、電子観測器 ESA (Electron Spectrum Analyzer)-S1, S2、イオン観測器 IMA (Ion Mass Analyzer) と IEA (Ion Energy Analyzer) の 4 種類のセンサーで構成されている。各センサーは半球面の視野を持っており、2 台の電子観測器と 2 台のイオン観測器で低エネルギー電子とイオンの 3 次元分布関数を計測することができる。イオン観測器のうち、月面方向に視野を持つ IMA によって、太陽風中のプロトンが月面で散乱されていると考えられる観測結果が得られた。月面散乱後のプロトンは電場の影響を受けなければ、ジャイロ半径が月面からの高度 100 km に比べて大きい事からほぼ直線的に IMA に入射すると考えられる。そこで、太陽風中の磁場と、太陽風速度ベクトルがほぼ並行で太陽風中のコンベクション電場が無視できるイベントに着目した。観測された散乱プロトンの最大エネルギーは緯度によらず太陽風中のプロトンよりわずかに低い値であり、最小エネルギーの値は太陽天頂角が 90 度から 0 度につれて減少し、0 度付近で最も低い値を示すという特徴を持つことがわかった。この散乱プロトンの方向依存性およびエネルギーの減少は月面散乱のメカニズムを強く反映していると考えられる。したがってこの 2 つを詳しく解析することによって月面散乱のメカニズムを明らかにすることができれば、散乱プロトンを用いた月面状態の遠隔測定につながる可能性がある。今回は、IMA の半球面の視野を 16*64 に分解して計測したデータを利用して散乱プロトンの方向依存性を調べた。その結果、太陽風が月面に対して垂直に入射する月赤道付近でも、散乱されたプロトンは様々な方向に散乱し、特に月面に対して 20 度から 90 度で散乱されているプロトンが多いことが明らかになった。