

## 地球磁気圏中の衛星ウェイク特性およびプローブ電場計測への影響に関する計算機実験

# 三宅 洋平 [1]; 臼井 英之 [2]  
[1] 神戸大学; [2] 神戸大・システム情報

### Particle simulations on properties of a spacecraft wake and its effects on double-probe measurements in Earth's magnetosphere

# Yohei Miyake[1]; Hideyuki Usui[2]  
[1] Kobe Univ.; [2] System informatics, Kobe Univ

In magnetospheric environments, we encounter various types of supersonic ion flows. In such ion flows, an electrostatic wake is formed behind a spacecraft, and the ion density in the wake should be lower than an unperturbed density level. The presence of electrostatic wakes is often suggested by detection of spurious electric fields in double-probe measurements. In order to get rid of this kind of spurious fields or to apply the fields to estimate key plasma parameter, we need to understand the formation mechanism and structure of the wake quantitatively.

Consequently, we perform particle-in-cell simulations on the wake structure around a scientific spacecraft. For the analysis, we use our own plasma particle simulation code EMSES, which enables us to include solid spacecraft and sensor surfaces as internal boundaries.

The current analysis focuses on the wake structures behind the Cluster satellite in a tenuous streaming plasma. We have included the conducting surfaces of wire booms as well as the spacecraft body in the simulations, the both of which can contribute to the wake formation. The major outcomes of the simulations are summarized as follows; 1. not only a spacecraft body but also a thin (in an order of mm) wire boom contribute substantially to the formation of an electrostatic wake, particularly when the spacecraft has a positive potential of a few tens of volts; 2. in such a condition, the spatial scale of the wake reaches up to 100 m, leading to the detection of a wake electric field pattern that is very similar to that observed in the presence of a uniform ambient electric field; 3. spurious electric field can be detected even in subsonic ion flows, which is caused by an asymmetric potential pattern between the up- and down- streams of the spacecraft. We will report some details of these results as well as the comparison of the numerical results with observational data.

[1] Andre, M., and C. M. Cully (2012), Low-energy ions: A previously hidden solar system particle population, *Geophys. Res. Lett.*, 39, L03101, doi:10.1029/2011GL050242.

地球磁気圏中の様々な領域において、ドリフト速度が熱速度より大きいような超音速のイオンフローが見られる [1]。こうしたプラズマフロー中を航行する衛星の後方では、イオン密度が背景プラズマ密度に比べて低いウェイク領域が形成され、衛星に搭載された電場プローブがこの中に侵入すると特徴的なウェイク電場が観測される。このような不要（スプリアス）電場成分を同定もしくは除去するため、もしくは逆にウェイク電場から背景プラズマパラメータに関する手掛かりを得るために、ウェイクの形成過程や構造のプラズマパラメータ依存性を明らかにする必要がある。こうした解析は、限られたケースを除いては理論や地上実験で取り扱う事が困難であり、数値的評価手法の確立が急務となっている。

本研究では、衛星周辺のプラズマ環境、およびその環境下でのセンサー特性の評価にプラズマ粒子計算機実験を適用する。粒子モデル計算機実験は個々のプラズマ粒子の運動方程式を解き進めていくため、原理的にはウェイクの形成過程を運動論効果も含めて矛盾なく再現することができる。

本発表では Cluster 衛星の後方に形成されるウェイク構造のプラズマ粒子シミュレーション解析について報告を行う。衛星本体に加え、ウェイク形成に一定の影響を及ぼすと考えられるブーム（半径数 mm）を数値モデルに取り込む。このモデルを用い、多種イオンのフローを含むプラズマ中でウェイク形成の計算機実験を行った。これまでの解析により、衛星電位が+数 10 V に達する希薄プラズマ中では、衛星のみならずブームの電位もウェイク形成に大きく寄与する。前述の条件下では、ウェイクのサイズが 100 m のオーダーに達するため、一様電場が存在する場合とよく似たウェイク電場波形をプローブが観測する。一方、主要なイオン種が超音速条件を満たさないような遅いプラズマフロー中でも、上流・下流側の電位構造の違いから弱いスプリアス電場が観測されることがある、という知見が得られた。発表では、科学衛星により実際に観測されたスプリアス電場波形との比較も交えて、これらの結果を紹介し、プローブによる電場観測法の高度化に向けた知見としたい。

[1] Andre, M., and C. M. Cully (2012), Low-energy ions: A previously hidden solar system particle population, *Geophys. Res. Lett.*, 39, L03101, doi:10.1029/2011GL050242.