

かぐや・WFC - L 波形捕捉器で観測されたバイポーラ型パルス波形の解析

堀江 広貴 [1]; 笠原 禎也 [1]; 後藤 由貴 [1]; 井町 智彦 [1]; 小嶋 浩嗣 [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] 京大・RISH; [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] -

Bipolar-pulses observed by the LRS/WFC-L onboard KAGUYA

Hiroki Horie[1]; Yoshiya Kasahara[1]; Yoshitaka Goto[1]; Tomohiko IMACHI[1]; Hirotsugu Kojima[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] RISH, Kyoto Univ.; [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] -

The WFC (waveform capture) is one of the subsystems of LRS (Lunar Radar Sounder) onboard KAGUYA. The WFC consists of the WFC-L which measures electric waveform from 100Hz to 100kHz, and the WFC-H which is a fast sweep frequency analyzer covering from 1kHz up to 1MHz. The WFC-L has two operation modes: DIFF and MONO. In the DIFF mode, differential signals from two pairs of 30m tip-to-tip dipole antennas are obtained. On the other hand, in the MONO mode, two signals from a pair of 15m-length monopole antennas are obtained. It is found that bipolar-pulses were often observed by the WFC-L. In the present study, we studied the characteristics of these pulses, especially using the WFC-L data in MONO mode.

It is well known that electrostatic solitary wave (ESW) is observed in space plasma as waveforms of bipolar-pulses. In general, ESWs are caused by electron-holes in the nonlinear evolution of electron beam instability. Therefore, propagation direction of ESW is parallel to the ambient magnetic field. These pulses are observed by the WFC-L with their pulse width of 2ms and amplitude of $\sim 0.2\text{mVpp}$. In addition, we have found another type of bipolar pulses. Most of these pulses are characterized by pulse width of 10ms and amplitude of $\sim 1\text{mVpp}$. Moreover, these bipolar-pulses have asymmetric waveforms, that is, the latter half of pulse is longer than the first half. Similar type of bipolar-pulses has been observed by the plasma-wave receiver onboard Cassini around Saturn. It is suggested that Cassini has observed impacts of dusts floating around the Saturn. In this study, we introduce the bipolar-pulses observed by the WFC-L and discuss on the similarity with those observed by Cassini.

かぐや衛星に搭載された WFC (波形捕捉器) は LRS (Lunar Radar Sounder) のサブシステムのひとつとして、月周辺の自然電波観測を目的とする。WFC は直交する 2 対のアンテナにより観測を行い、100Hz から 100kHz までの電界波形を観測する WFC-L と、高周波の 1kHz から 1MHz までを高速に周波数掃引してスペクトルデータを得る WFC-H に分けられる。WFC-L には 2 対の 30m tip-to-tip アンテナをそれぞれダイポールアンテナとして使用する DIFF モードと、それぞれの 15m アンテナを個別にモノポールアンテナとして使用する MONO モードがある。WFC-L による波形観測データによって、月周辺では、頻りにバイポーラ型のパルス状波形が観測されることが明らかになった。本稿では、このようなバイポーラ型パルスの特性について、特に WFC-L の MONO モード観測データの解析結果を用いて報告する。

宇宙プラズマ中で観測されるバイポーラ型パルスとしては、静電孤立波 (ESW) がよく知られている。一般に ESW は、電子ビームの不安定性の非線形発展による電子ホールで、単峰性の孤立ポテンシャルに対応して発生すると考えられている。そのため、ESW は MONO モードで観測すると 2 つのモノポールアンテナで観測される波の振動方向の極性が逆方向となり、かつ、両アンテナ間の波形に時間差が生じるのが一般的である。また ESW は背景磁場に対して平行に伝搬する。このような波形はかぐや WFC-L でも観測されており、その大きさはパルス幅 2ms、振幅 0.2mVpp 程度が大であった。しかし、このような ESW の特性と全く異なり、背景磁場との関係がなく 2 つのモノポールアンテナでほぼ同時に同極性で観測されるバイポーラ型のパルスが存在することが明らかになった。これらのパルスの多くはパルス幅 10ms、振幅 1mVpp 以上であった。さらに、この波形はパルスの前半部より後半部の時間幅が大きいという非対称な波形であることが特徴的である。このようなタイプのパルス波形は、土星においてカッシーニ衛星搭載のプラズマ波動受信器で報告されている。カッシーニ衛星においても、かぐや衛星同様モノポールアンテナでの波形観測をしており、土星周りのダストがアンテナに衝突することがこのようなパルス波形の原因であるとされている。一方、月においてもダストの存在が知られており、特に月のウェイク境界付近では境界付近で発生する電界により、帯電したダストが高高度まで舞っているとされている。このことから、かぐや衛星で観測されたパルス波形は衛星にダストが衝突することで発生している可能性が考えられる。一方、MONO モードにおける観測の弱点として、衛星由来の人工ノイズが DIFF モードに比べ多く、SN 比が悪い点が挙げられる。本研究では、観測された波形の特性について、内部起源ノイズ/ダスト起源の両面から考察し、その原因を明らかにする。