

# 弱磁場小型天体のプラズマ環境に関する粒子シミュレーション

臼井英之 神戸大学 大学院システム情報学研究科

## 研究目的

本研究の目的は、磁場を持つ小惑星や月面磁気異常領域など、地球よりも十分弱い磁場を持つ小型天体と太陽風の相互作用により形成される小規模磁気圏をParticle-In-Cell法を用いた3次元電磁粒子シミュレーションにより再現し、小型磁気圏形成や磁気圏各領域でのプラズマ現象を粒子の運動論レベルで定量的に理解することである。今年度は、小型磁気圏の昼間側マグネトポーズにおける磁場に垂直方向の強い電子流に着目し、そのメカニズムについて粒子運動レベルで解明した。

## 研究方法

本研究では、宇宙飛行体プラズマ環境解析用コードEMSESを主として用いた。EMSESはParticle-In-Cell法による電磁粒子シミュレーション手法を採用している。

## 研究結果

小天体固有磁場の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 $D_p$ とし、太陽風イオン慣性長 $L_i$ とする場合、本研究では、 $D_p/L_i=1$ となる磁場を持つ球体を図1に示すように設定し、南向きIMFをもつ太陽風との相互作用を調べた。シミュレーション結果から、カスプやマグネトポーズをもつ小型磁気圏の形成、赤道面朝方々間での密度非対称性やマグネトポーズにおける電子の高速フラックスが確認された。特にポーズでの電界で加速された電子がマグネトポーズに沿ってメアンダリング運動により赤道面朝方に移動することを明らかにした。

## 考察

粒子ジャイロ半径に対して十分大きな地球磁気圏の境界層電流は粒子のドリフト運動が主に担っているが、小天体磁気圏の場合は、太陽風イオン、電子のサイクロトロン運動やその半径が磁気圏形成に対して無視できない。マグネトポーズでの電子挙動について図2に示す。左図に示すようにテスト粒子シミュレーションにより、マグネトポーズの電界によってx方向に加速された電子が $B=0$ のラインに沿ってメアンダリング運動をしながらy方向である朝方に移動していく様子が初めて確認できた。右図にその概念図を示す。

## 成果発表

- Satoki Oki, H. Usui, Y. Miyake, 3D PIC Simulation on the Plasma Dynamics in a Small-Scale Magnetosphere, (Poster), The 13th International symposium/school for space simulations (ISSS-13), UCLA, Los Angeles, USA, September 6-14, 2018.
- 沖知起、臼井英之、弱磁場天体と太陽風の相互作用に関する全粒子シミュレーション、平成29年度RISH電波科学計算機実験(KDK)シンポジウム、京都大学宇治キャンパス、平成31年3月25,26日(ポスター)
- 沖知起、臼井英之、寺田直樹、関華奈子、三宅洋平、八木学、弱磁場天体と太陽風の相互作用に関する全粒子シミュレーション、第19回惑星圏研究会、東北大学、青葉サイエンスホール、2019/2/18-20。(ポスター)
- 沖知起、臼井英之、寺田直樹、関華奈子、三宅洋平、加藤雄人、八木学、弱磁場天体磁気圏におけるプラズマダイナミクスの全粒子シミュレーション解析、[PCG23-P05] JpGU 2018, May 20-24, 幕張メッセ
- 臼井英之、沖知起、三宅洋平、寺田直樹、関華奈子、八木学、加藤雄人、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 [R009-02], 地球電磁気・地球惑星圏学会秋大会、名古屋大学、2018/11/23-11/27.

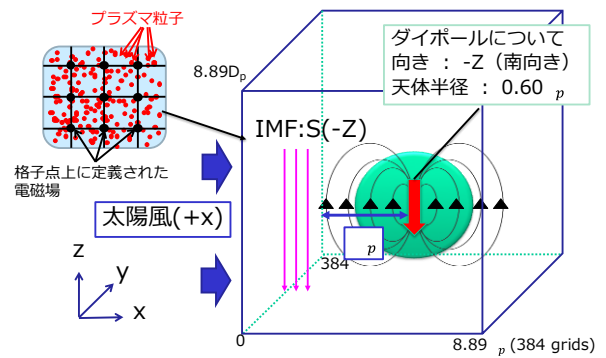


図1：3Dシミュレーションモデル

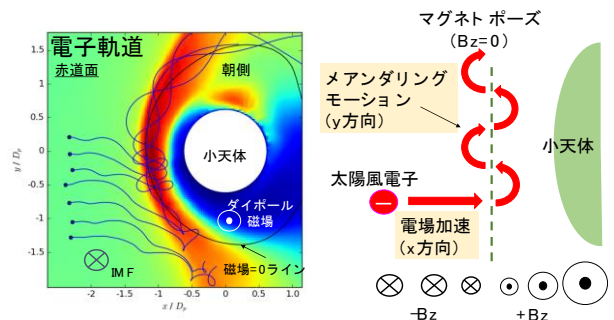


図2：昼間側マグネトポーズにおける電子挙動（赤道面）