

小型磁気圏昼間側マグネトポーズでの電子ダイナミクスに関する全粒子シミュレーション

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

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

Full PIC simulation on the electron dynamics at the dayside magnetopause in a small-scale magnetosphere

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

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

The objective of this research is to understand the dayside magnetopause physics of a small-scale magnetosphere by performing full particle-in-cell three-dimensional simulations. We define D_p as the distance from the dipole center to the point at which the dynamic pressure of the solar wind and the dipole magnetic pressure are equal. When the ratio λ_i/D_p is much smaller than the unity where λ_i denotes the ion inertia length, the formation of the magnetosphere can be examined with the fluid plasma approximation. However, λ_i/D_p becomes close to the unity, the kinetic effect such as finite Larmor radius in plasma cannot be ignored in the formation of the magnetosphere. In the present study, we set $\lambda_i/D_p = 1$ to emphasize kinetic effects. When we define R_b as the radius of sphere, we took a relatively large proportion of sphere in the magnetosphere as $R_b/D_p = 0.6$. In the simulations we found (1) asymmetric structure of the plasma density distribution between the dawn and dusk sides in the magnetic equator, (2) electron acceleration in the magnetic equator at the dayside magnetopause, and (3) plasma perturbation at the dusk side of the plasma pause. In this study, we particularly focus on (2) and (3) stated above and examined them quantitatively by considering the electron trajectories, velocity distributions and the associated local electric fields. We also discuss the dependency of these phenomena on the mass ratio between ion and electron as well as λ_i/D_p .

本研究では、小惑星や月面磁気異常、水星など、地球よりも十分弱い磁場を持つ天体と太陽風との相互作用により形成される小型磁気圏について、特に赤道面における昼間側マグネトポーズでの電子ダイナミクスに着目する。小型磁気圏物理ではイオン及び電子の運動論効果が重要となるため両方を粒子として扱う全粒子3次元シミュレーションを行った。シミュレーション領域中央に弱い磁気ダイポールを持つ小型球体を中央に置き、南向きIMFを持つ太陽風プラズマを境界領域から流し、小型磁気圏を再現した。小型磁気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、 D_p が太陽風イオン慣性長 λ_i に対して十分大きい場合は、地球磁気圏のように、太陽風を流体近似した形で磁気圏形成を議論できる。しかし、天体磁場の磁気モーメントが小さくなり D_p が λ_i やイオンラーマ半径などに近づくると磁気圏形成において太陽風プラズマの運動論的効果が無視できなくなる。今回は、運動論的効果を強調させるために $\lambda_i/D_p = 1$ と設定した。また、球体半径 R_b を $R_b/D_p = 0.6$ とし、磁気圏における小型天体の割合を比較的大きく取った。これまでのシミュレーション解析により、磁気圏昼間側の特徴的な現象として、(1) 赤道面におけるプラズマ空間分布の dawn-dusk 非対称性、(2) マグネトポーズでの赤道面での電子加速、(3) dusk 側でのプラズマ密度擾乱などが確認された。今回は特に (2)、(3) に着目し、電子の軌道や速度分布関数と局所電場との関係を定量的に調べるとともに、イオンと電子の質量比や λ_i/D_p への依存性について考察を行った。