

かぐや LRS/WFC で観測された月ウェイク境界領域の電子密度分布の非対称性

笠原 禎也 [1]; 室 晶彦 [1]; 後藤 由貴 [1]; 西野 真木 [2]; 橋本 弘藏 [3]; 大村 善治 [4]; 熊本 篤志 [5]; 小野 高幸 [6]; 綱川 秀夫 [7]; LRS 開発チーム LRS 開発チーム [8]; 「かぐや」MAP-LMAG 班 綱川 秀夫 [8]
[1] 金沢大; [2] 宇宙機構・科学本部; [3] 京大・生存研; [4] 京大・生存圏; [5] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [6] 東北大・理; [7] 東工大・理・地惑; [8] -

Asymmetric distribution of electron density around the lunar wake derived from KAGUYA LRS/WFC observation

Yoshiya Kasahara[1]; Akihiko Muro[1]; Yoshitaka Goto[1]; Masaki N Nishino[2]; Kozo Hashimoto[3]; Yoshiharu Omura[4]; Atsushi Kumamoto[5]; Takayuki Ono[6]; Hideo Tsunakawa[7]; LRS Development Team LRS Development Team[8]; TSUNAKAWA, Hideo KAGUYA MAP-LMAG Team[8]
[1] Kanazawa Univ.; [2] ISAS/JAXA; [3] RISH, Kyoto Univ.; [4] RISH, Kyoto Univ; [5] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [6] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [7] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH; [8] -

KAGUYA is a Japanese moon orbiter launched in September, 2007. The waveform capture (WFC) is one of the subsystems of the Lunar Radar Sounder (LRS) onboard KAGUYA to measure plasma waves and radio emissions around the moon. It measures two components of electric wave signals detected by the two orthogonal 30 m tip-to-tip antennas. The WFC consists of a fast sweep frequency analyzer(WFC-H) covering the frequency range from 1kHz to 1MHz and a waveform receiver(WFC-L) in the frequency range below 100kHz. We found several kinds of wave phenomena originated from plasma environment around the moon. Electrostatic solitary wave (ESW), and asymmetric bi-polar pulse are frequently observed especially around the lunar wake boundary region by the WFC-L. Narrowband wave around a few tens Hz was also observed in the lunar wake. On the other hand, intense broadband noise below 10 kHz was observed over magnetic anomaly regions such as South Pole-Aitken basin.

Electron density profile around the moon is also an interesting issue. The WFC-H was operated almost 24 hours a day at an altitude of 100 km around the moon during the nominal operation period of KAGUYA. We found that electron plasma wave is almost constantly observed in the frequency range of 10-30 kHz in the sun-lit region while the frequency suddenly decreases in the shade (lunar wake) region when KAGUYA is located in the solar wind. As the frequency of electron plasma wave corresponds to the local plasma frequency (fp), we derived electron density along the trajectory of KAGUYA using spectrum data from WFC-H. The electron plasma frequency has varieties of frequency fluctuation at the boundary between sun-lit and shade region and we statistically clarified electron density profile of the lunar wake boundary in the solar wind.

It is also found that there exists an asymmetric structure of electron density profile at the lunar wake boundary depending on the direction of interplanetary magnetic field (IMF) which was derived from the MAP/LMAG observation. In order to clarify the physical mechanism of asymmetric density structure, we made a computer simulation. In the presentation, we introduce the results of computer simulation and discuss the interaction between solar wind and lunar body.

かぐや搭載月レーダサウンダー装置 (LRS) のサブシステムである低周波自然波動観測器 WFC(Wave Form Capture) は、1MHz 以下の月周辺自然波動を観測している。100Hz から 100kHz をカバーする波形観測器 WFC-L では、静電孤立波 (ESW)[1]、非対称バイポーラパルス波形 [2]、日陰領域における fce 周波数以下の狭帯域波動 [3] などが観測されている。また月の磁気異常域上空では、数 kHz 以下に月表面のミニ磁気圏に由来すると考えられる強い広帯域波動が見られる [4] など、月周辺プラズマ環境は自然波動の観点からも大変興味深い。さらに、1kHz から 1MHz をカバーする高速周波数掃引スペクトル受信器 (WFC-H) では、月が太陽風中に位置するとき電子プラズマ波がほぼ定常的に観測される。その周波数が日照域では 10-20kHz 前後であるのに対し、太陽風が月に遮られる月ウェイク領域境界で急激に下がることから、太陽風との相互作用で生成される月ウェイクの空間構造が明らかにされつつある [5]。これら各種自然波動現象のうち、本稿では特に月ウェイクの空間構造に関する検討結果を報告する。

これまでに我々は、電子プラズマ波の周波数を読み取ることで、月が太陽風中に位置するときの月の日照面に対する月ウェイク領域の電子密度分布の平均的な描像を明らかにした。かぐやの定常運用期間中のデータから作成した平均電子密度モデルによると、太陽風によって生成される月ウェイク領域の電子密度は、太陽風中の電子密度に対し 1% 以下まで急減することが統計的に示された。さらにウェイク境界領域の電子密度分布が、しばしば両極において、南北非対称構造を持つことも明らかになった。この非対称構造は、かぐや衛星が数周回する間、継続的に観測されることから、時間的な変動ではなく、空間的な非対称性によるものと考えられる。この非対称性が起こる原因を究明するため、かぐや搭載 LMAG で観測される IMF の方向と電子密度非対称性の極性を比較した結果、電子密度分布の南北非対称は IMF の Bz 成分の方向に依存することが明らかになった。すなわち Bz 成分が正の場合は、北半球側のウェイク境界領域で電子密度がエンハンスされ、反対半球側のウェイク境界は相対的に低くなる傾向がある。IMF Bz 成分が負方向に向く場合は逆センスの非対称性が見られる。同様に統計的な解析から、月赤道上においては、IMF の By 成分が東西方向の非対称性に寄与することも明らかになった。講演では、月ウェイク構造の非対称性について統計的な有意性を示すとともに、月と太陽風の相互作用について、計算機シミュレーション・理論的考察の両面から議論する。

[1] 橋谷ほか, 第 126 回地球電磁気・地球惑星圏学会予稿集, 2009.

[2] 堀江ほか, 第 126 回地球電磁気・地球惑星圏学会予稿集, 2009.

- [3] 白石ほか, 第 126 回地球電磁気・地球惑星圏学会予稿集, 2009.
- [4] 北口ほか, 第 126 回地球電磁気・地球惑星圏学会予稿集, 2009.
- [5] 室ほか, 日本地球惑星科学連合 20089 年大会予稿集, 2009.