

## 改良した磁気圏電離圏結合アルゴリズムを用いたグローバルMHDシミュレーション

# 中田 裕之 [1]; 吉川 顕正 [2]; 田中 高史 [3]  
[1] 千葉大・自然科学; [2] 九大・理・地球惑星; [3] 九大

### Global MHD simulation using the approved M-I coupling algorithm for inner boundary condition

# Hiroyuki Nakata[1]; Akimasa Yoshikawa[2]; Takashi Tanaka[3]  
[1] Graduate School of Sci. and Tech., Chiba Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.; [3] Kyushu University

The recent global MHD simulations have adopted the following boundary condition of the inner magnetosphere. First, Field-Aligned Currents (FACs) are determined by magnetic perturbations at the inner boundary of the magnetosphere. Mapping the FACs into the ionosphere along the main magnetic field, the ionospheric electric potentials are calculated from the equation of current continuity;  $j = S \text{ grad } f$ , where  $j$  is FAC,  $S$  is ionospheric conductivity tensor, and  $f$  is the ionospheric electric potential. The resultant electric potentials are mapped out to the inner boundary of the magnetosphere. However, solutions of global MHD simulations using these boundary conditions are not always satisfied to the equation because these boundary conditions do not consider the continuities of both potentials and FACs. Here, we adopt a new process of the magnetosphere-ionosphere coupling for global MHD simulation (c.f. Yoshikawa and Nakata). In order to determine these field-aligned currents and the electric potentials self-consistently, we consider the boundary condition as the problem of wave reflection, assuming that the field-aligned currents are associated with the shear Alfvén waves. Separating the perturbed components from the correct solutions, the equation of current continuity of these components is considered. Then we determine the perturbed components generated by the magnetosphere-ionosphere coupling. Since the perturbed components of the electric potentials are regarded as inductive, the new process is applicable to the general problems of the magnetosphere-ionosphere coupling. In the presentation, we present the results of the calculation including the new algorithm.

グローバルMHDシミュレーションでは、地球表面から惑星間空間までのすべての領域について計算を行うことは、現在の計算機能力をもってしても現実的には不可能である。そのため、地球表面から数  $Re$  程度の所に内部境界をおき、境界と電離圏を沿磁力線電流で接続することで、磁気圏と電離圏を結びつけた計算を可能にしている。その際には、 $j =$  (  $j$ :沿磁力線電流、  $S$ :電気伝導度、  $f$ :ポテンシャル) が用いられる。沿磁力線電流を内部磁気圏境界で求め、それを電離圏までマッピングし、上記の式を用いて電離圏においてポテンシャルを求め、そのポテンシャルから求めた電場を  $E \times B$  ドリフトとして速度に返す。この方法はほとんどのMHDシミュレーションに用いられており、さまざまな現象を説明することができていることから、このアルゴリズムが有用であることが認められてきている。しかしこの方法は、本質的に定常な場合にのみ適用可能であり、電離圏と磁気圏境界の両方でのパラメータ(速度、磁場擾乱)が必ずしも、この条件を満足することを保証できないため、磁気圏、電離圏ともに、矛盾なくパラメータを求めることはない。そこで、パラメータの時間変化分を考慮した新しいアルゴリズム (c.f. Yoshikawa and Nakata, 2005) を導入したグローバルMHDシミュレーションを行うことにし、このアルゴリズムの有用性を検証し、またこれまでのアルゴリズムがどこまで適用可能であるかを調べることを行った。今回導入した新しいアルゴリズムでは、 $j =$  を満たす部分以外を磁気圏+電離圏から伝搬してきた変動分として扱い、それらが Alfvén 波によって伝搬するとし、自己無撞着に全てのパラメータを求めている。また、今回のMHDシミュレーションでは、TVDスキームを用いたグローバルMHDシミュレーションコード (c.f. Tanaka, 1995) を利用している。

発表では、本研究で用いたアルゴリズムを紹介するとともに、計算により求められた適用結果を紹介する。