

## Global MHD シミュレーションの拡散領域の評価 Estimations of Diffusion Regions in Global MHD simulations

村田 健史<sup>1\*</sup>, 久保田 康文<sup>1</sup>, 深沢 圭一郎<sup>2</sup>, 亘 慎一<sup>1</sup>, 渡邊 英伸<sup>1</sup>, 山本 和憲<sup>1</sup>, 田中 高史<sup>2</sup>

MURATA, Ken T.<sup>1\*</sup>, KUBOTA, Yasubumi<sup>1</sup>, FUKAZAWA, Keiichiro<sup>2</sup>, WATARI, Shinichi<sup>1</sup>, WATANABE, Hidenobu<sup>1</sup>, YAMAMOTO, Kazunori<sup>1</sup>, TANAKA, Takashi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 情報通信研究機構, <sup>2</sup> 九州大学

<sup>1</sup>NICT, <sup>2</sup>Kyushu University

これまで、地球磁気圏の Global MHD シミュレーションでは、「磁気圏昼側境界面付近の拡散領域においてリコネクションが起こり、つなぎ変わった太陽風の磁力線が磁気圏内に侵入する」というストーリーが信じられている。しかし、MHD シミュレーション空間のどの場所で、いつ、どの程度の（リコネクションレートで）リコネクションが起こっているのかを明確に説明できる可視化例は、今までになかった。

筆者らは、これまで、Global MHD シミュレーションデータを最高時間分解能で 3 次元時系列可視化する技術を開発し、NICT サイエンスクラウド上で開発した。この技術により、プラズマの磁力線凍結（Frozen-in）を仮定の下で磁力線の対流を完全追跡し、3 次元時系列可視化することができるようになった。

ただし、この方法は Frozen-in を仮定しているため、拡散領域の中の磁力線の追跡を行うことはできない。言い換えると、磁気圏内のどの領域でいつ、どの程度の拡散係数の領域が発生するのかを理解せずに、リコネクション領域の特定は困難である。そこで、本研究では、Global MHD シミュレーション空間内の拡散係数の時間変化を定量的に評価することを行った。手法としては、太陽風中の任意の点の近傍領域の磁束を求め、磁力線の対流とともに磁束がどの程度変化するかで評価することとした。

まず、この手法を、南向成分を持つ太陽風中の磁力線に適用した。その結果、磁気圏上流の惑星間空間において磁束はほぼ保存され、上流において拡散領域は存在しなかった。一方、磁力線が磁気圏昼側境界に近づくと、昼側境界面近傍で拡散領域が発生することが分かった。この Global MHD シミュレーションでは地軸の傾きは含まれていないため、拡散領域は赤道をはさむ磁気圏昼側境界近傍に集中していたが、その範囲は赤道から一定の範囲（南北に 5Re 以上）に広がっていた。拡散領域でリコネクションが起こると仮定すると、この結果は、リコネクション領域が磁気圏昼側で南北方向に広く発生することを示唆している。

本発表では、Frozen-in を仮定した磁力線追尾の方法と、それを基にした拡散領域（拡散係数）の評価方法について議論する。この手法を、様々な太陽風パラメータ（特に Bz や By 成分）において検証し、太陽風パラメータと拡散領域の関係について議論する。

キーワード: Global MHD シミュレーション, 拡散領域, 磁力線, 3 次元可視化, リコネクション

Keywords: Global MHD simulation, diffusion region, magnetic field line, 3D visualization, reconnection