

インヤン格子を用いたグローバルMHDモデルによる磁気圏電離圏結合の研究

Magnetosphere-Ionosphere Coupling using 3-Dimensional MHD Model in Yin-Yang Grid

澤田 和英 [1]; 荻野 竜樹 [2]; 陰山 聡 [3]; 青山 智治 [4]

Kazuhide Sawada[1]; Tatsuki Ogino[2]; Akira Kageyama[3]; Tomoharu Aoyama[4]

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

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

これまでの太陽風と地球磁気圏相互作用の global MHD Model では、電離圏は通常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結合系を理解するのに必ずしも十分ではない。われわれ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。磁気圏電離圏結合系を球座標系で解こうとするとき最も問題となるのは、極で格子間隔が狭くなるため計算にかなりの時間がかかってしまうということである。

この研究では、われわれは球座標系の新しいタイプの計算格子である陰陽格子を利用することで計算時間の縮小を図る。陰陽格子とは陰山と佐藤 [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。この格子を利用することで、これまで球座標系の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。さらに陰陽格子の利点として直行系であるため計算速度が速い、高精度化が容易である、大規模並列計算機に適しているといった特徴が挙げられる。

われわれは衝突項と Hall 項を追加することによって拡張された3次元のMHD方程式を、高度80km~高度1090kmの範囲のインヤン格子系で解いた。シミュレーション結果では、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外側境界条件として高度1090km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明確に見ることができた。沿磁力線電流が電離圏 closure を形成する様子が見取れる。さらに、衝突項によってペダーソン電流が大きくなり、Hall 項により電流が広がる効果を得た。今回の発表ではこれらの磁気圏電離圏結合の3次元グローバルシミュレーション結果について報告する。