

初期プラズマベータ値に依存したリコネクションアウトフロー構造の変化 Dependence of the initial plasma beta on the structure of the reconnection exhaust

東森 一晃^{1*}, 星野 真弘¹, 横井 喜充²

HIGASHIMORI, Katsuaki^{1*}, HOSHINO, Masahiro¹, Nobumitsu Yokoi²

¹ 東京大学 地球惑星科学専攻, ² 東京大学 生産技術研究所

¹University of Tokyo, Department of Earth and Planetary Science, ²University of Tokyo, Institute of Industrial Science

磁気リコネクションの最も重要な課題一つとして、高磁気レイノルズ数下でどのように高速リコネクションが起こるかという問題がある。この問題を説明するため、例えば、局在化した拡散領域から四方に伸びる遅波衝撃波 [e.g., Petschek, 1964]、ホール効果 [e.g., Birn, et al, 2001]、そして乱流場の存在 [e.g., Matthaeus and Lamkin, 1986] などが議論されている。近年、MHD 乱流の観点からいくつかの高速磁気リコネクション理論が提唱され [e.g., Lazarian and Vishniac, 1999; Yokoi and Hoshino, 2011]、そして、乱流磁気リコネクションはリコネクション問題に留まらず、多くの天体現象で盛んに議論されている (降着円盤での磁気回転不安定などがいい例であるが、そこでは乱流中でのリコネクションがこの不安定の飽和度を定める要因だと考えられている [e.g., Sano, et al., 2004])。

我々は磁気リコネクションでの乱流に注目しており、特に本研究では「無衝突」磁気リコネクションでの自発的乱流形成について、電磁ハイブリッドコードを用いて調べた。我々は、リコネクションアウトフローが乱流に発展するか層流に発展するかが、初期のインフロー領域でのイオンのプラズマベータに強く依存することを主張する。この主張を証明するため、我々は (アルフベン速度を一定に保ちつつ初期のイオン温度を変えることで) 初期のプラズマベータを変えたいくつかのシミュレーション結果を示す。我々の結果によれば、 $b_{i0} < 0.1$ の場合に乱流的なアウトフローが見られ (ただし b_{i0} は初期インフロー領域でのイオンのプラズマベータ)、 $b_{i0} > 0.1$ では層流的な構造が見られた。加えて繋ぎ変わった磁場のフラックスの総量は、初期のプラズマベータ値が小さいほど大きくなることがわかった。また、そのような低ベータにおける乱流は、電流層中心ではなく、プラズマシート境界層 (PSBL) で励起された電磁波と関連することが示唆されている。本講演では、PSBL 領域で励起された波の性質に注目しつつ、低ベータでこのような乱流構造が見られる理由を主に議論する。

キーワード: リコネクション, 乱流, 層流, ハイブリッドシミュレーション, 運動論, イオン温度

Keywords: reconnection, turbulence, laminar flow, hybrid simulation, kinematics, ion temperature