

月磁気異常帯上空での太陽風プラズマの加速・減速と広帯域波動同時観測イベントの解析

高橋 雄大 [1]; 笠原 禎也 [1]; 後藤 由貴 [1]; 橋本 弘藏 [2]; 小嶋 浩嗣 [2]; 大村 善治 [2]; 小野 高幸 [3]; 西野 真木 [4]; 斎藤 義文 [5]; 綱川 秀夫 [6]; かぐや/LRS/WFC チーム WFC チーム [7]; KAGUYA/MAP/LMAG Team 綱川 秀夫 [7]
[1] 金沢大; [2] 京大・生存圏; [3] 東北大・理・地球物理; [4] 東工大; [5] 宇宙研; [6] 東工大・理・地惑; [7] -

Broadband waves correlated with acceleration and deceleration of plasma over lunar magnetic anomaly

Yuta Takahashi[1]; Yoshiya Kasahara[1]; Yoshitaka Goto[1]; Kozo Hashimoto[2]; Hirotsugu Kojima[2]; Yoshiharu Omura[2]; Takayuki Ono[3]; Masaki N Nishino[4]; Yoshifumi Saito[5]; Hideo Tsunakawa[6]; WFC Team KAGUYA/LRS/WFC Team[7]; Tsunakawa Hideo KAGUYA/MAP/LMAG Team[7]
[1] Kanazawa Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.; [4] Tokyo Tech; [5] ISAS; [6] Dept. Earth Planet. Sci., Tokyo TECH; [7] -

Although the moon basically has a non-magnetized body, it is well known that there are plural magnetic anomalies on the lunar surface, such as Imbrium Antipode in the South Pole Aitken basin and Reiner Gamma in Oceanus Procellarum. It is suggested that the mini-magnetospheres are formed over these magnetic anomalies when the moon is located in the solar wind.

Kaguya is equipped with the WFC (waveform capture), which is one of the subsystems of LRS, to measure natural plasma waves. The WFC measures waveform from 100 Hz to 100 kHz, and spectrum from 1 kHz to 1 MHz using the two pairs of electric field antennas.

We have revealed that broadband waves from 1 kHz to a few kHz were frequently observed by the WFC at an altitude of 100 km over the magnetic anomalies in the South Pole Aitken (SPA) basin. It was also found that the intensity and spatial distribution of the wave changes depending on the relative location of the magnetic anomalies against the solar wind (local time of the magnetic anomalies) [1]. On the other hand, electron acceleration and ion deceleration over the magnetic anomalies was reported by Saito et al. [2]. In the present paper, we studied the relationship between the intensity and frequency response of the broadband waves and the velocity distribution function of electrons and ions in order to clarify wave-particle interaction over the magnetic anomalies.

According to Saito et al. [2], conspicuous electron acceleration and ion deceleration were observed over the SPA around 07:50UT on 23 April 2009. Correlated with this phenomenon, we found broadband wave from 1kHz to 2kHz was relatively enhanced compared with the other wave events over magnetic anomalies. Next we examined in more detail the relationship between wave spectrum and velocity distribution function of plasma particles in this period. In the presentation, we discuss quantitative correspondence between waves and particles for several events.

月には地球のような大域的な磁場は存在しないが、南極エイトケン盆地やライナーガンマなどの局所的に磁場を持つ磁気異常帯の存在が知られている。月が太陽風中に存在するとき、磁気異常帯では月表面近傍にミニ磁気圏が形成されると考えられており、プラズマ物理の観点からも大変興味深い地域といえる。

かぐや衛星は、LRS (月レーダサウンダー) のサブシステムとして月周辺プラズマ波動の観測を目的とした WFC (波形捕捉受信機) を搭載している。WFC は 2 対の直交アンテナを用いて、100Hz から 100kHz の電界波形と、1kHz から 1MHz までの電界スペクトルの観測を行う。

これまでに、かぐや搭載 WFC のデータ解析から、南極エイトケン盆地に存在する磁気異常帯上空に、1kHz から数 kHz にかけて強い広帯域波動が頻りに観測されること、またその波動は、太陽風と磁気異常帯の位置関係 (磁気異常帯のローカルタイム) によって、強度や空間分布が変化することを明らかにしてきた [1]。一方、PACE による磁気異常帯上空において、電子の加速とイオンの減速が同時に起こる現象が報告されており [2]、時々刻々と変化するプラズマ粒子の振る舞いと波動の強度・周波数特性を比較することで、磁気異常帯上空における波動・粒子相互作用のメカニズムの解明が期待されている。本研究では、磁気異常帯上空における広帯域波動の観測条件について KAGUYA 上で同時観測された WFC による波動データ、LMAG の磁場データ、PACE による粒子データを比較し議論を行う。

Saito et al. [2] によると、2009 年 4 月 23 日 07:50UT 頃にかぐやが南極エイトケン盆地上空を通過した際に、磁気異常帯の影響により月に向かって流れる太陽風中の電子が加速され、イオンが減速される現象が観測された。同時刻の WFC-H による波動スペクトルデータでは、磁気異常帯上空で頻りにみられる広帯域波動に比べ、1kHz~2kHz の低周波帯の波動強度が卓越していた。このイベントにおけるプラズマ粒子と波動スペクトルの対応関係をより詳細に調べるために、PACE データから電子およびイオンの速度分布関数を求め、その概形をフィッティングしてプラズマの温度や密度の定量的な時間変化を求め、波動スペクトルの詳細な時刻変化と比較を行った。その結果、電子の加速とイオンの減速に合わせて特に強い強度の波動の周波数が上昇する様子が確認できた。本発表では上述したイベントのほか、類似したいくつかのイベントについて網羅的に対応関係を明らかにし、磁気異常帯上空で観測される波動の種別分類と個々の波動が粒子分布とどのように関係するかを報告する。

参考文献:

- [1] Y. Takahashi et al., 地球電磁気・地球惑星圏学会講演会講演予稿集, 2012
- [2] Y. Saito et al., Earth Planets Space, 64, 83-92, 2012