

R006-61

Zoom meeting B : 11/4 PM1 (13:45-15:30)

13:45-14:00

あらせ衛星 PWE/EFD によって観測された電場データの波形解析

#中川 朋子¹⁾, 笠羽 康正²⁾, 小路 真史³⁾, 中村 紗都子⁴⁾, 堀 智昭³⁾, 三好 由純³⁾, 北原 理弘³⁾, 松田 昇也⁵⁾, 小嶋 浩嗣⁶⁾, 笠原 禎也⁷⁾, 篠原 育⁸⁾

¹⁾東北工大・工・情報通信, ²⁾東北大・理, ³⁾名大 ISEE, ⁴⁾ISEE, ⁵⁾ISAS/JAXA, ⁶⁾京大・生存圏, ⁷⁾金沢大, ⁸⁾宇宙研/宇宙機構

Waveform of DC to low-frequency electric field data obtained by PWE/EFD onboard the Arase satellite

#Tomoko Nakagawa¹⁾, Yasumasa Kasaba²⁾, Masafumi Shoji³⁾, Satoko Nakamura⁴⁾, Tomoaki Hori³⁾, Yoshizumi Miyoshi³⁾, Masahiro Kitahara³⁾, Shoya Matsuda⁵⁾, Hirotsugu Kojima⁶⁾, Yoshiya Kasahara⁷⁾, Iku Shinohara⁸⁾

¹⁾Tohoku Inst. Tech., ²⁾Tohoku Univ., ³⁾ISEE, Nagoya Univ., ⁴⁾ISEE, ⁵⁾ISAS/JAXA, ⁶⁾RISH, Kyoto Univ., ⁷⁾Kanazawa Univ., ⁸⁾ISAS/JAXA

Waveform data obtained by the Electric Field Detector (EFD) of the Plasma Wave Experiment (PWE) instrument onboard the Arase spacecraft are examined in detail to assess the quality of the DC to low-frequency electric field and the spacecraft potential. EFD records electric potentials of four metal probes installed at tips of two orthogonal pairs of the wire antennas extending from the satellite body and observes an electric field by measuring an electric potential difference between each pair of two probes. In principle, we expect that the instrument obtains sinusoidal waveforms of the potential difference with a period of the satellite's spin, as the antennas rotate as well in a natural electric field perpendicular to the spin axis. Our detailed analysis, however, has revealed that sometimes the waveforms significantly deviate from a well-defined sinusoidal curve, and the two pairs of antenna yield somewhat inconsistent electric field vectors, particularly in a low plasma density environment such as outside the plasmasphere. We have analyzed and discussed possible causes of the unexpected characteristics of the waveforms in the regular, EFD sub-team meeting, which has been called as "the EFD bootcamp". In this paper, we showcase and review the current issues of the electric field data provided by EFD including data processing pipelines. Detailed behavior of electric potentials of the four probes as well as the spacecraft potential dependent on the spin phase of the spacecraft is also discussed.

磁気圏における静電場観測は、磁気圏内のプラズマの対流、ULF 波動とその伝搬方向、加速電場などを捉えるうえで不可欠な手段である。また 1 Hz 前後の低周波電場変動は、粒子加速と関連して注目される電磁イオンサイクロトロン波の研究にとって不可欠である。

ジオスペース探査衛星「あらせ」では、Plasma Wave Experiment (PWE)によって、4本のワイヤアンテナ Wire Probe Antenna (WPT, 長さ 15-m, Tip-to-Tip 長 約 32-m) 間の電位差計測が、Electric Field Detector (EFD)による「ダブルプローブ法」を用いて、衛星スピン面内の直交2系統について行われている。過去の磁気圏探査衛星「あけぼの」では限られたタイミングでしかプローブ電位情報が得られなかったが、「あらせ」PWE/EFDでは、1スピン約 8-sec に対して約 64 点 (8 Hz, バーストデータでは 128 Hz) で常時全プローブの電位データを個別に得ており、衛星と各プローブの電位挙動を知るうえで圧倒的に有利な点となっている。

プローブ電位の周辺プラズマ電位への追従性は、電場の観測精度と信頼性に直結する。ダブルプローブ法は、プローブ電位、すなわち「プローブ-衛星間の電位差」の計測を基礎とする。衛星それぞれの電位は、周辺電子(・イオン)の流入電流と光電子の放出電流のバランスで決まる「フローティング電位」を取るため、一般に周辺プラズマの電位からはずれず、プローブに衛星から供給するバイアス電流を加えることで、プローブ電位は周辺プラズマ電位により近づけるものの、周辺プラズマそのものの電位とはまだ若干異なる。この相違量はプローブの表面特性・形状に依存するため、極力これらを揃えたもうひとつのプローブとの電位差によってプラズマ中電場は導出される(この過程で、衛星電位の影響も消されることになっている)。従来の認識では、プローブのシースインピーダンス・シース電圧降下および仕事関数による影響は類似特性のプローブ対ならば相殺ないし少なくとも定数(オフセット)となるであろうとの期待の下、スピン衛星によって計測される自然電場由来のプローブ電位変動は衛星スピン周期の正弦波になるので、プローブ間電位差をスピン周期でサインフィットすれば、正弦波の自然電場とオフセット成分を分離できるはずと考えられてきた。もちろんアンテナ長がデバイ長より長く、衛星ポテンシャルそのものの影響がプローブに及ばないことがその前提である。

現実はいずれも複雑である。「あらせ」PWE/EFDによる電場データ(=プローブ間電位差)および各プローブ電位データにより、オフセット成分にもより複雑なスピン変動があり、プローブ間電位差は歪んだサイン波のような形状を示すとともに、その歪みにはプローブ毎の個性も存在する。このため、サインフィットだけでは信号(自然電場)を正しく分離できない場合がある。高密度域(特にプラズマ圏内)では、衛星電位・プローブ電位とも十分な周辺プラズマ電流に支配されて安定した値をとるため問題なく観測できるものの、プラズマ圏外の低密度域では、歪みが大きく直交2系統のワイヤアンテナ対で計測した電場の大きさ・方向が異なったり、磁場と直交しなかったりするように見えるケースが多発している。あらせ衛星はスピン軸を太陽指向とし、プローブに対する太陽光照射のスピン変動を抑制する設計をとったが、これにもかかわらず衛星形状が軸対称ではないため衛星電位にもスピン変動も見られ、周辺プラズマ電位を乱している可能性が考えられる。これらのため、弱い電場(<a few mV/m)においては定常的に

磁気圏内で「Dusk-to-Dawn 電場」が見られるといった問題を生んでいる。より大きな非定常の電場・波動については、チーム側の個別確認によるデータ品質保証を行いながらアウトプットにつなげている。

本稿では、PWE チーム内の EFD データ評価・校正・処理サブチーム会合、通称「電場・電位ブートキャンプ」で議論されてきたこれら諸問題の現況と、DC・低周波電場データの精度・信頼性に対する諸注意について紹介する。