

## Solar wind ion reflection by lunar magnetic anomalies

# Yuu Tominaga[1]; Yoshifumi Saito[2]; Masaki N Nishino[3]; Shoichiro Yokota[4]; Takaaki Tanaka[5]

[1] Dept. of Earth and Planetary Science, Tokyo Univ.; [2] ISAS; [3] ISAS/JAXA; [4] ISAS/JAXA; [5] Dept. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ.

PACE (Plasma energy Angle and Composition Experiment) is one of the scientific instruments on KAGUYA spacecraft. The purpose of this experiment is to observe low energy charged particles around the moon. PACE consists of four sensors : ESA(Electron Spectrum Analyzer)-S1 and ESA-S2, IEA(Ion Energy Analyzer) and IMA(Ion Mass Analyzer). ESA-S1 and ESA-S2 measure the distribution function of low energy electrons below 15 keV. IMA and IEA measure the distribution function of low energy ions below 28 keV/q. IMA observed ions that seemed to be reflected at the lunar surface. The reflection indicates the existence of some interactions between solar wind ions and the moon surface. Though the dynamics of these interactions are still unknown, we assumed that solar wind ions were reflected due to the back scattering at the lunar surface, or magnetic mirror reflection by lunar magnetic anomalies.

With a preliminary analysis, we found some ions that seemed to be magnetically reflected near the lunar surface. In order to clarify the reflection process, we performed a trajectory calculation of ions. We assumed that a magnetic dipole is at 10 km depth under the lunar surface so that the field strength of this magnetic dipole should be 250 nT at the lunar surface. Then we calculated the trajectories of 1 keV protons (the typical energy of the solar wind) and investigated whether ions were reflected over the surface or absorbed by the surface. We found that some protons were not absorbed but reflected. However, such ions had almost all the same injection angles, 75-85 degrees to the lunar surface, which did not correspond with the real solar wind injection where the injection angle was smaller. In order to simulate the interaction as realistic as possible, we should include the effect of the solar wind magnetic field, and the decelerations of solar wind ions due to the magnetic pressures of the lunar magnetic anomalies.

KAGUYA 衛星には低エネルギー粒子計測器 PACE(Plasma energy Angle and Composition Experiment) が搭載されており、月周回軌道上のプラズマ環境の測定を行ってきた。PACE は以下の4つのセンサーからなる : ESA(Electron Spectrum Analyzer)-S1、ESA-S2、IEA(Ion Energy Analyzer)、IMA(Ion Mass Analyzer)。ESA は、15keV 以下の電子の速度分布を測定している。IEA・IMA は、28keV/q 以下のイオンの速度分布を測定している。IMA によって、月表面から跳ね返ってきたと見られる太陽風イオンが測定された。これにより、太陽風と月表面は何らかの相互作用を行うことが示唆された。この相互作用の仕組みは未解明ではあるが、太陽風イオンは月面上で散乱されるか、あるいは月面磁気異常の効果による磁気ミラー反射によって跳ね返ってきているものと考えられる。

初期解析の結果、月面磁気異常帯の上空で磁場の作用によって反射していると考えられるイオンを見つけることができた。この反射のメカニズムを明らかにするために、以下に示すようなイオンの軌道計算を行った。まず、ダイポール磁場を月面下 10 km の所に置き、月表面での磁場の大きさが 250 nT となるような磁気モーメントを持たせる。ここに、1 keV のエネルギー (典型的な太陽風のエネルギー) を持つプロトンの軌道を計算して、プロトンが月面に当たって吸収されるか、あるいは月面上空で反射されるかどうかを調べた。その結果、吸収されずに反射されるイオンを見つけることができたが、これらのイオンは月面から高度 100 km において月面に対して 75-85 ° の入射角をもっていることがわかった。実際の太陽風イオンでは、入射角はこの角度よりも小さい場合がほとんどであると考えられるため、この結果は現実に即するものではない。より現実に即する計算を行うためには、太陽風の磁場の効果、及び太陽風が月面磁気異常による磁気圧によって減速される効果を考慮する必要がある、今後の解析で検証していく。