

月超低高度における磁気異常近傍プラズマの観測

齋藤 義文 [1]; 西野 真木 [2]; 横田 勝一郎 [3]; 高橋 太 [4]; 清水 久芳 [5]
[1] 宇宙研; [2] 名大 ISEE; [3] 阪大; [4] 九大・理・地惑; [5] 東大・地震研

Plasma observation at Very Low Altitude around Lunar Magnetic Anomalies

Yoshifumi Saito[1]; Masaki N Nishino[2]; Shoichiro Yokota[3]; Futoshi Takahashi[4]; Hisayoshi Shimizu[5]
[1] ISAS; [2] ISEE, Nagoya University; [3] Osaka Univ.; [4] Kyushu Univ.; [5] ERI, University of Tokyo

The detailed plasma structure around magnetic anomalies on the dayside of the Moon at ~25km altitude was investigated using Kaguya MAP-PACE data. When Kaguya flew over strong magnetic anomalies at ~25km altitude in the solar wind, deceleration of the solar wind ions, acceleration of the solar wind electrons, and heating of the ions reflected by magnetic anomalies were observed. Deceleration of the ions and acceleration of the electrons were explained by the existence of the DC electric field over dayside magnetic anomalies generated by the difference in the motion between incident electrons and ions. Although it was found that the reflected ions had higher temperature and lower energy than the incident solar wind ions and it clearly indicated the existence of a non-adiabatic interaction between solar wind ions and lunar magnetic anomalies, the detailed heating mechanism remains unsolved.

Two days before Kaguya impacted the Moon on 9 and 10 June 2009, the perilune altitude became lower than 10km. During this time period, Kaguya was in the Earth's magnetosheath. Since the observation at the lower altitude than 10km will give us additional information to understand the ion heating mechanism, we have analyzed the data obtained at very low altitude <10km around magnetic anomalies. In addition to the deceleration of the ions and acceleration of the electrons in the regions surrounding magnetic anomalies, trapped electrons were observed at the center of the magnetic anomalies. It has been found that the magnetic field structure and/or plasma structure is highly asymmetric around some of the magnetic anomalies. It has also been found that there exists enhanced ion flux observed only in the center part of the magnetic anomalies in some cases. Ion and electron data at very low altitude show more complicated plasma structure than the structure observed at higher altitude.

月昼間側の磁気異常上空約 25km 高度より高高度におけるプラズマ構造は、かぐや衛星に搭載された MAP-PACE によって明らかになった。それによると、太陽風イオンの減速と太陽風電子の加速が同時に観測され、太陽風中のプロトンとアルファ粒子の両方について、イオンの電荷あたりの減速エネルギーは電子の加速エネルギーとほぼ等しい。このことはかぐや上空に上向の静電場が存在することで説明できる。これに加えて、月面方向から飛来するイオンは、バルク速度が太陽風よりも下がり、同時に温度が高くなっていることが明らかとなったが、これらの月面方向から飛来するイオンについては、どのようにしてバルクエネルギーを失い、温度が高くなるのかについて未だによくわかっていない。

かぐやが月面に衝突する直前、2009年6月9日と10日にはかぐやの高度は最も低いところでは10kmより低い高度になった。この期間、月は地球のマグネトシース領域に位置していたが、10kmより低い高度で磁気異常近傍のプラズマを観測すれば、25km以上の高度の観測ではわからなかった、より低高度におけるイオンの加熱についての情報が得られることを期待して、この超低高度における観測データの解析を試みた。10km以下の高度の観測データの中には、磁気異常の中心部に月面に両側の繋がった磁力線の領域 (trapped electron が観測される) があり、その両側には片側の磁力線のみが月面に繋がった領域 (加速された磁力線に沿った電子が観測される) があると解釈できる例があった。これらのデータは、磁気異常によって太陽風が遮蔽される領域の中をかぐやが通過したことを示しており、そこで観測されたプラズマのデータは 25km 高度のデータと整合する。ただ多くの場合、磁気異常領域に入る側と磁気異常領域から出る側で磁場の形状にも、プラズマの分布にも非対称が存在することも明らかとなった。また、10km以下の高度で観測されたデータの中には、磁場強度の強いところで (主として月面方向から飛来すイオンを計測する質量分析器で) H⁺イオンの観測される量が多いということも明らかとなった。これに加えて、磁気異常の近傍には、磁気異常の磁場強度が強い程、エネルギーの高い側からよりエネルギーの低いところまでの電子が減少する領域があることも明らかとなった。