

かぐやLRS/WFCによる月の磁気異常帯上空の自然波動現象の空間分布解析

北口 直 [1]; 笠原 禎也 [1]; 後藤 由貴 [1]; 橋本 弘藏 [2]; 大村 善治 [3]; 熊本 篤志 [4]; 小野 高幸 [5]; 西野 真木 [6]; 齋藤 義文 [7]; 綱川 秀夫 [8]; かぐや/LRS/WFC チーム WFC チーム [9]; KAGUYA/MAP/LMAG Team 綱川 秀夫 [9]
[1] 金沢大; [2] なし; [3] 京大・生存圏; [4] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [5] 東北大・理・地球物理; [6] 宇宙研; [7] 宇宙研; [8] 東工大・理・地惑; [9] -

Spatial distribution of plasma wave over lunar magnetic anomalies observed by LRS/WFC onboard KAGUYA

Sunao Kitaguchi[1]; Yoshiya Kasahara[1]; Yoshitaka Goto[1]; Kozo Hashimoto[2]; Yoshiharu Omura[3]; Atsushi Kumamoto[4]; Takayuki Ono[5]; Masaki N Nishino[6]; Yoshifumi Saito[7]; Hideo Tsunakawa[8]; WFC Team KAGUYA/LRS/WFC Team[9]; Tsunakawa Hideo KAGUYA/MAP/LMAG Team[9]

[1] Kanazawa Univ.; [2] none; [3] RISH, Kyoto Univ.; [4] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [5] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.; [6] ISAS/JAXA; [7] ISAS; [8] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH; [9] -

The WFC (waveform capture) is one of the subsystems of LRS (Lunar Radar Sounder) onboard KAGUYA. It measures plasma waves around the moon with a fast sweep frequency analyzer covering from 1 kHz to 1MHz and a waveform receiver covering from 10 Hz to 100 kHz.

Although the moon has basically an unmagnetized body, there are number of magnetic anomalies and presence of mini-magnetosphere is suggested over the anomalies. According to the observation by WFC, intense wave activities below several kHz were frequently observed over these magnetic anomalies. In the present study, we report spatial distribution of the plasma waves over the magnetic anomalies.

We first examined the relationship between wave intensity below several kHz and the solar wind velocity. It was found that intense wave was observed over magnetic anomalies when the solar wind velocity was slow while wave originated from magnetic anomalies was not clearly recognized when the solar wind velocity was high. This fact suggests that altitude of mini-magnetosphere depends on the solar wind pressure. Second, we analyzed the relationship between spatial distribution of the wave and the location of magnetic anomaly against the sun. It was found that the wave intensity was larger when the magnetic anomaly was located around the terminator of the moon. It was also noted that the spatial distribution of the wave was slightly shifted in the downstream region of the solar wind. It is because mini-magnetosphere is compressed when solar zenith angle is almost zero, while mini-magnetosphere is formed up-to higher altitude with a tail structure in the solar wind downstream region.

We also tried to estimate the plausible altitude of the wave source. As a result, it was suggested that wave source was located at an altitude region around 70km-90km.

In the presentation, we show the statistical results on spatial distribution of the intense wave originated from lunar magnetic anomalies and discuss the spatial structure of mini-magnetosphere which closely depends on the solar zenith angle as well as solar wind velocity.

かぐや衛星に搭載されたLRS(月レーダサウンダー)のサブシステムである月周辺の自然波動観測装置WFCは2対の直交アンテナにより、100Hzから100kHzの電界波形と、1kHzから1MHzまでのスペクトルを観測する。

月には地球のような大域的な磁場は存在しないが、南極イートケン盆地やライナーガンマなど、局所的に磁場を持つ磁気異常帯が存在する。これらの磁気異常帯では月表面近傍のミニ磁気圏と呼ばれる領域が形成されていると考えられ、プラズマ物理の観点からも大変興味深い地域といえる。本研究では、月の磁気異常帯近傍に着目し、WFCで観測された自然波動現象の特性を解析する。

WFCによるスペクトル観測結果から、磁気異常帯上空で、特に1kHzから数kHzにかけて強い広帯域波動が頻繁に観測されることが判明した。この広帯域波動はミニ磁気圏に由来するものと考えられるため、波動の観測領域を統計的に解析することで、波源の空間分布やミニ磁気圏の空間構造の推定を試みた。

まずミニ磁気圏の空間スケールは太陽風の動圧と密接な関係があると推測されることから、波動のスペクトル強度と太陽風速度の関係について調べた。その結果、かぐやのノミナル軌道である高度100km付近においては、太陽風速度が遅い場合に強い広帯域波動が観測されることが明らかになった。この事実は、太陽風の動圧により、ミニ磁気圏の高度が変化していることを示唆し、太陽風速度が遅い条件下では、ミニ磁気圏の影響が高度100km近くまで及んでいると言える。

次に、太陽に対する磁気異常帯の位置と波動の強度分布について関係を調べた。その結果、磁気異常帯が昼夜境界に位置する条件下で活発な波動現象が見られ、また強い波動が見られる領域が磁気異常帯より太陽風の下流側にずれることが明らかになった。このことから、太陽に対して真正面に磁気異常帯が位置するときは太陽風の動圧でミニ磁気圏が低高度にしか形成されないのに対し、磁気異常帯が昼夜境界に位置するときはミニ磁気圏が高高度まで広がり、かつ下流側に吹き流された形を取ることが観測的に示されたと言える。

最後に、磁気異常帯上空の波源の高度情報を得るため、観測点から背景磁場ベクトルを月面方向に延長してマッピングした波動強度空間分布が、どの高度において焦点を結ぶかを考察した。その結果、月面からの高度が70km~90km付近に波源が存在すると仮定したときに最も波動の空間分布密度が高くなり、高度100km付近で観測される広帯域波動は、この高度領域に起因するものと考えられる。

本報告では、これらの磁気異常に起因する波動の空間分布について報告し、波動現象から推定されるミニ磁気圏の空間構造について議論する。