

## 弱磁場天体の小型磁気圏形成に関する全粒子シミュレーション

# 沖知起 [1]; 臼井 英之 [2]; 寺田 直樹 [3]; 関 華奈子 [4]; 加藤 雄人 [5]; 三宅 洋平 [6]; 八木 学 [7]

[1] 神大・システム・計算; [2] 神戸大・システム情報; [3] 東北大・理・地物; [4] 東大理・地球惑星科学専攻; [5] 東北大・理・地球物理; [6] 神戸大学; [7] AICS, RIKEN

## Full PIC simulation on the formation of small magnetosphere of a weakly magnetized body

# Satoki Oki[1]; Hideyuki Usui[2]; Naoki Terada[3]; Kanako Seki[4]; Yuto Katoh[5]; Yohei Miyake[6]; Manabu Yagi[7]

[1] Kobe Univ.; [2] System informatics, Kobe Univ; [3] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.; [4] Dept. Earth &amp; Planetary Sci., Science, Univ. Tokyo; [5] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.; [6] Kobe Univ.; [7] AICS, RIKEN

The objectives of this research is to study a small magnetosphere formed by the interaction between a weakly magnetized small body and the solar wind, to understand the formation of each region of the magnetosphere, and to examine the dependency of each plasma phenomena on the intensity of the intrinsic magnetic field by performing three-dimensional particle simulation. Based on the previous observations, it is well known that Mercury, the magnetic dipole moment of which is around 1/2000 of that of the Earth, has a small (i.e. 1/20 of that of the Earth) magnetosphere. The Mercury magnetosphere has been studied by MHD and hybrid particle simulations so far. However, there is still room for argument of kinetics including electron dynamics on the formation of magnetosphere. In this study, we focus on the parameters of Mercury environment and investigate the kinetic phenomena in the small magnetosphere by performing full particle simulations.

In the simulation model, we have a small body with a small magnetic dipole moment, and introduce the magnetized plasma flow corresponding to the solar wind. When we define  $D_p$  as the distance between the dipole center and a position where the solar wind dynamic pressure balances the magnetic pressure at the dayside, we provided a dipole moment that gives the ratio  $D_p/L_i$  being comparable to or a bit larger than the unity, where  $L_i$  denotes the ion inertia length. In the preliminary simulation results, we could confirm the fundamental physics in the small magnetosphere such as the formation of a small-scale magnetosphere with asymmetric density profile between the dawn and dusk regions, the dependence on the direction of IMF direction. We describe the details of these phenomena. We will investigate how the formation of small magnetosphere varies when the  $D_p/L_i$  changes.

Meanwhile, mercury owns no ionosphere but an exosphere. We are interested in the formation of exo-ionosphere which can be represented by the spatial distribution of the  $\text{Na}^+$  ions. In future research, we will consider the contributions of heavy ions and photo-electrons with a certain scale height, and analyze their dynamics in the Mercury environment.

本研究の目的は、弱い固有磁場を持つ天体と太陽風の相互作用によって形成される小型磁気圏を3次元全粒子電磁シミュレーションにより再現し、各磁気圏領域の形成を運動論的観点から理解するとともに、磁場ダイポールモーメント強度に対する依存性を明らかにすることである。地球より小規模の磁気圏を持つ天体として水星がよく知られている。これまでの観測から、水星の固有磁場を形成する磁気モーメントは地球のものよりも約2000倍程度小さく、地球磁気圏の約1/20のサイズの小型磁気圏が形成されると予想されている。水星磁気圏の巨視的構造については、磁気流体力学(MHD)シミュレーションを用いたモデル化も試みられているが、磁気圏各領域形成におけるイオンや電子の運動論的効果の重要性はまだ議論が進んでいない。そこで本研究では、水星環境パラメータを念頭に置き、電子及びイオンを粒子として扱う全粒子プラズマモデルによる小型磁気圏形成シミュレーションを行った。シミュレーションモデルでは、磁気ダイポールを持つ小型球体を中央に置き、領域境界から太陽風に相当する磁化プラズマ流を流す。昼間側において、ダイポール中心から磁気圧と太陽風動圧が釣り合う点までの距離を  $D_p$  とすると、標準モデルでは、 $D_p$  に対するイオン慣性長の比が1前後となるような磁気ダイポールを球体に与える。これまでに実施したシミュレーション結果により、小型磁気圏の形成、朝方夕方の磁気圏構造の非対称性、昼間側磁気圏境界層幅の IMF 方向の依存性などが明らかになった。本発表ではまずこれらの詳細について示す。先行研究において電子を流体として扱うハイブリッド粒子シミュレーションによる小型磁気圏形成解析が行われたが、本研究では、イオンのみならず電子の運動論的効果が小型磁気圏形成にどのように影響するかについても着目する。また、小型磁気圏形成が、 $D_p$  に対するイオン慣性長の比にどのように依存するかについても調べたい。

一方、水星には電離圏が存在せず、希薄な外圏大気が存在する。明確な電離圏がない磁気圏の電流構造において外圏起源のイオン ( $\text{Na}^+$  など) がどのような役割を果たすかは興味深い。

今後、今回形成した磁気圏環境下、あるスケールハイトを持つ重イオンや光電子の空間分布を導入し、小型磁気圏環境におけるそれらの分布及びダイナミクスを解き明かすことも計画している。