

インヤン格子による磁気圏電離圏結合の3次元 Hall-MHD シミュレーション

Three Dimensional Hall-MHD Simulation of Magnetosphere-Ionosphere Coupling by Yin-Yang Grid

近藤 淳太郎 [1]; 梅田 隆行 [2]; 荻野 竜樹 [3]; 陰山 聡 [4]

Juntaro Kondo[1]; Takayuki Umeda[2]; Tatsuki Ogino[3]; Akira Kageyama[4]

[1] 名大・STE 研; [2] 名大 STEL; [3] 名大 STE 研; [4] 海洋機構

[1] STEL, Nagoya Univ; [2] STEL, Nagoya Univ.; [3] STEL, Nagoya Univ.; [4] JAMSTEC

これまでの太陽風と地球磁気圏相互作用の global MHD Model では、電離層は電気伝導度モデルによって1枚のシートとして扱われてきた。しかし、電離圏は高度方向にいくつかの層を持つ構造であるため、このモデルは磁気圏電離圏を理解するのに必ずしも十分でない。我々は電離圏の構造やダイナミクスを self-consistent に解く3次元のグローバルシミュレーションモデルを必要とする。

この研究では、我々は球座標系の新しいタイプの計算格子であるインヤン格子を利用することで計算時間の縮小を図る。インヤン格子とは陰山、佐藤 [2004] によって開発された組み合わせ格子の一種であり、2つの合同な格子を野球ボールの縫い目のように連結することで構成される。この格子を用いることで、これまで計算格子として一般的であった緯度経度格子の高緯度部分において、格子点が密になるという問題と極での特異点を扱う問題が解決される。さらにインヤン格子の利点として直行座標系であるために式が簡単に記述でき、計算速度が速い、高精度化が容易である、大規模スカラー並列機による高速並列計算にも適しているといった特徴が挙げられる。

我々は衝突項と Hall 項を追加することによって拡張された3次元の Hall-MHD 方程式を、高度 80km ~ 480km の範囲のインヤン格子系で解いた。シミュレーションはまず、重力とプラズマ圧力が釣り合う球対称3次元の定常解を電離圏の高度分布として与える。その静的電離圏構造の元で太陽風と地球磁気圏相互作用のグローバル3次元 MHD シミュレーションから得られた磁気圏下部境界を外側境界条件として用いる。その高度 480km に与えた convection が地球に向かってアルフベンモードとして伝搬し、イオンと中性粒子の衝突周波数が大きくなる下部電離圏でペダーソン電流から Hall 電流に変換される過程を調べた。初期値として衝突周波数の高度分布を与えて高度方向の格子間隔をさらに小さくした高精度シミュレーションを実行した。これらの磁気圏電離圏結合の3次元グローバル Hall-MHD シミュレーション結果について報告する。