

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

白井英之 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、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の相互作用により形成される小型磁気圏を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、小型磁気圏及び外圏起源の重イオンと光電子に関連するプラズマ現象を運動論レベルで定量的に理解することである。今年度は、小型磁気圏形成に着目し、特に昼間側領域でのプラズマ分布およびダイナミクスの解析を実施した。

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用いている。

研究結果

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 する場合、本研究では、 $D_p/L_i=1$ となる磁気を持つ球体を設定し、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、図1に示すようにカスプや昼間側マグネトポーズをもつ小型磁気圏が形成された。特に、赤道面上では磁気圏構造の朝方夕方間での非対称性が見られた。また、図2に示すようにマグネトポーズ内側境界において電子の高速フラックスが確認された。

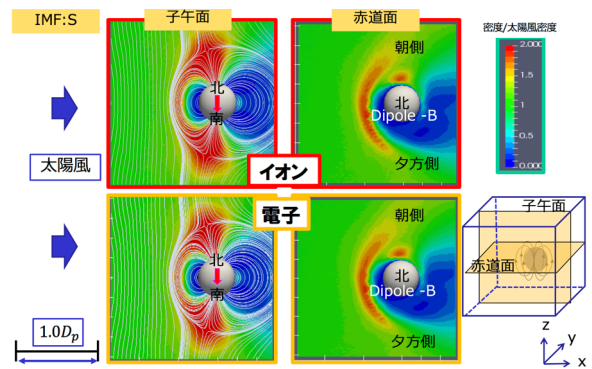


図1：子午面（左）、赤道面（右）でのイオン（上）と電子（下）の密度分布

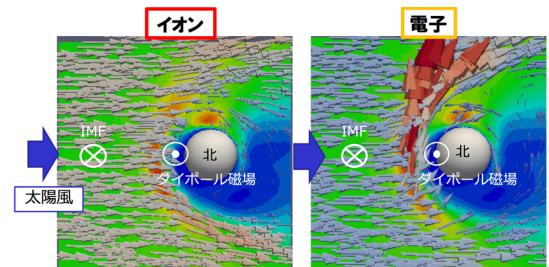


図2：子午面（左）、赤道面（右）でのイオンと電子のフラックスのベクトル分布

考察

小型磁場天体を扱う本モデルでは、地球磁気圏と違い太陽風イオン、電子のサイクロトロン半径が球体半径に対して無視できない。特に赤道面上でのダイポール磁場領域では、イオンと電子のサイクロトロン運動の違いが磁気圏構造の朝方夕方間での非対称性の原因となる。また、マグネトポーズ内側境界での電子加速はIMFとダイポール磁場の和が0になる領域において特に顕著であることがわかった。今後、テスト粒子シミュレーションを用いて粒子軌道や各領域での速度分布関数を解析しこれらのメカニズムを解明したい。

成果発表

- ・ 白井 英之、沖 知起、寺田 直樹、三宅 洋平、加藤 雄人、八木 学、[PCG24-P02] 重イオン放出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、ポスター、JpGU2017, 2017, May 21, 幕張メッセ
- ・ 白井英之、沖 知起、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、STE シミュレーション研究会 -太陽地球惑星系複合システムのシミュレーション研究-、2017/9/6-8.
- ・ 白井 英之、沖 知起、三宅 洋平、R009-01 小型磁気圏形成とそのダイポール磁場強度依存性に関する考察、口頭発表、地球電磁気・地球惑星圏学会秋大会、京都大学、2017/10/17.
- ・ 沖 知起、白井 英之、寺田 直樹、関 華奈子、加藤 雄人、三宅 洋平、八木 学、[R009-P14] 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、地球電磁気・地球惑星圏学会秋大会、京都大学、2017/10/17.
- ・ 沖知起、白井英之、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 30 年 2 月 19,20 日
- ・ 沖知起、白井英之、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、2018/2/27-3/1.