

Arase 衛星 S-WPIA 解析におけるプラズマ波動電界校正に関する評価

三木 淳平 [1]; 小嶋 浩嗣 [2]; 加藤 雄人 [3]; 松田 昇也 [4]; 笠原 禎也 [5]; 疋島 充 [6]; 栗田 怜 [7]; 北原 理弘 [3]; 笠原 慧 [8]; 三好 由純 [7]; 熊本 篤志 [9]

[1] 京大・工・電気; [2] 京大・生存圏; [3] 東北大・理・地球物理; [4] ISAS/JAXA; [5] 金沢大; [6] 宇宙研; [7] 名大 ISEE; [8] 東京大学; [9] 東北大・理・地球物理

Calibration of electric fields dedicated to the measurement of the S-WPIA of the Arase Satellite

Jumpei Miki[1]; Hirotugu Kojima[2]; Yuto Katoh[3]; Shoya Matsuda[4]; Yoshiya Kasahara[5]; Mitsuru Hikishima[6]; Satoshi Kurita[7]; Masahiro Kitahara[3]; Satoshi Kasahara[8]; Yoshizumi Miyoshi[7]; Atsushi Kumamoto[9]

[1] Electrical Engineering, Kyoto Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.; [4] ISAS/JAXA; [5] Kanazawa Univ.; [6] ISAS; [7] ISEE, Nagoya Univ.; [8] The University of Tokyo; [9] Dept. Geophys, Tohoku Univ.

The outer radiation belt consists of high-energy electrons. They are strongly affected by geomagnetic activities in the relation to solar wind disturbances. One of the science targets in the ERG mission is to clarify the generation mechanism of relativistic electrons in the outer radiation belt. It is thought that the wave-particle interaction is a plausible mechanism for the generation/extinction processes of relativistic electrons. For the purpose of quantitatively understanding the interaction between plasma waves and electrons, S-WPIA (Software-type Wave-Particle Interaction Analyzer) is installed in the Arase satellite. In the S-WPIA, it is possible to identify a relative phase angle of a plasma wave electric field vector and a velocity vector of each detected particle. The relative phase angle is essential in understanding energy exchange processes between plasma waves and particles; however, it was missing in conventional observations.

In order to accurately capture the relative phase angle between the electric field vector of the plasma wave and the particle velocity vector, it is significant to correctly calibrate the electric field vector of the plasma wave. The amplitude and phase of the electric field data obtained from the plasma wave receiver are influenced by sensors and various filters and amplifiers of the receiver. In particular, since the preamplifier of the electric field sensors has high input impedance, the influence of cable between the preamplifier and the sensor and the input capacitance of the preamplifier are not negligible. In addition, the complex impedance of the electric field sensor strongly depends on parameters of ambient plasmas and dynamically changes along the orbit of the satellite. In the calculation of the S-WPIA, it is necessary to accurately calibrate this electric field observation data considering characteristics of the receiver and the electric field sensor. In the presentation, we will discuss the preamplifier input equivalent circuit and the influence of the antenna impedance on the calibration of this electric field observation data and aim to improve the accuracy of the S-WPIA observation.

地球近傍の内部磁気圏では相対論的エネルギー粒子が大量に蓄積されている放射線帯が存在する。放射線帯外帯は高エネルギー電子から成っており、太陽風の擾乱に起因する宇宙嵐に伴って生成と消滅を繰り返している。放射線帯における相対論的高エネルギー粒子の生成、及び宇宙嵐の発達のメカニズムを明らかにするべく、2016年12月に ERG 衛星が打ち上げられた。相対論的エネルギー電子の生成・消失プロセスには、プラズマ波動との相互作用が重要な役割を果たしていると考えられている。このプラズマ波動と電子の相互作用を定量的に捉えることを目的として、ERG 衛星ではソフトウェア型波動粒子相互作用解析装置 S-WPIA (Software-type Wave-Particle Interaction Analyzer) が搭載された。S-WPIA では、波動粒子相互作用の本質であるにもかかわらず、従来の観測では欠落していた、プラズマ波動電界ベクトルと粒子の速度ベクトルの位相角情報を捉えることができる。

このプラズマ波動電界ベクトルと粒子速度ベクトルの位相角を正確に捉えるためには、プラズマ波動電界ベクトルの校正が正確に行われている必要がある。プラズマ波動観測器から得られる電界データは、センサー、および、観測器の各種フィルタやアンプにより、振幅、位相に影響を受けている。特に、プリアンプは入力インピーダンスが高いため、アンテナからプリアンプのケーブルの影響や入力容量の影響が避けられない。また、電界センサーの複素インピーダンスは、周囲のプラズマ環境に強く依存しており衛星の軌道によってダイナミックに変化する。S-WPIA の計算では、この電界観測データを観測器や電界センサーの特性から正確に校正する必要がある。運動エネルギーの時間変化を算出する上で、電界の振幅・位相の精度は重要である。講演ではこの電界観測データの校正についてプリアンプ入力等価回路の検討とアンテナインピーダンスの影響について評価を行い、S-WPIA 観測の精度向上を目指す。